



REJR

Russian Electronic Journal of Radiology
Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики

Том 8. № 3. 2018 год.



Редакционный отдел:

Редакторы:

Е.В. Евсеева

Л.Б. Капанадзе

Редакторы перевода:

О.Ю. Павлова

А.С. Беляев

Редактор новостного
раздела:

А.Е. Солопова

Технические редакторы:

Д.А. Вершинин

Видео редакторы:

В.Ю. Лузанов

Верстка:

А.А. Лисавин

Д.И. Живоглазов

Адрес журнала:

www.rejr.ru

Почта журнала:

rejr@rejr.ru

Техническая поддержка:

admin@rejr.ru

REJR – рецензируемое
научное электронное
периодическое издание по
лучевой диагностике

Периодичность издания –
4 раза в год

Языки: русский и
английский

Журнал зарегистрирован в
Федеральной службе по
надзору за соблюдением
законодательства в сфере
массовых коммуникаций и
охране культурного
наследия

Регистрационный номер:

Эл №ФС77-44003

от 01 марта 2011 г.

ISSN 2222-7415

**Входит в перечень ВАК
и базу цитирования SCOPUS**

Главный редактор:

Академик РАН, профессор **С.К. Терновой** (Москва)

Первый заместитель главного редактора:

Член-корр. РАН, профессор **Серова Н.С.** (Москва)

Заместители главного редактора:

Профессор **Бахтиозин Р.Ф.** (Москва)

Профессор **Шехтер А.И.** (Москва)

Редакционная коллегия:

Профессор **Вишнякова М.В.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Глыбочко П.В.** (Москва)

Профессор **Домбровский В.И.** (Ростов-на-Дону)

Профессор **Кондрашин С.А.** (Москва)

Professor **Hedvig Hricak** (USA)

Professor **Teruhito Mochizuki** (Japan)

Professor **Rainer Rienmueller** (Austria)

Редакционный совет:

Академик РАН, профессор **Адамян Л.В.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Акчури Р.С.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Алекян Б.Г.** (Москва)

Профессор **Амосов В.И.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Аржанцев А.П.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Беляков Н.А.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Дергилев А.П.** (Новосибирск)

Академик РАН, профессор **Долгушин Б.И.** (Москва)

Профессор **Завадовская В.Д.** (Томск)

Профессор **Зеликман М.И.** (Москва)

Профессор **Игнатьев Ю.Т.** (Омск)

Член-корр. РАН, профессор **Коков Л.С.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Котельников Г.П.** (Самара)

Профессор **Кудряшова Н.Е.** (Москва)

Член-корр. РАН, профессор **Мардынский Ю.С.** (Москва)

Профессор **Митьков В.В.** (Москва)

Профессор **Рогожин В.А.** (Киев, Украина)

Профессор **Рожкова Н.И.** (Москва)

Профессор **Трофимова Т.Н.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Тюрин И.Е.** (Москва)

Профессор **Тютин Л.А.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Усов В.Ю.** (Томск)

Профессор **Шарифуллин В.А.** (Москва)

Профессор **Шахов Б.Е.** (Нижний Новгород)

Professor **Adam Andreas** (Great Britain)

Professor **Nicholas Gourtsoyiannis** (Greece)

Professor **Marat Khodzhibekov** (Uzbekistan)

Professor **Andrey Kholodniy** (USA)

Professor **Alexander Margulis** (USA)

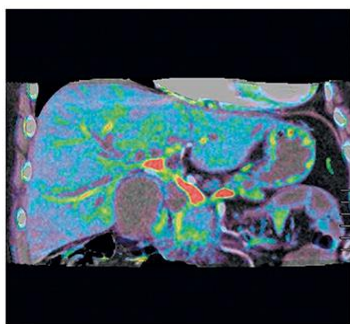
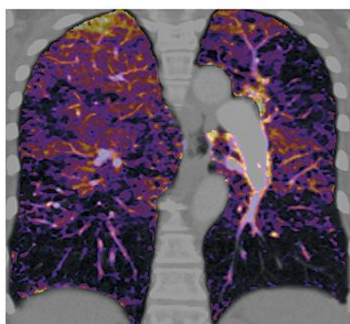
Professor **Raushan Rakhimzhanova** (Kazakhstan)

Professor **Hans Ringertz** (Sweden)

Professor **Jean Louis Sablayrolles** (France)



**МСКТ
640 срезов**



Aquilion ONE VISION EDITION — лидер компьютерной томографии

- 640 срезов за 0,275 секунды.
- UltraHelical — режим сверхбыстрого сканирования.
- Динамическое объемное сканирование в режиме 4D.
- Двухэнергетический режим сканирования и автоматическая субтракция костей и легких.
- SEMAR — уникальный алгоритм удаления артефактов от металла.

АО «Канон Медикал Системз»

Made For life

123242, Москва, Новинский бульвар, 31, ТДЦ «Новинский»
Тел.: + 7 (495) 626 5809, факс: + 7 (495) 626 5807, ru.medical.canon

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ.....7

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

КЛАССИФИКАЦИЯ АНОМАЛИЙ ВНУТРЕННЕГОУХА.....8-19
ДАЙХЕС Н.А., ДИАБ Х.М., КОРВЯКОВ В.С., КОНДРАТЧИКОВ Д.С., ПАШЧИНИНА О.А., КОРОБКIN А.С., КУЯН Ю.С., ПАНИНА О.С., МИХАЛЕВИЧ А.Е., ЮСИФОВ К.Д., ШАМШУТДИНОВ Т.М.

ПЭТ/КТ С 18F-FDG В УТОЧНЯЮЩЕЙ ДИАГНОСТИКЕ РАКА ТЕЛА МАТКИ.....20-29
АРЕТИНСКИЙ А.В., ТЕРНОВОЙ С.К.

IMAGING MODALITIES IN OVARIAN CANCER: ROLE IN PATIENT MANAGEMENT.....30-47
SOLOPOVA A.E., DADAK C., MAKATSARIA A.D., KOLESNIKOVA O.G., SUKHIN G.T.

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ПРОВЕДЕНИЯ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В РЕЖИМЕ «ВСЕ ТЕЛО» У ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛОЙ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМОЙ.....48-59
ДУШИН Д.Ю., ТЕРНОВОЙ С.К., БУРЕНЧЕВ Д.В.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ.....60-73
МАТКЕВИЧ Е.И., СИНИЦЫН В.Е., ЗЕЛИКМАН М.И., КРУЧИНIN С.А., ИВАНОВ И.В.

ПОСЛЕДНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ВСЕГО ТЕЛА В ОНКОЛОГИИ.....74-82
СУББОТИН Ю.А., БАХТИОЗИН Р.Ф.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНТРАСТНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОСМЕРТНОМ КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ.....83-99
ТУМАНОВА У.Н., СЕРОВА Н.С., БЫЧЕНКО В.Г., ШЕГОЛЕВ А.И.

COMPLICATIONS AFTER JOINT REPLACEMENT SURGERIES (SHORT TERM, MIDTERM AND LONG TERM).....100-106
DHILLON H.S., SEROVA N.S., Lychagin A.V.

ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТКАНЕЙ НА МРТ-ИЗОБРАЖЕНИЯХ.....107-112
МАРУСИНА М.Я., КАРАСЕВА Е.А.

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

ДЕПОНИРОВАНИЕ ГАДОЛИНИЯ В МОЗГОВОЙ ТКАНИ ПОСЛЕ ВНУТРИВЕННОГО ВВЕДЕНИЯ КОНТРАСТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ЛИНЕЙНОГО ТИПА.....113-121
СЫРКАШЕВ Е.М., БЫЧЕНКО В.Г., СИНИЦЫН В.Е.

PREVALENCE OF ANATOMIC AND PATHOLOGIC FINDINGS IN THE MAXILLARY SINUS DETECTED THROUGH CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE ROUTINE OF STOMATOLOGY.....122-127
FRANCO A., BARROS J.C., MIRANDA J.F., SCHRODER A.G.D., TURKINA A.YU., MAKEEVA M.K., FERNANDES A.

ВИРТУАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КОСТНО-РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ ГЛАЗНИЦЫ.....128-148
СЕЛЕЗНЕВ В.А., БУЦАН С.Б., ИГГИТАЛИЕВ Ш.Н., ХОХЛАЧЕВ С.Б., ХОДЯЧИЙ А.Е., ЧЕРНЕНЬКИЙ М.М.

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА В ОЦЕНКЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ СОСТОЯНИЙ ПРИ ТРАВМАХ ОРБИТЫ.....149-154
ПАВЛОВА О.Ю., СЕРОВА Н.С., ДАВЫДОВ Д.В., ШИЛОВА М.В.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОПЛОСКОСТНЫХ РЕФОРМАЦИЙ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ОСИ СЕРДЦА, В ДИАГНОСТИКЕ АТРЕЗИИ ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ ПРИ РЕНТГЕНОВСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ.....155-163
САДЬКОВА Г.К., ТРУФАНОВ Г.Е., ИПАТОВ В.В., РЯЗАНОВ В.В.

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОЙ БЛЯШКИ ПО ДАННЫМ МСКТ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ НА ФОНЕ ТЕРАПИИ АТОРВАСТАТИНОМ.....164-173
ЕЛ МАНАА Х.Э., ШАБАНОВА М.С., ГОГНИЕВА Д.Г., ЛОМОНОСОВА А.А., ШЕККОЧИХИН Д.Ю., РОЖКОВ А.Н., ШАРИЯ М.А., ТЕРНОВОЙ С.К., КОПЫЛОВ Ф.Ю., СЫРКИН А.А.

КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ И АНАТОМО-ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОЙ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЫ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА И ПРОКСИМАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА (КЛИНИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ).....174-180
НИКОЛЕНКО В.Н., ЧЕХОНАЦКИЙ А.А., ОСАДЧУК М.А., ИЛЯСОВА Е.Б., ОСАДЧУК А.М., ЧЕХОНАЦКИЙ В.А., РЕШЕТНИКОВ А.Н., ЛЕВЧЕНКО К.К., БАХТЕЕВА Н.Х.

МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ ЖИРОВЫХ АУТОТРАНСПЛАНТАТОВ В ОБЛАСТИ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ.....181-189
СТАРЦЕВА О.И., СЕРОВА Н.С., МЕЛЬНИКОВ Д.В., КИРИЛЛОВА К.А.,

CONTENTS

FROM THE EDITOR.....7

REVIEWS

CLASSIFICATION OF INNER EAR MALFORMATION.....8-19
DAIKHES N.A., DIAB Kh.M., KORVYAKOV V.S., KONDRATCHIKOV D.S., PASHCHININA O.A., KOROBKIN A.S., KUYAN Yu.S., PANINA O.S., MIKHALEVICH A.E., YUSIFOV K.D., SHAMSHUTDINOV T.M.

18F-FDG PET/CT IN THE DIAGNOSTICS OF ENDOMETRIAL CANCER.....20-29
ARETINSKIY A.V., TERNOVOY S.K.

IMAGING MODALITIES IN OVARIAN CANCER: ROLE IN PATIENT MANAGMENT.....30-47
SOLOPOVA A.E., DADAK C., MAKATSARIA A.D., KOLESNIKOVA O.G., SUKHIN G.T.

FEATURES OF DIAGNOSTICS AND "WHOLE BODY" MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY IN PATIENTS WITH SEVERE COMBINED TRAUMA.....48-59
DUSHIN D.Yu., TERNOVOY S.K., BURENCHEV D.V.

MAIN DIRECTIONS OF REDUCING PATIENT IRRADIATION DOSES IN COMPUTED TOMOGRAPHY.....60-73
MATKEVICH E.I., SINITSYN V.E., ZELIKMAN M.I., KRUCHININ S.A., IVANOV I.V.

RECENT UPDATES ON WHOLE-BODY MRI IN ONCOLOGY.....74-82
SUBBOTIN Y.A., BAKHTIOZIN R.F.

POSSIBILITIES OF USING CONTRAST AGENTS IN POSTMORTEM COMPUTED TOMOGRAPHY.....83-99
TUMANOVA U.N., SEROVA N.S., BICHENKO V.G., SHCHEGOLEV A.I.

COMPLICATIONS AFTER JOINT REPLACEMENT SURGERIES (SHORT TERM, MIDTERM AND LONG TERM).....100-106
DHILLON H.S., SEROVA N.S., Lychagin A.V.

APPLICATION OF FRACTAL ANALYSIS FOR ESTIMATION OF STRUCTURAL CHANGES OF TISSUES ON MRI IMAGES.....107-112
MARUSINA M.YA., KARASEVA E.A.

ORIGINAL ARTICLES

GADOLINIUM DEPOSITION IN CEREBRAL TISSUE AFTER INTRAVENOUS INJECTION OF LINEAR TYPE CONTRAST AGENT.....113-121
SYRKASHEV E.M., BYCHENKO V.G., SINITSYN V.E.

PREVALENCE OF ANATOMIC AND PATHOLOGIC FINDINGS IN THE MAXILLARY SINUS DETECTED THROUGH CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE ROUTINE OF STOMATOLOGY.....122-127
FRANCO A., BARROS J.C., MIRANDA J.F., SCHRODER A.G.D., TURKINA A.YU., MAKEEVA M.K., FERNANDES A.

VIRTUAL PLANNING OF ORBITAL BONE RECONSTRUCTION SURGERY.....128-148
SELEZNEV V. A., BUTSAN S. B., DIGITALIYEV SH. N., KHOKHLACHEV S. B., HODYACHYI A. E., CHERNENKIY M.M.

RADIOLOGY OF POSTOPERATIVE PERIOD IN PATIENTS WITH ORBITAL TRAUMA.....149-154
PAVLOVA O.Yu., SEROVA N.S., DAVYDOV D.V., SHILOVA M.V.

THE POSSIBILITIES OF USING COMPUTED TOMOGRAPHY HEART-AXIS-ORIENTED MULTIPLANAR REFORMATIIONS IN DIAGNOSTICS OF PULMONARY ARTERY ATRESIA.....155-163
SADYKOVA G.K., TRUFANOV G.E., IPATOV V.V., RYAZANOV V. V.

ASSESSING THE DYNAMICS OF VULNERABILITY OF ATHEROSCLEROTIC PLAQUES IN PATIENTS ON ATORVASTATIN THERAPY BASED ON CORONARY COMPUTED TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY (CCTA) DATA.....164-173
EL MANAA H.E., SHABANOVA M.S., GOGNIEVA D.G., LOMONOSOVA A.A., SHCHEKOSHIKHIN D.Yu., ROZHKOV A.N., SHARIYA M.A., TERNOVOY S.K., KOPYLOV Ph.Y., SYRKIN A.L.

CLINICAL AND RADIOLOGICAL MANIFESTATIONS AND ANATOMICAL AND TOPOGRAPHICAL RATIONALE FOR A POSSIBLE COMBINED INJURY OF THE HIP JOINT AND PROXIMAL PART OF THE SCIATIC NERVE (CLINICAL AND EXPERIMENTAL STUDY).....174-180
NIKOLENKO V.N., CHEKHONATSKIY A.A., OSADCHUK M.A., ILYASOVA E.B., OSADCHUK A.M., CHEKHONATSKIY V.A., RESHETNIKOV A.N., LEVCHENKO K.K., BAHTEEVA N.H.

MULTISPIRAL COMPUTER TOMOGRAPHY IN ASSESSMENT OF FAT AUTOTRANSPLANTATES OF MAMMARY GLAND.....181-189
STARTSEVA O.I., SEROVA N.S., MELNIKOV D.V., KIRILLOVA K.A., ZAKHARENKO A.S., BABKOVA A.A., KAPANADZE L.B.

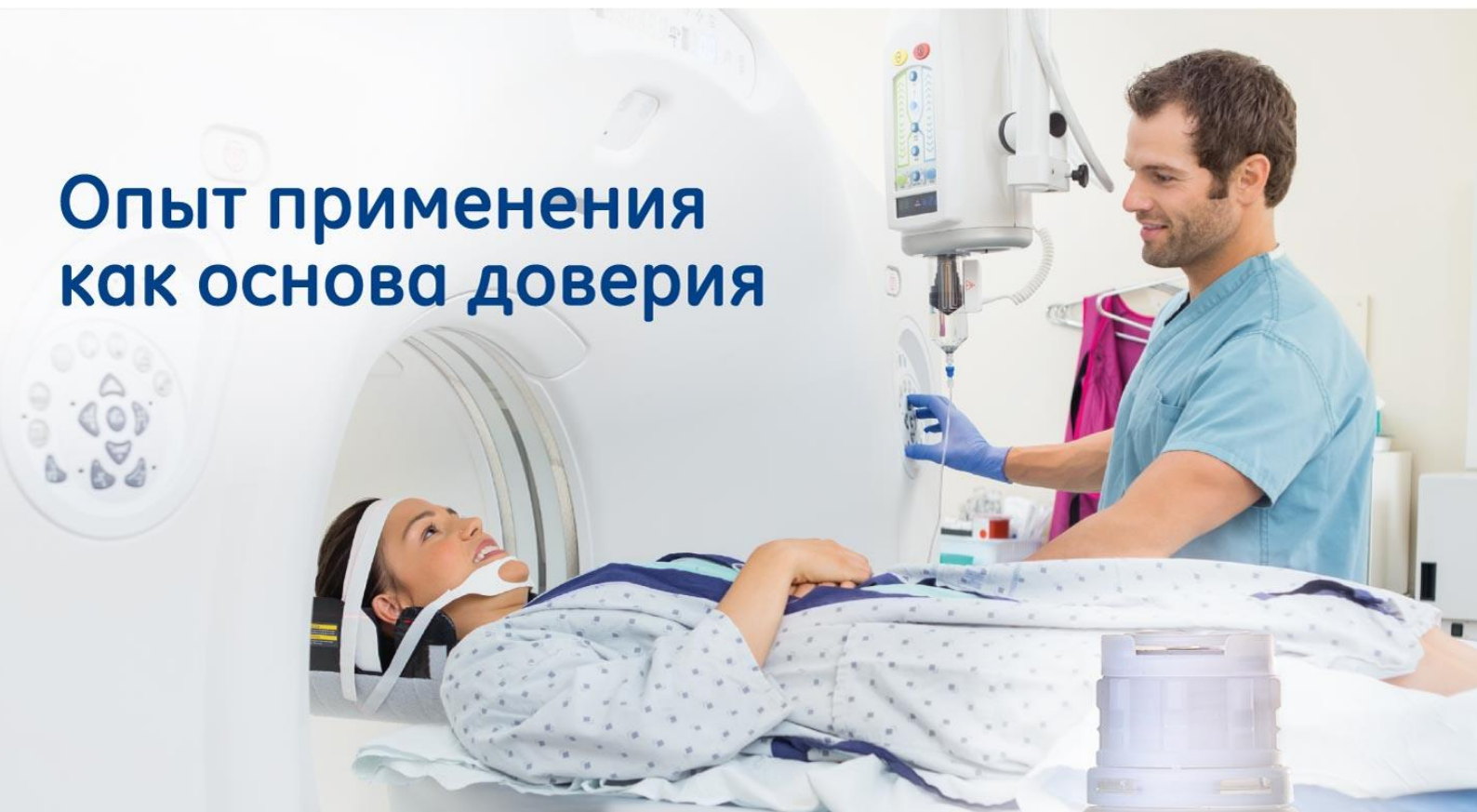
MRI IN PREOPERATIVE PREDICTION OF THE RISK OF LYMPH NODE METASTASIS IN PATIENTS WITH ENDOMETRIAL CANCER OF THE FIRST CLINICAL STAGE.....190-204
OCHIROV M.O., TRUKHACHEVA N.G., KOLOMIETS L.A., FROLOVA I.G., CHERNOV V.I., CHERNYSHOVA A.L., VILLERT A.B., MOLCHANOV S.V., CHURUKSAEVA O.N., SPIRINA L.V.

Захаренко А.С., Бабкова А.А., Капанадзе Л.Б.
 МРТ В ДООПЕРАЦИОННОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ РИСКА
 ЛИМФОГЕННОГО МЕТАСТАЗИРОВАНИЯ У БОЛЬНЫХ РАКОМ
 ЭНДОМЕТРИЯ I КЛИНИЧЕСКОЙ СТАДИИ.....190-204
 Очиров М.О., Трухачева Н.Г., Коломиец Л.А., Фролова И.Г.,
 Чернов В.И., Чернышова А.А., Виллерт А.Б., Молчанов С.В.,
 Чуруксаева О.Н., Спирина Л.В.
 КОМПЛЕКСНАЯ ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА НА ДО- И
 ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ЭТАПАХ У ПАЦИЕНТОВ С
 РЕКОНСТРУКЦИЕЙ УРОГЕНИТАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ С
 ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МИКРОХИРУРГИЧЕСКОЙ
 АУТОТРАНСПЛАНТАЦИИ КОМПЛЕКСОВ ТКАНЕЙ.....205-212
 Щекотуров И.О., Истранов А.А., Серова Н.С., Терновой С.К.,
 Бахтиозин Р.Ф., Адамьян Р.Т., Матевосян А.В.
 ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В
 ДИАГНОСТИКЕ СВИЩЕЙ ПРЯМОЙ КИШКИ.....213-226
 Елигулашвили Р.Р., Зароднюк И.В., Шельгин Ю.А., Костарев И.В.
 ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО
 АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА СЦИНТИГРАММ СКЕЛЕТА
 С ВИЗУАЛЬНОЙ ОЦЕНКОЙ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ.....228-248
 Бурков С.М., Косых Н.Э., Савин С.З., Свиридов Н.М.
СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ
 ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ, ОЦЕНКЕ
 ОБЪЕМА РЕЗЕКЦИИ ЛЕГКОГО, ПЛАНИРОВАНИИ
 ТОРАКОПЛАСТИКИ И КОНТРОЛЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
 ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕННОГО
 ДЕСТРУКТИВНОГО ТУБЕРКУЛЕЗА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ С
 МНОЖЕСТВЕННОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ
 (МЛУ).....249-258
 Гиаллер Д.Б., Ратобьяльский Г.В., Никитин М.М., Короев В.В.,
 Фролова О.П., Шехтер А.И., Отс О.Н., Григорьев Ю.Г., Лавров В.Н.
 НЕКОМПАКТНЫЙ МИОКАРД: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ
 ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ.....259-267
 Стеклов В.И., Ярош В.В., Яровой Ю.С., Сухотерин А.Ф.,
 Пучек В.Д., Мершинина Е.А., Войтенко А.Г., Кузьменков Д.В..
 МР-ТОМОГРАФИЯ СЕРДЦА У ПАЦИЕНТА С ИЗОЛИРОВАННЫМ
 ИНФАРКТОМ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА.....268-272
 Стукалова О.В., Меладзе Н.В., Буторова Е.А., Певзнер Д.В.,
 Терновой С.К.
 НАРУШЕНИЕ ПЕРФУЗИИ МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ
 НЕИЗМЕНЕННЫХ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЯХ ПО ДАННЫМ
 ОБЪЕМНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ, СОВМЕЩЕННОЙ С
 ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБОЙ АДЕНОЗИНТРИФОСФАТОМ.....273-278
 Соболева Г.Н., Гаман С.А., Терновой С.К., Шария М.А.,
 Карпова И.Е., Карпов Ю.А.
 ОДНОМОМЕНТНАЯ ОПЕРАЦИЯ АОРТО-БРАХИОЦЕФАЛЬНОГО
 ШУНТИРОВАНИЯ, КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ И
 ЭНДОКАРДИАЛЬНОЙ КРИОАБЛАЦИИ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ ПО
 СХЕМЕ BOX-LESION+.....279-286
 Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Галаятудинов Д.М., Власова Э.Е.,
 Партигулов С.А., Черкашин Д.И., Партигулова А.С.,
 Сапельников О.В., Курбанов С.К.,
 УСПЕШНОЕ ГИБРИДНОЕ ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ РАЗРЫВА
 АНЕВРИЗМЫ ГРУДНОЙ АОРТЫ У ПАЦИЕНТКИ СТАРЧЕСКОГО
 ВОЗРАСТА.....287-295
 Имаев Т.Э., Комлев А.Е., Кабардиева М.Р., Лепилин П.М.,
 Шария М.А., Коллегаев А.С., Медведева И.С., Галаятудинов Д.М.,
 Партигулов С.А., Терновой С.К., Акчурин Р.С..
 ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ ГАСТРОИНТЕСТИНАЛЬНЫХ
 СТРОМАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ С ЭКСТРАОРГАНЫМ РОСТОМ,
 ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ.....296-304
 Левкин В.В., Харнас С.С., Гагарина Н.В., Соколова И.Я.,
 Хоробрых Т.В., Шкурлатовская К.М., Некрасова Т.П.,
 Тertychnyy A.С., Киржнер Е.А., Павлов Ю.В.
 ТРЕХКОМПОНЕНТНОЕ ФАЛЛОПРОТЕЗИРОВАНИЕ У ПАЦИЕНТА
 ПОСЛЕ РАДИКАЛЬНОЙ ЦИСТПРОСТАТЭКТОМИИ С
 ФОРМИРОВАНИЕМ НЕОБЛАДЕРА ПО ПОВОДУ СИНХРОННОГО
 ПЕРВИЧНО-МНОЖЕСТВЕННОГО РАКА МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ
 И ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.....305-317
 Грицкевич А.А., Теплов А.А., Степанова Ю.А., Кондратьев Е.В.,
 Пьяникин С.С. Морозова М.В., Глотов А.В.
ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ
 ПЭТ/ КТ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ МОСКВЫ:
 ОСНАЩЕННОСТЬ, ИСПОЛЬЗУЕМОСТЬ, ДОСТУПНОСТЬ.....318-324
 Морозов С.П., Смолярчук М.Я., Владзимирский А.В.
АВТОРАМ.....325-328

COMPLEX RADIOLOGY DIAGNOSTIC AT THE PRE AND
 POSTOPERATIVE STAGES IN PATIENTS WITH THE
 RECONSTRUCTION OF THE UROGENITAL AREA USING THE
 METHOD OF MICROSURGICAL AUTOTRANSPLANTATION OF
 TISSUE COMPLEXES.....205-212
 SCHKOTUROV I.O., ISTRANOV A.L., SEROVA N.S., TERNOVOY S.K.,
 BAKHTIOSIN R.F., ADAMYAN R.T., MATEVOSYAN A.V.
 MAGNETIC-RESONANCE TOMOGRAPHY IN DIAGNOSTICS OF
 PERIANAL FISTULAS.....213-226
 ELIGULASHVILI R. R., ZARODNYUK I. VL., SHELYGIN Y. A., KOSTAREV I.V.
 THE EXPERT SYSTEM FOR COMPUTER-AIDED ANALYSIS OF
 OSTEOCINTIGRAMS WITH VISUAL ASSESSMENT OF IMAGE
 QUALITY.....227-248
 BURKOV S.M., KOSYH N.J., SAVIN S. Z., SVIRIDOV N.M.
CASE REPORTS
 RADIOLOGICAL METHODS IN DIAGNOSIS, EVALUATION OF
 THE LUNG RESECTION VOLUME, PLANNING OF THORACOPLASTY
 AND EFFICACY MONITORING OF THE SURGICAL TREATMENT
 OF EXPANDED DESTRUCTIVE PULMONARY MULTI-DRUG
 RESISTANT (MDR) TUBERCULOSIS.....249-258
 GILLER D.B., RATOBYSKY G.V., NIKITIN M.M., KOROEV V.V.,
 FROLOVA O.P., SHEKHTER A.I., OTS O.N., GRIGORIEV YU.G., LAVROV V.N.
 NONCOMPACT MYOCARDIUM: CLINICAL CASE OF DIAGNOSTICS
 AND TREATMENT.....298-267
 STEKLOV V.I., YAROSH V.B., UAROVOY YU.S., SUHOTERIN A.F.,
 PUCHEK V.D., MERSHINA E.A., VOYTENKO A.G., KUZ'MENKOV D.V.
 CARDIAC MRI IN PATIENT WITH ISOLATED MYOCARDIAL
 INFARCTION OF THE RIGHT VENTRICLE.....268-272
 STUKALOVA O.V., MELADZE N.V., BUTOROVA E.A., PEVZNER D.V.,
 TERNOVOY S.K..
 DISTURBANCE OF MYOCARDIAL PERFUSION IN NON-OBSTRUCTIVE
 CORONARY ARTERIES BY VOLUME COMPUTED TOMOGRAPHY
 COMBINED WITH ADENOSINE TRIPHOSPHATE PHARMACOLOGICAL
 TEST273-278
 SOBOLEVA G.N., GAMAN S.A., TERNOVOY S.K., SHARIYA M.A.,
 KARPOVA I.E., KARPOV Y.A.
 SIMULTANEOUS INNOMINATE ARTERY RECONSTRUCTION
 ALONG CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING AND MODIFIED
 LEFT MAZE PROCEDURE (BOX-LESION+).....279-286
 AKCHURIN R.S., SHIRYAEV A.A., GALYAUTDINOV D.M., VLASOVA E.E.,
 PARTIGULOV S.A., CHERKASHIN D.I., PARTIGULOVA A.S., SAPELNIKOV O.V.,
 KURBANOV S.K., NIKOLAYEVA O.A., VASILIEV V.P., SHOGENOV M.A.,
 FEDOTENKOV I.S.
 SUCCESSFUL HYBRID TREATMENT OF RUPTURED THORACIC
 AORTIC ANEURYSM IN SENILE FEMALE.....287-295
 IMAEV T.E., KOMLEV A.E., KABARDIEVA M.R., LEPILIN P.M., SHARIYA M.A.,
 KOLEGAEV A.S., MEDVEDEVA I.S., GALYAUTDINOV D.M., PARTIGULOV S.A.,
 TERNOVOY S.K., AKCHURIN R.S..
 DIAGNOSTIC ASPECTS OF GASTROINTESTINAL STROMAL
 TUMOUR WITH EXTRAORGANIC GROWTH. CLINICAL CASE.....296-304
 LEVKIN V.V., KHARNAS S.S., GAGARINA N.V., SOKOLOVA I.YA.,
 KHOROBRYKH T.V., SHKURLATOVSKAYA K.M., NEKRASOVA T.P.,
 TERTYCHNYI A.S., KIRZHNER E.A., PAVLOV YU.V.
 3-PIECE INFLATABLE PENILE PROSTHESIS AT THE PATIENT AFTER
 RADICAL CYSTPROSTATECTOMY AND ORTHOTOPIC NEOBLADDER
 WITH THE SYNCHRONOUS PRIMARY-MULTIPLE BLADDER AND
 PROSTATE CANCER.....305-317
 GRITSKEVICH A.A., TEPOV A.A., STEPANOVA YU.A., KONDRATYEV E.V.,
 PYANIKIN S.S. MOROZOVA M.V., GLOTOV A.V.
ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ
 PET/CT IN MOSCOW'S HEALTHCARE: EQUIPMENT, USAGE,
 AVAILABILITY.....318-324
 MOROZOV S.P., SMOLYARCHUK M.YA., VLADZYMYRSKIY A.V.
FOR ATHORS.....325-328



Опыт применения как основа доверия



Неионный Омнипак®

- **Диагностическая эффективность**
Ни один из НОКС* не превзошел Омнипак® по диагностической эффективности¹⁻¹²
- **Доверие**
Единственный НОКС, внесенный в список важнейших лекарственных препаратов ВОЗ¹³
- **Опыт применения**
Первый контрастный препарат, ставший объектом крупномасштабных исследований¹⁴



ВОЗ

ЖНВЛП**
с 2010 года

* НОКС: Низкоосмолярный контрастный препарат

** Жизненно необходимые и важнейшие лекарственные препараты

Ссылки: 1. Lamb JT. Invest Radiol 1985; 20(Suppl.) S37-S43. 2. Rubin CME et al. Brit J Radiol 1987; 60: 133-5. 3. Harding JR et al. Brit J Radiol 1995; 68: 712-5. 4. Katayama H et al. Invest Radiol 2001; 36: 22-32. 5. Faykus MH et al. Invest Radiol 1994; 29 (Suppl.1): S98-S101. 6. Bischoff W. Fortschr Röntgenstr 1989; 128: 108-10. 7. Drouillard J et al. Acta Radiol 1996; 37 (Suppl.400): 56-61. 8. Legmann P et al. Eur Radiol 2001; 11: 2220-7. 9. Kaufman AJ et al. Urol Radiol 1990; 12: 56-60. 10. Cutcliff WB et al. Invest Radiol 1989; 24 (Suppl.1): S56-9. 11. Bertrand P et al. Acad Radiol 1995; 2: 683-6. 12. Krouwels MM et al. Eur J Radiol 1996; 22: 133-5. 13. WHO Model List of Essential Medicines, 19th list, April 2015. Available at: <http://www.who.int/medicines/publications/essentialmedicines/en/> Accessed on 04.02.16. 14. Boijesen E, Aakhus T. Acta Radiol Suppl 1983; 366 7-8.

Информация для работников здравоохранения. Имеются противопоказания.

Перед назначением препарата ознакомьтесь, пожалуйста, с полной версией инструкции по медицинскому применению.

ООО «Джии Хэлскеа Никомед Дистрибьюшн»

123317 г. Москва, Пресненская наб., 10

Тел.: (495) 411 9806, факс: (495) 739 6932

gehealthcare.ru

От редакции



ДОРОГОЙ СЕРГЕЙ КОНСТАНТИНОВИЧ!

*Редакционная коллегия Российского Электронного
Журнала Лучевой Диагностики
сердечно поздравляет Вас
с 70-летним юбилеем!*

В далеком 1978 году Вы стояли у истоков внедрения и развития принципиально нового направления в лучевой диагностике - рентгеновской компьютерной томографии. Без специальной литературы и элементарных сведений о правильном расположении всех компонентов нового устройства, Вы открывали первое диагностическое отделение в ЦКБ IV Главного Управления при Минздраве СССР. Отделение росло и расширялось, благодаря Вашим задаткам талантливово руководителя и организатора.

Трудно переоценить роль первых научных исследований в формировании новой школы в современной рентгенологии. Благодаря полученным данным, применение рентгеновской компьютерной томографии все шире внедрялось во все отделы клинической медицины.

Вы были одним из основоположников программы подготовки современных врачей-рентгенологов. Ваши монографии являются настольными книгами специалистов в этой области. Ваши многочисленные статьи цитируются ведущими учеными России и мира. С 1996 года Вы возглавляете кафедру лучевой диагностики и лучевой терапии Сеченовского Университета, известную своими передовыми традициями. Благодаря Вашему таланту видного ученого и отличного руководителя кафедра выросла и стала одной из ведущих кафедр Сеченовского Университета.

Восемь лет назад по Вашей инициативе был создан наш журнал, который публикует самые актуальные материалы в области лучевой диагностики. В настоящее время REJR входит в мировые рейтинги научных изданий. Число подписчиков стремительно растет!

Все, кому довелось работать с Вами, отмечают высочайший профессионализм, образованность, ответственность и внимательность к любым мелочам. Вы являетесь добрым наставником и мудрым учителем для новых поколений специалистов.

От всей души желаем Вам крепкого здоровья на долгие годы, неиссякаемой энергии, новых научных открытий и свершений на благо нашей специальности!

КЛАССИФИКАЦИЯ АНОМАЛИЙ ВНУТРЕННЕГО УХА

Дайхес Н.А.^{1,2}, Диаб Х.М.^{1,2}, Корвяков В.С.¹, Кондратчиков Д.С.¹,
 Пащинуна О.А.¹, Коробкин А.С.¹, Куян Ю.С.¹, Панина О.С.¹, Михалевич А.Е.¹,
 Юсифов К.Д.¹, Шамшутдинов Т.М.¹

Цель исследования. Каждый пятый случай врожденной сенсоневральной тугоухости является следствием аномалии развития костного лабиринта внутреннего уха. Эта группа мальформаций, выявляемая преимущественно с помощью КТ и МРТ исследований, представляет трудности, как в диагностике, так и в выборе адекватного метода лечения для достижения лучших результатов слухоречевой реабилитации. В течение последних нескольких лет в мировой практике отоларингологии накоплено значительное количество клинических случаев, требующих модификации хирургической тактики в зависимости от особенностей анатомического строения улитки и преддверия. Это привело к необходимости создания унифицированной классификации пороков развития внутреннего уха и разработке более детального хирургического подхода при каждом типе данной нозологии.

В статье представлен обзор литературы по классификации аномалий развития костного лабиринта и особенностей кохлеарной имплантации у таких пациентов, в том числе и на основании собственного опыта.

Ключевые слова: аномалия внутреннего уха, классификация, кохлеарная имплантация.

Контактный автор: Диаб Х.М., e-mail: hassandiab@mail.ru

Для цитирования: Дайхес Н.А., Диаб Х.М., Корвяков В.С., Кондратчиков Д.С., Пащинуна О.А., Коробкин А.С., Куян Ю.С., Панина О.С., Михалевич А.Е., Юсифов К.Д., Шамшутдинов Т.М. Классификация аномалий внутреннего уха. REJR 2018; 8(3):8-19. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-2-8-19.

Статья получена: 02.07.18

Статья принята: 16.07.18

CLASSIFICATION OF INNER EAR MALFORMATION

Daikhes N.A.^{1,2}, Diab Kh.M.^{1,2}, Korvyakov V.S.¹, Kondratchikov D.S.¹,
 Pashchinina O.A.¹, Korobkin A.S.¹, Kuyan Yu.S.¹, Panina O.S.¹, Mikhalevich A.E.¹,
 Yusifov K.D.¹, Shamshutdinov T.M.¹

Purpose. Every fifth case of congenital sensorineural hearing loss is a consequence of an abnormality in the development of the bone labyrinth of inner ear. This group of malformations detected mainly by CT and MRI studies presents difficulties both in diagnosis and in choosing appropriate method of treatment to achieve better auditory results. Over the past few years a significant number of clinical cases all over the world have been accumulated, requiring modification of surgical approach depending on the features of the anatomical structure of the bony cochlea and the vestibule. This resulting in the need to creation of the universally accepted classification of anomalies of the development of the bony labyrinth and a more detailed approach to each type of given nosology. In article presented review of the existing literature of malformations of the inner ear and features of cochlear implantation in these patients including on the basis of own experience.

Keyword: inner ear malformation, classification, cochlear implantation.

Corresponding author: Diab Khassan Mohamed Ali, e-mail: hassandiab@mail.ru

1 - ФГБУ
 «Научно-клинический
 центр
 оториноларингологии
 Федерального
 медико-биологического
 агентства».
 2 - ФГБОУ ВО
 Российский
 национальный
 исследовательский
 медицинский
 университет им. Н.И.
 Пирогова. Факультет
 дополнительного
 профессионального
 образования. Кафедра
 оториноларингологии.
 г. Москва, Россия.

1 - Federal State
 Budgetary Institution
 «Otorhinolaryngology
 Clinical Research Center»
 of the Federal
 Medico-Biological
 Agency.
 Moscow, Russia.
 2 - N.I. Pirogov Russian
 National Research
 Medical University.
 Faculty of Postgraduate
 education. Department
 of Otolaryngology.
 Moscow, Russia.

For citation: Daikhes N.A., Diab Kh.M., Korvyakov V.S., Kondratchikov D.S., Pashchini-na O.A., Korobkin A.S., Kuyan Yu.S., Panina O.S., Mikhalevich A.E., Yusifov K.D., Sham-shutdinov T.M. Classification of inner ear malformation. REJR 2018; 8 (3):8-19. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-8-19.

Received: 02.07.18

Accepted: 16.07.18

По данным лучевых методов исследований аномалии внутреннего уха (АВУ) составляют примерно 20% случаев врожденной потери слуха [1, 2].

Трудности в ведении больных с пороками развития внутреннего уха при кохлеарной имплантации (КИ) обусловлены: ликвореей («gusher»-синдром) и риском развития менингита; аномалиями расположения лицевого нерва; принятием решения о выборе методики имплантации – кохлеарная или стволомозговая, а также имплантируемого электрода; сроками проведения операции. Большая часть случаев врожденной потери слуха (до 80%) – мембранозные (связанные с перепончатым лабиринтом) мальформации, которые устанавливаются при морфологическом исследовании и не выявляются лучевыми методами диагностики. При этой патологии в процесс вовлекаются волосковые клетки органа Корти. Оставшиеся 20% мальформаций включают в себя патологию костного лабиринта, выявляемую при КТ и МРТ.

На наш взгляд, очень важно иметь общепринятую классификацию аномалий внутреннего уха, так как большое разнообразие пороков развития затрудняет диагностику и ведение пациентов с данной патологией. Унифицированная классификация мальформаций внутреннего уха позволит оценить результаты различных исследовательских групп по всему миру. Сурдологи, отоларингологи, врачи лучевой диагностики должны быть знакомы с данной классификацией, в противном случае понять и сравнить результаты после КИ в конкретной группе пациентов будет практически невозможно.

В отечественной литературе нам удалось выявить единственное упоминание, касающееся классификаций АВУ [3]. Но в настоящий момент описанные классификации устарели и практически не используются в мировой практике.

Мы предлагаем использовать классификацию аномалий внутреннего уха, разработанную L. Sennaroglu, M. Vaji (в сокращенном виде и несколько доработанную нами) [4]. В этой классификации лабиринтные аномалии, схожие в строении, группируются в отдельные виды. Аномалии в каждой из групп характеризуются схожими клинико-диагностическими признаками и подходят для аналогичных вариантов лечения.

L. Sennaroglu и M. Vaji выделяют 8 групп костных АВУ и классификацию аномалий кохлеарного нерва, а также варианты их лечения/устранения.

Нормальная улитка.

Улитка имеет $2\frac{1}{2}$ или $2\frac{3}{4}$ оборота (рис. 1 а). Срез, проходящий через середину модиолюса, является наиболее ценным для оценки внутренней архитектуры и дифференциации нормальной улитки и ее неполных аномалий развития.

Межлестничные перегородки представляют тонкие костные образования между внутренней стенкой улитки и ее костным стержнем, которые разделяют нормальную улитку на $2\frac{1}{2}$ или $2\frac{3}{4}$ оборота, при этом образуя базальный, средний и апикальный завитки. Апертура улитки (АУ) представляет собой центральный костный проход в основании модиолюса, в котором проходит п. cochlearis и кровеносные сосуды.

Следующий срез проходит через область ниши окна улитки (рис. 1 б).

На этом срезе определяются базальный, средний и апикальный завитки улитки.

Базальный завиток на этом срезе виден на всем протяжении. Важно также визуализировать межлестничную перегородку между средним и апикальным завитками. Этот срез имеет решающее значение для дифференциации IV типа кохлеарной гипоплазии от II типа. На МРТ T2-ВИ визуализируются заполненные жидкостью отсеки улитки (scala tympani и scala vestibuli), модиолюс и п. cochlearis (рис. 1 в).

Аномалии внутреннего уха.

I. Полная аплазия лабиринта (деформация Michel).

Полная аплазия лабиринта (ПАЛ) – это отсутствие улитки, преддверия, полукружных каналов (ПКК), водопроводов преддверия и улитки (рис. 2). Возможна гипоплазия каменистой части височной кости, при этом слуховая капсула может быть недоразвита или полностью отсутствовать [5]. У большинства пациентов внутренний слуховой проход (ВСП) состоит только из канала лицевого нерва. Барабанный и мастоидальный сегменты лицевого нерва можно идентифицировать в височной кости. Но у части пациентов невозможно обнаружить канал лицевого нерва, несмотря на нормальные функции иннервируемой им мускулатуры. Слуховые косточки обычно развиты нормально.

Полная аплазия подразделяется на три подгруппы:

I. а. ПАЛ с гипоплазией или аплазией каменной части височной кости.

I. б. ПАЛ без слуховой капсулы (костной капсулы улитки).

В этой подгруппе каменная часть височной кости сформирована нормально, но есть гипоплазия или аплазия слуховой капсулы.

I. в. ПАЛ со слуховой капсулой.

В этой подгруппе лабиринтный сегмент лицевого канала находится в нормальном положении. Таким образом, наличие сформированной слуховой капсулы имеет важное значение для нормального формирования канала лицевого нерва.

Аудиологическая картина.

В ходе объективного исследования слуха пациенты либо не дают ответов на акустическую стимуляцию, либо выявляются признаки сенсоневральной тугоухости IV степени на низких частотах, что необходимо воспринимать как вибротактильную стимуляцию.

Тактика ведения.

При двусторонней ПАЛ кохлеарная имплантация невозможна. Слуховая стволомозговая имплантация (ССИ) – единственный возможный хирургический вариант реабилитации у данных пациентов.

II. Рудиментарный слуховой пузырь.

Данная патология представлена неполным развитием костной капсулы лабиринта. По данным лучевой диагностики имеется круглая или овальной формы маленькая полость, объединяющая улитку и преддверие; внутренний слуховой проход (ВСП) отсутствует, полукружные каналы – деформированы (рис. 3). Эта патология занимает промежуточное положение между аплазией Michel и мальформациями внутреннего уха, сопровождающимися развитием общей полости.

Аудиологическая картина.

Подобно ПАЛ, аудиологического ответа либо нет вообще, либо регистрируется глубокая потеря слуха на низких частотах, которая является признаком вибротактильной стимуляции.

Тактика ведения.

Отсутствие связи между слуховым пузырьком и стволом мозга является противопоказанием для КИ. Рудиментарный слуховой пузырек – показание для ССИ.

III. Аплазия улитки (АУ).

При лучевой диагностике отсутствует улитка, лабиринтный сегмент лицевого нерва смещен кпереди и занимает положение, в котором обычно расположена улитка. Преддверие и полукружные каналы (ПКК) имеют нормальное анатомическое расположение. Выделяют две подгруппы аплазии улитки в зависимости от

развития вестибулярной системы:

III. а. АУ с нормальной анатомией преддверия и ПКК (рис. 4 а).

АУ с нормальной анатомией преддверия и ПКК обычно симметрична на оба уха. Подобный вид аплазии предполагает под собой генетическую этиологию.

III. б. АУ с дилатацией преддверия: расширение преддверия и ПКК (рис. 4 б).

При полной АУ с расширением преддверия может встречаться асимметрично, с поражением одного уха, поэтому этот вид патологии может быть обусловлен как генетическими, так и экологическими факторами. Развитие слуховой капсулы всегда нормальное.

Аудиологическая картина.

У этих пациентов отсутствует слуховосприятие, поэтому единственная стимуляция может быть вибротактильной.

Тактика ведения.

Поскольку внутреннее ухо неразвито, ССИ является единственным возможным хирургическим вариантом для слуховой реабилитации у детей с аплазией улитки [6].

IV. Аномалия развития внутренней полости уха с формированием общей полости (ОП).

По данным лучевой диагностики общая полость (ОП) – одиночное овальной или округлой формы образование, представляющее неразделенную улитку и преддверие (рис. 5). Полукружные каналы могут быть полностью развиты или в виде рудиментов, ВСП сохранен и соединяется с общей полостью по центру.

Общую полость необходимо дифференцировать от аплазии улитки с расширением преддверия, при которой расширенное преддверие и полукружные каналы (ПКК) находятся в заднелатеральной части дна внутреннего слухового прохода (ВСП), что является их обычным местом расположения. Внешняя форма напоминает обычный лабиринт, ПКК при этом могут быть увеличены или нормальны. С другой стороны, ОП представляет собой овальную или округлую по форме структуру, которую сопровождают полукружные каналы или их рудиментарные части. Расположение общей полости может быть спереди, но обычно сзади по отношению к нормальному местоположению лабиринта. Очень важно дифференцировать эти пороки развития друг от друга, потому что кохлеарная имплантация (КИ) при аномалии с формированием общей полости может привести к акустической стимуляции, тогда как при аплазии улитки с дилатацией преддверия КИ не приведет к улучшению слуховой функции. Несмотря на это, иногда бывает трудно провести различие между двумя этими пороками развития.

Терминологически корректно называть

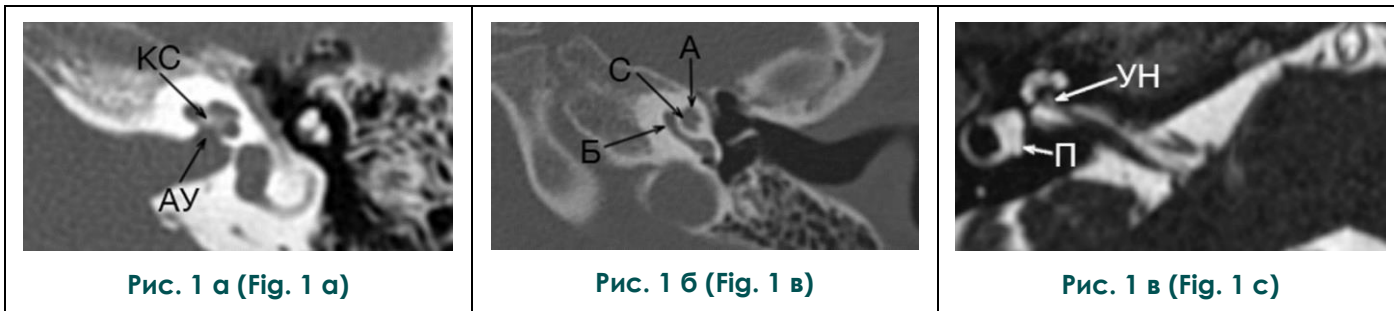


Рис. 1. МСКТ.

а - Срез через середину костного стержня, демонстрирующий костный стержень (КС) и апертуру улитки (АУ – костный канал для кохлеарного нерва), указано стрелками.

б - Срез, проходящий через нишу круглого окна, показывающий базальный (Б), средний (С) и апикальный (А) завитки улитки (указано стрелками).

в - Аксиальная плоскость, T2-взвешенные изображения. Улитковый нерв (УН), лестница преддверия, лестница улитки, преддверие (П) (указано стрелками).

Fig. 1. MSCT.

a - A slice through the middle of the bone rod showing the bone rod and the aperture of the cochlea (bone channel for the cochlear nerve) is indicated by arrows.

в - The slice passing through a niche of a round window showing basal (B), middle (C) and apical (A) curls of a snail is indicated by arrows.

с - Axial plane, T2-weighted image: the cochlear nerve, the ladder of the vestibule, the ladder of the cochlea, vestibule (P) (indicated by arrows).

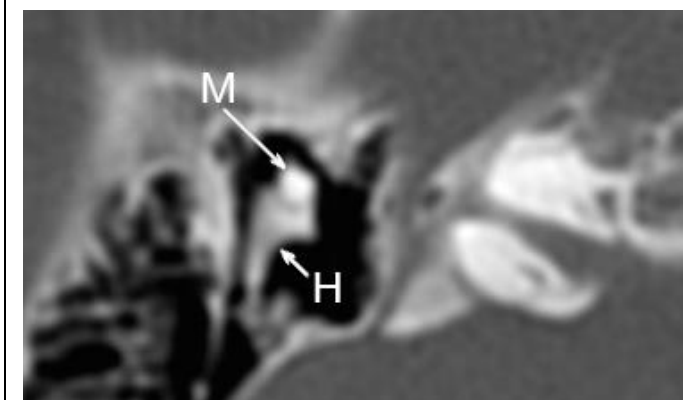


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. МСКТ.

Полная аплазия лабиринта: отсутствие улитки, преддверия, полукружных каналов, водопроводов преддверия и улитки. Обычно слуховые косточки сохранены (М – молоточек, Н – наковальня), указано стрелками.

Fig. 2. MSCT.

Complete aplasia of the labyrinth: the absence of the cochlea, vestibule, semicircular canals, aqueducts of the vestibule and cochlea. Normal auditory ossicles (M – Malleus, anvil), indicated by arrows.

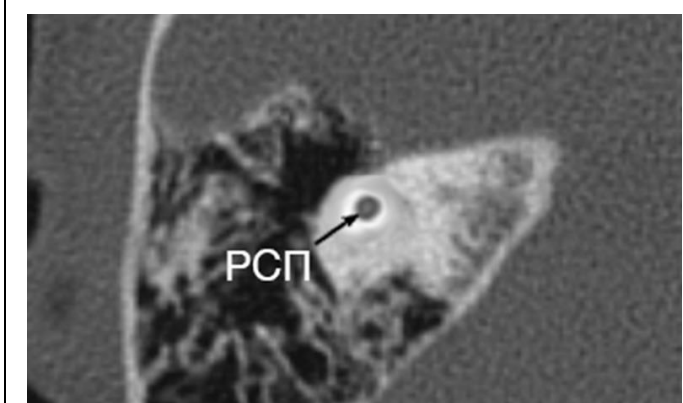


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. МСКТ.

Рудиментарный слуховой пузырек (РСП); неполная слуховая капсула, внутренний слуховой проход отсутствует (указано стрелкой).

Fig. 3. MSCT.

Rudimentary auditory vesicle; part of the auditory capsule, internal auditory canal is missing (indicated by arrow).

нерв, входящий в общую полость, общим вестибулокохлеарным нервом. Теоретически вестибулокохлеарный нерв содержит кохлеарные и вестибулярные нервные волокна, однако при существующих визуализирующих методах исследований невозможно определить процентное содержание кохлеарных волокон в общем нерве. Аудиологическое тестирование может дать косвенную оценку кохлеарных волокон в составе n. vestibulocochlearis. Если есть положительные ответы на поведенческий аудиометрический тест или зачатки речи при использовании слухового аппарата, можно предположить, что существует достаточная популяция волокон кохлеарного нерва, и пациенту может быть показана кохлеарная имплантация. Если вестибулокохлеарный нерв нельзя отследить с помощью МРТ или ВСП узкий и длинный, а значит наличие волокон улиткового нерва сомнительно, более подходящим вариантом лечения может быть ССИ. Поскольку результаты слухоречевой реабилитации после операции нельзя точно предугадать до КИ, рекомендуется предупредить семью пациента, что в случае неудовлетворительных результатов реабилитацией после проведенной КИ на одном ухе может потребоваться контралатеральная ССИ [7].

Аудиологическая картина.

При объективном аудиологическом исследовании выявляется сенсоневральная тугоухость IV степени.

Тактика ведения.

- Для кохлеарной имплантации хирургический подход осуществляется через трансмастоидальную лабиринтотомию, как описано McElveen с прямым (а не обхватывающим модиолус) электродом [8]. Расположение электродной решетки на периферии общей полости даст лучший контакт с нейронами. Предварительно изогнутый электрод имеет медиально расположенные контакты, поэтому не сможет эффективно стимулировать периферические части общей полости. Существует разница в размерах общей полости у разных пациентов, поэтому правильную длину электрода следует оценивать до операции.

- Veltrame и др. описали специальный электрод для аномалии развития по типу общей полости (ОП) [9]. Этот электрод имеет неактивный наконечник, который захватывается крючком через дополнительное отверстие. Две лабиринтостомы создаются в области латерального полукружного канала на расстоянии 3-4 мм друг от друга. Электродная решетка заканчивается небольшим шариком, который необходим для ее захвата. Эта неактивная часть имплантата вводится через верхнее лабиринтотомическое отверстие до тех пор, пока она не будет видна и не сможет быть зацеплена с помощью 0,5 мм крючка через нижнюю лабирин-

тостому. Затем, удерживая шаровидное окончание, электродную решетку вводят полностью в общую полость и устанавливают вдоль внутренней стенки полости.

- В случае неудовлетворительной слухоречевой реабилитации после КИ, может быть выполнена ССИ на контралатеральной стороне.

- Если n. vestibulocochlearis отсутствует или отсутствует ВСП, то единственным вариантом лечения является ССИ.

V. Гипоплазия улитки.

При данной патологии имеется четкая дифференциация улитки и преддверия. Улитка во всех случаях уменьшена в размерах, уменьшено и количество ее завитков, помимо этого, имеют место дефекты ее внутреннего строения. Кохлеарная гипоплазия подразделяется на:

V.a. Гипоплазия улитки I типа (ГУ-I).

Улитка имеет вид бутона, внутреннее строение ее резко изменено: модиолус и межлестничные перегородки не дифференцируются (рис. 6 а).

При КТ-исследовании улитка уменьшена в размерах, но при этом сохранены ее нормальные внешние контуры; модиолус и межлестничные перегородки дефектны (рис. 6 б). При полном отсутствии костного стержня образуется широкая связь с внутренним слуховым проходом, что создает условия для ликвореи и неправильного введения электрода во ВСП при проведении КИ. Водопровод преддверия может быть увеличен в размерах, а само преддверие расширено. У этих пациентов часто возникает рецидивирующий менингит из-за дефектов в подножной пластинке стремени.

По данным лучевой диагностики улитка при этой патологии имеет менее 2 завитков, модиолус короткий, общая длина межлестничных перегородок уменьшена. Однако внешний и внутренний контуры ее аналогичны нормальной улитке, но с меньшим числом оборотов и меньшими размерами (рис. 6 в). Преддверие и полукружные каналы обычно гипоплазированы, возможна гипо- или аплазия кохлеарной апертуры.

В меньшей по размеру улитке обычно трудно подсчитать количество завитков с помощью КТ и/или МРТ. Термин «улитка с 1,5 завитками» должен использоваться для описания ГУ (особенно III типа), а не для неполного разделения улитки II типа.

V. г. Гипоплазия улитки IV типа (ГУ-IV).

Улитка имеет нормальный базальный завиток, но значительно уменьшенные в размерах средний и апикальный завитки, которые расположены спереди и медиальнее, а не в их нормальном центральном расположении (рис. 6 г). Лабиринтный сегмент лицевого нерва проходит перед улиткой, а не в своем обычном месте [10].

Аудиологическая картина.

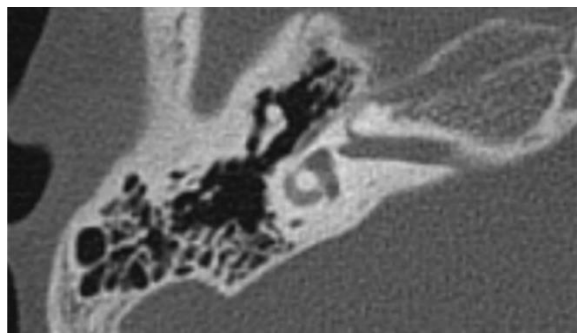


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

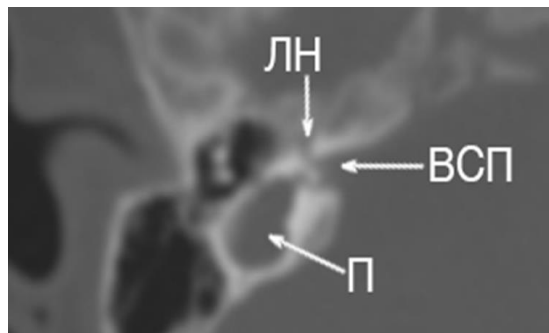


Рис. 4 б (Fig. 4 в)

Рис. 4. МСКТ.

а - Аплазия улитки: нормальное расположение и развитие преддверия и полукружных каналов.

б - Аплазия улитки с дилатацией преддверия: преддверие (П) и полукружные каналы расположены нормально, но есть вестибулярная дилатация. Лабиринтный сегмент лицевого нерва (ЛН) дислоцирован вперед; ВСП – внутренний слуховой проход (указано стрелками).

Fig. 4. MSCT.

а - Aplasia of the cochlea: normal and exceptional development of the vestibule.

в - Aplasia of the cochlea with dilatation of the vestibule: the vestibule and semicircular canals are normal but there is dilatation of the vestibular. The labyrinth segment of the facial nerve is located forward. Internal auditory canal (indicated by arrows).

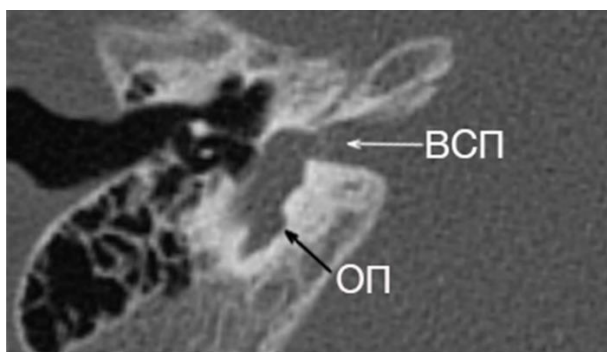


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. МСКТ.

Общая полость (ОП) – одиночное, овальное или круглое по форме пространство, представляющее одновременно улитку и преддверие, в которое входит внутренний слуховой проход (ВСП; указано стрелками).

Fig. 5. MSCT.

Common cavity - a single, oval or round in shape space, representing both the cochlea and the vestibule, which includes the internal auditory canal, indicated by arrows.

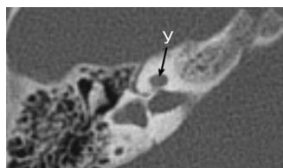


Рис. 6 а (Fig. 6 а)



Рис. 6 б (Fig. 6 в)

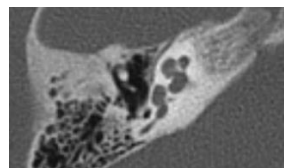


Рис. 6 в (Fig. 6 с)

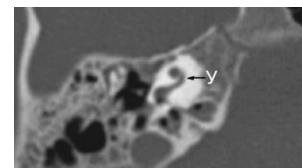


Рис. 6 г (Fig. 6 д)

Рис. 6. МСКТ.

а - ГУ-I: Улитка (У) – небольшое образование округлой или овальной формы, возвышающееся над ВСП (указано стрелкой), б - ГУ-II (кистозная гипоплазия улитки): улитка имеет меньшие размеры с дефектами модиолуса и межзвездчатых перегородок, но с нормальным внешним контуром, в - ГУ-III (улитка с менее, чем 2 завитками). Улитка имеет меньше завитков (менее 2-х завитков) и укороченный модиолус, г - ГУ-IV (улитка с гипоплазией среднего и апикального завитков, указано стрелкой).

Fig. 6. MSCT.

а - GU-I: cochlea – a small formation of round or oval, towering over the IAC, indicated by an arrow. The slice passing through a niche of a round window showing basal (B), middle (C) and apical (A) curls of a snail is indicated by arrows, в - GU-II (cystic hypoplasia of the cochlea): the cochlea is smaller in size with defects in the modiolus and inter-stellar septum, but with a normal external contour, с - GU-III (cochlea with less than 2 curls). The cochlea has less curls (less than 2 curls) and a shortened modiolus, d - MSCT. GU-IV (cochlea with hypoplasia of the middle and apical curls), indicated by an arrow.

У пациентов этой группы может быть выявлена тугоухость различной степени и вида. В случае смешанной тугоухости пациенту может помочь стапедотомия и использование слуховых аппаратов. Сенсоневральная тугоухость IV степени также возможна, тогда метод выбора – кохлеарная имплантация, а в случае дефицита кохлеарного нерва – ССИ. Пациенты с гипоплазией улитки (ГУ) представляют наиболее интересную группу мальформаций внутреннего уха относительно клинических проявлений и выбора тактики ведения.

Тактика ведения.

Выбор тактики ведения у пациентов с ГУ является наиболее сложным. У таких пациентов можно наблюдать значительный разброс в результатах аудиометрических исследований: от легкой до тяжелой сенсоневральной, кондуктивной или смешанной тугоухости. Принятие решения о тактике лечения может быть затруднено, особенно у пациентов с гипоплазией кохлеарного нерва.

- Некоторые случаи гипоплазии улитки (в частности, III и IV типа) могут проявляться чистой кондуктивной или смешанной тугоухостью, при этом кондуктивный компонент связан с фиксацией стремени. В таких ситуациях можно получить положительные результаты от стапедопластики. Оперативное вмешательство может быть выполнено в детстве и привести к лучшему речевому развитию с использованием слухового аппарата или без него.

- Пациенты с II-III степенью сенсоневральной тугоухости могут быть реабилитированы с помощью слуховых аппаратов.

- У большинства пациентов с гипоплазией улитки отмечается IV степень сенсоневральной тугоухости или глухота. В этих случаях при условии сохранности улиткового нерва разумным вариантом лечения будет кохлеарная имплантация. Во время операции следует ожидать атипичного расположения лицевого нерва из-за аномалий строения полукружных каналов (особенно латерального полукружного канала). При ГУ промоториум может не иметь своего обычного выступа, поэтому возможны трудности при идентификации мыса и окна улитки через лицевой карман. В этих ситуациях может потребоваться комбинированный доступ для выявления уменьшенной в размерах улитки [11].

- Поскольку количество завитков улитки меньше и лестницы её более короткие, рекомендуется использовать тонкие и укороченные электроды. Стандартные электроды не могут быть полностью введены в улитку. Особенные трудности представляет ГУ-II, при которой имеется вероятность ликвореи («gusher»-синдром). Для исключения отоликвореи в послеоперационном периоде необходима тщательная тампонада кохлеостомы в конце операции [12].

- У некоторых пациентов с ГУ встречается аплазия кохлеарной апертуры с аплазией улиткового нерва, таким образом, лучшим вариантом лечения для них будет ССИ.

- Дефицит улиткового нерва часто наблюдается у пациентов с ГУ. Лучшим вариантом в этих случаях является выполнение кохлеарной имплантации на стороне с лучшими аудиологическими показателями. Если получены неудовлетворительные результаты слухоречевой реабилитации после КИ, рекомендована ССИ на контралатеральной стороне.

VI. Неполное разделение улитки.

Аномалии неполного разделения улитки представляют собой группу пороков развития улитки, при которых наблюдается четкая дифференциация между улиткой и преддверием. Внешние размеры и контуры улитки нормальные, дефекты связаны с внутренней архитектурой улитки. Пороки неполного разделения составляют 41% от всех мальформаций внутреннего уха [4].

Неполное разделение улитки подразделяется на:

а – Неполное разделение улитки I типа (НР-I)

б – Неполное разделение улитки II типа (НР-II)

в – Неполное разделение улитки III типа (НР-III)

VI. а. Неполное разделение улитки I типа (НР-I).

НР-I, или «кистозная кохлеовестибулярная мальформация», составляет приблизительно 20% от всех пороков развития внутреннего уха [13]. Улитка имеет обычное местоположение в переднелатеральной части дна ВСП, при этом отсутствуют модиолус и межлестничные перегородки, что придает ей вид пустого кистозного образования (рис. 7 а). При этой аномалии существует четкое разделение между улиткой и преддверием. Внешние размеры (высота и длина) улитки при этой патологии идентичны нормальным [14]. Улитка, как правило, сопровождается дилатированным преддверием (рис. 7 а).

При этом расширения водопровода преддверия, как правило, нет. При данной патологии возможен дефект между ВСП и улиткой из-за аномалии развития водопровода улитки и отсутствия костного стержня, что может способствовать заполнению улитки ликвором. Подножная пластина стремени дефектна, в основании ее расположена кистозная структура, что может провоцировать образование спонтанной фистулы с ликвореей и рецидивирующим менингитом, что сближает данную патологию с ГУ-II [5]. В отличие от них пациенты с неполным разделением улитки III типа также имеют высокий риск ликвореи при КИ, однако, менингит у них встречается крайне редко (дан-

ный феномен можно объяснить нормальным строением подножной пластины стремени у этой категории пациентов) [15]. Отсюда возникает настоятельная необходимость у пациентов с НР-I и с гипоплазией II типа в тщательной ревизии окна преддверия, в особенности подножной пластины на предмет обнаружения ликворной кисты и дефекта подножной пластинки стремени, который в обязательном порядке должен быть устранен по ходу операции [4].

- У большинства пациентов с НР-I диагностируется сенсоневральная тугоухость IV степени. Они почти всегда являются кандидатами для КИ.

Тактика ведения.

- Не рекомендовано использование перимодиолярной электродной решетки. Размер улитки нормальный, поэтому предпочтительнее использование прямых электродных решёток стандартной длины с силиконовым кольцом у основания для более надежного закрытия кохлеостомы и остановки ликвореи [16].

VI. б. Неполное разделение улитки II типа (НР-II).

При данной патологии имеется дефект апикальной части модиолюса (рис. 7 б). Эта аномалия была впервые описана Карло Мондини в сочетании с расширенными преддверием и водопроводом преддверия (РВП, рис. 7 в). Данный порок представляет собой триаду Мондини [1, 13, 17, 18]. Апикальная часть улитки из-за отсутствия костного стержня и межжестничных перегородок на КТ выглядит в виде кисты. Внешние размеры улитки так же, как и при всех типах неполного разделения улитки, нормальные. Кохлеарный нерв при этой патологии сохранен. У этих пациентов отмечается наличие достаточно большого костно-воздушного интервала (КВИ) по данным ТПА, тем не менее, стапедотомия не показана, т.к. КВИ является «ложным» и связан он с эффектом «третьего» окна.

Аудиологическая картина.

Эти пациенты не имеют характерной степени снижения слуха; результаты пороговой тональной аудиометрии варьируют от нормы до глубокой тугоухости. Потеря слуха может быть симметричной или асимметричной, но обычно она прогрессирует. Также возможна внезапная сенсоневральная тугоухость. Во многих случаях имеется костно-воздушный интервал (КВИ), особенно на низких частотах. Тимпанометрия и акустические рефлексы в пределах нормы. КВИ у этих детей, вероятно, будет вызван эффектом «третьего окна» от расширения водопровода преддверия и может напоминать аудиометрические результаты синдрома дегисценции верхнего полукружного канала.

Тактика ведения.

- В раннем возрасте у этих пациентов

может наблюдаться почти нормальный слух и изначально хирургическое лечение может не потребоваться. С прогрессированием тугоухости они становятся кандидатами для слухопротезирования.

- Обычно снижение слуха продолжается, что в конечном итоге в определенный момент приводит к необходимости проведения КИ. Поскольку базальный завиток улитки нормальный, во время операции могут быть использованы любые виды электродов при условии адекватной тампонады кохлеостомы.

- Стапедотомия не должна выполняться в случае этой патологии, поскольку костно-воздушный интервал, скорее всего, обусловлен эффектом «третьего окна» РВП.

- Поскольку в случае с неполным разделением II типа кохлеарный нерв сохранен, стволомозговая имплантация не требуется.

VI. в. Неполное разделение улитки III типа (НР-III).

Улитка при этом типе мальформации имеет межжестничные перегородки, но костный стержень полностью отсутствует (рис. 7 г). НР-III встречается при X-сцепленной глухоте, которая была описана Nance и др. впервые в 1971 году [19]. Phelps впервые описал результаты КТ высокой степени разрешения, связанных с этой патологией [20]. А в 2006 году Sennaroglu et al. впервые включил этот тип деформаций в категорию мальформаций неполного разделения улитки [21].

Костная капсула улитки при этой патологии тоньше, чем в норме. Выражен только эндостальный слой капсулы, а энхондральный и периостальный слои либо истончены, либо вовсе отсутствуют. ВСП луковично расширен, имеется неполное отделение спирали улитки от него. Водопровод преддверия в разной степени дилатирован. Лабиринтный отдел лицевого нерва расположен над улиткой. Из-за отсутствия модиолюса и большого дефекта в основании улитки во время операции КИ у всех пациентов отмечается сильная ликворея, кроме того высока вероятность неправильного введения электрода с проникновением во ВСП [22].

Аудиологическая картина.

При неполном разделении улитки III типа может наблюдаться смешанная или сенсоневральная тугоухость IV степени. Кондуктивный компонент может быть обусловлен тонкой слуховой капсулой.

Тактика ведения.

Смешанная тугоухость создает впечатление фиксации стремени. Стапедотомия приводит к сильному «gusher»-синдрому и усилению сенсоневральной тугоухости, таким образом, ее следует избегать.

- Пациентам со II-III степенями смешанной или сенсоневральной тугоухости возможно

слухопротезирование.

- Пациенты с тугоухостью IV степени являются кандидатами для КИ. При НР-III обязательным является контроль положения электродной решетки после КИ. Следует избегать использования перимодиолярных электродных решеток. Утолщенные межжестничные перегородки уменьшают объем внутри улитки, и длинный электрод может быть направлен во ВСП, поэтому целесообразно использование укороченных электродных решеток.

- Во всех случаях НР-III улитковые нервы полноценно развиты, поэтому выполнение ССИ не показано в этой группе.

VII. Расширение водопровода преддверия.

При лучевой диагностике выявляется изолированное увеличение водопровода преддверия. При этом улитка, преддверие и полукружные каналы нормальных размеров и строения (рис. 8) [23]. Данная патология представляет интерес с точки зрения феномена «третьего» окна.

VIII. Аномалии аперттуры улитки.

Аперттура улитки – костный канал, в котором проходит кохлеарный нерв из улитки во ВСП. Его можно найти на срезе, проходящем через середину модиолюса, а также в коронарных срезах на КТ высокого разрешения (рис. 1 а).

VIII. а. Гипоплазия аперттуры улитки.

Аперттура улитки считается гипоплазированной (рис. 9 а), если ее ширина составляет менее 1,4 мм.

Это полное замещение просвета канала костью или отсутствие визуализации канала на срезе, проходящем через середину модиолюса (рис. 9 б).

Аномалии костной аперттуры могут сопровождаться узким ВСП, последний является суженным, если ширина его просвета по середине меньше 2,5 мм.

В случаях с узким ВСП необходимо выполнение МРТ, чтобы убедиться, является ли кохлеарный нерв нормальным или есть его аплазия, гипоплазия. Аплазия кохлеарной аперттуры обычно сопровождается аплазией улиткового нерва. При гипоплазии кохлеарной аперттуры может встречаться как гипоплазия, так и аплазия улиткового нерва.

Аудиологическая картина.

Обычно выявляется сенсоневральная тугоухость IV степени. Поскольку улитка нормальная, может присутствовать отоакустическая эмиссия (ОАЭ), ребенок может пройти слуховой скрининг при рождении. Потеря слуха у таких пациентов обычно обнаруживается позже, из-за озабоченности семьи по поводу отсутствия ответной реакции на звуки и низкого уровня речевого развития. Если протокол скрининга но-

ворожденных включает ОАЭ и регистрацию коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (КСВП), то заболевание может быть диагностировано в младенчестве.

Тактика ведения.

Слуховые аппараты обычно не обеспечивают достаточного эффекта у пациентов с гипоплазией и аплазией кохлеарной аперттуры. У пациентов с двусторонней гипоплазией аперттуры улитки с гипоплазией n. cochlearis необходима попытка слухопротезирования. Если она не дает адекватного прироста слуха, эти пациенты обычно становятся кандидатами на КИ. Следует провести консультирование семьи и объяснить, что если КИ не обеспечивает достаточного слуха, может потребоваться контралатеральная ССИ для достижения лучших результатов слухоречевой реабилитации.

При аплазии кохлеарной аперттуры рекомендовано выполнение ССИ.

Выводы.

Пациенты с мальформациями внутреннего уха – особая группа пациентов. К сожалению, до последних лет термин «мальформация Мондини» использовался для описания различных аномалий. Существует множество мальформаций и все они проявляются по-разному. Очевидно, каждая группа пороков развития внутреннего уха имеет разные характеристики с точки зрения клиники, радиологических и аудиологических исследований, а также хирургического лечения. Надлежащая классификация важна для выбора тактики ведения различных пороков развития внутреннего уха. Если мальформация правильно классифицирована, то будет подобрано адекватное лечение. Наконец, вышеприведенная классификация создаст общий язык для описания мальформаций внутреннего уха во всем мире и позволит клиницистам лучше понимать друг друга.

Представленная классификация достаточно подробно систематизирует костные мальформации внутреннего уха, а главное ориентирует отохирурга на возможные трудности при выполнении КИ и способы их возможного устранения, а значит, предполагает уменьшение количества осложнений. Наши несущественные дополнения к представленной классификации касаются пунктов VI и VII. По аналогии с пунктом V – гипоплазии улитки, пункт VI – неполные разделения улитки – следовало бы назвать «дисплазии улитки». В пункте VII данной классификации представлены аномалии, связанные с изолированным расширением водопровода преддверия, которому придается значение феномена «третьего окна». Однако в большей степени данный феномен связан с широким водопроводом улитки. Поэтому следовало бы расширить данную классификацию, представив в ней аномалии, связанные с узким

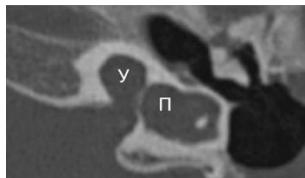


Рис. 7 а (Fig. 7 а)

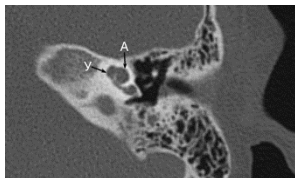


Рис. 7 б (Fig. 7 в)

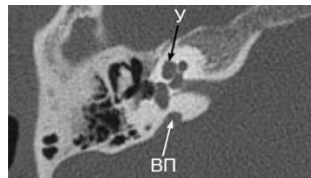


Рис. 7 в (Fig. 7 с)



Рис. 7 г (Fig. 7 d)

Рис. 7. МСКТ.

а - Неполное разделение I типа; улитка (У) без костного стержня и межжестничных перегородок с расширенным преддверием (П), б - Неполное разделение II типа. Кистозная апикальная часть (А) улитки (У) (указано стрелками), в - Неполное разделение II типа. ВП – расширенный водопровод преддверия, У – улитка (указано стрелками), г - Неполное разделение улитки III типа. Улитка (У) имеет межшкалярные перегородки (МП), но костный стержень полностью отсутствует (указано стрелками).

Fig. 7. MSCT.

а - Incomplete separation of the I type; Cochlea without bone rod and interscalene partitions with an extended threshold of vestibule, в - Incomplete separation of type II. Cystic apical part (a) of the cochlea (S) (indicated by arrows), с - Incomplete separation of type II. Advanced aqueduct of the vestibule, the cochlea, indicated by arrows., d - Incomplete separation of the cochlea type III. Cochlea (Y) has interscalar septum, but bone rod is completely absent (indicated by arrows).

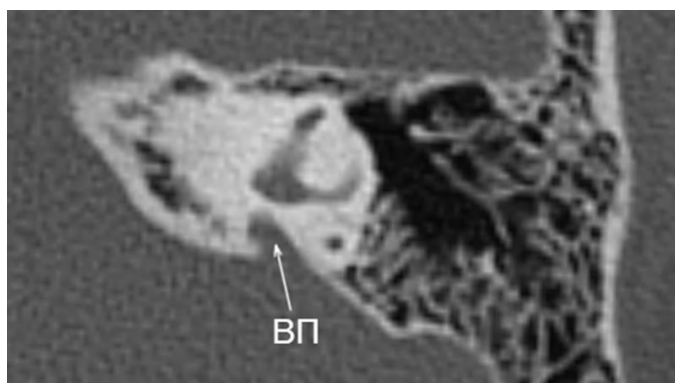


Рис. 8 (Fig. 8)

Рис. 8. МСКТ.

Увеличенный водопровод преддверия (ВП) с нормальным преддверием (указано стрелками).

Fig. 8. MSCT.

MSCT. Increased aqueduct of vestibule with normal vestibule (indicated by arrows).

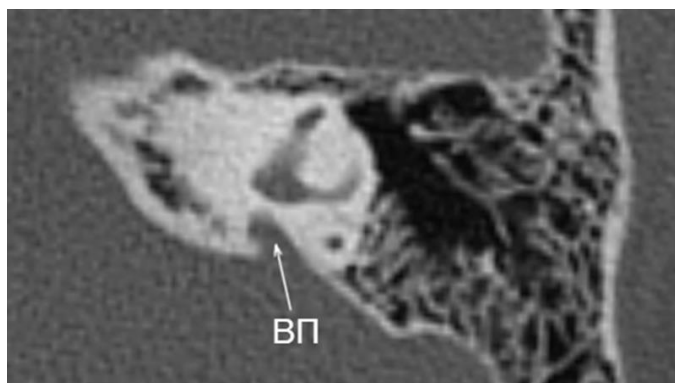


Рис. 9 а (Fig. 9 а)

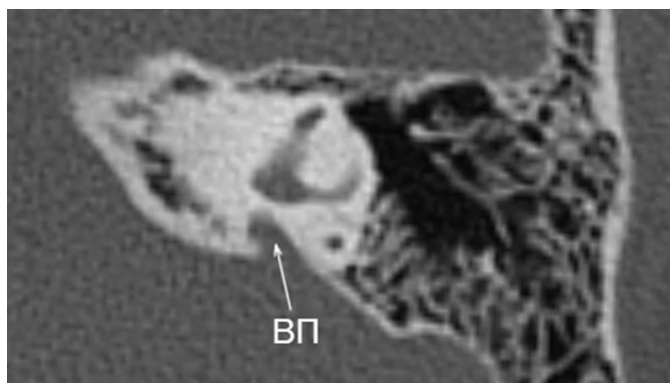


Рис. 9 б (Fig. 9 в)

Рис. 9. МСКТ.

а - Гипоплазия костного канала нерва улитки (КНУ) (указано стрелкой).
б - Аплазия костного канала улиткового нерва.

Fig. 9. MSCT.

а - Hypoplasia of the bone canal of the cochlea nerve (arrow).
в - Aplasia of the bony canal of the cochlear nerve.

водопроводом преддверия, а также пороки развития, связанные с широким и узким водопроводом улитки, как изолированного, так и сочетанного характера.

Источник финансирования и конфликт

Список литературы:

1. Sennaroglu L. Cochlear implantation in inner ear malformations a review article. *Cochlear Implants Int.* – 2010; 11(1): 4-41. Doi:10.1002/cii.416.
2. Lemmerling M.M., Mancuso A.A., Antonelli P.J., Kubilis P.S. Normal modiolus: CT appearance in patients with a large vestibular aqueduct. *Radiology.* – 1997; 204(1): 213-9. Doi: 10.1148/radiology.204.1.9205250.
3. Диаб Х.М.А. О классификации аномалий развития уха. *Российская оториноларингология.* 2012; № 2 (57): 154-161.
4. Sennaroglu L., Bajin M.D. Classification and Current Management of Inner Ear Malformations. *Balkan Med J.* – 2017; 34: 397-411. Doi: 10.4274/balkanmedj.2017.0367.
5. Sennaroglu L. Histopathology of inner ear malformations: Do we have enough evidence to explain pathophysiology? *Cochlear Implants Int.* – 2016; 17(1): 3-20. Doi: 10.1179/1754762815Y.0000000016.
- 6 Янов Ю.К., Яковенко И.В., Behr R., Королева И.В., Левин С.В., Гуляев Д.А., Кузовков В.Е., Левина Е.А., Кондратьев С.А., Сугарова С.Б., Лиленко А.С. Первый опыт проведения слуховой стволомозговой имплантации в России. *Медицинский академический журнал.* – 2015; Т. 15. № 4: 46-53.
7. Sennaroglu L. Auditory brainstem implantation in children and nonneurofibromatosis type 2 patients: a consensus statement. *Otol Neurotol.* – 2011; 32(2): 187-91. Doi: 10.1097/MAO.0b013e318206fc1e.
8. McElveen J.T. Jr., Carrasco V.N., Miyamoto R.T., Linthicum F.H. Jr. Cochlear implantation in common cavity malformations using a transmastoid labyrinthotomy approach. *The Laryngoscope.* – 1997; 107(8): 1032-6.
9. Beltrame M.A., Frau G.N., Shanks M., Robinson P., Anderson I. Double posterior labyrinthotomy technique: results in three Med-El patients with common cavity. *Otol Neurotol.* – 2005; 26(2): 177-82.
10. Sennaroglu L., Bajin M.D., Pamuk E, Tahir E. Cochlear Hypoplasia Type Four With Anteriorly Displaced Facial Nerve Canal. *Otol Neurotol.* – 2016; 37(10): e407-e409. Doi: 10.1097/MAO.0000000000001220.
11. Диаб Х.М.А., Кузовков В.Е., Пацинина О.А. Хирургический этап кохлеарной имплантации при аномалиях развития внутреннего уха. *Российская оториноларингология.* – 2011; № 3 (52): 35-40.
12. Диаб Х., Дайхес Н., Кондратчиков Д., Умаров П., Пацинина О., Юсифов К. Отоликворея при аномалиях развития внутреннего уха. *Врач.* – 2016; № 2: 30-33.
13. Sennaroglu L., Saatci I. A new classification for cochleo-

References:

1. Sennaroglu L. Cochlear implantation in inner ear malformations a review article. *Cochlear Implants Int.* – 2010; 11(1): 4-41. Doi:10.1002/cii.416.
2. Lemmerling M.M., Mancuso A.A., Antonelli P.J., Kubilis P.S. Normal modiolus: CT appearance in patients with a large ves-

интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

- vestibular malformations. *Laryngoscope.* – 2002; 112(12): 2230-41.
14. Sennaroglu, L., Saatci I. Unpartitioned versus incompletely partitioned cochleae: radiologic differentiation. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology.* – 2004; 25(4): 520-9; discussion 529.
15. Sennaroglu, L. Cochlear implantation in inner ear malformations – a review article. *Cochlear implants international.* – 2010; 11(1): 4-41. Doi: 10.1002/cii.416.
16. Phelps P.D., King A., Michaels L. Cochlear dysplasia and meningitis. *The American journal of otology.* – 1994; 15(4): 551-7.
17. Sennaroglu L., Atay G., Bajin M.D. A new cochlear implant electrode with a "cork"-type stopper for inner ear malformations. *Auris Nasus Larynx.* – 2014; 41(4): 331-6. Doi: 10.1016/j.anl.2013.12.011.
18. Lo W.W. What is a 'Mondini' and what difference does a name make? *AJNR. American journal of neuroradiology.* – 1999; 20(8): 1442-4.
15. Sennaroglu L. Histopathology of inner ear malformations: Do we have enough evidence to explain pathophysiology? *Cochlear Implants International.* – 2016; 17(January): 3-20. Doi: 10.1179/1754762815Y.0000000016.
19. Nance W.E., Settleff R., McLeod A., Sweeney A., Cooper C., McConnell F. X-linked mixed deafness with congenital fixation of the stapedial footplate and perilymphatic gusher. *Birth defects original article series.* – 1971; 07(4): 64-9.
20. Phelps P.D., Reardon W., Pembrey M., Bellman S., Luxom L. X-linked deafness, stapes gushers and a distinctive defect of the inner ear. *Neuroradiology.* – 1991; 33(4): 326-30.
21. Sennaroglu L., Sarac S., Ergin T. Surgical results of cochlear implantation in malformed cochlea. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology.* – 2006; 27(5): 615-23.
22. Диаб Х.М.А., Дайхес Н.А., Юсифов К.Д., Кондратчиков Д.С., Пацинина О.А. Случаи осложнений кохлеарной имплантации. *Российская оториноларингология.* – 2017; № 6 (91): 21-27. Doi: 616.281-089.843-06.
23. Зеликович Е. И., Торопчина Л. В., Куриленков Г. В. Синдром расширенного водопровода преддверия: этиология, клиника, диагностика, реабилитация пациентов. *Вестник оториноларингологии.* – 2015; 80(6): 46-50. Doi: 10.17116/otorino201580646-50.
- tibular aqueduct. *Radiology.* – 1997; 204(1): 213-9. Doi: 10.1148/radiology.204.1.9205250.
3. Diab H.M. Surgical technique in cases with congenital atresia of the meatus acusticus external. *Rossiyskaya Otorinolaringologiya.* 2011; 5 (54): 41-46. (In Russian).

4. Sennaroglu L., Bajin M.D. Classification and Current Management of Inner Ear Malformations. *Balkan Med J.* – 2017; 34: 397-411. Doi: 10.4274/balkanmedj.2017.0367.
5. Sennaroglu L. Histopathology of inner ear malformations: Do we have enough evidence to explain pathophysiology? *Cochlear Implants Int.* – 2016; 17(1): 3-20. Doi: 10.1179/1754762815Y.0000000016.
6. Janov J.K., Jakovlenko I.V., Behr R., Koroleva I.V., Lenin S.V., Gulaev D.A., Kuzovkov V.E., Levina E.A., Kondratyev S.A., Sugarova S.B., Lilenko A.S. The First Experience of Auditory Brainstem Implantation in Russia. *Medical Academic Journal.* – 2015; 15 №4; 46-53. (In Russian).
7. Sennaroglu L. Auditory brainstem implantation in children and nonneurofibromatosis type 2 patients: a consensus statement. *Otol Neurotol.* – 2011; 32(2): 187-91. Doi: 10.1097/MAO.0b013e318206fc1e.
8. McElveen J.T. Jr., Carrasco V.N., Miyamoto R.T., Linthicum F.H. Jr. Cochlear implantation in common cavity malformations using a transmastoid labyrinthotomy approach. *The Laryngoscope.* – 1997; 107(8): 1032-6.
9. Beltrame M.A., Frau G.N., Shanks M., Robinson P., Anderson I. Double posterior labyrinthotomy technique: results in three Med-El patients with common cavity. *Otol Neurotol.* – 2005; 26(2): 177-82.
10. Sennaroglu L., Bajin M.D., Pamuk E, Tahir E. Cochlear Hypoplasia Type Four With Anteriorly Displaced Facial Nerve Canal. *Otol Neurotol.* – 2016; 37(10): e407-e409. Doi: 10.1097/MAO.0000000000001220.
11. Diab Kh.M., Kuzovkov V.E., Pashchinina O.A. Surgical Stage of Cochlear Implantation in Patients with Inner Ear Malformations. *Rossiyskaya Otorinolaringologiya.* - 2011; № 3 (52): 35-40. (In Russian).
12. Diab Kh.M., Daikhes N.A., Kondratchikov D.S., Umarov P.U., Pashchinina O.A., Yusifov K.D. Cerebrospinal Fluid Otorrhea in patients with Inner ear Malformations. *Vrach (The Doctor).* - 2016; № 2: 30-33. (In Russian).
13. Sennaroglu L., Saatci I. A new classification for cochleovestibular malformations. *Laryngoscope.* – 2002; 112(12): 2230-41.
14. Sennaroglu L., Saatci I. Unpartitioned versus incompletely partitioned cochleae: radiologic differentiation. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology.* – 2004; 25(4): 520-9; discussion 529.
15. Sennaroglu L. Cochlear implantation in inner ear malformations – a review article. *Cochlear implants international.* – 2010; 11(1): 4-41. Doi: 10.1002/cii.416.
16. Phelps P.D., King A., Michaels L. Cochlear dysplasia and meningitis. *The American journal of otology.* – 1994; 15(4): 551-7.
17. Sennaroglu L., Atay G., Bajin M.D. A new cochlear implant electrode with a "cork"-type stopper for inner ear malformations. *Auris Nasus Larynx.* – 2014; 41(4): 331-6. Doi: 10.1016/j.anl.2013.12.011.
18. Lo W.W. What is a 'Mondini' and what difference does a name make? *AJNR. American journal of neuroradiology.* – 1999; 20(8): 1442-4.
15. Sennaroglu L. Histopathology of inner ear malformations: Do we have enough evidence to explain pathophysiology? *Cochlear Implants International.* – 2016; 17(January): 3-20. Doi: 10.1179/1754762815Y.0000000016.
19. Nance W.E., Settleff R., McLeod A., Sweeney A., Cooper C., McConnell F. X-linked mixed deafness with congenital fixation of the stapedial footplate and perilymphatic gusher. *Birth defects original article series.* – 1971; 07(4): 64-9.
20. Phelps P.D., Reardon W., Pembrey M., Bellman S., Luxom L. X-linked deafness, stapes gushers and a distinctive defect of the inner ear. *Neuroradiology.* – 1991; 33(4): 326-30.
21. Sennaroglu L., Sarac S., Ergin T. Surgical results of cochlear implantation in malformed cochlea. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology.* – 2006; 27(5): 615-23.
22. Diab Kh.M., Daikhes N.A., Yusifov K.D., Kondratchikov D.S., Pashchinina O.A. Cases of Complications of Cochlear Implant Surgery. *Rossiyskaya Otorinolaringologiya.* - 2017; № 6 (91): 21-27. (In Russian).
23. Zeliukovich E.I., Toropchina L.V., Kurilenkov G.V. Enlarged vestibular aqueduct syndrome: etiology, clinical features, diagnostics, and rehabilitation of the patients. *Vestnik Otorinolaringologii.* – 2015; 80(6): 46-50. (In Russian).

ПЭТ/КТ С ¹⁸F-FDG В УТОЧНЯЮЩЕЙ ДИАГНОСТИКЕ РАКА ТЕЛА МАТКИАретинский А.В.^{1,2}, Терновой С.К.^{1,3}

Цель исследования. Настоящая статья является обзором литературы по данной проблеме за последние 10 лет и посвящена оценке информативности применения и диагностической ценности ПЭТ/КТ с ¹⁸F-FDG.

Определение наличия регионарных и отдаленных метастазов при раке тела матки является важным диагностическим шагом, направленным на выбор тактики и улучшение результатов хирургического лечения. Это объясняется тем, что при выявлении распространенности процесса за пределы тела матки значительно ухудшается прогноз выживаемости. Кроме того, в этих случаях необходимо изменять лечебную и хирургическую тактику. Определение 1 и 2 стадии процесса дает оптимистический прогноз по выживаемости пациенток. В настоящее время для цели определения распространенности процесса применяется УЗИ, магнитно-резонансная томография и, в значительно меньшей степени, компьютерная томография. Диагностическая ценность этих методов по данным ряда авторов не превышает 66-73%.

В этой связи оправданы работы по поиску более надежных методов, которые позволят более точно определять наличие вторичного поражения, как регионарных лимфатических узлов, так и отдаленных органов. Одним из таких перспективных методов является применение позитронной эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ), с использованием в качестве радиотрейсера ¹⁸-фтордезоксиглюкозы.

Ключевые слова: рак тела матки, стадирование, позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией, ¹⁸-фтордезоксиглюкоза, лимфатический узел, магнитно-резонансная томография (МРТ), метаболический объем опухоли, компьютерная томография (КТ), рецидив рака.

Контактный автор: Аретинский А.В., e-mail: aretinskyi@gmail.com,

Для цитирования: Аретинский А.В., Терновой С.К. ПЭТ/КТ с ¹⁸F-FDG в уточняющей диагностике рака тела матки. REJR 2018; 8(3):20-29. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-20-29.

Статья получена: 09.06.18

Статья принята: 22.06.18

¹⁸F-FDG PET/CT IN THE DIAGNOSTICS OF ENDOMETRIAL CANCERAretinskiy A.V.^{1,2}, Ternovoy S.K.^{1,3}

Purpose. This article is dedicated to analysis of use PET-CT with ¹⁸F-FDG for the last 10 years.

Determining the presence of metastasis in regional lymph nodes and distant sites in endometrial cancer is an important diagnostic step aimed at the choice of treatment tactics and improvement of surgical treatment results. If the process is beyond the uterus itself, it significantly worsens the prognosis of survival. In addition, in these cases, it is necessary to change the treatment and surgical tactics. Determination of stage 1 and 2 of the process gives an optimistic prognosis for the survival of patients. Currently, ultrasound, magnetic resonance imaging and, to a much lesser extent, computed tomography are used to assess the prevalence of the process. The diagnostic value of these methods according to some authors does not exceed 66-73%. In this regard, it is justified to work on finding more reliable methods that will more accurately determine the presence of metastatic disease in, both regional lymph nodes and distant organs. One of such promising methods is the use of positron emission tomography combined with computed tomography (PET/CT), using as ra-

1 - ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). г. Москва, Россия.
2 - Центр ядерной медицины ООО «ПЭТ Технолоджи». г. Екатеринбург, Россия.
3 - ФГБУ Научный медицинский исследовательский центр «Кардиологии» Минздрава России. г. Москва, Россия.

1- I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Moscow, Russia.
2- The federal network of Nuclear Medicine centers "PET-Technology", Yekaterinburg, Russia.
3- Russian State Cardiology Research Center, Moscow, Russia.

diotracer 18 - fluorodeoxyglucose. This article is a review of the scientific literature on this problem over the past 10 years and is devoted to the evaluation of the diagnostic accuracy of PET/CT with ^{18}F -FDG.

Keywords: endometrial cancer, staging, 18F-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography/computed tomography, lymph node, magnetic resonance imaging (MRI), metabolic tumor volume, computed tomography (CT), recurrent cancer.

Corresponding author: Aretinskiy A.V., aretinskiyi@gmail.com,

For citation: Aretinskiy A.V., Ternovoy S.K. 18F-FDG PET/CT in the diagnostics of endometrial cancer. REJR 2018; 8(3):20-29. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-20-29.

Received: 09.06.18

Accepted: 22.06.18

Рак тела матки (РТМ) занимает первое место в структуре онкологических процессов женской репродуктивной системы в развитых странах и второе место в развивающихся. В США в 2013 году было выявлено порядка 50000 случаев данного заболевания, 8000 из них окончились летальным исходом. В 2016 году было диагностировано более 55000 случаев с более чем 10500 смертями [1]. По данным на 2016 год, в России рак тела матки находился на третьем месте среди всех впервые выявленных онкологических процессов у женщин – 7,7% (от общего числа); данный процесс послужил причиной гибели 6731 пациентки [2, 3]. Отмечается неуклонный рост количества заболевших женщин: с 17885 в 2006 году до 25096 в 2016 году (30 случаев на 100000 населения, прирост за 10 лет – 21,7%), с тенденцией к нарастанию количества случаев с каждым годом. Максимальное число заболеваний данной патологией приходится на возрастную группу 30-60 лет (9,1% от всех злокачественных процессов). Средний возраст женщин с впервые выявленным процессом составил $62,6 \pm 3$ (2016 г.) [3]. Несмотря на столь высокие показатели заболеваемости, в нашей стране рак тела матки не занимает лидирующих позиций в структуре смертности и составляет 4,9% [2]. Показатель пятилетней выживаемости при 1,2 стадиях оптимистичен: 80-90% [4, 5]. Это связано с тем, что заболевание в большинстве случаев, не выходит за пределы матки, а его клиническая картина дает возможность заподозрить начало процесса на ранних стадиях. В случаях с наличием регионарного и, в особенности, отдаленного метастазирования прогноз радикально ухудшается. В этой связи, особенно остро встает вопрос достоверной оценки наличия или отсутствия очагов вторичного поражения.

Роль ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ в диагностике рака тела матки.

Традиционными методами предоперационного определения метастатического поражения регионарных лимфатических узлов на дан-

ный момент являются УЗИ, МРТ и в меньшей степени КТ. При этом по данным различных исследований, чувствительность и специфичность указанных методов диагностики недостаточно высокая (66-73%) для достоверной оценки регионарного метастазирования [20]. В отношении установления наличия отдаленных метастазов, традиционные методы диагностики еще менее эффективны [20, 25]. Наиболее перспективным методом в предоперационном выявлении вторичного поражения на данный момент рассматривается позитронная эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией, с использованием в качестве радиотрейсера 18-фтордезоксиглюкозы (ПЭТ/КТ с ^{18}F -FDG) [4, 25]. Данная область применения ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ в отечественной научной литературе мало изучена. В западной литературе в последнее время появляются новые исследования, посвященные этой теме. Высокий диагностический потенциал метода обусловлен возможностью при одном исследовании оценить как анатомические, так и функциональные (метаболические) изменения в органах и системах, за счет анализа уровня метаболической активности введенного радиофармпрепарата (^{18}F -FDG) в патологическом очаге. Первые исследования в области оценки наличия поражения регионарных лимфатических узлов при раке тела матки (РТМ) по данным ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ были проведены Horowitz NS в 2003-2004 гг. с участием 20 пациентов [6]. Авторы заявили об умеренной чувствительности и высокой специфичности метода (60% и 98% соответственно) и предложили использовать его для пациентов, у которых нет возможности удаления лимфатических узлов. В дальнейшем стали появляться немногочисленные научные статьи, посвященные данной проблематике с противоречивыми данными [13, 14, 43]. В настоящее время для стадирования рака тела матки действует классификация, принятая в 2009 году International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO). Согласно ей, достоверная оценка распространенности процесса при РТМ воз-

можно лишь путём хирургического вмешательства [7, 8]. При этом объём операции и возможность лимфодиссекции (удаления регионарных лимфатических узлов) при РТМ определяется в зависимости от уровня дифференцировки злокачественного новообразования, инвазии миометрия и самой клинической стадии процесса. Наиболее частое метастатическое поражение лимфатических узлов приходится на пациентов с гистологической формой рака с высокой степенью риска (G3 – низкодифференцированные процессы). Но данный факт, не исключает вероятности метастазирования даже при высокодифференцированных раках [9, 10]. В нескольких исследованиях было предложено проводить тазовую лимфодиссекцию всем пациентам с операбельной формой данной патологии, с целью более точного выявления вторичного поражения лимфатических узлов. Но, по мнению Benedetti et al. и Kitchener et al., значительной разницы в показателях выживаемости в группах пациентов с проведенной лимфодиссекцией и без нее не наблюдается [11, 12]. При этом вариант расширенной системной лимфодиссекции существенно более травматичен и вызывает осложнения. К этому стоит добавить, что, по мнению Chao A., общепринятое на сегодняшний день клиническое стадирование ведет к недооценке порядка 22% больных [13]. По результатам нескольких исследований, проведенных с 1997 по 2017 гг., чувствительность и специфичность КТ и МРТ в оценке поражения матки и регионарных лимфатических узлов, диаметром до 10 мм, составила 18-66% и 73-99% соответственно [22, 25, 44]. Данные показатели при УЗИ еще менее значимы [14, 15]. В целом такие методики, как УЗИ, КТ, МРТ используются для определения инвазии миометрия и распространенности заболевания. В тоже время, открытым остается вопрос, можно ли полагаться лишь на анатомическую оценку опухоли и лимфатических узлов, не принимая во внимание их функциональные характеристики [16, 17, 18]. По мнению Koskas et al., традиционные методы исследования, указанные выше, никак не могут служить заменой хирургического стадирования [19]. Главной задачей ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ перед лечением является выявление метастатического поражения лимфатических узлов и отдаленных органов, для исключения у пациентов с последним, возможно, потенциально ухудшающего прогноз, операционного стадирования. По данным Suzuki et al., чувствительность ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ в данном контексте составляет 83,3% против 66,7% у КТ и МРТ [20]. Также автор утверждает, что чувствительность метода тем ниже, чем меньше размеры образования (рис. 1). В исследовании Kitajima чувствительность ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ в обнаружении злокачественного процесса размером более 10

мм составила 93,3%, и 66,7% при размерах от 5 до 9 мм (рис. 2) [21].

Данные показатели при использовании традиционных методов диагностики оказались ниже. В 2016 г. были опубликованы результаты исследования Hyun Jeong Kim et. al., в котором приняло участие 287 пациенток с РТМ, прошедших перед оперативным лечением МРТ и ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ [22]. Далее всем больным была проведена расширенная лимфодиссекция, полученный материал был подвергнут гистологической верификации. По результатам процедуры из 287 пациенток у 51 было обнаружено метастатическое поражение лимфатических узлов. Чувствительность ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ оценили в 70%, в то время как МРТ – в 34%. Специфичность оказалась на одном уровне – 95,4% против 95%. Кроме того, у 13 пациенток по данным ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ были обнаружены отдаленные метастазы (рис. 3). Еще у одной пациентки, у которой в дальнейшем были найдены отдаленные метастазы, на ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ их наличие установить не удалось (ложноотрицательный результат). Таким образом, чувствительность и специфичность метода в данном аспекте составили 92,9% и 98,9% соответственно. Полученные данные свидетельствуют о возможности потенциально неверного выбора тактики лечения у женщин, не проходивших ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ перед операцией, что в дальнейшем ведет к более неблагоприятному исходу. При раннем обнаружении распространенного процесса возможно проведение лучевой терапии и/или химиотерапии [23, 24].

Аналогичное исследование, результаты которого были опубликованы в 2018 г., было проведено American College of Radiology Imaging Network (ACRIN) и the Gynecology Oncology Group (GOG). В период с 2007 по 2013 гг. 203 женщины с гистологически подтвержденным РТМ прошли ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ. По результатам исследования чувствительность, специфичность, положительная прогностическая значимость, негативная прогностическая значимость в определении отдаленных метастазов составили 64,6%, 98,6%, 86,1%, 95,4% соответственно. Чувствительность в определении регионарного поражения была определена в 75%. Данное исследование показало, что у 12,6% пациентов по данным ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ удается обнаружить отдаленные метастазы, не найденные при использовании традиционных методов исследования, и, как следствие, изменить тактику лечения [25]. В работе Kakhki VR чувствительность и специфичность ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ в определении отдаленных метастазов оценили в 96% и 95% соответственно [26]. Но столь высокие цифры могут быть обусловлены сравнительно



Рис. 1 а (Fig. 1 а)



Рис. 1 б (Fig. 1 в)

Рис. 1. ПЭТ/КТ всего тела с 18F-FDG.

Больная с диагнозом «рак тела матки», 59 лет.

а – КТ, аксиальная плоскость. Дифференцируется небольшой правый общий подвздошный лимфатический узел, подозрительный на метастатическое поражение.

б – FUSION. Дифференцируется небольшой правый общий подвздошный лимфатический узел, подозрительный на метастатическое поражение, со слабой фиксацией ФДГ. Тем не менее, по данным гистологического исследования, были выявлены воспалительные изменения [4].

Fig. 1. Full body 18F-FDG PET/CT.

60-year-old patient with endometrial cancer.

а – CT, axial view. On the CT image there is one right common iliac lymph node assumed as metastatic.

б – FUSION. there is one right common iliac lymph node assumed as metastatic, with low rate of FDG. However, histopathological evaluation of this node showed inflammatory changes [4].



Рис. 2 а (Fig. 2 а)

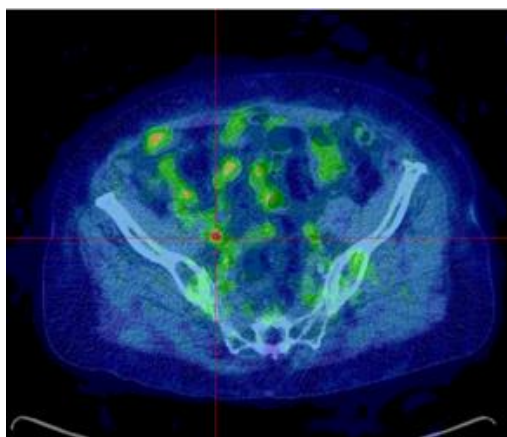


Рис. 2 б (Fig. 2 в)

Рис. 2. ПЭТ/КТ всего тела с 18F-FDG, аксиальная плоскость.

Больная с диагнозом «рак тела матки», 87 лет.

а – КТ, аксиальная плоскость. Определяется не увеличенный правый подвздошный лимфатический узел (стрелка).

б – FUSION. В данном узле (крест) отмечается повышенная метаболическая активность ФДГ. По данным гистологического исследования было подтверждено метастатическое поражение [42].

Fig. 2. Full body 18F-FDG PET/CT in 87-year-old patient with endometrial cancer. Axial view.

а – CT, axial view. CT images show a non-enlarged right internal iliac lymph node (arrow).

б – FUSION. Fusion scans reflect increased FDG-PET uptake in this lymph node (red cross hair lines), histologically confirmed as the metastatic disease [41].

небольшой выборкой пациентов (30 человек).

Crivellaro et al. изучили целесообразность применения ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ у пациентов с РТМ с I клинической стадией, но высокой степенью риска. У нескольких пациентов в регионарных лимфатических узлах таза были обнаружены метастазы, чувствительность и специфичность составили 78,6%, 98,4% соответственно [27]. В 2013 г. был проведен метаанализ 16 исследований, по результатам которых средняя чувствительность и специфичность метода в определении метастатического поражения регионарных лимфатических узлов составила 72,3% и 92,9%, в то время как эти показатели в определении отдаленного метастазирования оказались на уровне 95,7%, 95,45% соответственно (рис. 4) [26]. Bahar Konuralp Atakul et al. в своем исследовании разделили пациентов на группы с низкой и высокой степенью риска [28]. Наилучшие результаты применения ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ оказались у пациентов во второй группе: чувствительность, специфичность, точность, положительная и отрицательная прогностическая ценность составили 75%, 96%, 93%, 60%, 97% соответственно. Также, в отчете United States National Oncology PET (USNOP) от 2008 года было показано, что из 8362 ПЭТ-исследований в отношении гинекологических онкологических процессов в 38% случаев по результатам ПЭТ была пересмотрена тактика лечения [29, 30, 31].

Другой темой ряда зарубежных исследований является оценка применимости полуколичественных измерений, получаемых при ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ, как прогностических факторов при раке тела матки. С точки зрения выживаемости, главными факторами риска при данном процессе являются гистологический тип опухоли, стадия (FIGO), глубина инвазии миометрия, наличие инвазии шейки матки, лимфоваскулярных пространств. На данный момент считается, что достоверная оценка большей части данных факторов возможна лишь при операционном стадировании. Husby JA. et al. утверждает, что такие показатели, как SUVmax (стандартизированный уровень захвата РФП), SUVmean, MTV (метаболический объем опухоли), TLG (общий гликолиз опухоли) значительно коррелируют со степенью дифференцировки опухоли, глубиной поражения миометрия и наличием метастатического поражения лимфатических узлов [32]. По мнению Kitajima K., SUVmax напрямую коррелирует с показателем общей выживаемости пациентов. На примере 62 и 57 больных Liu и Kitajima K. сообщают о прогностической значимости показателей MTV и SUVmax в появлении рецидивов РТМ [33, 34]. Аналогичное исследование провели Walentowicz-Sadlecka et al., по результатам которого было определено, что при значениях SU-

Vmax выше 17,7 появляется высокий шанс рецидива, а показатель выживаемости, соответственно, снижается [35]. Seo Young Kang et al. изучали прогностическую значимость показателя IFN (гетерогенность захвата РФП) и пришли к выводу, что чем выше значение данного показателя, тем выше шанс развития рецидива заболевания [36]. В еще одном исследовании авторы утверждают, что показатель SUVmax первичной опухоли был тесно связан с глубиной поражения миометрия, наличия инвазии шейки матки [28]. Antonsen et al. в исследовании с 268 пациентками показал, что чем выше значения SUVmax, тем выше оказывается стадия по FIGO [37]. Дополнительно, по наблюдениям Tamaki Yahata et. al., значения SUVmax первичной опухоли тела матки более 7,3 приводили к существенно более низким значениям общей выживаемости [38].

Важным аспектом является выявление рецидивов рака тела матки после проведенного лечения. Традиционно, в данном контексте, используются УЗИ, КТ и определение уровня онкомаркера СА-125 в крови. Основная сложность заключается в том, что последний мало специфичен, а при использовании традиционных методов исследования зачастую сложно дифференцировать посттерапевтические изменения и рецидив. Похожего мнения в отношении СА-125 придерживается Солопова А.Е. и соавторы [39]. По данным Saga T и Katajima K., ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ в большинстве случаев определяет наличие рецидива, чувствительность и специфичность метода оценивается в 93-100% и 78-93% соответственно [40, 41]. Bollineni et al. провел метаанализ статей, касающихся рецидива РТМ [42]. По его данным чувствительность и специфичность метода достигла 95% и 91% соответственно. В одном из исследований, в 15% случаев, используя ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ, удалось выявить рецидив, не определявшийся при других методах исследования.

Заключение.

В настоящее время отсутствует стандартизованный подход в определении достаточного объема предоперационной диагностики при раке тела матки. Такие традиционные методики исследования, как УЗИ, КТ, МРТ, являются доступными, но имеют ряд существенных ограничений. Несмотря на то, что доступность выполнения ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ в России значительно ниже, чем традиционных методик, высокая чувствительность и специфичность метода, в особенности для выявления отдаленных метастазов, делают его наиболее перспективным, позволяя планировать объем хирургического вмешательства. Возможность более раннего и точного выявления рецидива рака тела матки является существенным преимуществом ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ перед другими методиками иссле-

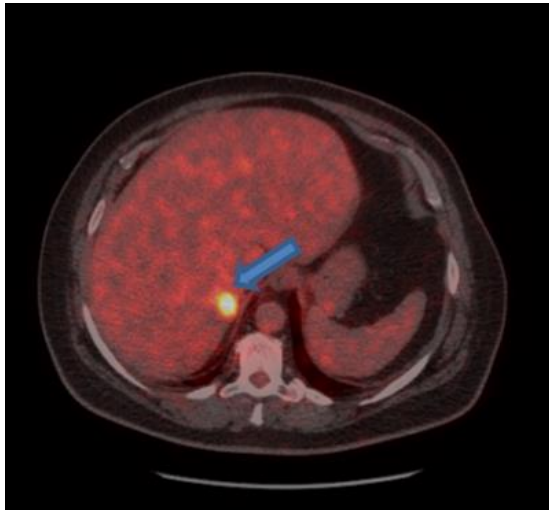


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

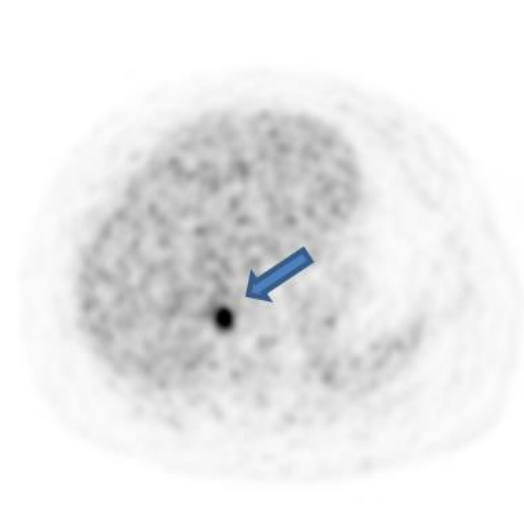


Рис. 3 б (Fig. 3 в)

Рис. 3. ПЭТ/КТ всего тела с 18F-FDG, аксиальная плоскость.

Больная Д. с гистологически верифицированным раком тела матки, 54 года.

а – FUSION, б – ПЭТ. Определяется небольших размеров очаг накопления РФП в печени (стрелка). После биопсии был подтвержден метастаз рака тела матки (собственное наблюдение).

Fig. 3. Full body 18F-FDG PET/CT in 54-year-old patient with histologically proven endometrial cancer. Axial view.

а – FUSION, б – PET. On FUSION and PET scans there is a small lesion with high radiotracer accumulation in liver (arrow). After the biopsy histopathology diagnosis - endometrial cancer metastasis (our images).

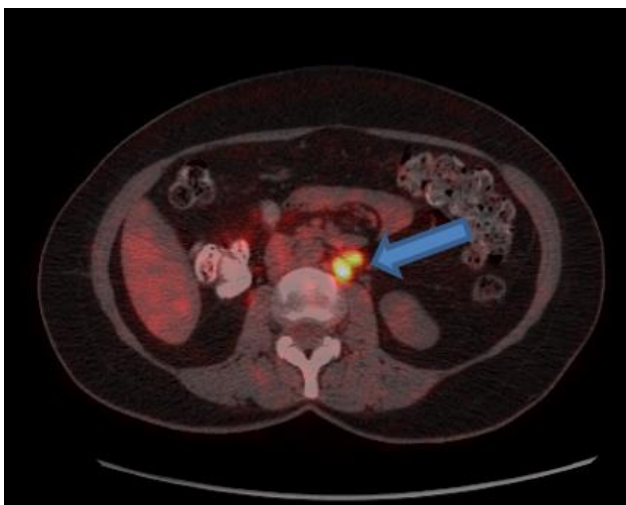


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

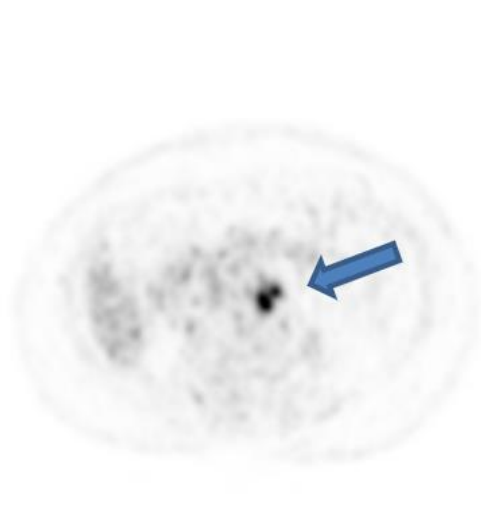


Рис. 4 б (Fig. 4 в)

Рис. 4. ПЭТ/КТ всего тела с 18F-FDG, аксиальная плоскость.

Больная А. с гистологически верифицированным раком тела матки, 53 года.

а – FUSION, б – ПЭТ. Визуализируются увеличенные парааортальные лимфатические узлы с гиперфиксацией ФДГ (стрелка). По данным гистологического исследования были подтверждены метастазы рака тела матки (собственное наблюдение).

Fig. 4. Full body 18F-FDG PET/CT in 53-year-old patient with histologically proven endometrial cancer. Axial view.

а – FUSION, б – PET. On FUSION and PET scans there are several enlarged paraaortic lymph nodes with high FDG uptake (arrow). After the biopsy histopathology diagnosis – endometrial cancer metastasis (our images).

дования. С помощью анализа функциональных изменений в теле матки (выраженных полуколичественно) появляется возможность прогнозировать результат проведенного лечения, выживаемость пациента и вероятность возникновения потенциального рецидива заболевания. Учитывая ограниченное количество научных исследований, касающихся возможностей применения ^{18}F -FDG ПЭТ/КТ в уточняющей диа-

гностике рака тела матки, данная тема требует дальнейшего изучения.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Siegel R., Naishadham D., Jemal A. *Cancer statistics. CA Cancer J Clin* 2013; 63: 11–30.
2. Кравец О.А., Кузнецов В.В., Морхов К.Ю., Нечушкина В.М., Новикова Е.Г., Новикова О.В. и др.: Клинические рекомендации – рак тела матки. Москва 2017: 6-7.
3. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В.: Злокачественные заболевания в России в 2014 году (заболеваемость и смертность), 2016. Москва, РИИС ФИАН 2018: 12,16,135,138.
4. Atri M., Zhang Z., Dehdashti F., Lee S.I., Helga M., Ali et al.: Utility of PET/CT to Evaluate Retroperitoneal Lymph Node Metastasis in High-Risk Endometrial Cancer: Results of ACRIN 6671/GOG 0233 Trial1 2017. *Radiology* 2017; 283(2): 450-459.
5. Koskas M., Rouzier R., Amant F. Staging for endometrial cancer: the controversy around lymphadenectomy – can this be resolved? *Best. Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol.* 2015; 29 (6): 845–857.
6. Horowitz N.S., Dehdashti F., Herzog T.J., Rader J.S., Powell M.A., Gibb R.K. et al. Prospective evaluation of FDG-PET for detecting pelvic and para-aortic lymph node metastasis in uterine corpus cancer. *Gynecol Oncol.* 2004; 95 (3): 546–51.
7. Lewin S.N., Herzog T.J., Barrena Medel N.I. Comparative performance of the 2009 international Federation of gynecology and obstetrics staging system for uterine corpus cancer. *Obstet. Gynecol.* 2010; 116 (5): 114-197.
8. Creasman W.T., Odicino F., Maisonneuve P. Carcinoma of the corpus uteri. FIGO 26th Annual Report on the Results of treatment in Gynecological Cancer. *Int J Gynaecol Obstet* 2006; 95: 105.
9. Edge S.B., Compton C.C. American Joint Committee on Cancer: Corpus Uteri. *AJCC Staging Manual*, ed 7. New York, Springer; 2010: 403.
10. American College of Obstetricians and Gynecologists: ACOG practice bulletin, clinical management guidelines for obstetrician-gynecologists, management of endometrial cancer. *Obstet Gynecol*; 2005: 413–425.
11. Benedetti Panici P., Basile S., Maneschi F., Alberto Lissoni A., Signorelli M., Scambia G. et al. Systematic pelvic lymphadenectomy vs. no lymphadenectomy in early-stage endometrial carcinoma: randomized clinical trial. *Cancer Inst.* 2008;100 (23): 1707-1716.
12. Kitchener H., Swart A.M.C., Qian Q., Amos C., Parmar M.K.B. Efficacy of systematic pelvic lymphadenectomy in endometrial cancer (MRC ASTEC trial): a randomised study. *Lancet.* 2009;373(9658): 125-136.
13. Chao A., Chang T.C., Koon-Kwan Ng., Swee Hsueh, Huei-Jean Huang, Hung-Hsueh Chou et al: 18F-FDG PET in the management of endometrial cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2006; 33 (1): 36-44
14. Sugiyama T., Nishida T., Ushijima K.: Detection of lymph node metastasis in ovarian carcinoma and uterine corpus carcinoma by preoperative computerized tomography or magnetic resonance imaging. *J Obstet Gynaecol*, 1995;21 (6): 551–556.
15. Rockall A.G., Sohaib S.A., Harisinghani M.G., Babar S.A., Singh N, Jeyarajah A.R. Diagnostic performance of nanoparticle - enhanced magnetic resonance imaging in the diagnosis of lymph node metastases in patients with endometrial and cervical cancer. *J Clin Oncol* 2005: 2813–2821.
16. Faria S., Sagebiel T., Devine C., Lal C., Balachandran A., Bhosale P. Imaging in endometrial carcinoma. *Indian J Radiol Imaging.* 2015; 25 (2): 137.
17. Ben-Shachar I., Vitellas K.M. CD. The role of MRI in the conservative management of endometrial cancer. *Gynecol Oncol.* 2004; 93 (1): 233-237.
18. Connor J.P., Andrews J.I., Anderson B. B.R. Computed tomography in endometrial carcinoma. *Obstet Gynecol.* 2000; 95 (5): 692-696.
19. Koskas M., Rouzier R., Amant F. Staging for endometrial cancer: the controversy around lymphadenectomy – can this be resolved? *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2015; 29: 845–857.
20. Suzuki R., Miyagi E., Takahashi N. Validity of positron emission tomography using fluoro-2-deoxyglucose for the preoperative evaluation of endometrial cancer. *IntJGynecolCancer*, 2007;17(4): 890-896
21. Kitajima K., Murakami K., Yamasaki E., Fukasawa I., Inaba N., Kaji Y., Sugimura K. Accuracy of 18F-FDG PET/CT in detecting pelvic and paraaortic lymph node metastasis in patients with endometrial cancer. *AJRAmJ Roentgenol*, 2008; 190 (6): 1652-1658.
22. Kim H.G., Cho A., Yun M., Kim Y., Kang W.J. Comparison of FDG PET/CT and MRI in lymph node staging of endometrial cancer. *Annals of Nuclear Medicine*, 2016; 30 (2): 104–113.
23. Bestvina C.M., Fleming G.F. Chemotherapy for endometrial cancer in adjuvant and advanced disease settings. *Oncologist*, 2016; 21(10): 1250–1259.
24. Li H., Wu X., Cheng X. Advances in diagnosis and treatment of metastatic cervical cancer. *J Gynecol Oncol*, 2016; 27 (4): 43.
25. Gee M.S., Atri M., Epid D., Bandos A.I., Mannel R.S., Gold M.A. et al. Identification of Distant Metastatic Disease in Uterine Cervical and Endometrial Cancers with FDG PET/CT: Analysis from the ACRIN 6671/GOG 0233 Multicenter Trial. *Radiology* 2018; 1: 1-9.
26. Kakhki V.R., Shahriari S., Treglia G. Diagnostic performance of fluorine 18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for detection of primary lesion and staging of endometrial cancer patients: systematic review and meta-analysis of the literature. *Int J Gynecol Cancer*, 2013; 23 (9): 1536–1543.

27. Crivellaro C., Signorelli M., Guerra L., De Ponti E., Pirovano C., Fruscio R. et al. Tailoring systematic lymphadenectomy in high-risk clinical early stage endometrial cancer: the role of 18F-FDG PET. *Gynecol Oncol*, 2013; 130: 306.

28. Atakul B.K., Taşkın S., Soydal C., Sukur Y.E., Kahraman A., Koyuncu K. et al. Preoperative 18 F-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/CT in Prediction of Uterine Risk Factors and Lymph Node Metastasis: An Analysis of 111 Endometrioid Endometrial Cancer Patients. *Gynecol Obstet Invest*, 2017; 22; 82 (4): 340-348.

29. Hillner B.E., Siegel B.A., Shields A.F. Relationship between cancer type and impact of PET and PET/CT on intended management: findings of the national oncologic PET registry. *J Nucl Med*; 2008; 49 (12): 1928–1935.

30. Park J.Y., Kim E.N., Kim D.Y. Comparison of the validity of magnetic resonance imaging and positron emission tomography/computed tomography in the preoperative evaluation of patients with uterine corpus cancer. *Gynecol Oncol*, 2008;108 (3): 486–492.

31. Kitajima K., Murakami K., Yamasaki E., Kaji Y., Sugimura K. Accuracy of integrated FDGPET/contrast-enhanced CT in detecting pelvic and paraaortic lymph node metastasis in patients with uterine cancer. *Eur Radiol*, 2009; 19 (6): 1529–1536.

32. Husby J.A., Reitan B.C., Biermann M., Trovik J., Bjørge L., Magnussen I.J. et al. Metabolic tumor volume on 18F-FDG PET/CT improves preoperative identification of high-risk endometrial carcinoma patients. *J Nucl Med*, 2015; 56 (8): 1191–8.

33. Liu F.Y., Chao A., Lai C.H., Chou H.H., Yen T.C. Metabolic tumor volume by 18 F-FDG PET/CT is prognostic for stage IVB endometrial carcinoma. *Gynecol Oncol*. 2012; 125 (3): 566–71.

34. Kitajima K., Kita M., Suzuki K., Senda M., Nakamoto Y., Sugimura K. Prognostic significance of SUVmax (maximum standardized uptake value) measured by [18F]FDG PET/CT in endometrial cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2012; 39 (5): 840–5.

35. Walentowicz-Sadlecka M., Malkowski B., Walentowicz P., Sadlecki P., Marszalek A., Pietrzak T. et al. The preoperative maximum standardized uptake value measured by 18F-FDG

PET/CT as an independent prognostic factor of overall survival in endometrial cancer patients. *Biomed Res Int*, 2014; 2014: 110-14.

36. Kang S.Y., Cheon G.Y., Lee M., Kim H.S., Kim J., Park H. et al. Prediction of Recurrence by Preoperative Intratumoral FDG Uptake Heterogeneity in Endometrioid Endometrial Cancer. *Translational oncology* 10(2):178-183

37. Antonsen S.L., Loft A., Fisker R., Nielsen A.L., Andersen E.S., Hogdall E. et al. SUVmax of 18FDG PET/CT as a predictor of high-risk endometrial cancer patients. *Gynecol Oncol*, 2013; 129: 298–303.

38. Yahata T., Shigetaka Y., Yasushi M., Yuko T., Aya K. Prognostic impact of primary tumor SUVmax on preoperative 18F-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography and computed tomography in endometrial cancer and uterine carcinosarcoma. *Molecular and clinical oncology*, 2016; 5 : 467-474.

39. Солопова А.Е., Терновой С.К., Макацария А.Д., Гуров С.Н. Возможности диффузионно-взвешенных последовательностей МРТ в оценке эффективности неoadъювантной химиотерапии больных раком яичника. *Russian Electronic Journal of Radiology*, 2016; 6 (4): 68-80.

40. Saga T., Higashi T., Ishimori T. et al. Clinical value of FDG-PET in the follow up of post-operative patients with endometrial cancer. *AnnNucl Med*, 2003;17(3): 197-203.

41. Kitajima K., Murakami K., Yamasaki E. Performance of 18F-FDG- PET/CT in the diagnosis of recurrent endometrial cancer. *AnnNuclMed*, 2008; 22 (2): 103-109.

42. Bollineni V.R., Ytre-Hauge S., Bollineni-Balabay O, Salvesen HB, Haldorsen IS. High diagnostic value of 18F-FDG PET/CT in endometrial cancer: systematic review and meta-analysis of the Literature. *J Nucl Med* 2016;57(6): 879-85

43. Suga T., Nakamoto Y., Saga T. et al. Clinical value of FDG-PET for preoperative evaluation of endometrial cancer. *Ann Nucl Med*, 2011; 25(4):269–75.

44. Haldorsen I.S., Salvesen H.B. What is the best preoperative imaging for endometrial cancer? *Curr Oncol Rep*, 2016; 18: 25.

References:

1. Siegel R., Naishadham D., Jemal A. Cancer statistics. *CA Cancer J Clin* 2013; 63: 11–30.
2. Kravets O.A., Kuznetsov V.V., Morkhov K.Yu., Netchushkina V.M., Novikova E.G., Novikova O.V. et al.: Clinical recommendations – corpus uteri cancer. Moscow 2017: 6-7. (in Russian)
3. Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V.: Malignant disease in Russia 2014 (morbidity and mortality), 2016 Moscow, RIIS FIAN 2018: 12,16,135,138 (in Russian).
4. Atri M., Zhang Z., Dehdashti F., Lee S.I., Helga M., Ali et al.: Utility of PET/CT to Evaluate Retroperitoneal Lymph Node Metastasis in High-Risk Endometrial Cancer: Results of ACRIN 6671/GOG 0233 Trial1 2017. *Radiology* 2017; 283(2): 450-459.
5. Koskas M., Rouzier R., Amant F. Staging for endometrial cancer: the controversy around lymphadenectomy – can this be resolved? *Best. Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol*. 2015; 29 (6): 845–857.
6. Horowitz N.S., Dehdashti F., Herzog T.J., Rader J.S., Powell M.A., Gibb R.K. et al. Prospective evaluation of FDG-PET for detecting pelvic and para-aortic lymph node metastasis in uterine corpus cancer. *Gynecol Oncol*. 2004; 95 (3): 546–51.
7. Lewin S.N., Herzog T.J., Barrena Medel N.I. Comparative performance of the 2009 international Federation of gynecology and obstetrics staging system for uterine corpus cancer. *Obstet. Gynecol*. 2010; 116 (5): 114-197.
8. Creasman W.T., Odicino F., Maisonneuve P. Carcinoma of the corpus uteri. FIGO 26th Annual Report on the Results of treatment in Gynecological Cancer. *Int J Gynaecol Obstet* 2006; 95: 105.
9. Edge S.B., Compton C.C. American Joint Committee on Cancer: Corpus Uteri. *AJCC Staging Manual*, ed 7. New York, Springer; 2010: 403.
10. American College of Obstetricians and Gynecologists: ACOG practice bulletin, clinical management guidelines for obstetrician-gynecologists, management of endometrial cancer. *Obstet Gynecol*; 2005: 413–425.
11. Benedetti Panici P., Basile S., Maneschi F., Alberto Lissoni A., Signorelli M., Scambia G. et al. Systematic pelvic lymphadenectomy vs. no lymphadenectomy in early-stage endometrial carcinoma: randomized clinical trial. *Cancer Inst*. 2008;100 (23): 1707-1716.

12. Kitchener H., Swart A.M.C., Qian Q., Amos C., Parmar M.K.B. Efficacy of systematic pelvic lymphadenectomy in endometrial cancer (MRC ASTEC trial): a randomised study. *Lancet*. 2009;373(9658): 125-136.
13. Chao A., Chang T.C., Koon-Kwan Ng., Swei Hsueh, Hwei-Jean Huang, Hung-Hsueh Chou et al: 18F-FDG PET in the management of endometrial cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2006; 33 (1): 36-44
14. Sugiyama T., Nishida T., Ushijima K.: Detection of lymph node metastasis in ovarian carcinoma and uterine corpus carcinoma by preoperative computerized tomography or magnetic resonance imaging. *J Obstet Gynaecol*, 1995;21 (6): 551–556.
15. Rockall A.G., Sohaib S.A., Harisinghani M.G., Babar S.A., Singh N, Jeyarajah A.R. Diagnostic performance of nanoparticle-enhanced magnetic resonance imaging in the diagnosis of lymph node metastases in patients with endometrial and cervical cancer. *J Clin Oncol* 2005: 2813–2821.
16. Faria S., Sagebiel T., Devine C., Lal C., Balachandran A., Bhosale P. Imaging in endometrial carcinoma. *Indian J Radiol Imaging*. 2015; 25 (2): 137.
17. Ben-Shachar I., Vitellas K.M. CD. The role of MRI in the conservative management of endometrial cancer. *Gynecol Oncol*. 2004; 93 (1): 233-237.
18. Connor J.P., Andrews J.I., Anderson B. B.R. Computed tomography in endometrial carcinoma. *Obstet Gynecol*. 2000; 95 (5): 692-696.
19. Koskas M., Rouzier R., Amant F. Staging for endometrial cancer: the controversy around lymphadenectomy – can this be resolved? *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2015; 29: 845–857.
20. Suzuki R., Miyagi E., Takahashi N. Validity of positron emission tomography using fluoro-2-deoxyglucose for the preoperative evaluation of endometrial cancer. *IntJGynecolCancer*, 2007;17(4): 890-896
21. Kitajima K., Murakami K., Yamasaki E., Fukasawa I., Inaba N., Kaji Y., Sugimura K. Accuracy of 18F-FDG PET/CT in detecting pelvic and paraaortic lymph node metastasis in patients with endometrial cancer. *AJRAmJ Roentgenol*, 2008; 190 (6): 1652-1658.
22. Kim H.G., Cho A., Yun M., Kim Y., Kang W.J. Comparison of FDG PET/CT and MRI in lymph node staging of endometrial cancer. *Annals of Nuclear Medicine*, 2016; 30 (2): 104–113.
23. Bestvina C.M., Fleming G.F. Chemotherapy for endometrial cancer in adjuvant and advanced disease settings. *Oncologist*, 2016; 21(10): 1250–1259.
24. Li H., Wu X., Cheng X. Advances in diagnosis and treatment of metastatic cervical cancer. *J Gynecol Oncol*, 2016; 27 (4): 43.
25. Gee M.S., Atri M., Epid D., Bandos A.I., Mannel R.S., Gold M.A. et al. Identification of Distant Metastatic Disease in Uterine Cervical and Endometrial Cancers with FDG PET/CT: Analysis from the ACRIN 6671/GOG 0233 Multicenter Trial. *Radiology* 2018; 1: 1-9.
26. Kakhki V.R., Shahriari S., Treglia G. Diagnostic performance of fluorine 18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for detection of primary lesion and staging of endometrial cancer patients: systematic review and meta-analysis of the literature. *Int J Gynecol Cancer*, 2013; 23 (9): 1536–1543.
27. Crivellaro C., Signorelli M., Guerra L., De Ponti E., Pirovano C., Fruscio R. et al: Tailoring systematic lymphadenectomy in high-risk clinical early stage endometrial cancer: the role of 18F-FDG PET. *Gynecol Oncol*, 2013; 130: 306.
28. Atakul B.K., Taşkın S., Soydal C., Sukur Y.E., Kahraman A., Koyuncu K. et al. Preoperative 18 F-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/CT in Prediction of Uterine Risk Factors and Lymph Node Metastasis: An Analysis of 111 Endometrioid Endometrial Cancer Patients. *Gynecol Obstet Invest*, 2017; 22; 82 (4): 340-348.
29. Hillner B.E., Siegel B.A., Shields A.F. Relationship between cancer type and impact of PET and PET/CT on intended management: findings of the national oncologic PET registry. *J Nucl Med*; 2008; 49 (12): 1928–1935.
30. Park J.Y., Kim E.N., Kim D.Y. Comparison of the validity of magnetic resonance imaging and positron emission tomography/computed tomography in the preoperative evaluation of patients with uterine corpus cancer. *Gynecol Oncol*, 2008;108 (3): 486–492.
31. Kitajima K., Murakami K., Yamasaki E., Kaji Y., Sugimura K. Accuracy of integrated FDGPET/contrast-enhanced CT in detecting pelvic and paraaortic lymph node metastasis in patients with uterine cancer. *Eur Radiol*, 2009; 19 (6): 1529–1536.
32. Husby J.A., Reitan B.C., Biermann M., Trovik J., Bjørge L., Magnussen I.J. et al. Metabolic tumor volume on 18F-FDG PET/CT improves preoperative identification of high-risk endometrial carcinoma patients. *J Nucl Med*, 2015; 56 (8): 1191–8.
33. Liu F.Y., Chao A., Lai C.H., Chou H.H., Yen T.C. Metabolic tumor volume by 18 F-FDG PET/CT is prognostic for stage IVB endometrial carcinoma. *Gynecol Oncol*. 2012; 125 (3): 566–71.
34. Kitajima K., Kita M., Suzuki K., Senda M., Nakamoto Y., Sugimura K. Prognostic significance of SUVmax (maximum standardized uptake value) measured by [18F]FDG PET/CT in endometrial cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2012; 39 (5): 840–5.
35. Walentowicz-Sadlecka M., Malkowski B., Walentowicz P., Sadlecki P., Marszalek A., Pietrzak T. et al. The preoperative maximum standardized uptake value measured by 18F-FDG PET/CT as an independent prognostic factor of overall survival in endometrial cancer patients. *Biomed Res Int*, 2014; 2014: 110-14.
36. Kang S.Y., Cheon G.Y., Lee M., Kim H.S., Kim J., Park H. et al. Prediction of Recurrence by Preoperative Intratumoral FDG Uptake Heterogeneity in Endometrioid Endometrial Cancer. *Translational oncology* 10(2):178-183
37. Antonsen S.L., Loft A., Fisker R., Nielsen A.L., Andersen E.S., Hogdall E. et al. SUVmax of 18FDG PET/CT as a predictor of high-risk endometrial cancer patients. *Gynecol Oncol*, 2013; 129: 298–303.
38. Yahata T., Shigetaka Y., Yasushi M., Yuko T., Aya K. Prognostic impact of primary tumor SUVmax on preoperative 18F-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography and computed tomography in endometrial cancer and uterine carcinosarcoma. *Molecular and clinical oncology*, 2016; 5 : 467-474.
39. Solopova A.E., Ternovoy S.K., Makatsaria A.D., Gurov S.N. Possibilities of DWI MRI in assessment of effectiveness neoadjuvant therapy of endocervical cancer. *Russian Electronic Journal of Radiology*, 2016; 6 (4): 68-80.
40. Saga T., Higashi T., Ishimori T. et al: Clinical value of FDG-PET in the follow up of post-operative patients with endometrial cancer. *AnnNucl Med*, 2003;17(3): 197-203.
41. Kitajima K., Murakami K., Yamasaki E. Performance of 18F-FDG- PET/CT in the diagnosis of recurrent endometrial cancer. *AnnNuclMed*, 2008; 22 (2): 103-109.
42. Bollineni V.R., Ytre-Hauge S., Bollineni-Balabay O, Salvesen

HB, Haldorsen IS. High diagnostic value of 18F-FDG PET/CT in endometrial cancer: systematic review and meta-analysis of the Literature. *J Nucl Med*, 2016; 57 (6): 879-85

43. Suga T., Nakamoto Y., Saga T. et al. Clinical value of FDG-

PET for preoperative evaluation of endometrial cancer. *Ann Nucl Med*, 2011; 25(4):269-75.

44. Haldorsen I.S., Salvesen H.B. What is the best preoperative imaging for endometrial cancer? *Curr Oncol Rep*, 2016; 18: 25.

IMAGING MODALITIES IN OVARIAN CANCER: ROLE IN PATIENT MANAGEMENT

Solopova A.E.¹, Dadak C.², Makatsaria A.D.³,
Kolesnikova O.G.³, Sukhih G.T.¹

Purpose. To analyze the data available in the modern scientific medical literature on contemporary aspects of the diagnosis, staging and differential treatment tactics in patients with epithelial ovarian cancer.

Materials and methods. Research method used in this article is the systematic analysis of the medical literature, including Pubmed and ClinicalTrials.gov.

Results. This article attempts to summarize the worldwide experience of modern medicine in management of epithelial ovarian cancer. The current version of the ovarian cancer classification is described. The possibilities of imaging techniques and their place in the staging are determined. The accurate criteria for tumor resectability assessment and the main treatment tactics are given in details. The possibilities of imaging methods in treatment control and monitoring treatment response are provided. The leading imaging modalities for recurrent disease evaluation are delineated.

Conclusion. Ovarian cancer is a serious diagnostic challenge in terms of differential diagnosis, staging and selection of optimal treatment strategy. Proper use of visualization modalities allows better management of primary and recurrent ovarian cancer. Moreover, it is necessary to conduct further investigations aimed at developing well-defined diagnostic protocols in monitoring during treatment in order to obtain response evaluation with minimal time delay.

Keywords: ovarian cancer, imaging modalities, staging, MRI, optimal cytoreduction, resectability assessment, treatment control.

Corresponding author: Solopova A.E., dr.solopova@mail.ru

For citation: Solopova A.E., Dadak C., Makatsaria A.D., Kolesnikova O.G., Sukhih G.T. *Imaging modalities in ovarian cancer: role in patients management. REJR 2018; 8(3):30-47. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-30-47.*

Статья получена: 29.06.18 Статья принята: 13.07.18

МЕТОДЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ РАКЕ ЯИЧНИКОВ: РОЛЬ В ТАКТИКЕ ВЕДЕНИЯ ПАЦИЕНТОК

Солопова А.Е.¹, Дадак К.², Макацария А.Д.³,
Колесникова О.Г.³, Сухих Г.Т.¹

Цель. Систематический обзор данных, накопленных в современной научной медицинской литературе по вопросам актуальных проблем диагностики, стадирования и дифференцированной тактики лечения пациенток с эпителиальным раком яичника.

Материалы и методы. Метод исследования, использованный в данной статье, - это систематический анализ отечественных и зарубежных медицинских источников.

Результаты. В данной статье предпринята попытка обобщить опыт современной медицины в ведении эпителиального рака яичника. Приведена современная версия классификации рака яичников. Определены возможности и место методов лучевой диагностики в стадировании. Подробно описаны точные критерии для оценки резектабельности опухоли и основные методы лечения. Представлена перспектива использования методов визуализации в контроле лечения и мониторинге ответа на проводимую терапию. Описаны ведущие методы лучевой диагностики для определения рецидива

1 - V.I. Kulakov Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology Ministry of Health of Russian Federation.

Moscow, Russia.

2 - Medical University of Vienna.

Vienna, Austria.

3 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russian Federation.

Moscow, Russia.

1 - ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. ак. В.И. Кулакова" Минздрава России.

г. Москва, Россия

2 - Венский медицинский университет.

г. Вена, Австрия

3 - Сеченовский Университет.

г. Москва, Россия

заболевания.

Заключение. Рак яичника представляет собой серьезную проблему с точки зрения дифференциальной диагностики, стадирования и выбора оптимального метода лечения. Надлежащее использование диагностических методов позволяет наилучшее ведение пациентов с первичным и рецидивирующим раком яичников. Более того, необходимы дальнейшие исследования, направленные на разработку четких диагностических протоколов в мониторинге специфического лечения, с целью получения оценки ответа опухоли с минимальным интервалом.

Ключевые слова: рак яичников, методы лучевой диагностики, стадирование, МРТ, оптимальная циторедукция, оценка резектабельности, контроль лечения.

Контактный автор: Солопова А.Е., dr.solopova@mail.ru

Для цитирования: Солопова А.Е., Дадак К., Макацария А.Д., Колесникова О.Г., Сухих Г.Т. Методы лучевой диагностики при раке яичника: роль в тактике ведения пациентов. *REJR* 2018; 8 (3):30-47. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-30-47.

Received: 29.06.18

Accepted: 13.07.18

Introduction.

According to national statistics, 14030 cases of ovarian cancer were registered in 2017 in the Russian Federation [1]. It represents 2.38% malignant neoplasms incidence in women. Ovarian cancer is the third most common malignancy of the female genital tract, occurring less frequently than cancers of the endometrium and cervix [1]. The average age of the cases in 2016 was 59 years (in 2006 — 58.3 years). During the past decade ovarian cancer incidence rate tends to increase and in 2016 incidence reached 17.81 cases per 100,000 women per year [2]. Obviously, the reason lies in the features of the sex and age pyramid of the Russian population: a high proportion of women over 50 years, when the incidence is maximal, as well as a low fertility rate. There is a spur increase in ovarian cancer incidence after the age of 40, taking maximum at 65-69 years (39,07 cases per 100,000 women per year) and then slowly decreases [2].

Ovarian cancer represents the seventh most common cause of cancer mortality in women in Russia [2]. Number of deaths from it in Russia in 2016 was 7 645, it makes 5,17% in common cancer mortality rate [2]. The mortality was 9.71 per 100,000 women per year. In the age group of 50-54 years ovarian cancer represents the second cause of cancer death (9.15%) after breast cancer. In the age category 55-59 years there has been a similar situation (7.96% of cancer death). There are different reasons of ovarian cancer-associated mortality. The main reason is its late detection, when the disease spreads throughout the pelvis and beyond it. Approximately 2/3 of patients are diagnosed at an advanced tumor stage with distant metastases (39% for stage III and 19.5% for stage IV) and only 39.4% of women have stage I-II [1]. According to statistics, cancer survival has got

better but for ovarian cancer it is only a slight improvement. Mortality of patients during the first year after the initial diagnosis in 2017 is 20.9 %. Positive dynamics in 10 recent years can be noted in Russia. Thus, in 2007 27.4% of ovarian cancer patients died in the first year. The 5-year survival rate is more than 60% [1]. It is better with the early-stage diagnosis and constitutes 80%. Conversely, the 5-year survival rate for women diagnosed with advanced stages disease is about 30% [1]. In this case, even with the help of additional chemotherapy and extensive surgery the possibility of tumor recurrence has high probability.

Lifetime risk for developing ovarian cancer is 1,22% [2]. The main factor associated with the highest increase in cancer risk is genetic predisposition which is present of BDCA1 or BRCA2 mutations [15]. Cancer in first-degree relative history, previous cancer diagnosis, nulliparity, postmenopausal status, lack of breastfeeding, lack of hormonal contraception use and endometriosis are commonly known as risk factors in ovarian cancer [15] [16]. Comparable data were published in USA. On the contrary, ovarian cancer incidence rate tends to decrease in the past years there [3]. The remaining indicators are comparable with domestic data [4] [5]. It is estimated that there will be 22,240 new ovarian cancer cases and 14,070 cancer deaths in 2018 in the USA [4].

At the moment it is known that the term «ovarian cancer» includes dissimilar cancer subtypes. This heterogeneous group differs in etiology, pathogenesis, prognosis and molecular pathology [5] [6] [7]; moreover, some of subtypes derives outside of the ovary [8] [9]. This review focuses on epithelial ovarian cancer as it is 90% of all ovarian cancers (5% accounts for germ cell and 5% for sex cord and stromal) [10]. According to the new WHO Classification of Ovarian Cancer there are seven

primary subtypes: serous, mucinous, seromucinous, endometrioid, clear-cell, Brenner tumors and undifferentiated carcinoma [11]. Approximately 35-40% of epithelial ovarian cancer accounts for serous carcinoma. This histologic subtype is usually diagnosed at late stages and has the largest contribution to ovarian cancer mortality [9] [12].

In addition to the WHO histological classification, a dualistic model of pathogenesis based on the latest advances in pathology and molecular biology has now been established. According to this theory, epithelial ovarian tumors are divided into carcinomas of type I and II.

Type I tumors include endometrioid, clear cell, seromucinous, low-grade serous, mucinous carcinomas and malignant Brenner tumors. This type is characterized by low malignant potential, long-term asymptomatic and is often diagnosed in the early stage of the tumor process [13]. As for molecular genetic feature presence of mutations in KRAS, BRAF, ERBB2, MAP, ERK, LTN, PIK3CA, ARID1A is typical for this group of tumors. Moreover, type I has genetic stability. Carcinomas from this group develop from benign extra-ovarian foci that implant on the ovary and may undergo malignant transformation [14].

High-grade serous carcinomas, high-grade endometrioid, carcinosarcomas and undifferentiated carcinomas represent type II tumors [14]. The main molecular markers of this group are TP53 gene mutation and BRCA1/2 dysfunction [13]. Tumors of this type develop mainly from intraepithelial carcinoma of the fallopian tube and subsequently spread to the ovary and other extraovarian tissues [14].

Epithelial ovarian cancer has three degrees of malignancy: benign, malignant and borderline if tumor has all the features of malignant neoplasms except stromal invasion [15].

Staging.

According to the FIGO or TNM classifications ovarian cancer is staged surgically. Cancer staging is pivotal as it allows to predict patient outcome and to plan the most appropriate management of the disease. The First International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) ovarian cancer staging system was developed in 1973 and then was twice revised in 1988 and 2014 [17] [18]. The main purpose of 2014 review was to reflect cumulative data in understanding of the origin, biology, immunohistochemistry, genetics, histopathological features, pathogenesis, prognosis and response to the chemotherapy of EOC [7] [17] [19] [20]. The main changes are given in detail in the description of the stages.

Findings obtained during the operation are the main criteria for FIGO classification [15]. Surgery consists of several main steps such as total abdominal hysterectomy, bilateral salpingo-oophorectomy, removal of pelvic and para-aortic

lymph nodes and omentum with laparotomic access and multiple peritoneal biopsies throughout the pelvis and upper abdomen. Received material needed to be identify for histological grade and cytological type.

The principal difference between old and new variants of FIGO Classification is that in new version fallopian tube and primary peritoneal cancer are classified in association with ovarian cancer due to common origin. To date this cancers are no longer distinguished as separate diversities and in that way have the same staging [21].

Revised FIGO Classification

Stage I

At this stage ovarian cancer is diagnosed only in 15% of cases [3] [4]. Most patients at the time of the diagnosis are in advanced stages. However, the percentage of five-year survival rates at stage I is from 87 % to 93% [4].

Stage I ovarian cancer is limited to 1 (stage IA) or to 2 (stage IB) ovaries. In 2014 classification version time and conditions under which capsule rupture undergone are valuable. If there is an intraoperative spill it is IC1 stage and IC2 for cases with rupture unrelated to surgery. It is necessary to undertake the cytological examination of peritoneal washes or ascites in situations with tumor rupture [17].

It is important to note that patients suspected for stage I ovarian cancer incur intraoperative validation for borderline ovarian tumour. This converse from malignant neoplasm often occurs in young patients and lets to perform organ-preserving surgery.

Stage II

Diagnosis at this stage seems challenging. Conditions with stage II characteristics can be determined from 16% to 20% of tumors [4].

This stage can be defined as an involvement of the pelvic organs located intraperitoneal in close proximity to the ovaries and fallopian tubes but with no tumor spread beyond the pelvis. The main features that need to be relied upon in diagnosing stage II are the implication of either one or both ovaries or fallopian tubes with extensions and/or implants on the surface of the uterus and tubes or a combination of these characteristic, or the tumor spreading to other intraperitoneal organs within the pelvis. It should be noted that the tumor at this stage is amenable to adjuvant chemotherapy. Stage 1C was considered unnecessary and was removed from the updated version [17].

Stage III

Stage III includes conditions with one or two ovaries or fallopian tubes involvement, or primary peritoneal cancer, with cytologically or histologically confirmed spread to the peritoneum outside the pelvis and metastases to the retroperitoneal lymph nodes or both of these conditions [17]. The

Table №1. 2014 FIGO and TNM staging for ovarian, fallopian tube and peritoneal cancer

FIGO stage	Subcategory	Definition	TNM stage
I	Tumor confined to ovaries or fallopian tubes		
	A	Tumor one ovary (capsule intact) or fallopian tube	T1a-N0-M0
	B	Tumor both ovaries (capsules intact) or fallopian tubes	T1b-N0-M0
	C	Tumor one or both ovaries or fallopian tubes, with any of the following: C1: Surgical spill C2: Capsule ruptured before surgery or tumor on ovarian or fallopian tube surface C3: Malignant cells in the ascites or peritoneal washings	T1c1-N0-M0 T1c2-N0-M0 T1c3-N0-M0
II	Tumor involves one or both ovaries or fallopian tubes with pelvic extension (below the pelvic brim) or primary peritoneal cancer		
	A	Extension and/or implants on uterus and/or fallopian tubes and/or ovaries	T2a-N0-M0
	B	Extension to other pelvic intraperitoneal tissues	T2b-N0-M0
III	Tumor involves one or both ovaries or fallopian tubes or primary peritoneal cancer with cytologically or histologically confirmed spread to the peritoneum outside the pelvis and/or metastasis to the retroperitoneal lymph nodes		
	A	A1: Positive retroperitoneal lymph nodes only (cytologically or histologically proven): A1(i) Metastasis ≤ 10 mm A1(ii) Metastasis > 10 mm A2: Microscopic extrapelvic (above the pelvic brim) peritoneal involvement with or without positive retroperitoneal lymph nodes	T3a2-N0/N1-M0
	B	Macroscopic peritoneal metastasis beyond the pelvis ≤ 2 cm in greatest dimension, with or without metastasis to the retroperitoneal lymph nodes	T3b-N0/N1-M0
	C	Macroscopic peritoneal metastasis beyond the pelvis > 2 cm in greatest dimension, with or without metastasis to the retroperitoneal lymph nodes (includes extension of tumor to capsule of liver and spleen without parenchymal involvement of either organ)	T3c-N0/N1-M0
IV	Distant metastasis excluding peritoneal metastasis		
	A	Pleural effusion with positive cytology	Any T, any N, M1
	B	Parenchymal metastases and metastases to extra-abdominal organs (including inguinal lymph nodes and lymph nodes outside of the abdominal cavity)	Any T, any N, M1

most cases of ovarian cancers is detected at this stage (84% of stage III is IIIC) and for histological grade is high-grade serous carcinoma [22]. According to the results of the studies, it should also be noted the main factor influencing the disease-free survival is the fact that there is metastatic lymph nodes where the number metastases has no predictive value [23] [24].

The most significant change due to 2014 revision lies in formation a subdivision in stage III. A new stage IIIA1 includes all cases of exclusively retroperitoneal lymph nodes involvement. The occurrence frequency of such cases is less than 10 % of ovarian carcinomas [6]. Stage IIIA1 undergoes further ramification depending on the size of metastatic lesion in lymph node. It is important to take the measurements of the metastatic mass within lymph node and not the overall lymph node size. Moreover, pathological state of lymph nodes must be histologically or cytologically verified. If the size of the metastasis in the largest dimension is 10 mm or less, then stage IIIA1i is assigned. If the metastasis is more than 10 mm in its largest dimension, then thus is stage IIIA1ii. Some studies maintain that patients with stage IIIA1 have the best prognosis compared with patients with involvement of abdominal peritoneum [25] [26] [27].

The extension of peritoneal involvement affects the patient's prognosis. Microscopic focuses of disease regard to stage IIIA2. All perceptible to the eye metastases refer to stage IIIB and stage IIIC according to its measurements. If the size of macroscopic metastasis is 2 cm or less it is classified as stage IIIB, and metastases larger than 2 cm as stage IIIC.

The spread of pathological process on the capsule of the liver or spleen serves as a criterion for stage IIIC. However, such disease sites should be distinguished from isolated parenchymal metastases, which are already refer to stage IVB.

Stage IV

Stage IV disease is defined as a stage of distant metastases. It includes pleural effusion with positive cytology or biopsy (Stage IVA), parenchymal metastases and metastases to extra-abdominal sites.

It is of importance to note that inguinal lymph nodes now relate to distant group of nodes. Thus, metastases to inguinal lymph nodes, supraclavicular lymph nodes (Sister Mary Joseph nodes), umbilical metastases and transmural lesions of the intestinal wall involving the mucous membrane are considered as stage IVB [17] [28].

Resectability assessment.

As it was mentioned before from 58.5% [1] to 62% [4] of patients reveal advanced stages with peritoneal involvement. So it is pivotal to analyze the extent of peritoneal dissemination. It is generally scored according to the Peritoneal Cancer In-

dex (PCI), described by Jacquet and Sugarbaker [29]. PCI consolidates the distribution of peritoneal implants at 13 abdominal and pelvic regions with their size. Surgery is a gold standard of peritoneal cancer (PC) evaluation but it is rarely performed at the moment giving place to imaging modalities: CT (used more frequent), MRI and PET/CT. Precise preoperative assessment of PCI is important for distinction the patient for those who will benefit from primary debulking surgery and can reach optimal cytoreduction and those who are unsuitable for operation and are candidates for neoadjuvant chemotherapy in order to shrink the tumor mass before secondary debulking [30]. Moreover, a multidisciplinary approach is important. As the above criteria are tentative, frequently the same PCI can lead to different treatment tactics in different medical centers. Thus, the capabilities of a particular surgeon take centre stage in patient management and choice of treatment tactic.

Another predictive model was developed by Suidan et al. (2014) based on the results of prospective designed, non-randomized two centres study involving 669 patients. According to it the suboptimal rate was directly proportional to the predictive value score. There are 3 clinical and 6 radiologic criteria significantly associated with suboptimal debulking [31]:

- age ≥ 60 years
- CA-125 ≥ 500 U/mL
- ASA 3-4 (the six-category physical status classification system)
- Lesions > 1 cm in the small bowel mesentery
- Root of the superior mesenteric artery
- Diffuse small bowel adhesions/thickening
- Lesser sac
- Suprarenal retroperitoneal lymph nodes > 1 cm
- Splenic hilum/ligament > 1 cm

Having regard to the fact that surgical staging remains the gold standard, imaging techniques can reduce the number of diagnostic laparoscopy and minimize surgical risk and accurately establish the tumor expansion.

Ultrasound.

Ultrasound is used for primary evaluation of indeterminate adnexal masses. According to the ESUR Female Imaging Sub-Committee guidelines it is the first imaging modality in management of suspected ovarian cancer after clinical assessment and CA-125 analysis [32]. The main advantages of US are absence of radiation exposure, low cost, wide availability and high sensitivity. In ascites informational value of US in assessing the local tumor spread increases. [15] [33]

Technical complexity for staging by US should be noted. The main limitations are poor visibility of mesenteric serosal surfaces [15], ovaries dislocation in women with a history of child

Table №2. Prediction of surgical cytoreduction by CT scan

Author (Ref.)	n	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
Nelson et al. (1993) [39]	34	92 %	79 %	67 %	96 %
Meyer et al. (1995) [40]	28	58 %	100 %	100 %	76 %
Bristow et al. (2000) [41]	41	100 %	85 %	88 %	100 %
Dowdy et al. (2004) [42]	87	52 %	90 %	68 %	82 %
Qayyum et al. (2005) [43]	137 (CT + MRI)	76 %	99 %	94 %	96 %
Axtell et al. (2007) [44]	65	79 %	75 %	-	-
Jung et al. (2010) [45]	77	-	80 %	77 %	-
Fujwara Et al. (2011)[46]					
Model 1	98	50 %	97 %	50 %	97 %
Model 2	98	58 %	99 %	50 %	99 %
Borley et al. (2014) [47]	70	69 %	71 %	75 %	65 %
Kim et al. (2014) [48]	118	-	100 %	100 %	-
Son et al. (2016) [49]	327	71 %	73 %	69 %	92 %

birth. Moreover, it is hardly possible to visualize lesion's wall upper than 7 cm with transvaginal access. Presence of excess fat masses in the abdomen and peritoneal adhesions reduce the possibilities of transabdominal US. The operator dependency of US is the disadvantage.

Computed Tomography.

CT is the standard technique in evaluating the extent of disease in patient with suspected ovarian cancer and in assessing the feasibility of surgical optimal resection. Based on European Society of Urogenital Radiology, American College of Radiology, European Society for Medical Oncology, The American Society of Clinical Oncology and the Society of Gynecologic Oncology, National Comprehensive Cancer Network and British Gynaecological Cancer Society data, information obtained by CT scan allows to stratify the patients into two main groups: those who will benefit from primary debulking surgery with following adjuvant chemotherapy and those who is more suitable for neoadjuvant chemotherapy with interval cytoreductive surgery [32] [34] [35] [36] [37] [38]. The results of the main studies: sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value are given in Table 2.

CT is also useful for image-guided biopsy of ovarian mass and omentum for establishing the

diagnosis [15], for detecting the recurrence of the disease and for monitoring treatment response [50]. Due to short examination time CT does not deliver malaise in patients with ascites. CT is fare well at involvement assessment of the pelvic ureter and uterine serosa, the presence of neoplastic lesions at the peritoneum, omentum, mesentery, liver, spleen, lymph nodes and lung parenchyma [34].

Regarding the technical protocol image acquisition should be performed during the portal venous phase (at 70–90 seconds after the injection of contrast material) with section thickness of 3–5 mm at an interval of 3–4 mm in the axial, coronal and sagittal planes [32] (Fig. 1, fig. 2).

The major CT limitation is its restriction in detecting small (<5 mm) bowel surface, mesenteric focuses and peritoneal metastases with the absence of ascites [34]. Contraindication to contrast agents, ionising radiation exposure, pregnancy and operator dependence are other limitations. CT is not for extensive use in differentiating benign from malignant lesions due to its lower soft tissue contrast [33].

Magnetic Resonance Imaging.

MR imaging is the gold standard of differential diagnosis in undetermined adnexal masses [32][37]. For staging this technique do not form

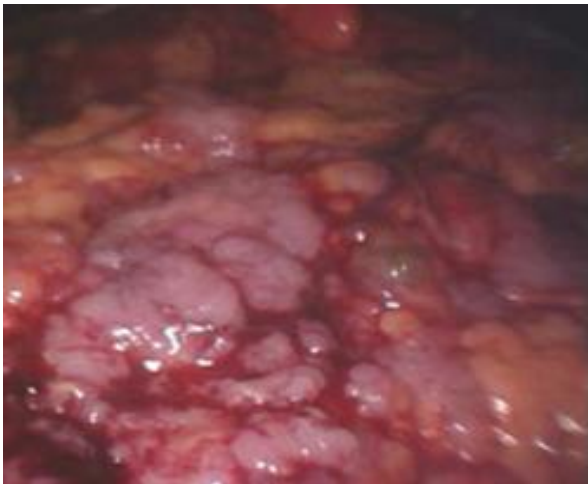


Fig. 1 a (Рис. 1 а)

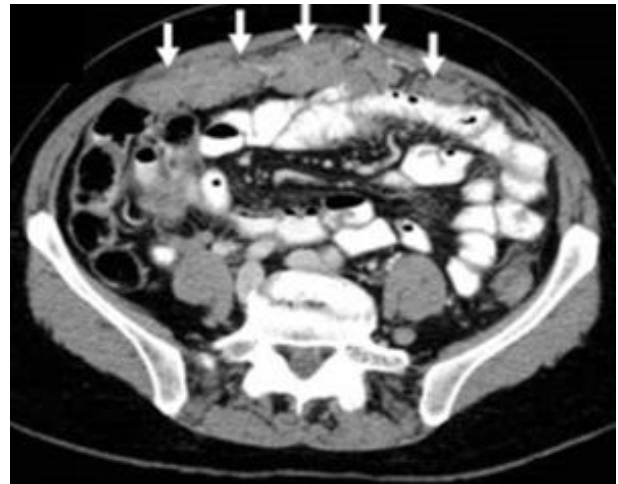


Fig. 1 b (Рис. 1 б)



Fig. 1 c (Рис. 1 в)

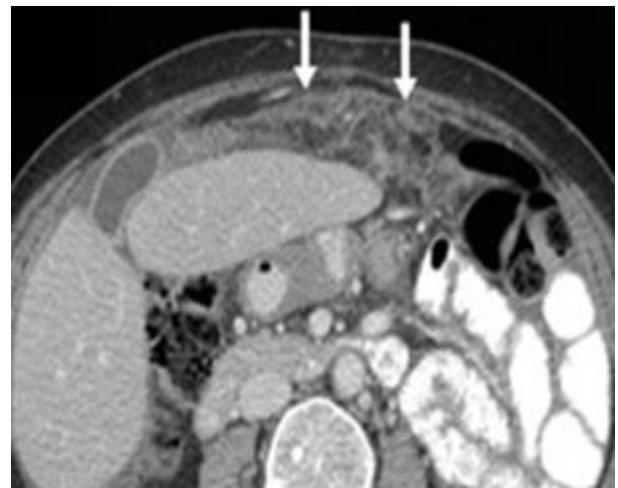


Fig. 1 d (Рис. 1 г)

Fig. 1. MSCT, ovarian cancer. Peritoneal disease of the greater omentum.

(a) A laparoscopic view. (b) A transverse MSCT slice after oral and i.v. contrast administration. The greater omentum has a masslike appearance (arrows). (c) Disseminated soft tissue deposits in the omentum (arrows). St - stomach. (d) Peritoneal dissemination the greater omentum may sometimes only appear as a hazy stranding (arrows) [98].

Рис. 1. МСКТ, рак яичников. Метастатическое поражение большого сальника.

(а) Картина при лапароскопии. (б) Поперечный срез МСКТ с пероральным и внутривенным контрастированием. Большой сальник имеет вид единого конгломерата (стрелки). (в) Дис-семированные мягкотканые имплантационные метастазы в большом сальнике (стрелки). St - желудок. (г) Перитонеальная диссеминация с вовлечением большого сальника в виде незначительной его тяжистости (стрелки) [98].



Fig. 2 а (Рис. 2 а)



Fig. 2 б (Рис. 2 б)

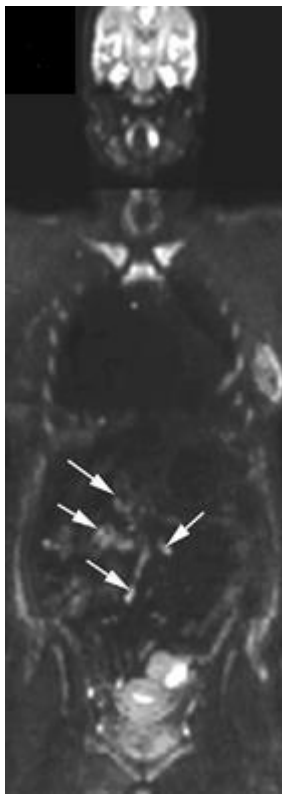


Fig. 2 в (Рис. 2 в)

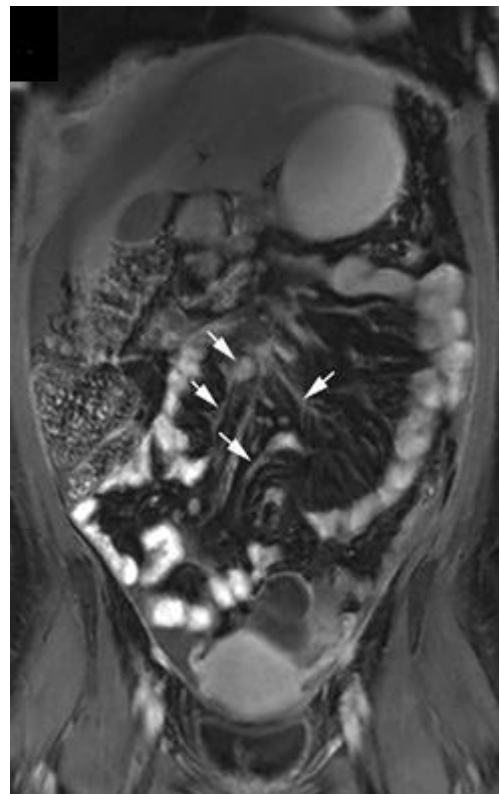


Fig. 2 д (Рис. 2 г)

Fig. 2. WB-DWI MRI, and MSCT, ovarian cancer.

Axial (a, b) Axial CT-scans shows omental deposits (arrows) and deposits in the left laterocolic peritoneum and paracolic space (arrowheads). WB-DWI MRI (b1000) shows hyperintense confluent deposits (arrows) at the (c) coronal (b1000) DWI-sequence, involving multiple major jejunal and ileal arterial branches of the superior mesenteric artery (arrows) at the (d) coronal contrast-enhanced T1-weighted image [99].

Рис. 2. ДВ-МРТ, и КТ, рак яичников.

Аксиальные срезы (а, б): сальниковые депозиты (стрелки) и солидные метастазы по брюшине толстой кишки в околотолстокишечном пространстве (наконечники стрел); На (в) корональных ДВИ всего тела с b-фактором 1000 отмечаются гиперинтенсивные сливающиеся очаги (стрелки), вовлечение тощекишечной и подвздошной артериальных ветвей верхней брыжеечной артерии (стрелки) на (г) посткорональных T1-ВИ с контрастным усилением [99].

part of routine investigations. It is a second-line modality in advanced ovarian cancer assessment. MRI is an problem-solving technique for the staging of ovarian cancer when there are questionable findings on CT scans as well as in the presence of contraindications to CT procedure such as iodinated contrast agents allergy, mild-to-moderate renal insufficiency and pregnancy [7] [15] [32] [34] [35] [37] [38].

As for benefit MRI can provide excellent tissue differentiation (Fig.3). Correlation of apparent diffusion coefficient and histologic grade of epithelial ovarian cancer was defined in several studies [51]. Similarly, Stein et al. (2017) showed the ability of multiparametric MR imaging not just to distinguish benign and malignant neoplasms but also to differentiate subtypes of ovarian cancer [52].

In assessing the prevalence of peritoneal carcinomatosis (PC), MRI does not have a significant advantage over CT. Certain benefits can be noted only in a limited number of areas affected by tumor lesions in PC. This is identification of right diaphragmatic disease according to Fehniger et al. (2016) [53]. Employment of MRI with diffusion-weighted imaging and delayed contrast enhancement in preoperating evaluation was displayed in Low et al. study (2014). According to their data, the peritoneal cancer index (PCI) in 35 patients (5 with ovarian cancer) received by MRI with DWI and DCE was more accurate compared with CT [54].

Data on MRI in assessing the feasibility of achieving optimal cytoreduction has lack of information. The main studies are listed in the table 3.

Recently, Kasper et al. (2017) published a study where systematic scoring system based on operative and MRI findings was elaborated. According to author, this Kasper system can be used for predicting non-optimal cytoreduction [59]. Prospective analysis of whole body MRI using DWI in 32 patients showed better results for assessment of bowel serosal lesions and mesenteric implants than CT and FDG-PET/CT. Metastatic spread to thoracic cavity could be rated at the same level as at PET/CT [60].

Main technical specifications are section thickness for axial acquisitions less than 5 mm, contrast-enhanced acquisitions no more than 5 minutes after intravenous contrast administration due to contrast diffusion into ascites and following hyperintense signal in intraperitoneal fluid, obscuring peritoneal lesions.

There are several restrictions for MRI. First of all, the basic are claustrophobia, metal components, cochlear implants, cardiac pacemaker incompatible with MRI [33]. Important limitations are long examination time, vena cava inferior syndrome occurred in patients in a horizontal position, technical difficulties in covering a large field

of view with high resolution and difficulties in reproducibility and analyzing the results [30]. After the thirty-minute study obtained information inevitably contains artifacts from the common patient's movement or intestinal motility during the examination [34]. But it is important to note that applying functional MRI techniques using diffusion-weighted MR imaging, dynamic contrast enhanced MR imaging we can overcome limitations of CT staging [28]. Moreover, functional MR imaging is able to minimize artifacts derived from the respiration and movements of the patient by reducing the time of study. The expensiveness of the procedure is the main disadvantage.

PET/CT

Despite its additional value in comparison to conventional imaging, PET/CT is not a routine method for initial examination of advanced ovarian cancer, is not recommended for routine preoperative staging and is, similarly to MRI, a problem-solving notability [34] [35] [37] [38] [61].

For initial diagnosis PET/CT shows good results in differentiation benign disease from malignant. However, PET/CT does not distinguish borderline and malignant tumors with high accuracy [62].

The main administration of PET/CT for staging ovarian cancer is lymph nodes assessment. PET/CT may overcome some major limitations of conventional imaging and reveal sites of disease which are not visible on conventional techniques. This is a case of metastatic lymph nodes smaller than 1 cm. An inflammatory lymph node larger than 1 cm can often be mistaken for metastatic [62]. Poor accuracy in detecting metastatic lymph nodes by CT and MRI should be noted. PET/CT has greater accuracy in assessing lymph nodes predominantly in focuses outside the abdominal cavity [63] [64]. Kitajima et al. (2008) reported 89% sensitivity and 94% accuracy for FDG-PET/CT in detecting metastatic lymph nodes and 37% sensitivity and 87% accuracy for CT [65]. This results confirm other investigators, reporting better accuracy and sensitivity for PET/CT over CT and MRI (73% and 96% for PET/CT versus 42% and 95%, respectively, for CT and 54% and 88%, respectively, for MRI) [66] and 75.5% sensitivity and 98.1% accuracy, respectively [67]. Moreover, Bharwani et al. (2011) demonstrated better mediastinum and supraclavicular region PET/CT assessment over conventional techniques [68]. The same results have other authors evaluating supradiaphragmatic metastatic extension in their studies [63] [64] [69] [70].

PET/CT contribution in examination of peritoneal spread needs further researches. Based on present knowledge PET/CT is not superior to the CT and MRI in evaluating intra-abdominal disease [64] [71]. Certain advantages were shown in Hynninen et al. study (2013) where the PET/CT

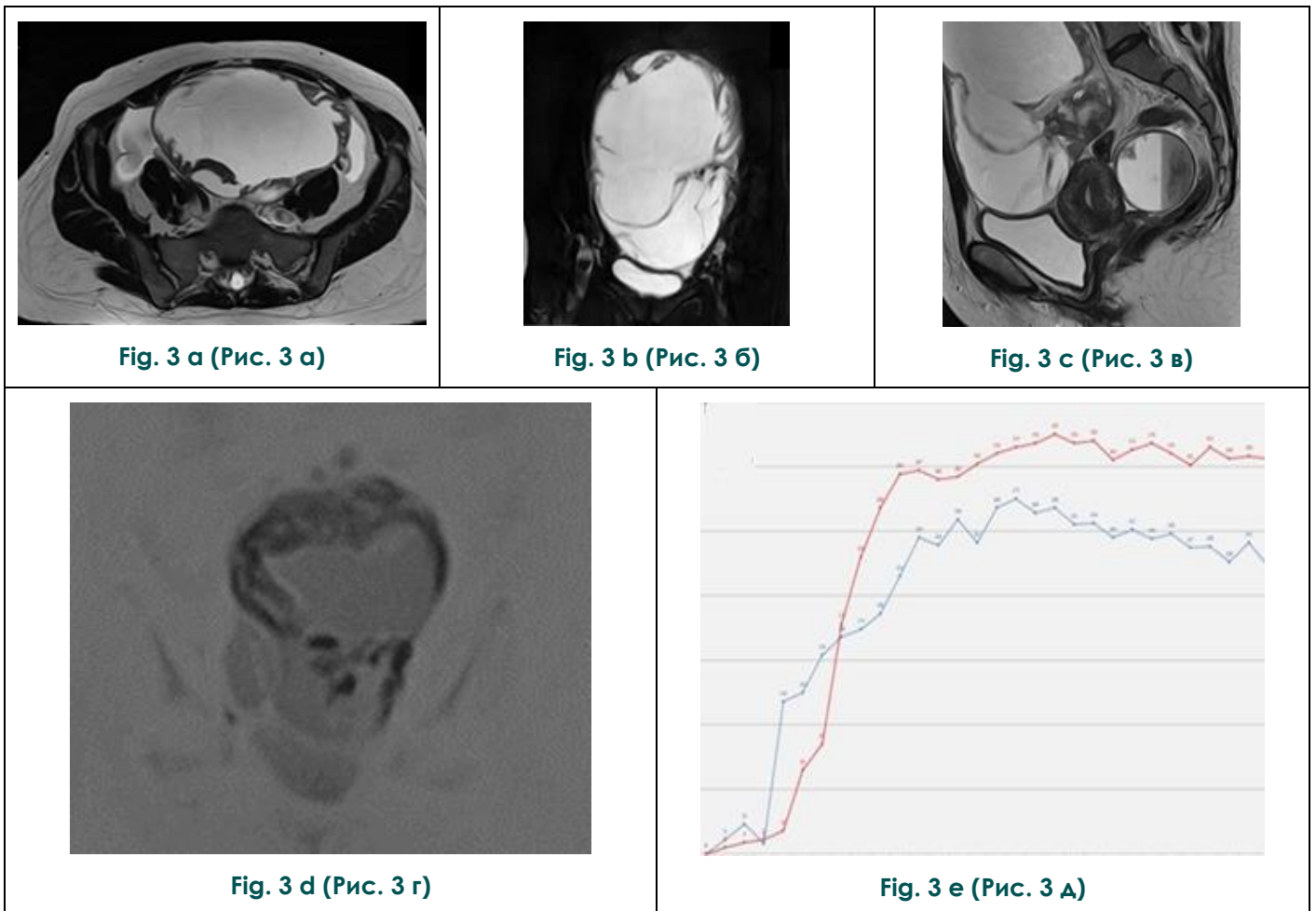


Fig. 3. MRI, in borderline cystadenoma in the left ovary.

(a) Axial T2-weighted image. (b) Coronal T2-weighted image in FatSat mode. (c) Sagittal T2-weighted image. (d) Coronal DWI, inversion. (e) Contrast accumulation curve: the blue - myometrium; red - solid component of the tumor (own observation).

Рис. 3. МРТ, при пограничной цистаденоме левого яичника.

(а) Аксиальное Т2-взвешенное изображение. (б) Корональное Т2-взвешенное изображение в режиме FatSat. (в) Сагитальное Т2-взвешенное изображение. (г) Корональное ДВИ, инверсионное. (д) График накопления контрастного препарата: голубой - в миометрии; красный - в солидном компоненте опухоли (собственное наблюдение).

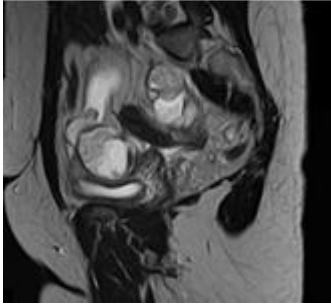


Fig. 4 a (Рис. 4 а)

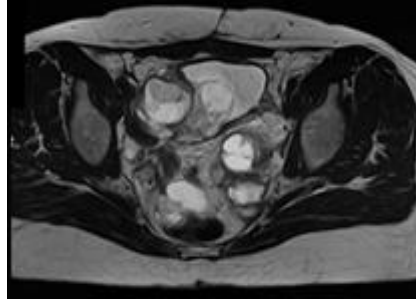


Fig. 4 b (Рис. 4 б)

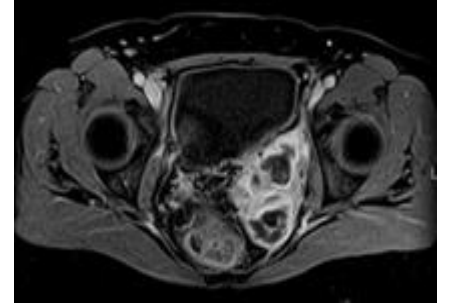


Fig. 4 c (Рис. 4 в)

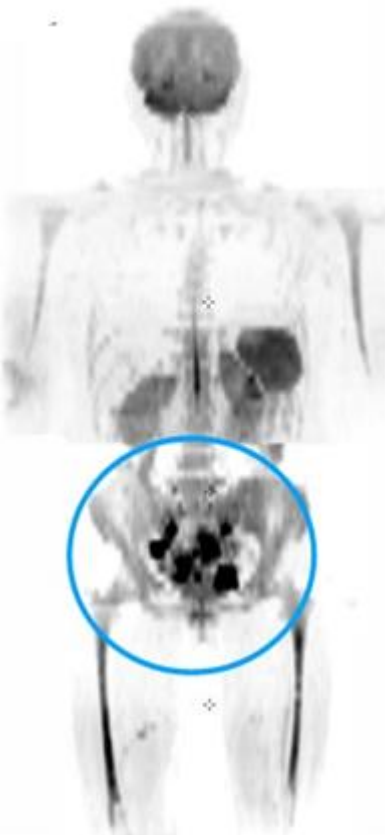


Fig. 4 d (Рис. 4 г)

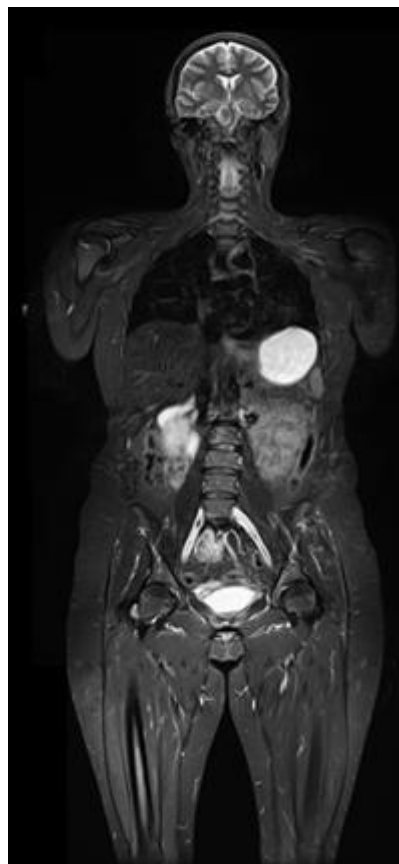


Fig. 4 e (Рис. 4 д)



Fig. 4 f (Рис. 4 е)

Fig. 4. MRI, and WB-DWI/MRI, in ovarian cancer.

(a) Sagittal T2-weighted image. (b) Axial T2-weighted image. (c) Axial T1-weighted image in FatSat mode. (d) Whole body DWI, inversion. (e) Whole body T2-weighted image in FatSat mode. (f) Whole body T1-weighted image.

Рис. 4. МРТ, и ДВ-МРТ, при раке яичника.

(а) Сагиттальное Т2-взвешенное изображение. (б) Аксиальное Т2-взвешенное изображение. (в) Аксиальное Т1-взвешенное изображение в режиме FatSat. (г) Диффузионно-взвешенное изображение всего тела, инверсионное. (д) Диффузионно-взвешенное изображение всего тела в режиме FatSat. (е) Т1-взвешенное изображение всего тела.

Table №3. Prediction of surgical cytoreduction by MRI

Author (Ref.)	n	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
Forstner et al. (1995)[55]	50	91 %	-	91 %	97 %
Low et al. (2012)[56]	5	75 %	-	-	-
Espada et al. (2013)[57]	34	37.5% - 87.5%	76.9% - 94.6%	50% - 60%	74.2% - 95.2%
Solopova et al. (2017)[58] (Fig. 4)	73	78,3 %	78 %	-	-

role in the diagnosis of peritoneal carcinomatosis was assessed: satisfactory results have been received for tumoral implants in 2 sites: diaphragm and bowel mesentery. Lesions larger than 5 mm along subdiaphragmatic peritoneal surfaces were detected by PET/CT with sensitivity 74% and accuracy 78%. For CT only sensitivity and accuracy were 47% and 55%. In the bowel mesentery PET/CT was also proven to have a better CT only (sensitivity 56% for PET/CT and 19% for CT, accuracy 66% for PET/CT and 41% for CT) [64]. Keeping in mind all the information obtained by PET/CT it can be possible to better identify patients with low probability of performing optimal cytoreduction. It is reasonable to direct such women for secondary debulking surgery after neoadjuvant chemotherapy [35] [62].

PET/CT major limitations are common to CT alone: contraindication for iodine-based contrast agent, in particular renal insufficiency, hyperthyroidism, iodine allergy. It should be noted the high cost of the study, the presence of the PET/CT equipment only in specialized centers and high dependence in the interpretation of the findings on the operator. The sensitivity is limited to foci less than 5 mm, which leads to false-negative results when assessing tumor burden with diffuse peritoneal spread [65]. Also false-negative results can be caused by small amount of malignant cells. In such conditions a glucose uptake is not evident in PET images [72]. On the other hand, the non-optimal specificity of the method leads to false-positive results. These cases require careful evaluation as they can be determined by increased accumulation and uptake of FDG due to inflammation.

PET/MRI

This is a new technique that can be useful in the evaluation of tumors of different localization. Since application possibility PET/MRI is limited to a few specialized centers, future exploration in multi-center randomized clinical trials should be performed to reveal the part of the PET/MRI in the diagnosis of advanced ovarian cancer.

Up to date several studies were performed allowing to conclude PET/MRI can overcome the limitations of PET/CT and to primary delineate tumor better due to its morphologic high soft tissue contrast [73] (Fig. 5).

Among the other advantages of PET/MRI should be attributed its lower ionizing radiation dose compared to PET/CT [74]. The main restrictions of this method are low availability to the population and high cost of the procedure.

Treatment control.

The «gold standard» treatment of stage II, III, IV ovarian cancer are comprehensive surgical staging and primary cytoreductive surgery with following adjuvant chemotherapy [32] [35] [37] [38]. The main purpose of operation is to leave in the abdominal cavity no tumor tissue. It is pivotal because the size of the residual disease is the major determinant for patient’s prognosis [75]. To the date it is estimated the necessity to achieve complete cytoreduction with residual disease 0 cm because it has the best survival outcomes. There was established advantage of macroscopic tumor foci’s absence over primary debulking surgery to residual disease of 1–10 mm (optimal cytoreduction) in progression-free survivals and overall survival [76] [77] [78]. Primary debulking surgery to residual disease of 1–10 mm is associated with survival benefit compared to residual disease more than 10 mm [79].

At the same time there is an ongoing debate about the best management for advanced ovarian cancer. Over the last years there is an increasing number of publications demonstrating that neoadjuvant chemotherapy (NACT) followed by interval cytoreductive surgery is no worse than primary cytoreductive surgery followed by adjuvant chemotherapy in women with advanced stage ovarian cancer for survival rates [80] [81] [82] [83] [84] [85]. In the two phase III largest trials conclude - European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC) trial and the CHemotherapy OR Upfront Surgery (CHORUS) trial - the median overall survival of patients was equivalent compared to the median overall survival in treatment group who undergo primary debulking sur-

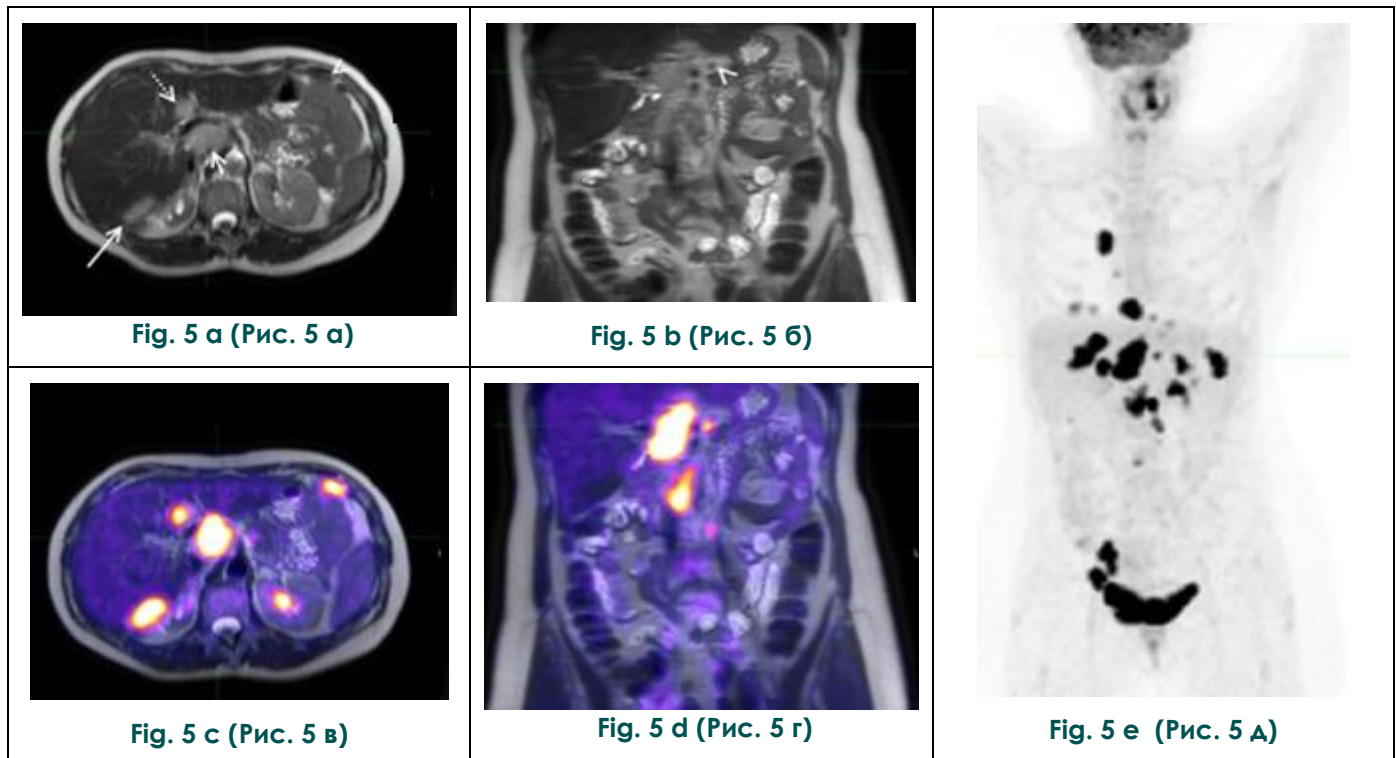


Fig. 5. PET/MRI, in ovarian cancer.

Axial and coronal T2-weighted images (a, b) show a round lesion with smooth, clear contours in segment IV of the liver (dotted arrow), intermediate to high signal foci in the liver (long arrow), the porta hepatis (short arrow) and the peritoneum (arrowheads). On PET/MRI images (c, d) malignancy of these lesions are proved by high FDG uptake. Multiple lesions at maximum intensity projection (MIP) of the whole body (e) [74].

Рис. 5. ПЭТ/МРТ, при раке яичников.

На аксиальных и корональных T2-взвешенных изображениях (а, б) визуализируется круглый очаг с ровными четкими контурами в IV сегменте печени (пунктирная стрелка), очаги, имеющие сигнал от умеренного до сильного, в печени (длинная стрелка), в воротах печени (короткая стрелка) и по брюшине (наконечники стрелок). На ПЭТ/МР томограммах (в, г) очаги повышенного захвата фтордезоксиглюкозы (злокачественные). Множественные очаги на проекции максимальной интенсивности всего тела (д) [74].

gery with following adjuvant chemotherapy [84] [85]. This allowed authors to conclude that neoadjuvant chemotherapy is an admissible alternative for patients with stage III - IV ovarian cancer, when optimal cytoreduction is not attainable.

Another conformable study is currently proceeding. TRUST, Trial on Radical Upfront Surgery in advanced ovarian cancer, is open randomized prospective multi-centre trial of the international collaboration. Its aim is to estimate what treatment mode is beneficial and to define the optimal timing of radical surgery in advanced ovarian cancer [86].

To the present day the attitude of clinical societies is in the following condition. In the ESMO guidelines released to the public in 2013 have recommended neoadjuvant chemotherapy and interval surgery for women in whom it is impossible to carry out optimal cytoreduction at initial presentation due to extensive tumour dissemination [35]. The same conclusion Society of Gynecologic Oncology and American Society of Clinical

Oncology has. The SGO and ASCO clinical practice guidelines characterize neoadjuvant chemotherapy with interval cytoreductive surgery as alternative option to primary debulking surgery in patients with high perioperative risk or low likelihood of achieving cytoreduction to <1 cm [36]. Similarly, BGCS guidelines declare that neoadjuvant chemotherapy followed by interval debulking surgery can be considered for patients with stage II - IV disease as non-inferior to primary upfront cytoreductive surgery in patients considered to be not optimally resectable because of significant disease burden [38]. According to the most recently published National Comprehensive Cancer Network guidelines 2018, for the patient with poor surgical prognosis and with bulky stage III and IV disease and who cannot undergo complete cytoreduction to residual disease 0 neoadjuvant chemotherapy followed by interval debulking surgery is preferable over the primary cytoreductive surgery [37].

Treatment Response Monitoring.

Assessment of response to chemotherapy counts on CA-125 measurement (the gold standard), clinical symptoms and visualization data [87]. It is reasonable to measure the tumor volume after 3 cycles of chemotherapy when its reduction [88], extent of enhancing walls, septations and mural nodular projections occurred [89]. Visualization data are evaluated according to the RECIST 1.1 criteria. These measurements are based on CT or MRI as second choice. But it often poses a challenge because RECIST 1.1 guidelines do not consider ascites or pleural effusion [90], cystic masses, foci <1 cm as a target, which complicate the assessment of the omental caking and serosal deposits [91]. Nevertheless, early distinction responders from non-responders to therapy can be reached not only on the tumor size criterion but also on molecular and microstructural changes by multiparametric MRI and PET/CT. Cell damage, provoked by chemotherapy, can be evaluated using DCE-MR and DW-MR imaging. Kyriazi and colleagues (2011) proved ADC to be treatment response biomarker in patients with advanced ovarian cancer. Apparent diffusion coefficients increasing after the first and the third cycles of treatment was associated with the final chemotherapy response [92]. Sala et al. (2012) received similar results. They indicated correlation between ADC with the cytotoxic effects of therapy [93]. The authors concluded DW-MR imaging to be the most appropriate imaging modality for monitoring response to neoadjuvant chemotherapy in patients with AOC. Another response biomarkers in gynecological malignancies assessed by multiparametric MRI need further exploration.

Imaging in recurrent disease.

The tumor considered to be recurrent in those cases when it is detected after a full response to the first course of chemotherapy. Interval without the tumor should be more than 6 months.

A high CA-125 serum level is suspected for presence of disease recurrence [62]. To date, the researchers have not come to a certain conclusion in choosing the best method of visualization of the site and extent of disease relapse [69]: CA-125 measurement with CT, MRI, and PET/CT are using for recurrence detection.

In cases with negative CT and MRI results PET/CT can be helpful. Two meta-analyses conducted by Gu and colleagues (2009) [94] (34 studies) and most recent by Suppiah and colleagues (2017)[95] (13 studies) proved PET/CT to be a useful supplement to current surveillance techniques. As for ovarian cancer staging PET/CT shows the best results in evaluation small peritoneal lesions and metastatic lymph nodes. Yuan et al. (2012) [66] analyzed 118 studies with 882 patients and compared PET/CT, CT and MR imaging results in detecting lymph nodes in recurrent

ovarian cancer. The sensitivity and specificity values of 73.2% and 96.7% for PET/CT, respectively, over 42.6% and 95%, respectively, for CT, and 54.7% and 88.3%, respectively, for MRI. This results lead Yuan and colleagues to the conclusion that PET/CT is a more accurate visualization method for this purpose.

Particular attention should be paid to the use of functional MR imaging in the diagnosis of relapse. Michielsen et al. (2016) evaluated the clinical expediency of using DWI in the diagnosis and prognosis of tumor resection results in patients with suspected ovarian cancer recurrence [96]. The accuracy of DWI-MRI in the detection of relapse was 94%, while the accuracy of CT was 78%. The authors concluded that the use of DWI-MRI allows to optimize treatment strategy of relapse and increases the survival of this patient group.

Another study conducted in Russia confirms the feasibility of using DWI-MRI in the pelvic relapse diagnosis. When using functional techniques in combination with standard MRI protocol, Rubtsova et al. (2017) [97] attained accuracy, sensitivity, specificity of 89%, 88% and 100% respectively. The obtained outcome allows to include DWI-MRI in examination plan for patients with unfavorable prognostic factors after chemotherapy for primary disease with the presence of biochemical relapse.

Summary.

Imaging is pivotal in the management of patients with ovarian cancer. According to ESUR, ACR, ESMO, ASCO and SGO, NCCN and BGCS imaging modality of choice for characterization of adnexal masses suspected for malignancy is US. The main methodology for assessing the extend of the tumor is CT, which is additional to surgical staging. Problem-solving modalities in staging of advanced ovarian cancer are MRI and PET/CT. MRI is a gold standard of differential diagnosis. Imaging allows to plan upcoming surgery making it more "targeted". Moreover, imaging enables to predict the possibility of performing optimal or complete cytoreduction reaching residual disease 0 cm or residual disease 1 cm after primary debulking surgery. Currently, there is a tendency to remove all macroscopic foci from the abdomen to achieve residual disease 0 cm. Women with non-resectable disease do not benefit from primary surgery and should be offered to undergo neoadjuvant chemotherapy followed by interval debulking surgery. Multi-parametric MR imaging provides molecular and metabolic information which can early distinguish responders from non-responders to chemotherapy by increasing ADC after the treatment. Relapse diagnosis is based on increased serum CA 125 level with radiological evaluation. In conditions with no biochemical recurrence imaging plays the key role in diagnosis.

DWI-MRI has high accuracy, sensitivity, specificity for relapse ovarian cancer detection.

Authors declare the absence of potential conflict of interests.

Authors transmit editorial right to article

References:

1. Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova, G.V. (ed.). *Sostoyanie onkologicheskoi pomoshchi nase-leniyu Rossii v 2017 godu*. M.: MNIOI im. P.A. Gertsena, 2018 (in Russian).
2. Kaprin A.D., Starinskii V.V., Petrova G.V. (ed.). *Zlo-kachestvennyye novoobrazovaniya v Rossii v 2016 godu*. M.: MNIOI im. P.A. Gertsena, 2018 (in Russian).
3. National Institutes of Health, National Cancer Institute, Surveillance, Epidemiology, and End Results Program. 2016. Available at: <http://www.seer.cancer.gov>. See Appendix I, Surveillance, Epidemiology, and End Results Program (SEER).
4. Siegel R.L., Miller K.D., Jemal A. Cancer statistics, 2018. *CA Cancer J Clin*. 2018; 68(1): 7–30. doi: 10.3322/caac.21442
5. Meinhold-Heerlein I., Fotopoulou C., Harter P., Kurzeder C., Mustea A., Wimberger P. Et al. The new WHO classification of ovarian, fallopian tube, and primary peritoneal cancer and its clinical implications. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. 2016; 293(4): 695–700. doi:10.1007/s00404-016-4035-8
6. Prat J. Staging Classification for Cancer of the Ovary, Fallopian Tube, and Peritoneum. *Obstetrics & Gynecology*. 2015; 126(1): 171–174. doi:10.1097/aog.0000000000000917
7. Javadi S., Ganeshan D. M., Qayyum A., Iyer R. B., Bhosale P. Ovarian Cancer, the Revised FIGO Staging System, and the Role of Imaging. *American Journal of Roentgenology*. 2016; 206(6): 1351–1360. doi:10.2214/ajr.15.15199
8. Shaw P. A., Rouzbahman M., Pizer E. S., Pintilie M., Begley H. Candidate serous cancer precursors in fallopian tube epithelium of BRCA1/2 mutation carriers. *Modern Pathology*. 2009; 22(9): 1133–1138. doi:10.1038/modpathol.2009.89
9. McCluggage W. G. Morphological subtypes of ovarian carcinoma: a review with emphasis on new developments and pathogenesis. *Pathology*. 2011; 43(5): 420–432. doi:10.1097/pat.0b013e328348a6e7
10. Sciscione A. Ovarian Cancer. In: Ferri F, editor. *Ferri's Clinical Advisor*. Philadelphia: Elsevier. 2018; 932-933. e1
11. Kurman R, Carcangiu M, Herrington C. et al. WHO Classification of tumours of female re-productive organs. Lyon: IARC Press; 2014.
12. Havrilesky L, Sanders G, Kulasingam S, et al. Development of an ovarian cancer screening decision model that incorporates disease heterogeneity: implications for potential mortality reduction. *Cancer*. 2011; 117(3): 545-53. doi: 10.1002/cncr.25624
13. Meinhold-Heerlein I, Hauptmann S. The heterogeneity of ovarian cancer. *Arch Gynecol Obstet*. 2014; 289(2): 237-9. doi: 10.1007/s00404-013-3114-3.
14. Kurman R. J., Shih I. M. The Dualistic Model of Ovarian Carcinogenesis: Revisited, Re-vised, and Expanded. *The American Journal of Pathology*. 2016; 186(4): 733–747. doi:10.1016/j.ajpath.2015.11.011
15. Miccò M., Sala E., Lakhman Y., Hricak H., Vargas H. A. Role of Imaging in the Pretreatment Evaluation of Common Gynecological Cancers. *Women's Health*. 2014; 10(3): 299–321. doi:10.2217/whe.14.19
16. Pandharipande P.V., Lowry K.P., Reinhold C., Atri M., Benson C.B., Bhosale P.R. et al. ACR Appropriateness Criteria® Ovarian Cancer Screening Expert Panel on Women's Imaging. *J Am Coll Radiol*. 2017;14(11S): 490-S499. doi: 10.1016/j.jacr.2017.08.049.
17. Prat J. Staging classification for cancer of the ovary, fallopian tube, and peritoneum. *Int J Gynaecol Obstet*. 2014; 124(1): 1-5. doi: 10.1016/j.ijgo.2013.10.001
18. Mutch D. G., Prat J. 2014 FIGO staging for ovarian, fallopian tube and peritoneal cancer. *Gynecol Oncol*. 2014; 133(3): 401–404. doi:10.1016/j.ygyno.2014.04.013
19. Prat J. Ovarian carcinomas: five distinct diseases with different origins, genetic alterations, and clinicopathological features. *Virchows Archiv*. 2012; 460(3): 237–249. doi:10.1007/s00428-012-1203-5
20. Suh D. H., Kim T. H., Kim J.-W., Kim S. Y., Kim H. S., Lee T. S. et al. Improvements to the FIGO staging for ovarian cancer: reconsideration of lymphatic spread and intraoperative tumor rupture. *Journal of Gynecologic Oncology*. 2013; 24(4): 352–358. doi:10.3802/jgo.2013.24.4.352
21. Mann J.W., Chalas E., Valea F.A. Cancer of the ovary, fallopian tube, and peritoneum: staging and initial management. *www. UpToDate.com* (2015). Accessed 19 Jan 2016.
22. Heintz A.P., Odicino F., Maisonneuve P., Quinn M.A., Benedet J.L., Creasman W.T. et al. Carcinoma of the ovary: FIGO 26th Annual Report on the Results of Treatment in Gynecological Cancer. *Int J Gynaecol Obstet*. 2006; 95 Suppl: 161–192. doi: 10.1016/S0020-7292(06)60033-7
23. Ayhan A., Gultekin M., Taskiran C., Celik N. Y., Usubutun A., Kucukali T., Yuce K. Lymphatic metastasis in epithelial ovarian carcinoma with respect to clinicopathological variables. *Gynecol Oncol*. 2005; 97(2): 400–404. doi:10.1016/j.ygyno.2005.01.038
24. Ayhan A., Gultekin M., Dursun P., Dogan N. U., Aksan G., Guven S. et al. Metastatic lymph node number in epithelial ovarian carcinoma: Does it have any clinical significance? *Gynecol Oncol*. 2008; 108(2): 428–432. doi:10.1016/j.ygyno.2007.09.014
25. Baek S.J., Park J.Y., Kim D.Y. et al. Stage IIIc epithelial ovarian cancer classified solely by lymph node metastasis has a more favorable prognosis than other types of stage IIIc epithelial ovarian cancer. *J Gynecol Oncol*. 2008; 19(4): 223–228. doi:10.3802/jgo.2008.19.4.223
26. Cliby W. A., Aletti G. D., Wilson T. O., Podratz K. C. Is it justified to classify patients to Stage IIIc epithelial ovarian cancer based on nodal involvement only? *Gynecol Oncol*. 2006; 103(3): 797–801. doi:10.1016/j.ygyno.2006.08.047
27. Ferrandina G, Scambia G, Legge F, Petrillo M, Salutarì V. Ovarian cancer patients with “node-positive-only” stage IIIc disease have a more favorable outcome than stage IIIA/B. *Gy-*

- necol Oncol. 2007; 107: 154–156. doi:10.1016/j.ygyno.2007.05.016
28. Forstner R., Meissnitzer M., Cunha T.M. Update on Imaging of Ovarian Cancer. *Curr Radiol Rep.* 2016; 4: 31. doi: 10.1007/s40134-016-0157-9
29. Jacquet P., Sugarbaker P. Clinical research methodologies in diagnosis and staging of patients with peritoneal carcinomatosis. *Cancer Treatment and Research.* 1996; 82: 359–374. doi: 10.1007/978-1-4613-1247-5_23
30. Roviello F., Pinto E., Corso G., Pedrazzani C., Caruso S., Filippeschi M. et al. Safety and potential benefit of hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (HIPEC) in peritoneal carcinoma-tosis from primary or recurrent ovarian cancer. *Journal of Surgical Oncology.* 2010; 102(6): 663–670. doi:10.1002/jso.21682
31. Suidan R.S., Ramirez P.T., Sarasohn D.M., Teitcher J.B., Mironov S., Iyer R.B. et al. A multicenter prospective trial evaluating the ability of preoperative computed tomography scan and serum CA-125 to predict suboptimal cytoreduction at primary debulking surgery for advanced ovarian, fallopian tube, and peritoneal cancer. *Gynecol. Oncol.* 2014; 134: 455–461. doi:10.1016/j.ygyno.2014.03.079
32. Forstner R., Sala E., Kinkel K., Spencer J. A. ESUR guidelines: ovarian cancer staging and follow-up. *Eur Radiol.* 2010; 20(12): 2773–2780. doi:10.1007/s00330-010-1886-4
33. Fischerova D., Burgetova A. Imaging techniques for the evaluation of ovarian cancer. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology.* 2014; 28(5): 697–720. doi:10.1016/j.bpobgyn.2014.04.006
34. Mitchell D. G., Javitt M. C., Glanc P., Bennett G. L., Brown D. L., Dubinsky T. et al. ACR Appropriateness Criteria Staging and Follow-up of Ovarian Cancer. *J Am Coll Radiol.* 2013; 10(11): 822–827. doi: 10.1016/j.jacr.2013.07.017
35. Ledermann J. A., Raja F. A., Fotopoulou C., Gonzalez-Martin A., Colombo N., Sessa C. Newly diagnosed and relapsed epithelial ovarian carcinoma: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Annals of Oncology.* 2013; 24(suppl 6), vi24–vi32. doi:10.1093/annonc/mdt333
36. Wright A. A., Bohlke K., Armstrong D. K., Bookman M. A., Cliby W., Coleman A. et al. Neoadjuvant Chemotherapy for Newly Diagnosed, Advanced Ovarian Cancer: Society of Gynecologic Oncology and American Society of Clinical Oncology Clinical Practice Guideline. *Journal of Clinical Oncology.* 2016; 34(28), 3460–3473. doi:10.1200/jco.2016.68.6907
37. Armstrong D. K., Plaxe S. C., Alvarez R.D. et al. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology, Ovarian Cancer, Including Fallopian Tube Cancer and Primary Peritoneal Cancer. Version 1. 2018. Available at nccn.org. (Accessed February 28, 2018).
38. Fotopoulou C., Hall M., Cruickshank D., Gabra H., Ganesan R., Hughes C. et al. British Gynaecological Cancer Society (BGCS) epithelial ovarian/fallopian tube/primary peritoneal cancer guidelines: recommendations for practice. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology.* 2017; 213: 123–139. doi:10.1016/j.ejogrb.2017.04.016
39. Nelson B. E., Rosenfield A. T., Schwartz P. E. Preoperative abdominopelvic computed tomographic prediction of optimal cytoreduction in epithelial ovarian carcinoma. *Journal of Clinical Oncology.* 1993; 11(1): 166–172. doi:10.1200/jco.1993.11.1.166
40. Meyer J. I., Kennedy A. W., Friedman R., Ayoub A., Zepp R. C. Ovarian carcinoma: value of CT in predicting success of debulking surgery. *American Journal of Roentgenology.* 1995; 165(4): 875–878. doi:10.2214/ajr.165.4.7676985
41. Bristow R. E., Duska L. R., Lambrou N. C., Fishman E. K., O'Neill M. J., Trimble E. L. et al. A model for predicting surgical outcome in patients with advanced ovarian carcinoma using computed tomography. *Cancer.* 2000; 89(7): 1532–40. doi: 10.1002/1097-0142(20001001)89:7<1532::AID-CNCR17>3.0.CO;2-A
42. Dowdy S. C., Mullany S. A., Brandt K. R., Huppert B. J., Cliby W. A. The utility of computed tomography scans in predicting suboptimal cytoreductive surgery in women with advanced ovarian carcinoma. *Cancer.* 2004; 101(2): 346–352. doi:10.1002/cncr.20376
43. Qayyum A., Coakley F. V., Westphalen A. C., Hricak H., Okuno W. T., Powell B. Role of CT and MR imaging in predicting optimal cytoreduction of newly diagnosed primary epithelial ovarian cancer. *Gynecologic Oncology.* 2005; 96(2): 301–306. doi:10.1016/j.ygyno.2004.06.054
44. Axtell A. E., Lee M. H., Bristow R. E., Dowdy S. C., Cliby W. A., Raman S. et al. Multi-Institutional Reciprocal Validation Study of Computed Tomography Predictors of Suboptimal Primary Cytoreduction in Patients With Advanced Ovarian Cancer. *Journal of Clinical Oncology.* 2007; 25(4): 384–389. doi:10.1200/jco.2006.07.7800
45. Jung D. C., Kang S., Kim M. J., Park S. Y., Kim H. B. Multidetector CT predictors of incomplete resection in primary cytoreduction of patients with advanced ovarian cancer. *European Radiology.* 2009; 20(1): 100–107. doi:10.1007/s00330-009-1533-0
46. Fujwara K., Yoshino K., Enomoto T., Fujita M., Ueda Y., Miyatake T. et al. Usefulness of computed tomography in predicting cytoreductive surgical outcomes for ovarian cancer. *Arch Gynecol Obstet.* 2011; 284(6): 1501–7. doi: 10.1007/s00404-011-1864-3
47. Borley J., Wilhelm-Benartzi C., Yazbek J., Williamson R., Bharwani N., Stewart V. et al. Radiological predictors of cytoreductive outcomes in patients with advanced ovarian cancer. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology.* 2014; 122(6): 843–849. doi:10.1111/1471-0528.12992
48. Kim H., Choi C., Lee Y., Kim T., Lee J., Bae D. et al. Surgical outcome prediction in patients with advanced ovarian cancer using computed tomography scans and intraoperative findings. *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology.* 2014; 53(3): 343–347. doi:10.1016/j.tjog.2013.10.041
49. Son H., Kim S., Kwon B., Kim M., Kim C., Cho S. Preoperative prediction of suboptimal resection in advanced ovarian cancer based on clinical and CT parameters. *Acta Radiologica.* 2016; 58(4): 498–504. doi:10.1177/0284185116658683
50. Coakley F. V., Choi P. H., Gougoutas C. A., Pothuri B., Venkatraman E., Chi D. et al. Peritoneal Metastases: Detection with Spiral CT in Patients with Ovarian Cancer. *Radiology.* 2002; 223(2): 495–499. doi:10.1148/radiol.2232011081
51. Oh J.-W., Rha S. E., Oh S. N., Park M. Y., Byun J. Y., Lee A. Diffusion-weighted MRI of epithelial ovarian cancers: Correlation of apparent diffusion coefficient values with histologic grade and surgical stage. *European Journal of Radiology.* 2015; 84(4): 590–595. doi:10.1016/j.ejrad.2015.01.005
52. Stein E. B., Wasnik A. P., Sciallis A. P., Kamaya A.,

- Maturen K. E. MR Imaging–Pathologic Correlation in Ovarian Cancer. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*. 2017; 25(3): 545–562. doi:10.1016/j.mric.2017.03.004
53. Fehniger J., Thomas S., Lengyel E., Liao C., Tenney M., Oto A., Yamada S. D. A prospective study evaluating diffusion weighted magnetic resonance imaging (DW-MRI) in the detection of peritoneal carcinomatosis in suspected gynecologic malignancies. *Gynecologic Oncology*. 2016; 142(1): 169–175. doi:10.1016/j.ygyno.2016.04.018
54. Low R. N., Barone R. M., Lucero J. Comparison of MRI and CT for Predicting the Peritoneal Cancer Index (PCI) Preoperatively in Patients Being Considered for Cytoreductive Surgical Procedures. *Annals of Surgical Oncology*. 2014; 22(5): 1708–1715. doi:10.1245/s10434-014-4041-7
55. Forstner R., Hricak H., Occhipinti K., Powell C., Frankel S., Stern J. Ovarian cancer: staging with CT and MR imaging. *Radiology*. 1995; 197(3): 619–626. doi:10.1148/radiology.197.3.7480729
56. Low R., Barone R. Combined diffusion-weighted and gadolinium-enhanced MRI can accurately predict the peritoneal cancer index preoperatively in patients being considered for cytoreductive surgical procedures. *Ann Surg Oncol*. 2012; 19: 1394–1401. doi: 10.1245/s10434-012-2236-3
57. Espada M., Garcia-Flores J., Jimenez M., Alvarez-Moreno E., De Haro M., Gonzalez-Cortijo L. et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging evaluation of intra-abdominal sites of implants to predict likelihood of suboptimal cytoreductive surgery in patients with ovarian carcinoma. *Eur Radiol*. 2013; 23: 2636–2642. doi: 10.1007/s00330-013-2837-7
58. Solopova A., Ternovoy S., Alipov V., Makatsariya A. Use of integrated diffusion-weighted magnetic-resonance imaging in pre-operative evaluation of resectability advanced ovarian cancer. *Obstetrics, gynecology and reproduction*. 2017; 11 (2): 5–11 (in Russian). doi: 10.17749/2313-7347.2017.11.2.005-011
59. Kasper S. M., Dueholm M., Marinovskij E., Blaakær J. Imaging diagnostics in ovarian cancer: magnetic resonance imaging and a scoring system guiding choice of primary treatment. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. 2017; 210: 83–89. doi:10.1016/j.ejogrb.2016.10.034
60. Michielsen K., Vergote I., Op de Beeck K., Amant F., Leunen K., Moerman P. et al. Whole-body MRI with diffusion-weighted sequence for staging of patients with suspected ovarian cancer: a clinical feasibility study in comparison to CT and FDG-PET/CT. *Eur Radiol*. 2014; 24(4): 889–901. doi:10.1007/s00330-013-3083-8
61. Marzola M. C., Chondrogiannis S., Rubello D. Fludeoxyglucose F 18 PET/CT Assessment of Ovarian Cancer. *PET Clinics*. 2018; 13(2): 179–202. doi:10.1016/j.cpet.2017.11.005
62. Kitajima K., Ebina Y., Sugimura K. Present and future role of FDG-PET/CT imaging in the management of gynecologic malignancies. *Jpn J Radiol*. 2014; 32(6): 313–323. doi:10.1007/s11604-014-0317-x
63. Fruscio R., Sina F., Dolci C., Signorelli M., Crivellaro C., Dell'Anna T. et al. Preoperative 18F-FDG PET/CT in the management of advanced epithelial ovarian cancer. *Gynecol Oncol*. 2013; 131(3): 689–693. doi:10.1016/j.ygyno.2013.09.024
64. Hynninen J., Kemppainen J., Lavonius M., Virtanen J., Matomäki J., Oksa S. et al. A prospective comparison of integrated FDG-PET/contrast-enhanced CT and contrast-enhanced CT for pretreatment imaging of advanced epithelial ovarian cancer. *Gynecol Oncol*. 2013; 131(2): 389–394. doi:10.1016/j.ygyno.2013.08.023
65. Kitajima K., Murakami K., Yamasaki E., Kaji Y., Fukasawa I., Inaba N. et al. Diagnostic accuracy of integrated FDG-PET/contrast-enhanced CT in staging ovarian cancer: comparison with enhanced CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2008; 35(10): 1912–1920. doi:10.1007/s00259-008-0890-2
66. Yuan Y., Gu Z.-X., Tao X.-F., Liu S.-Y. Computer tomography, magnetic resonance imaging, and positron emission tomography or positron emission tomography/computer tomography for detection of metastatic lymph nodes in patients with ovarian cancer: A meta-analysis. *Eur J Radiol*. 2012; 81(5): 1002–1006. doi:10.1016/j.ejrad.2011.01.112
67. Signorelli M., Guerra L., Pirovano C., Crivellaro C., Fruscio R., Buda A. et al. Detection of nodal metastases by 18F-FDG PET/CT in apparent early stage ovarian cancer: A prospective study. *Gynecol Oncol*. 2013; 131(2): 395–399. doi:10.1016/j.ygyno.2013.08.022
68. Bharwani N., Reznek R. H., Rockall A. G. Ovarian Cancer Management: The role of imaging and diagnostic challenges. *Eur J Radiol*. 2011; 78(1): 41–51. doi:10.1016/j.ejrad.2010.11.039
69. Mapelli P., Incerti E., Fallanca F., Gianolli L, Picchio M. Imaging biomarkers in ovarian cancer: the role of ¹⁸F-FDG PET/CT. *Q J Nucl Med Mol Imaging*. 2016; 60(2): 93–102
70. Schmidt S., Meuli R. A., Ahtari C., Prior J. O. Peritoneal Carcinomatosis in Primary Ovarian Cancer Staging. *Clin Nucl Med*. 2015; 40(5): 371–377. doi:10.1097/rlu.0000000000000768
71. Kumar L., Pramanik R., Kumar S., Bhatla N., Malik S. Neoadjuvant chemotherapy in gynaecological cancers – Implications for staging. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*. 2015; 29(6): 790–801. doi:10.1016/j.bpobgyn.2015.02.008
72. Bristow R., Giuntoli R., Pannu H., Schulick R., Fishman E. and Wahl R. Combined PET/CT for detecting recurrent ovarian cancer limited to retroperitoneal lymph nodes. *Gynecologic Oncology*. 2005; 99: 294–300. doi: 10.1016/j.ygyno.2005.06.019
73. Queiroz M. A., Kubik-Huch R. A., Hauser N., Freiwald-Chilla B., von Schulthess G., Froehlich, J. M. et al. PET/MRI and PET/CT in advanced gynaecological tumours: initial experience and comparison. *Eur Radiol*. 2015; 25(8): 2222–2230. doi:10.1007/s00330-015-3657-8
74. Partovi S, Kohan A, Rubbert C, Vercher-Conejero J.L., Gaeta C., Yuh R. et al. Clinical oncologic applications of PET/MRI: a new horizon. *Am J Nucl Med Mol Imaging*. 2014; 4:202–12.
75. Wright A. A., Bohlke K., Armstrong D. K., Bookman M. A., Cliby W. A., Coleman R. L. et al. Neoadjuvant chemotherapy for newly diagnosed, advanced ovarian cancer: Society of Gynecologic Oncology and American Society of Clinical Oncology Clinical Practice Guideline. *Gynecologic Oncology*. 2016; 143(1): 3–15. doi:10.1016/j.ygyno.2016.05.022
76. Chang S.-J., Hodeib M., Chang J., Bristow R. E. Survival impact of complete cytoreduction to no gross residual disease for advanced-stage ovarian cancer: A meta-analysis. *Gynecol Oncol*. 2013; 130(3): 493–498. doi:10.1016/j.ygyno.2013.05.040

77. Wallace S., Kumar, A. Mc Gree M., Weaver, A., Mariani A., Langstraat C. et al. Efforts at maximal cytoreduction improve survival in ovarian cancer patients, even when complete gross resection is not feasible. *Gynecol Oncol.* 2017; 145(1): 21–26. doi:10.1016/j.ygyno.2017.01.029
78. Choi C., Kim W. Y., Lee D. H., Oh S. S. Cytoreduction of bulky para-aortic lymphadenopathy from metastatic ovarian cancer. *Gynecol Oncol.* 2017; 147(1): 188. doi:10.1016/j.ygyno.2017.07.133
79. Sioulas V. D., Schiavone M. B., Kadouri D., Zivanovic O., Roche K. L., O’Cearbhaill R. et al. Optimal primary management of bulky stage IIIc ovarian, fallopian tube and peritoneal carcinoma: Are the only options complete gross resection at primary debulking surgery or neoadjuvant chemotherapy? *Gynecol Oncol.* 2017; 145(1): 15–20. doi:10.1016/j.ygyno.2017.02.023
80. Vermeulen C. K. M., Tadesse W., Timmermans M., Kruitwagen R. F. P. M., Walsh T. Only complete tumour resection after neoadjuvant chemotherapy offers benefit over suboptimal debulking in advanced ovarian cancer. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology.* 2017; 219: 100–105. doi:10.1016/j.ejogrb.2017.10.019
81. Liu J. Should neoadjuvant chemotherapy be preferred to an alternative treatment for advanced ovarian cancer: Comparison of neoadjuvant chemotherapy followed by interval debulking surgery and primary debulking surgery in patients with advanced ovarian cancer. *Gynecol Oncol.* 2015; 137: 176. doi:10.1016/j.ygyno.2015.01.441
82. Conrad L. B., Schmidt S., Bailey A. A., Carlson M., Kehoe S., Richardson D. et al. Patients with Sarcopenia Benefit from Neoadjuvant Chemotherapy in Advanced Ovarian Cancer. *Gynecol Oncol.* 2017; 147(1): 226. doi:10.1016/j.ygyno.2017.07.094
83. Kessous R., Laskov I., Abitbol J., Bitharas J., Yasmeen A., Salvador S., Lau S., Gotlieb W. H. Clinical outcome of neoadjuvant chemotherapy for advanced ovarian cancer. *Gynecol Oncol.* 2017; 144(3): 474–479. doi: 10.1016/j.ygyno.2016.12.017
84. Vergote I., Trope C.G., Amant F., Kristensen G. B., Ehlen T., Johnson N. et al. Neoadjuvant chemotherapy or primary surgery in stage IIIc or IV ovarian cancer. *N. Engl. J. Med.* 2010; 363(10): 943–953. doi: 10.1056/NEJMoa0908806.
85. Kehoe S., Hook J., Nankivell M., Jayson G. C., Kitchen H., Lopes T. et al. Primary chemotherapy versus primary surgery for newly diagnosed advanced ovarian cancer (CHORUS): an open-label, randomised, controlled, non-inferiority trial. *The Lancet.* 2015; 386(9990): 249–257. doi:10.1016/s0140-6736(14)62223-6
86. Available at: <https://clinicaltrials.gov/show/NCT02828618>
87. Rustin G., Vergote I., Eisenhauer E., Pujade-Lauraine E., Quinn M., Thigpen T. et al. Definitions for Response and Progression in Ovarian Cancer Clinical Trials Incorporating RECIST 1.1 and CA 125 Agreed by the Gynecological Cancer Inter-group (GCIg). *International Journal of Gynecological Cancer.* 2011; 21(2): 419–423. doi:10.1097/IGC.0b013e3182070f17
88. Rockall A., Munari A., Avril N. New ways of assessing ovarian cancer response: metabolic imaging and beyond. *Cancer Imaging.* 2012; 12(2): 310–314. doi:10.1102/1470-7330.2012.9004
89. Mahajan A., Sable N., Popat P., Bhargava P., Gangadhar K., Thakur M. et al. Magnetic Resonance Imaging of Gynecological Malignancies: Role in Personalized Management. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI.* 2017; 38(3): 231–268. doi:10.1053/j.sult.2016.11.005
90. Forstner R., Meissnitzer M., Schlattau A., Spencer J. MRI in ovarian cancer. *Imaging in Medicine.* 2012; 4(1): 59–75. doi:10.2217/IM.11.69
91. Marcus C., Maxwell G., Darcy K., Hamilton C., McGuire W. Current Approaches and Challenges in Managing and Monitoring Treatment Response in Ovarian Cancer. *Journal of Cancer.* 2014; 5(1): 25–30. doi:10.7150/jca.7810
92. Kyriazi S., Collins D., Messiou C., Pennert K., Davidson R., Giles, S. et al. Metastatic Ovarian and Primary Peritoneal Cancer: Assessing Chemotherapy Response with Diffusion-weighted MR Imaging—Value of Histogram Analysis of Apparent Diffusion Coefficients. *Radiology.* 2011; 261(1): 182–192. doi:10.1148/radiol.11110577
93. Sala E., Kataoka M., Priest A., Gill A., McLean M., Joubert I. et al. Advanced Ovarian Cancer: Multiparametric MR Imaging Demonstrates Response- and Metastasis-specific Effects. *Radiology.* 2012; 263(1): 149–159. doi:10.1148/radiol.11110175
94. Gu P., Pan L., Wu S., Sun L., Huang G. CA 125, PET alone, PET-CT, CT and MRI in diagnosing recurrent ovarian carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Radiol.* 2009; 71(1): 164–174. doi:10.1016/j.ejrad.2008.02.019
95. Suppiah S., Chang W., Hassan H., Kaewput C., Asri A., Saad F. et al. Systematic review on the accuracy of positron emission tomography/computed tomography and positron emission tomography/magnetic resonance imaging in the management of ovarian cancer: is functional information really needed? *World J Nucl Med.* 2017; 16(3): 176–185. doi:10.4103/wjnm.WJNM_31_17
96. Michielsen K., Vergote I., Dresen R., Op de Beeck K., Vanslebrouck R., Amant F. et al. Whole body diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of recurrent ovarian cancer: a clinical feasibility study. *Br J Radiol.* 2016; 89(1067): 20160468. doi:10.1259/bjr.20160468
97. Bakhtiozin R., Safiullin R. Whole-body diffusion-weighted imaging in diagnosis and monitoring of malignant neoplasm treatment. *REJR.* 2011; 1(2): 13–18. 10.
98. Rubtsova N., Novikova E., Sychenkova I. Current possibilities of magnetic – resonance imaging in detection of ovarian cancer. *Research’n Practical Medicine Journal.* 2017; 4(1): 40–48 (in Russian). doi:10.17709/2409-2231-2017-4-1-5
99. Fournier L., Bennani S., Bats A., Rousseau C., Bensaid C., Lecuru F. et al. Pitfalls in Imaging For Advanced Ovarian Cancer. *Seminars in Roentgenology.* 2015; 50(4): 284–293. doi:10.1053/j.ro.2015.08.005
100. Michielsen K., Dresen R., Vanslebrouck R., Keyzer F., Amant F., Mussen E. et al. Diagnostic value of whole body diffusion-weighted MRI compared to computed tomography for preoperative assessment of patients suspected for ovarian cancer. *European Journal of Cancer.* 2017; 83: 88–98. doi:10.1016/j.ejca.2017.06.010.

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И ПРОВЕДЕНИЯ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В РЕЖИМЕ «ВСЕ ТЕЛО» У ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛОЙ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМОЙ

Душин Д.Ю.¹, Терновой С.К.^{2,3}, Буренчев Д.В.¹

Цель исследования. данного научного обзора литературы. Представить наиболее актуальные обсуждения в мировом сообществе, направленные на улучшение проведения диагностического алгоритма у пациентов с тяжелой сочетанной травмой.

Материалы и методы. В работе рассматриваются основные травматические повреждения различных анатомических зон, критерии международного протокола Advanced Trauma Life Support (ATLS) и методы диагностики, направленные на выявление острой травматической патологии.

Выводы. Авторами рассматриваются нерешенные вопросы, а также улучшение алгоритма проведения мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в режиме «все тело», для оптимизации диагностических мероприятий, направленных на ведение пациентов с тяжелой сочетанной травмой (ТСТ).

Ключевые слова: тяжелая сочетанная травма, компьютерная томография в режиме «все тело», визуализация травматических повреждений, экстренная радиология.

Контактный автор: Душин Д.Ю., e-mail: daniil.dyshin@gmail.com

Для цитирования: Душин Д.Ю., Терновой С.К., Буренчев Д.В. Особенности диагностики и проведения мультиспиральной компьютерной томографии в режиме «все тело» у пациентов с тяжелой сочетанной травмой. REJR 2018; 8(3):48-59. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-48-59.

Статья получена: 22.06.18

Статья принята: 06.07.18

FEATURES OF DIAGNOSTICS AND "WHOLE BODY" MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY IN PATIENTS WITH SEVERE COMBINED TRAUMA

Dushin D.Yu.¹, Ternovoy S.K.^{2,3}, Burenchev D.V.¹

Purpose. This scientific review of the literature presents the most relevant discussions in the world community, aimed at improving the implementation of the diagnostic algorithm in patients with severe combined trauma.

Materials and methods. The work deals with the main traumatic injuries of various anatomical zones, the criteria of the Advanced Trauma Life Support (ATLS) protocol and diagnostic methods aimed at detecting acute traumatic pathology.

Conclusion. The authors consider unsolved issues, as well as the improvement of the multislice computed tomography (MSCT) algorithm in the "whole body" mode, to optimize diagnostic activities aimed at managing patients with severe combined trauma.

Keywords: severe combined trauma, computed tomography "whole body" scan, trauma imaging, emergency radiology.

Corresponding author: Karaseva E.A., e-mail: lvvt.krsv@gmail.com

For citation: Dushin D.Yu., Ternovoy S.K., Burenchev D.V. Features of diagnostics and "whole body" multispiral computed tomography in patients with severe combined trauma.

1 - ГБУЗ «ГКБ им. А.К. Ерамишанцева ДЗМ».
2 - ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).
3 - ФГБУ Научный медицинский исследовательский центр «Кардиологии» Минздрава России.
г. Москва, Россия.

1 - A.K. Eramishantseva City Clinical Hospital.
2 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University.
3 - Medical research center of Cardiology of Ministry of Healthcare. Moscow, Russia.

Received: 22.06.18

Accepted: 06.07.18

Травматизм по-прежнему является серьезной проблемой мирового здравоохранения. В структуре смертности населения экономически развитых и развивающихся стран он делит 3-е и 4-е место, а среди людей моложе 45 лет является основной ее причиной [1]. Высокая актуальность темы травматизма в России, в первую очередь, важна его распространенностью – в среднем ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) погибают около 27 тыс. человек, а инвалидизация у пострадавших достигает 30-45%. Эта проблема имеет высокую медицинскую и социальную значимость (стоимость медицинской помощи, высокие уровни смертности и инвалидности) и наносит экономический ущерб (потери вследствие утраты трудового потенциала общества). Согласно приведенным данным, ущерб от всех ДТП за 2008-2013 годы составляет около 2,5% валового национального продукта (ВВП) России, что в денежном эквиваленте доходит до 5,5 триллионов рублей, и сопоставимо со всеми расходами на здравоохранение за тот же период [28]. Однако учитывая развитие научно-технического прогресса и меры, направленные на предотвращение травматизма, отмечается тенденция к снижению смертности в России при ДТП. Так в период с 2014 по 2017 годы она уменьшается до 13% ежегодно. Существует также мнение, что высокая смертность от травматизма связана с отсутствием у специалистов достаточного количества информации о травмах пациентов [2].

Ведение пациентов с тяжелой сочетанной травмой в рамках протокола ATLS.

Под тяжелой сочетанной травмой понимается повреждение двух и более анатомических областей человека, одно из повреждений при этом является опасным для жизни. Выраженность проявлений тяжелой сочетанной травмы (ТСТ) зависит, прежде всего, от степени нарушений витальных функций, травматического шока и гемодинамической стабильности у пострадавшего. Своевременная диагностика повреждений, качественная реанимационная и хирургическая помощь так же являются важными факторами, влияющими на проявления травматической болезни.

Стандартизирующим подходом к диагностике и лечению пострадавших с политравмой в мировой практике является протокол ATLS. В нашей стране аналогичные критерии отсутствуют, однако руководство не противоречит российским стандартам оказания медицинской помощи при сочетанной травме (при-

ложение к приказу МЗ РФ от 24 декабря 2012 г. № 1394н) и может быть использовано в качестве разработки оптимального алгоритма действий медицинского персонала при ведении пациентов с политравмой.

Основной идеей ATLS является этапность оказания медицинского пособия и своевременное выявление наиболее угрожающего жизни повреждения [3]. основополагающими принципами является последовательное оказание помощи пострадавшим, устранение первоочередных жизнеугрожающих факторов, одновременное проведение реанимационных и диагностических мероприятий. Так, согласно протоколу, если на момент осмотра основные витальные функции не стабильны, то следующим этапом является транспортировка пострадавшего в операционную для выполнения экстренной хирургической коррекции. В случае отсутствия гемодинамических и дыхательных расстройств для оценки анатомических изменений жизненно важных структур при ТСТ применяется диагностический протокол обследования. По рекомендации ATLS пострадавшим с нестабильной гемодинамикой в экстренном порядке должно быть выполнено рентгенологическое обследование грудной клетки, живота, таза с целью обнаружения возможных источников кровотечения.

Ургентная сонография выполняется в виде e-FAST протокола (focused assessment with sonography for trauma) – стандартного начального ультразвукового исследования у пациентов с травмой. Задачей исследования является поиск свободной жидкости в абдоминальной, плевральной и перикардальной полостях, а также пневмоторакса. Авторы показывают, что для сокращения временных рамок обследования, у гемодинамически стабильных пациентов, а также уменьшения экономических затрат, следует отказываться от рентгенографии в реанимационном зале, ограничиваясь e-Fast протоколом, с дальнейшим проведением МСКТ в режиме «все тело» [4].

Роль МСКТ в диагностике поврежденных у пациентов с ТСТ.

Основополагающим моментом организации помощи пострадавшим с ТСТ является оперативность и комплексная оценка тяжести состояния пациента. Для чего в приемном отделении многопрофильного стационара организованы экстренная клиническая лаборатория, кабинет компьютерной томографии и реанимационный зал с диагностическим оборудованием, что позволяет дежурной бригаде специалистов определять тактику дальнейшего ведения пациента в короткий срок. Роль МСКТ в диагностике

политравмы неуклонно растет. В настоящее время МСКТ становится первичным неинвазивным диагностическим методом при экстренном ведении пациентов с политравмой [11 - 17].

Травматические повреждения головного мозга – лидирующая причина смертности и инвалидности у лиц до 45 лет [18, 19]. МСКТ позволяет выявить жизнеугрожающие повреждения и определить доминирующее или конкурирующее повреждение структур головного мозга: оценить степень компрессионно-дислокационного синдрома; уточнить локализацию, объем и вид оболочечных гематом, и наличие субарахноидального кровоизлияния; в дальнейшем оценивать послеоперационные изменения; определить вид и локализацию переломов свода и свода черепа, костей лицевого скелета. Пострадавшие в большинстве случаев доставляются в стационар на аппарате искусственной вентиляции легких (ИВА), без сознания, после проведенного комплекса противошоковых мероприятий. Поэтому «золотым» стандартом нейровизуализации в острейший и острый период является МСКТ головы с последующим послеоперационным контролем. Примером такого подхода является наше наблюдение пациента В., 43 лет (рис.1). Пациент поступил в больницу после железнодорожной травмы. Доставлен бригадой скорой медицинской помощи в реанимационный зал приемного отделения в крайне тяжелом состоянии, на щите, дыхание осуществляется аппаратом искусственной вентиляции легких, уровень сознания – медицинская седация.

Небольшие макроскопические поражения, не требующие экстренного оперативного вмешательства, но обладающие высокой клинической значимостью, связанные с диффузными аксональными поражениями, могут опуститься ниже порога разрешения для КТ. По этим причинам, магнитно-резонансная томография (МРТ) – более надежный метод для оценки данного повреждения [18, 19].

Исследования различных авторов показывают, что есть несоответствия в частоте встречаемости переломов лицевых костей, свода и свода черепа [18 - 20]. В качестве альтернативы МСКТ были рассмотрены рентгенография и сонография с высоким разрешением [5, 6]. Однако эти две методики очень ограничены при сложных и сочетанных травмах лица, а проведение МСКТ является превосходным методом для комплексной диагностики переломов всех костей лицевого скелета [5, 20]. Для вдавленных переломов свойственны ушибы и повреждения твердых мозговых оболочек, которые увеличивают риск инфекционного заражения [22]. При проведении МСКТ можно получить 3D-изображение костей черепа, для оказа-

ния помощи хирургам в удалении фрагментов из черепа и репозиционировании сломанной кости [22].

Переломы позвоночника составляют до 6% повреждений всего скелета [12]. В своем систематическом обзоре Sekhon и Fehlings доказали, что 55% всех повреждений позвоночника составляют травмы шейного отдела позвоночника, 15% – грудного отдела позвоночника, 15% – поясничного отдела позвоночника и 15% пояснично-крестцового отдела позвоночника, а риск повреждения спинного мозга при повреждениях шейного отдела позвоночника выше, чем в грудном и поясничном отделах позвоночника [21].

В исследовании многофункционального центра National Emergency X-Radiography Use Study (NEXUS) специалисты определили ключевые клинические факторы риска, которые несут прогностическую значимость при отсутствии переломов в шейном отделе позвоночника [23]. Они пришли к выводу, что визуализация не требуется при отсутствии следующих клинических признаков: нет чувствительности по срединной линии шейного отдела позвоночника, нет очаговой неврологической симптоматики, нормальный уровень самокритики, отсутствие интоксикации и болезненности на уровне повреждения. Специалисты NEXUS предположили, что с помощью их клинического прогнозирования можно идентифицировать пациентов с риском перелома с чувствительностью до 99,6%.

Аналогичное исследование было проведено Canadian Cervical Spine Group, которыми были выявлены критерии риска переломов шейного отдела позвоночника после тупой травмы [24]. Канадское общество обнаружило, что их клинические критерии имели 100%-ную чувствительность и специфичность 42,5% – для прогнозирования отсутствия повреждений шейного отдела позвоночника. Рекомендации этих двух сообществ отличаются, несмотря на это, преимущества одного над другим не сформировались. Сложность обоих исследований заключается в том, что на практике редко встречается пациент со всеми критериями, поэтому во многих случаях необходима дополнительная визуализация.

Wongwaisayawan и соавторы заявили, что пациенты с низким риском травмы проходят трехпроекционную рентгенограмму шейного отдела позвоночника (переднезадняя, боковая проекции и прицельная через открытый рот (для диагностики верхних шейных позвонков [7]. Однако рентгенограммы с простой пленкой могут быть нечувствительными к травмам шейного отдела



Рис. 1 а (Fig. 1 а)

Рис. 1 а. МСКТ черепа. 3D-реконструкция.

Пациент В., 43 года. Множественные переломы костей свода, основания черепа и лицевого скелета.

Fig. 1 а. Cranium MSCT. 3D-reconstruction.

Patient V., 43 years old. Multiple fractures of the bones of the arch, the base of the skull and the facial skeleton.

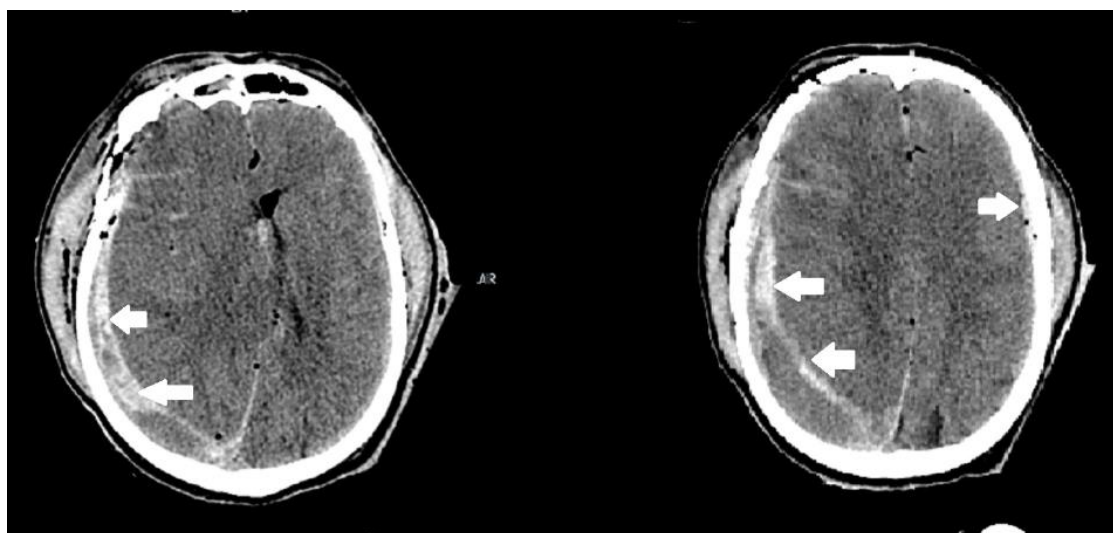


Рис. 1 б (Fig. 1 в)

Рис. 1 б. МСКТ. Аксиальная плоскость.

Тот же пациент. Субдуральные гематомы с двух сторон (стрелки). Смещение срединных структур влево, пневмоцефалия, субарахноидальное кровоизлияние.

Fig. 1 в. MSCT. Axial view.

The same patient. Subdural hematomas on both sides (arrows). The displacement of the median structures to the left, pneumocephaly, subarachnoid hemorrhage.

позвоночника, с недостаточными показателями 37-72%. Более того, было доказано, что рентгенограммы пациентов с политравмой требуют повторного проведения исследования [25].

Ackland и Cameron не согласны с выводами Wongwaisayawan и соавторами, утверждая, что NEXUS и CCR недостаточны для диагностики, а переломы в шейном отделе позвоночника нельзя исключить без МСКТ [8]. КТ-изображение является предпочтительным благодаря его высокой точности, скорости и способности получить изображения в коронарных и сагиттальных проекциях с лучшей визуализацией шейногрудного отдела

позвоночника. NEXUS и CCR в большей мере необходимы для дополнительной оценки степени тяжести спинномозговой травмы [7, 9].

МРТ не является методом выбора при остром травматическом повреждении позвоночника, вследствие длительности проведения исследования и более низкого порога чувствительности в определении повреждения костных структур по сравнению с МСКТ. Однако МРТ играет свою роль в визуализации шейного отдела позвоночника при оценке травматического повреждения, поскольку метод лучше, чем МСКТ, визуализирует мягкие ткани, включая спинной мозг и связки [7, 10].

Травмы грудной клетки являются второй

причиной смерти после повреждений головы [26]. Рентгенография и МСКТ – наиболее распространенные методы диагностики торакальных травм. Такие методы, как УЗИ, инвазивная ангиография и МРТ менее распространены при повреждениях грудной клетки, но иногда используются при некоторых затруднениях в обследовании [7]. Рентгенография является начальным этапом диагностики и может предоставить важную информацию, особенно у нестабильных пациентов. На рентгенограммах можно обнаружить такие патологии, как гемоторакс, пневмоторакс, коллапс легких и смещение средостения. Однако повреждения легочной ткани при ушибе легких диагностируются в первые часы после травмы только после выполнения МСКТ груди, что в значительной степени определяет тяжесть торакальных осложнений в раннем периоде [27]. У пациентов с тяжелой травмой грудной клетки часто используются эндотрахеальные трубки или плевральные дренажи, для быстрой проверки правильности установки которых необходимо проведение рентгенографии. Конечно, МСКТ выявляет более точно их неверное позиционирование, которое может остаться незамеченным на рентгенограмме [29]. Кроме того, информация, полученная при рентгенографии, не всегда достаточна для диагностики повреждений сосудов и многих других травм, которые лучше оценивать на КТ-изображениях [29, 30].

При тупой травме грудной клетки наиболее частым повреждением являются переломы ребер, которые выявляются у 50% пострадавших [29]. У пациентов с переломами ребер, особенно нижних, частота повреждения паренхиматозных органов брюшной полости в 5-10 раз выше, чем у тех пациентов, у которых они отсутствуют. Эти данные показывают, что КТ также необходимо провести на предмет травмы органов брюшной полости при подозрении на переломы нижних ребер, даже при отсутствии признаков повреждений грудной клетки при рентгенографии [31]. Для оценки травматической диссекции аорты следует использовать МСКТ с введением йодсодержащего контрастного препарата. МСКТ обеспечивает детальную визуализацию аорты и признаки ее травматических повреждений таких, как отслоение интимы, псевдоаневризма, интрамуральная гематома и экставазия контраста в плевральную полость или перикард [29].

Повреждения органов брюшной полости являются следствием тупых или проникающих травм при ДТП, падениях, огнестрельных и ножевых ранениях. Чаще всего повреждаются более крупные и фиксированные органы такие, как печень и селезенка. Так как они хорошо кровоснабжаются, может возникнуть внутрен-

нее кровотечение, которое приведет к летальному исходу [32, 33]. Были определены критерии для оценки степени тяжести повреждения внутренних органов брюшной полости. Для определения дальнейшей тактики лечения используется шкала, представленная Американской ассоциацией хирургов-травматологов, принятая в 1986 г. и пересмотренная в 1996 г. Ключевыми факторами для классификации повреждения селезенки, печени и почек, являются субкапсулярная гематома, глубина разрыва паренхиматозного органа и серьезное повреждение кровеносных сосудов, которые могут быть идентифицированы при проведении МСКТ [32]. Данная шкала включает как морфологические изменения органов, так и динамику прогрессирования и регресса повреждений, не требующих оперативного вмешательства, которые можно оценивать также с помощью МСКТ [37].

Множественные авторы считают, что наиболее предпочтительным методом обследования пациентов с абдоминальной травмой является МСКТ, которая сочетает в себе не только высокую специфичность и чувствительность, но и скорость проведения исследования, что позволяет получить информацию о наличии, характере и объеме повреждения в кратчайшие сроки [35, 36]. Наши данные (рис. 2 - 4) согласуются с авторами, и показывают высокую информативность метода в выявлении данной патологии.

Пациент К., 28 лет, травмы получены вследствие падения с 5-го этажа. В условиях реанимационного зала в приемном отделении выполнено УЗИ брюшной полости, выявлено наличие скудного количества свободной жидкости в брюшной полости. Учитывая данные УЗИ и стабильную гемодинамику, было выполнено МСКТ в режиме «все тело» с внутривенным введением йодсодержащего контрастного препарата.

Точность МСКТ в диагностике забрюшинного кровоизлияния по данным различных исследований составляет от 95% до 100%, а обнаружение его источника – 98,2 %, при этом можно не только уточнить степень травмы органов, но и определить признаки продолжающегося интенсивного кровотечения [32 - 34]. Если проведение КТ не представляется возможным, рекомендуется УЗИ, при котором также могут обнаруживаться повреждения органов брюшной полости. Однако УЗИ имеет низкую чувствительность для визуализации скопления свободной крови (менее чем 400 мл), и у него есть ограничение точного определения степени тяжести повреждения [32]. Также многие авторы отмечают, что одной из проблем в диагностике и лечении сочетанной травмы живота является большая частота различных ошибок и дефектов

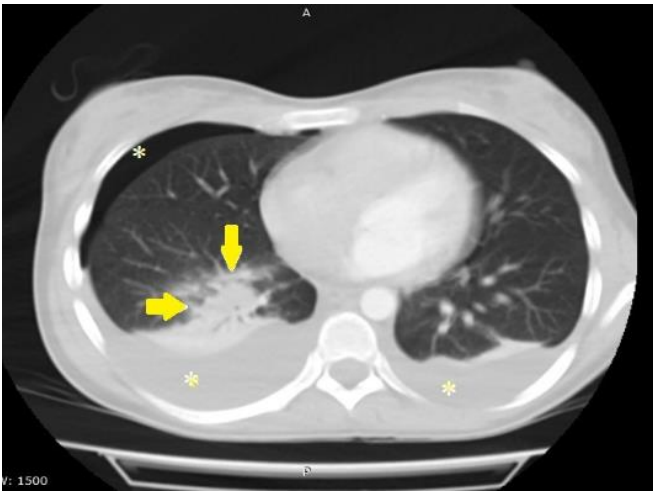


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

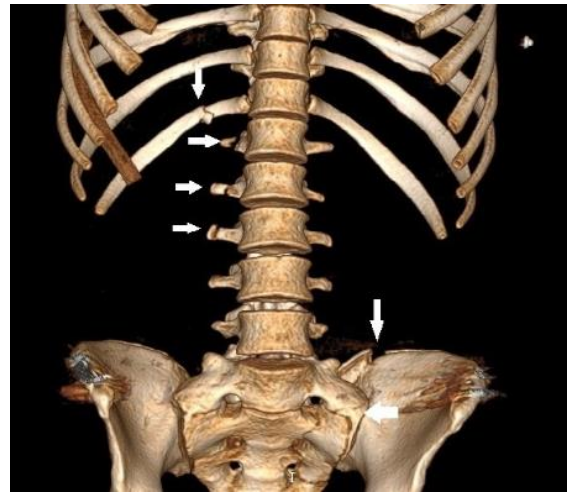


Рис. 2 б (Fig. 2 в)

Рис. 2. МСКТ с в/в контрастированием. А – Аксиальная плоскость, В – 3D-реконструкция.

Со стороны органов грудной клетки определяется пневмогемоторакс (*), ушиб легкого (желтые стрелки). Со стороны костных структур отмечаются множественные переломы костей скелета (белые стрелки).

Fig. 2. Contrast MSCT. A- axial view, B-3D reconstruction.

From the part of the chest organs determines pneumohemothorax (*), lung contusion (yellow arrows). From the side of the bone structures there are multiple fractures of the bones of the skeleton (white arrows).

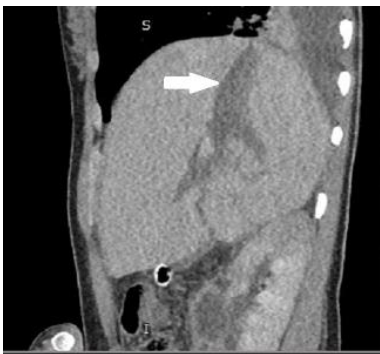


Рис. 3 а (Fig. 3 а)



Рис. 3 б (Fig. 3 в)



Рис. 3 в (Fig. 3 с)

Рис. 3. МСКТ, паренхиматозная фаза. А – Аксиальная плоскость, В – сагиттальная плоскость, С – корональная плоскость.

Отмечаются дефекты контрастирования в структуре печени – зоны разрывов (стрелки).

Fig. 3. MSCT, parenchymal phase. A-axial view, B-sagittal view, C-frontal view.

In the parenchymal phase, defects of contrast are determined in structure of liver – zones of ruptures (arrows).



Рис. 4 а (Fig. 4 а)



Рис. 4 б (Fig. 4 в)

Рис. 4. МСКТ. Тот же пациент. А - Корональная плоскость, В - аксиальная плоскость.

Определяются участки снижения накопления контрастного препарата (стрелки) в почечной паренхиме – участки ушибов (тип повреждения 1 а).

Fig. 4. MSCT. Same patient. A - coronal view, B - axial view.

In the same patient, zones of reducing the accumulation of the contrast agent (arrows) in the renal parenchyma – the sites of contusions (Grade 1a).

[38 - 40].

Селезенка является наиболее часто повреждаемым органом в брюшной полости, частота травматизации достигает 27-30%, второе по частоте повреждение – травма печени (до 18-20%); как правило, оба органа разрываются при тупой травме [32, 33, 37]. Степень тяжести поражения селезенки достаточно сложно диагностировать, так как у 40 % пациентов повреждения селезенки протекают бессимптомно [32]. Признаки повреждения могут быть смазанными, если у пациента есть травма головы или шеи, а также он находится в состоянии шока или интоксикации [32].

Травмы почек занимают 10% от общего числа повреждений в брюшной полости, в 80-90% их причиной являются тупые травмы [32, 41]. Также, как и при повреждениях печени и селезенки, возможно использование УЗИ для оценки состояния почек, но оно не так чувствительно для определения количества забрюшинной жидкости и повреждения паренхиматозных органов, как МСКТ [32]. МСКТ может определять такие осложнения, как псевдоаневризмы и артериовенозные свищи, экстравазацию контрастного препарата [41]. Консервативный подход используется при повреждениях 1-3 степени тяжести, в то время как интервенционная радиология применяется для решения более серьезных случаев при травмах 4 и 5 степеней тяжести [16].

Повреждение диафрагмы составляет до 7,6% всех травматических повреждений орга-

нов брюшной полости [37]. Обнаружение разрывов диафрагмы на рентгенограмме затруднительно и было связано со сложностью дифференцировки от ателектаза легких, изолированного повреждения легких и плевры, наличия гемопневмоторакса, и составило от 27% до 62% слева, а справа – до 17% [37]. В свою очередь статистические данные показывают, что МСКТ является наиболее точным методом диагностики данного повреждения, обладая чувствительностью 94% и специфичностью 98% [42].

Одной из редко встречающихся разновидностей абдоминальной травмы является травма желудочно-кишечного тракта и брыжейки (до 3-4,7% от всех повреждений органов брюшной полости). Такой вид травмы был чаще всего получен вследствие проникающих ранений живота, сопряженных с такими осложнениями, как разрыв сосудов брыжейки и пневмогемоперитонеумом (вследствие перфорации желудка, кишечника) [37, 43]. Многие исследования показывают, что МСКТ в диагностике травмы желудочно-кишечного тракта обладает 95,0% чувствительностью, а специфичность достигает 99,6% [43 - 45]. В свою очередь пероральное контрастирование не влияет на точность выявления повреждений кишечника, что позволяет проводить исследование без предварительной подготовки пациента в кратчайшие сроки [43].

Травматические повреждения поджелудочной железы встречаются достаточно редко, и, по мнению различных исследователей, их частота варьирует от 0,2% до 12% [46]. Однако

повреждения такого типа связаны с высокой смертностью и посттравматическими осложнениями. МСКТ является методом выбора у гемодинамически стабильных пациентов, имея высокую чувствительность и специфичность (более 80%) в выявлении повреждений паренхимы поджелудочной железы [46].

Тяжелые сочетанные повреждения костей и органов малого таза при шокогенной сочетанной травме значительно усугубляют прогноз для жизни пострадавшего. Рентгенография играет ограниченную роль в оценке травм костей малого таза из-за артефактов, поскольку пациенты с такими травмами обычно находятся на щитах и полностью одеты. Рентгенография полезна для предварительной оценки переломов и вывихов, однако оптимальные изображения обеспечивает МСКТ. Часто травма малого таза сочетается с повреждением кровеносных сосудов и мочевого пузыря, в данном случае исследование с контрастным усилением позволяет определить наличие активного кровотечения и достоверно оценить гематомы малого таза [47]. Классификации переломов предназначены для того, чтобы помочь врачам коррелировать тип перелома с риском кровотечения и определить его тип: артериальное или венозное [48].

Повреждения мочевого пузыря встречаются в 10% случаев с переломами костей таза, однако большинство повреждений мочевого пузыря определяются у пациентов и без переломов костных структур [47, 49]. Классифицируются повреждения мочевого пузыря как ушиб, интраперитонеальный разрыв, частичное повреждение стенки мочевого пузыря, экстраперитонеальный разрыв и комбинированные интра- и экстраперитонеальный разрывы [47, 49]. Для оценки травмы мочевого пузыря используется цистография. Цистография выполняется путем ретроградного наполнения мочевого пузыря 300-400 мл контрастного препарата через катетер Фолея под контролем рентгенографии, флюорографии или КТ [47]. Хотя КТ-цистография имеет чувствительность 95% и специфичность 100% для травм мочевого пузыря и является предпочтительным методом, возможны затруднения при дифференцировке экстраперитонеального разрыва мочевого пузыря от разрывов мочеиспускательного канала [47, 49].

МСКТ в режиме «все тело» у пациентов с ТСТ.

Есть несколько научных работ о роли сканирования всего тела у пациентов с политравмой, где было доказано увеличение выживаемости у пациентов, которым было проведено сканирование всего тела, по сравнению с теми, кому проводилась селективная КТ [50, 51]. Тем

самым сократилось время пребывания в отделении неотложной помощи и снизились затраты на лечение [53]. Авторы пришли к выводу, что МСКТ в режиме «все тело» должна быть применена как стандартный диагностический метод у пациентов с тяжелой сочетанной травмой [50]. Также достаточно часто при ее выполнении обнаруживаются скрытые повреждения без клинической симптоматики [51, 52]. Одним из недостатков данной методики, в обсуждаемых статьях, является высокая лучевая нагрузка на пациента. Наблюдалось небольшое абсолютное увеличение (20,9 мЗв) эффективной дозы облучения во время общего госпитального пребывания в группе пациентов, которым проводилось МСКТ в режиме «все тело», однако значительно большее число пациентов в стандартной группе получали более низкую эффективную дозу облучения [53].

Заключение.

Если руководствоваться критериями ATLS, то существует мнение, что в диагностическом алгоритме при повреждениях грудной клетки, органов брюшной полости и малого таза именно первоначально необходимо выполнять рентгенографию и УЗИ (согласно E-FAST протоколу). Однако, по данным различных авторов и множества исследований, МСКТ является методом выбора в диагностике травматических повреждений всех областей вследствие того, что обладает наибольшей чувствительностью и специфичностью, а также позволяет принять быстрое и правильное решение о тактике ведения пациента в кратчайшие сроки. Для визуализации шейного отдела позвоночника используются такие критерии, как NEXUS и CCR, но они не общеприняты, а МСКТ используется даже при минимальном подозрении на повреждения.

Обзор научной литературы показывает, что, несмотря на определенные стандарты ведения пациентов, основной сдвиг тактики лучевого обследования идет в сторону проведения МСКТ в режиме «все тело». В этой ситуации главной проблемой выступают не столько вопросы семиотики, которые уже исследованы до этого, а организационные вопросы, направленные на разработку оптимального диагностического алгоритма этого исследования, а также повышения их эффективности и значимости в комплексе мероприятий, направленных на ведение пациентов с ТСТ. Также важно качество описания рентгенологом данной патологии, так как он сталкивается с большим объемом информации в условиях крайне сжатого времени для получения протокола. Таким образом, основной научно-практический поиск должен идти в данном направлении.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и

конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Kleber C., Giesecke M.T., Tsokos M., Haas N.P., Buschmann C.T. Trauma-related preventable deaths in Berlin 2010: need to change prehospital management strategies and trauma management education. *World J Surg.* 2013;37(5):1154-1161. doi:10.1007/s00268-013-1964-2.
2. Vioque S.M., Kim P.K., McMaster J, et al. Classifying errors in preventable and potentially preventable trauma deaths: a 9-year review using the Joint Commission's standardized methodology. *Am J Surg.* 2014;208(2):187-194. doi:10.1016/j.amjsurg.2014.02.006.
3. Burris D., Rhee P., Kaufmann C., Pikoulis E., Austin B., Erer A., DeBraux S., Guzzi L., Leppaniemi A. Controlled resuscitation for uncontrolled hemorrhagic shock // *J. Trauma.* 2000. V. 46. № 2. P. 216–223.
4. Hamada et al. *Ann. Intensive Care* (2016) 6:62 DOI 10.1186/s13613-016-0166-0.
5. Mohammadi A., Ghasemi-Rad M. Nasal bone fracture–ultrasonography or computed tomography? *Med Ultrason.* 2011;13(4):292-295.
6. Baek H.J., Kim D.W., Ryu J.H., Lee Y.J. Identification of nasal bone fractures on conventional radiography and facial CT: comparison of the diagnostic accuracy in different imaging modalities and analysis of interobserver reliability. *Iran J Radiol.* 2013;10(3):140-147. doi:10.5812/iranradiol.6353.
7. Wongwaisayawan S., Suwannanon R., Kaewlai R. Imaging of cervicothoracic junction trauma. *Rep Med Imaging.* 2013;6:11-27. doi:10.2147/RMI.S28865.
8. Ackland H.M., Cameron P.A. Cervical spine clearance in trauma patients. *Indian J Neurotrauma.* 2012;9(2):79-84. doi:10.1016/j.ijnt.2012.11.004.
9. Tan L.A., Kasliwal M.K., Traynelis V.C. Comparison of CT and MRI findings for cervical spine clearance in obtunded patients without high impact trauma. *Clin Neurol Neurosurg.* 2014;120:23-26. doi:10.1016/j.clineuro.2014.02.006.
10. James I.A., Moukalled A., Yu E., et al. A systematic review of the need for MRI for the clearance of cervical spine injury in obtunded blunt trauma patients after normal cervical spine CT. *J Emerg Trauma Shock.* 2014;7(4):251-255. doi:10.4103/0974-2700.142611.
11. Heyer C.M. et al. Prospective randomized trial of a modified standard multislice CT protocol for the evaluation of multiple trauma patients. *Rofo* 2005 Feb; 177 (2): 242-9.
12. Anderson S.W. et al. Sixty-four multi-detector row computed tomography in multitrauma patient imaging: early experience. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2006 Sep-Oct; 35 (5): 188-98 3.
13. Salim A. et al. Whole body imaging in blunt multisystem trauma patients without obvious signs of injury: results of a prospective study. *Arch Surg* 2006 May; 141 (5): 468-73; discussion 473-5.
14. Sampson M.A. et al. Computed tomography whole body imaging in multi-trauma: 7 years experience. *Clin Radiol.* 2006; 61 (4): 365-9.
15. Wedegartner U. et al. Diagnostic imaging in polytrauma: comparison of radiation exposure from whole-body MSCT and conventional radiography with organ-specific CT. *Rofo,* 2004; 176 (7): 1039-44.
16. Linsenmaier U. et al. Whole-body computed tomography in polytrauma: techniques and management. *Eur Radiol.* 2002; 12 (7): 1728-40.
17. Rieger M. et al. Modern CT diagnosis of acute thoracic and abdominal trauma (Article in German). *Radiologe* 2002; 42 (7); 556-63
18. Varnamkhasti M., Thomas A. Brain and facial trauma: a neuroradiology perspective. *Trauma.* 2011;13(4):317-333. doi:10.1177/1460408611405141.
19. Wani A.A., Ramzan A.U., Raina T., et al. Skull base fractures: an institutional experience with review of literature. *Indiana J Neurotrauma.* 2013;10:120-126. doi:10.1016/j.ijnt.2013.05.009.
20. Zilinskiene L., Idle M.R., Colley S. Emergency radiology: maxillofacial and skull-base trauma. *Trauma.* 2014;16(4): 243-255. doi:10.1177/1460408614539619.
21. Sekhon L.H., Fehlings M.G. Epidemiology, demographics, and pathophysiology of acute spinal cord injury. *Spine* 2001;26(Suppl 24):S2-12.
22. Furlow B. Computed tomography imaging of traumatic brain injury. *Radiol Technol.* 2013;84(3):273CT-290CT.
23. Hoffman J.R., Mower W.R., Wolfson A.B., et al. Validity of a set of clinical criteria to rule out injury to the cervical spine in patients with blunt trauma. National emergency x-radiography utilization group. *N Engl J Med* 2000;343:94e9.
24. Stiell I.G., Wells G.A., Vandemheen K.L., et al. The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA* 2001;286:1841e8.
25. Platzner P., Jaindl M., Thalhammer G., et al. Clearing the cervical spine in critically injured patients: a comprehensive C-spine protocol to avoid unnecessary delays in diagnosis. *EurSpine J* 2006;15(12):1801e10.
26. Holloway B., Mathias H., Riley P. Imaging of thoracic trauma. *Trauma.* 2014;16(4):256-268. doi:10.1177/1460408614532050.
27. Тулунов А.Н., Бесаев Г.М., Синенченко Г.И., Дзодзуашивили К.К. Тяжелая сочетанная травма груди и плечевого пояса. Материалы IV Международного конгресса «Актуальные направления современной кардио-торакальной хирургии». Санкт-Петербург, 2014. 172-173 с.
28. Дорожно-транспортные травмы. Информационный бюллетень №358. Всемирная организация здравоохранения. 2017.
29. Holloway B., Mathias H., Riley P. Imaging of thoracic trauma. *Trauma.* 2014;16(4):256-268. doi:10.1177/1460408614532050.
30. Turkalj I., Petrović K., Stojanović S., Petrović D., Brakus A., Ristić J. Blunt chest trauma—an audit of injuries diagnosed by the MDCT examination. *Vojnosanit Pregl.* 2014;71(2): 161-166. doi:10.2298/VSP1402161T.
31. Bhattacharya B., Fieber J., Schuster K., Davis K., Maung A. "Occult" rib fractures diagnosed on computed tomography scan only are still a risk factor for solid organ injury. *J Emerg Trauma Shock.* 2015;8(3):140-143. doi:10.4103/0974-2700.160706.
32. Mehrzad H., Jones R.G., McCafferty I.J., Magnat K. Imaging in abdominal trauma. *Trauma.* 2014;16(4):269-278.

doi:10.1177/1460408614548006.

33. Malaki M., Mangat K. Hepatic and splenic trauma. *Trauma*. 2011;13(3):233-244. doi:10.1177/1460408611400972.
34. Смоляр А. Н., Богницкая Т. В., Бармина Т. Г. Лучевая диагностика травматических забрюшинных кровоизлияний «ТРАВМА 2017: Мультидисциплинарный подход», 118 с.
35. Кармазановский Г. Г., Вилявин М. Ю., Никитаев Н. С. Компьютерная томография печени и желчных путей. М.: Медицина, 1997. С.140–145.
36. Щедренко В. В., Доровских Г. Н., Могучая О. В. и др. Клинико-лучевая диагностика изолированной и сочетанной черепно-мозговой травмы. 2012. 448 с.
37. Г.Н.Доровских, Е.Н. Деговцов и соавт. Комплексная диагностика повреждений органов брюшной полости при полтравме Ж. *Радиология-практика*, 2013. 3: 4-14.
38. Adekoya N., Thurman D. J., White D. D. et al. Surveillance for traumatic brain injury deaths United States, 1989–1998. *MMWR Surveill summ*. 2002; 6(51):1–14.
39. Bode P. J., Edwards M. J. R., Kruit M. C., van Vugt A. B. Sonography in a clinical algorithm for early evaluation of 1671 patients with blunt abdominal trauma. *Am. J. of Roentgenol*. 1999; 172 (4): 905–911.
40. Leschka S., Alkadhi H., Boehm T. et al. Coronal ultra-thick multiplanar CT reconstructions (MPR) of the pelvis in the multiple trauma patient: an alternative for the initial conventional radiograph. *Rofo*. 2005; 177: 1405–1411.
41. Willis A.P. Interventional radiology in renal trauma. *Trauma*. 2011;13(4): 282-293. doi:10.1177/1460408611400802.
42. Sifaoui I. et al. Evaluation of unenhanced post-mortem computed tomography to detect chest injuries in violent death. *Diagn Interv Imaging*. 2017; 98 (5): 393-400. doi: 10.1016/j.diii.2016.08.019. Epub 2017 Feb 17.
43. Lee C.H., Haaland B., Earnest A., Tan C.H. Use of positive oral contrast agents in abdominopelvic computed tomography for blunt abdominal injury: meta-analysis and systematic review. *Eur Radiol* 2013; 23(9): 2513–2521.
44. Allen T.L., Mueller M.T., Bonk R.T., Harker C.P., Duffy O.H.,

References:

1. Kleber C., Giesecke M.T., Tsokos M., Haas N.P., Buschmann C.T. Trauma-related preventable deaths in Berlin 2010: need to change prehospital management strategies and trauma management education. *World J Surg*. 2013;37(5):1154-1161. doi:10.1007/s00268-013-1964-2.
2. Vioque S.M., Kim P.K., McMaster J, et al. Classifying errors in preventable and potentially preventable trauma deaths: a 9-year review using the Joint Commission’s standardized methodology. *Am J Surg*. 2014;208(2):187-194. doi:10.1016/j.amjsurg.2014.02.006.
3. Burris D., Rhee P., Kaufmann C., Pikoulis E., Austin B., Eror A., DeBraux S., Guzzi L., Leppaniemi A. Controlled resuscitation for uncontrolled hemorrhagic shock // *J. Trauma*. 2000. V. 46. № 2. P. 216–223.
4. Hamada et al. *Ann. Intensive Care* (2016) 6:62 DOI 10.1186/s13613-016-0166-0.
5. Mohammadi A, Ghasemi-Rad M. Nasal bone fracture– ultrasonography or computed tomography? *Med Ultrason*. 2011;13(4):292-295.
6. Baek H.J., Kim D.W., Ryu J.H., Lee Y.J. Identification of nasal bone fractures on conventional radiography and facial CT: com-

- parison of the diagnostic accuracy in different imaging modalities and analysis of interobserver reliability. *Iran J Radiol*. 2013;10(3):140-147. doi:10.5812/iranradiol.6353.
7. Wongwaisayawan S., Suwannanon R., Kaewlai R. Imaging of cervicothoracic junction trauma. *Rep Med Imaging*. 2013;6:11-27. doi:10.2147/RMIS28865.
8. Ackland H.M., Cameron P.A. Cervical spine clearance in trauma patients. *Indian J Neurotrauma*. 2012;9(2):79-84. doi:10.1016/j.ijnt.2012.11.004.
9. Tan L.A., Kasliwal M.K., Traynelis V.C. Comparison of CT and MRI findings for cervical spine clearance in obtunded patients without high impact trauma. *Clin Neurol Neurosurg*. 2014;120:23-26. doi:10.1016/j.clineuro.2014.02.006.
10. James I.A., Moukalled A., Yu E., et al. A systematic review of the need for MRI for the clearance of cervical spine injury in obtunded blunt trauma patients after normal cervical spine CT. *J Emerg Trauma Shock*. 2014;7(4):251-255. doi:10.4103/0974-2700.142611.
11. Heyer C.M. et al. Prospective randomized trial of a modified standard multislice CT protocol for the evaluation of multiple trauma patients. *Rofo* 2005 Feb; 177 (2): 242-9.
- Stevens M.H. Computed tomographic scanning without oral contrast solution for blunt bowel and mesenteric injuries in abdominal trauma. *J Trauma* 2004; 56 (2): 314–322.
45. Stuhlfaut J.W., Soto J.A., Lucey B.C., et al. Blunt abdominal trauma: performance of CT without oral contrast material. *Radiology* 2004; 233 (3): 689–694.
46. Moschetta M., Telegrafo M., Malagnino V., Mappa L., Ianora A. A. S., Dabbicco D., Margari A., Angelelli G. Pancreatic trauma: The role of computed tomography for guiding therapeutic approach. *World J Radiol*. 2015; 7(11): 415–420.
47. Shenton A., Choudhary S. The emergency radiology of pelvic trauma. *Trauma*. 2014; 16 (4): 279-291. doi:10.1177/1460408614545955.
48. Jones R.G. Interventional radiology in pelvic trauma. *Trauma*. 2011;13(2):155-161. doi:10.1177/1460408611399700.
49. Ishak C., Kanth N. Bladder trauma: multidetector computed tomography cystography. *Emerg Radiol*. 2011;18(4):321-327. doi:10.1007/s10140-011-0947-6
50. Huber-Wagner S., Lefering R., Quick L.M. et al. Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicenter study. *Lancet*. 2009; 373:1455-1461
51. Hajibandeh S., Hajibandeh Sh. Systematic review: effect of whole-body computed tomography on mortality in trauma patients. *J Inj Violence Res*. 2015; 7(2): 64-74. doi: 10.5249/jivr.v7i2.613
52. Sabzghabaei A., Shojaee M., Kariman H., Manouchehrifar M., Heydari K., Sohrabi S. Pan vs. Selective Computed Tomography Scans in Management of Multiple Trauma Patients; a Brief Report. 2017;5(1): 38.
53. Sierink J.C., Treskes K., Edwards M.J.R., Beuker B.J.A., D den Hartog J Hohmann, Dijkgraaf M.G.W., Luitse J.S.K., Beenen L.F.M., Hollmann M.W., Goslings J.C. Immediate Total-body CT scanning versus conventional imaging and selective CT scanning in severe trauma patients: a randomized Controlled Trial (reaCT-2 Trial).

12. Anderson S.W. et al. Sixty-four multi-detector row computed tomography in multitrauma patient imaging: early experience. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2006 Sep-Oct; 35 (5): 188-98 3.
13. Salim A. et al. Whole body imaging in blunt multisystem trauma patients without obvious signs of injury: results of a prospective study. *Arch Surg* 2006 May; 141 (5): 468-73; discussion 473-5.
14. Sampson M.A. et al. Computed tomography whole body imaging in multi-trauma: 7 years experience. *Clin Radiol*. 2006; 61 (4): 365-9.
15. Wedegartner U. et al. Diagnostic imaging in polytrauma: comparison of radiation exposure from whole-body MSCT and conventional radiography with organ-specific CT. *Rofo*, 2004; 176 (7): 1039-44.
16. Linsenmaier U. et al. Whole-body computed tomography in polytrauma: techniques and management. *Eur Radiol*. 2002; 12 (7): 1728-40.
17. Rieger M. et al. Modern CT diagnosis of acute thoracic and abdominal trauma (Article in German). *Radiologe* 2002; 42 (7): 556-63
18. Varnamkhasti M., Thomas A. Brain and facial trauma: a neuroradiology perspective. *Trauma*. 2011;13(4):317-333. doi:10.1177/1460408611405141.
19. Wani A.A., Ramzan A.U., Raina T., et al. Skull base fractures: an institutional experience with review of literature. *Indiana J Neurotrauma*. 2013;10:120-126. doi:10.1016/j.ijnt.2013.05.009.
20. Zilinskiene L., Idle M.R., Colley S. Emergency radiology: maxillofacial and skull-base trauma. *Trauma*. 2014;16(4): 243-255. doi:10.1177/1460408614539619.
21. Sekhon L.H., Fehlings M.G. Epidemiology, demographics, and pathophysiology of acute spinal cord injury. *Spine* 2001;26(Suppl 24):S2-12.
22. Furlow B. Computed tomography imaging of traumatic brain injury. *Radiol Technol*. 2013;84(3):273CT-290CT.
23. Hoffman J.R., Mower W.R., Wolfson A.B., et al. Validity of a set of clinical criteria to rule out injury to the cervical spine in patients with blunt trauma. National emergency x-radiography utilization group. *N Engl J Med* 2000;343:94e9.
24. Stiell I.G., Wells G.A., Vandemheen K.L., et al. The Canadian C-spine rule for radiography in alert and stable trauma patients. *JAMA* 2001;286:1841e8.
25. Platzer P., Jaindl M., Thalhammer G., et al. Clearing the cervical spine in critically injured patients: a comprehensive C-spine protocol to avoid unnecessary delays in diagnosis. *Eur Spine J* 2006;15(12):1801e10.
26. Holloway B., Mathias H., Riley P. Imaging of thoracic trauma. *Trauma*. 2014;16(4):256-268. doi:10.1177/1460408614532050.
27. Tulupov A. N., Besa G. M., Sinenchenko G. I., dzodzuashvili K. K. Severe combined trauma of chest and shoulder girdle. Materials of the IV international Congress "Actual directions of modern cardio-thoracic surgery". Saint Petersburg, 2014. 172 and 173 c. (in Russian)
28. Road traffic injuries. *Information Bulletin No. 358. World health organisation*. 2017. (in Russian)
29. Holloway B., Mathias H., Riley P. Imaging of thoracic trauma. *Trauma*. 2014;16(4):256-268. doi:10.1177/1460408614532050.
30. Turkalj I., Petrović K., Stojanović S., Petrović D., Brakus A., Ristić J. Blunt chest trauma—an audit of injuries diagnosed by the MDCT examination. *Vojnosanit Pregl*. 2014;71(2): 161-166. doi:10.2298/VSP1402161T.
31. Bhattacharya B., Fieber J., Schuster K., Davis K., Maung A. "Occult" rib fractures diagnosed on computed tomography scan only are still a risk factor for solid organ injury. *J Emerg Trauma Shock*. 2015;8(3):140-143. doi:10.4103/0974-2700.160706.
32. Mehrzad H., Jones R.G., McCafferty I.J., Magnat K. Imaging in abdominal trauma. *Trauma*. 2014;16(4):269-278. doi:10.1177/1460408614548006.
33. Malaki M., Mangat K. Hepatic and splenic trauma. *Trauma*. 2011;13(3):233-244. doi:10.1177/1460408611400972.
34. Smolyar A. N., Bolnicka T. V. and Barmina T. G. radiologic diagnosis of traumatic retroperitoneal hemorrhage "TRAUMA 2017: a Multidisciplinary approach", 118 c. (in Russian)
35. Karmazanovskii G. G., Belavin M. Y., Nikitaev N. C. Computed tomography of the liver and biliary tract. M.: Medicine, 1997. P. 140-145. (in Russian)
36. Shchedrenok V. V., Dorovskikh G. N., Mighty O. V. et al. Clinical and radiation diagnosis of isolated and combined craniocerebral trauma. 2012. 448 c. (in Russian)
37. Dorovskikh G. N., Dugowson E. N. et al. Comprehensive diagnostics of injuries of the abdominal organs in polytrauma *J. Radiology practice*, 2013. 3: 4-14. Adekoya N., Thurman D. J., White D. D. et al. Surveillance for traumatic brain injury deaths United States, 1989–1998. *MMWR Surveill summ*. 2002; 6(51):1–14. (in Russian)
38. Bode P. J., Edwards M. J. R., Kruit M. C., van Vugt A. B. Sonography in a clinical algorithm for early evaluation of 1671 patients with blunt abdominal trauma. *Am. J. of Roentgenol*. 1999; 172 (4): 905–911.
39. Leschka S., Alkadhi H., Boehm T. et al. Coronal ultra-thick multiplanar CT reconstructions (MPR) of the pelvis in the multiple trauma patient: an alternative for the initial conventional radiograph. *Rofo*. 2005; 177: 1405–1411.
40. Willis A.P. Interventional radiology in renal trauma. *Trauma*. 2011;13(4): 282-293. doi:10.1177/1460408611400802.
41. Sifaoui I. et al. Evaluation of unenhanced post-mortem computed tomography to detect chest injuries in violent death. *Diagn Interv Imaging*. 2017; 98 (5): 393-400. doi: 10.1016/j.diii.2016.08.019. Epub 2017 Feb 17.
42. Lee C.H., Haaland B., Earnest A., Tan C.H. Use of positive oral contrast agents in abdominopelvic computed tomography for blunt abdominal injury: meta-analysis and systematic review. *Eur Radiol* 2013; 23(9): 2513–2521.
43. Allen T.L., Mueller M.T., Bonk R.T., Harker C.P., Duffy O.H., Stevens M.H. Computed tomographic scanning without oral contrast solution for blunt bowel and mesenteric injuries in abdominal trauma. *J Trauma* 2004; 56 (2): 314–322.
44. Stuhlfaut J.W., Soto J.A., Lucey B.C., et al. Blunt abdominal trauma: performance of CT without oral contrast material. *Radiology* 2004; 233 (3): 689–694.
45. Moschetta M., Telegrafo M., Malagnino V., Mappa L., Ianora A. A. S., Dabbicco D., Margari A., Angelelli G. Pancreatic trauma: The role of computed tomography for guiding therapeutic approach. *World J Radiol*. 2015; 7(11): 415–420.
46. Shenton A., Choudhary S. The emergency radiology of pelvic trauma. *Trauma*. 2014; 16 (4): 279-291. doi:10.1177/1460408614545955.
47. Jones R.G. Interventional radiology in pelvic trauma. *Trauma*. 2011;13(2):155-161. doi:10.1177/1460408611399700.
48. Ishak C., Kanth N. Bladder trauma: multidetector computed

tomography cystography. *Emerg Radiol.* 2011;18(4):321-327. doi:10.1007/s10140-011-0947-6

49. Huber-Wagner S., Lefering R., Qvick L.M. et al. Effect of whole-body CT during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicenter study. *Lancet.* 2009; 373:1455-1461

50. Hajibandeh S., Hajibandeh Sh. Systematic review: effect of whole-body computed tomography on mortality in trauma patients. *J Inj Violence Res.* 2015; 7(2): 64-74. doi: 10.5249/jivr.v7i2.613

51. Sabzghabaei A., Shojaee M., Kariman H., Manouchehrifar

M., Heydari K., Sohrabi S. Pan vs. Selective Computed Tomography Scans in Management of Multiple Trauma Patients; a Brief Report. 2017;5(1): 38.

52. Sierink J.C., Treskes K., Edwards M.J.R., Beuker B.J.A., Den Hartog J Hohmann, Dijkgraaf M.G.W., Luitse J.S.K., Beenen L.F.M., Hollmann M.W., Goslings J.C. Immediate Total-body CT scanning versus conventional imaging and selective CT scanning in severe trauma patients: a randomized Controlled Trial (reaCT-2 Trial).

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СНИЖЕНИЯ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Маткевич Е.И.¹, Сеницын В.Е.², Зеликман М.И.³, Кручинин С.А.³, Иванов И.В.^{1,4}

Цель исследования. Проанализировать и систематизировать основные методы уменьшения дозовой нагрузки на пациентов при компьютерной томографии (КТ) головы, органов грудной клетки, брюшной полости и малого таза. **Материалы и методы.** Проведен анализ отечественных и зарубежных публикаций по базам данных Scopus, MedLine и РИНЦ о методах уменьшения дозовой нагрузки на пациентов при компьютерной томографии и выполнена их систематизация.

Результаты. Проанализированы варианты применения КТ головы, органов грудной клетки, сердца, органов брюшной полости и малого таза в многопрофильных лечебных учреждениях при использовании различных методов снижения дозовой нагрузки на пациентов.

Выводы. Факторы, используемые для снижения дозы при КТ, могут быть систематизированы по трем основным направлениям: 1) способы, зависящие от лечащего врача, врача-рентгенолога и сотрудников кабинета КТ-диагностики; 2) параметры протокола исследования; 3) особенности КТ-аппаратов и программного обеспечения. Учет факторов снижения дозы облучения пациентов при обосновании необходимости исследования, выборе параметров протокола, КТ-аппаратов и специализированного программного обеспечения позволяют уменьшить лучевую нагрузку на пациентов без ущерба для качества КТ-изображений на уровне от 10% до 78%. Разработка методов снижения дозы облучения пациентов крайне актуальна, особенно при скрининговых, многократных КТ-исследованиях и КТ-исследованиях с контрастированием.

Ключевые слова: обзор, компьютерная томография, лучевая нагрузка, снижение дозы облучения, протокол исследования, компьютерные томографы, программное обеспечение.

Контактный автор: Иванов И.В., e-mail: ivanov-iv@yandex.ru, Сеницын В.Е. e-mail: vsini@mail.ru

Для цитирования: Маткевич Е.И., Сеницын В.Е., Зеликман М.И., Кручинин С.А., Иванов И.В. Основные направления снижения дозы облучения пациентов при компьютерной томографии. REJR 2018; 8(3):60-73. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-60-73.

Статья получена: 01.06.18 Статья принята: 06.07.28

MAIN DIRECTIONS OF REDUCING PATIENT IRRADIATION DOSES IN COMPUTED TOMOGRAPHY

Matkevich E.I.^{1,2}, Sinitsyn V.E.³, Zelikman M.I.³, Kruchinin S.A.³, Ivanov I.V.^{2,4}

Purpose. To analyze and organize the basic techniques to reduce radiation exposure to patients with computed tomography (CT) scan of the head, chest, abdomen and pelvis.

Materials and methods. The analysis of publications was carried out on the databases Scopus, Web of Science, MedLine and RINC.

Results. The variants of the use of CT of the head, chest, heart, abdominal and pelvic organs in multidisciplinary institutions with different methods of reducing the dose burden on patients have been analyzed.

Conclusion. The factors used to reduce the dose for CT can be systematized in three main ways: 1) methods that depend on the attending physician, radiologist and CT staff; 2)

1 - ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет).
2 - ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. В. Ломоносова».
3 - ООО «Конструкторское бюро РентгенТест».
4 - ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова». г. Москва, Россия.

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation.
2 - Lomonosov Moscow State University.
3 - Design office RoentgenTest Co Ltd.
4 - FSBSI «Izmerov Research Institute of Occupational Health». Moscow, Russia

parameters of the research protocol; 3) features of CT-devices and software. Considering the factors reducing the radiation dose of patients in support of the need for CT examination, choice of parameters of the CT protocol, CT devices and software allows to significantly reduce the radiation burden on patients (by 10-78%) without compromising the quality of CT images. The development of methods to reduce the dose of irradiation of patients is extremely urgent, especially in screening, multiple CT studies and CT with contrast.

Keywords: review, radiation exposure, radiation reduction, dose reductions, computed tomography, CT-scanner, study protocol, software.

Corresponding author: Ivan Ivanov; E-mail: ivanov-iv@yandex.ru, Valentin Sinitsyn, E-mail: vsini@mail.ru

For citation: Matkevich E.I., Sinitsyn V.E., Zelikman M.I., Kruchinin S.A., Ivanov I.V. Main directions of reducing patient irradiation doses in computed tomography. REJR 2018; 8 (3):60-73. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-60-73.

Received: 01.06.18

Accepted: 06.07.18

В последние годы отмечена тенденция к увеличению дозовой нагрузки от компьютерной томографии (КТ) на население, как во всём мире, так и в России [1]. В перспективе к возрастанию суммарных доз облучения пациентов может привести увеличение скрининговых КТ для диагностики рака грудной клетки, повторных КТ для установления динамики патологического процесса и многофазных КТ с применением внутривенного введения рентгеноконтрастных средств.

В то же время «за последние годы в отечественные нормативные документы последовательно внедряется современная международная методология радиационной защиты от медицинского облучения, основой которой являются принципы обоснования назначения диагностических и лечебных процедур с применением ионизирующих излучений (ИИ) и оптимизация их проведения и защиты пациента» [1]. В связи с этим, актуально внедрение в практику КТ-диагностики принципов МКРЗ, направленных на предотвращение случаев избыточного облучения пациентов.

В разделе «Биологические аспекты радиологической защиты» МКРЗ подчеркивает, что в диапазоне доз до 100 мЗв МКРЗ остается приверженным линейной беспороговой модели зависимости эффектов облучения от дозы. Смысл этой концепции состоит в том, что «некоторый конечный риск, пусть даже минимальный, должен быть принят во внимание при любом уровне облучения» [2]. Реализация такого подхода в системе защиты, провозглашаемой МКРЗ, строится «на основе трех фундаментальных принципов: 1) принцип нормирования – не превышение установленного дозового предела для отдельных лиц, 2) принцип оптимизации – поддержание облучения на возможно более низком уровне, 3) принцип обоснования – исключение необоснованных облучений» [3].

В аспекте реализации принципов защиты от излучения МКРЗ **цель обзора** состояла в анализе методик, направленных на уменьшение дозы облучения пациентов при КТ, и их систематизации.

Материалы и методы.

Для обзора проведен анализ отечественных и зарубежных публикаций о методах уменьшения дозовой нагрузки на пациентов при компьютерной томографии по базам данных Scopus, MedLine и РИНЦ и выполнена их систематизация.

Результаты.

По результатам анализа факторы, используемые для снижения дозы при КТ, сгруппированы по трем основным направлениям (таб. №1): 1) организационные мероприятия, зависящие от лечащего врача, врача-рентгенолога и других сотрудников кабинета КТ-диагностики; 2) модификация параметров протокола исследования; 3) использование особенностей КТ-аппаратов и программного обеспечения.

Наиболее простой и доступный подход – это соблюдение лечащим врачом показаний к назначению компьютерной томографии конкретному пациенту. Метод компьютерной томографии при некоторых заболеваниях действительно наиболее информативный. Однако при ряде нозологий план обследования должен основываться на методах, не связанных с воздействием ионизирующего излучения, – необходимо включать разнообразные физикальные исследования и лабораторную диагностику. Комплексная оценка всей полученной информации может показать врачу, что КТ-исследование станет сверхдиагностической манипуляцией. Лечащий врач и врач-рентгенолог должны прийти к компромиссу для определения минимально достаточной области интереса для рентгенологического обследования. Исходя из первого направления, комплексная оценка всей полученной информации может показать вра-

чу, что КТ можно заменить на другое исследование, что позволит многократно уменьшить уровень облучения вплоть до полного исключения дозовой нагрузки на пациента. Этому будет способствовать также использование врачами программы по улучшению качества лучевых исследований и повышению их безопасности EuroSafe Imaging Европейского Общества Радиологов (ESR).

Использование программ заблаговременного определения дозы позволяет адаптировать параметры протоколов для конкретного исследования согласно рекомендуемым дозам (Программа ImPACT CT Patient Dosimetry Calculator) [6].

Факторы второго направления предполагают варьирование медицинским персоналом параметрами протокола КТ-исследования. Например, известно, что снижение напряжения на трубке приводит к снижению дозы облучения, но тем самым ухудшает контраст изображения, однако этот метод может использоваться для выявления высококонтрастных структур [5, 9, 23].

К факторам третьего направления снижения доз облучения можно отнести использование особенностей КТ-аппаратов и программного обеспечения; их определяют производители с обоснованием рациональной геометрии облучения в томографе, конструкции детекторов, расстояния от рентгеновской трубки и др.

При этом следует учитывать, что регулирование значений питча (например, увеличение скорости перемещения стола) снижает дозу, но это приводит к возрастанию артефактов, и поэтому изначально неприемлемо для отдельных вариантов патологии (мелкие метастазы и прочее). Увеличение скорости сканирования на современных томографах позволяет проводить многофазные исследования, в то же время увеличивается доза облучения в соответствии с количеством фаз сканирования [19].

Время экспозиции зависит от ширины коллиматора. При этом возрастает проявление эффекта частичного объема, поэтому ширина коллимации должна быть специфически подобрана для определенного исследования. Целесообразный выбор зерна (ядра свертки) в сочетании с низкими значениями mAs помогает снизить дозу облучения.

Снижение напряжения на трубке при КТ-сканировании высококонтрастных структур приводит к снижению дозы во время исследования и увеличивает контраст изображения. Уменьшение уровня дозы по топограмме с автоматической модуляцией тока на трубке позволяют снизить дозы облучения при КТ-исследованиях на 10-30%, качество изображения не изменяется, а для плечевого пояса и таза даже увеличивается [23].

Следует отметить, что КТ с внутривенным контрастированием при снижении силы тока могут иметь несколько более низкую диагностическую ценность по сравнению со стандартным КТ, но допускаются, например, для скрининговой диагностики острого аппендицита; снижение дозы в низкодозной серии составило 74,8-78,4%, все клинические случаи были диагностированы правильно [27].

Следует отметить, что, к сожалению, большинство методов уменьшения дозы влекут за собой в той или иной мере ухудшение качества получаемого изображения [28, 29]. Кроме того, снижение напряжения и силы тока малоприменимо для пациентов с большой массой тела (с большим поперечным размером исследуемой области тела), так как для таких пациентов требуются параметры, более высокие по сравнению со стандартными протоколами. Это приводит к увеличению дозы облучения и требует использования других методов снижения дозы.

Автоматическую корректировку технических параметров (и в результате DLP) используют все производители КТ-аппаратов для уменьшения дозы с сохранением приемлемого качества изображения. Методы (техники) модуляции и снижения дозы могут варьироваться в зависимости от производителя аппарата, модели и версии программного обеспечения. Как видно из таблицы, факторы 2.1-2.7, а также 3.1-3.4 позволяют за счет изменения параметров исследования снизить дозу облучения пациента лишь на 16-40%. При дальнейшем снижении дозы ухудшается качество изображения и снижается его диагностическая ценность.

Учитывая, что по прогнозам ВОЗ, заболеваемость онкологическими заболеваниями и смертность от них во всем мире за период с 1999 г. по 2020 г. возрастет в 2 раза, возникает необходимость проведения скрининговых КТ-исследований для раннего выявления онкопатологии, в том числе рака легких. Такие КТ должны характеризоваться высокой диагностической ценностью и низким радиационным воздействием на пациента [30, 31]. Этим параметрам отвечают низкодозные методы КТ в сочетании с алгоритмами ИР (см. табл. №1, фактор 3.5), которые могут применяться в качестве скрининга, позволяя существенно снижать дозу облучения по сравнению со стандартными протоколами при хорошем качестве изображений [32].

Обсуждение.

Рассмотренные подходы дополняют и систематизируют основные направления снижения дозовой нагрузки на пациентов [4, 5, 17, 35], в том числе в отношении влияния на этот процесс (рис. 1) персонала лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ). Стрем-

ление к улучшению качества КТ-изображений сопровождается увеличением силы тока и напряжения на трубке и приводит к увеличению дозы облучения пациентов. Одновременно это способствует увеличению вероятности негативных эффектов облучения на здоровье человека. Поскольку повреждение клеток пропорционально уровню дозы, выработанные защитные механизмы организма против повреждающих факторов среды достаточно ограничены и эффективны только до определенного уровня воздействия, называемого «порогом». Выше этого уровня наблюдается невозможность ликвидации всех измененных клеток с нарушенной структурой и функциями, несовместимыми с нормальной жизнедеятельностью. Это ведет к развитию заболеваний, а иногда к гибели организма от развития радиационно обусловленных злокачественных новообразований [33, 34]. Однако и ниже этого критического уровня (в диапазоне доз до 100 мЗв) МКРЗ остается приверженной беспороговой концепции негативного влияния малых доз ионизирующего излучения [2, 3].

Вследствие этого, при проведении КТ-исследований необходимо стремиться к уменьшению дозы облучения пациентов и шире использовать возможности всех направлений оптимизации лучевой нагрузки:

- полноценное осуществление лечащим врачом, врачом-рентгенологом и персоналом кабинета КТ всего возможного комплекса мероприятий по уменьшению лучевой нагрузки на пациентов;

- выполнение КТ только по обоснованным показаниям, для чего, в том числе, необходимо использование современных компьютерных систем рационального выбора методов диагностики и порядка их проведения при направлении пациентов на лучевые диагностические исследования;

- отказ от лишних фаз контрастирования в пределах одного КТ-исследования, а также от выполнения повторных исследований, не приносящих дополнительной диагностической информации;

- учет факторов снижения дозы облучения пациентов при выборе параметров протокола КТ-исследования без ущерба для качества КТ-изображений; в частности, необходимо более широкое применение низкодозных протоколов сканирования в сочетании с алгоритмами итеративной реконструкции изображений для со-

хранения их качества и диагностической информативности;

- своевременная замена устаревших моделей КТ более совершенными моделями с опциями применения низкодозных протоколов КТ в сочетании с алгоритмами итеративной реконструкции;

- переход на современные методы учета дозовой нагрузки, в том числе компьютеризованный учет лучевой нагрузки при всех КТ-исследованиях, выполняемых одному пациенту вне зависимости от места их выполнения.

Выводы.

1. Факторы, используемые для снижения дозы при КТ, могут быть систематизированы по трем основным направлениям: способы, зависящие от лечащего врача, врача-рентгенолога и сотрудников кабинета КТ-диагностики; параметры протокола исследования; особенности КТ-аппаратов и программного обеспечения.

2. Учет факторов снижения дозы облучения пациентов при обосновании необходимости исследования, выборе параметров протокола, КТ-аппаратов и программного обеспечения позволяют уменьшить лучевую нагрузку на пациентов без ущерба для качества КТ-изображений на 10-78% и более.

3. Разработка методов снижения дозы облучения пациентов крайне актуальна, особенно при скрининговых, многократных КТ-исследованиях и КТ с контрастированием.

Благодарности.

Авторы признательны за большую информационно-аналитическую и методологическую работу в данной области сотрудникам института Федерального бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – заведующему лабораторией радиационной гигиены медицинских организаций, кандидату биологических наук Водоватову А.В. и доктору биологических наук, профессору М.И. Балонову – за поддержку работы авторов в выбранном направлении и творческое взаимодействие.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Таблица №1. Направления и факторы, используемые для снижения дозы при КТ.

Факторы снижения дозы	Краткое описание	Особенности и примеры применения
1	2	3
1. Организационные мероприятия, зависящие от лечащего врача, врача-рентгенолога и других сотрудников кабинета КТ-диагностики		
1.1. Рациональное назначение КТ-исследований	Проводить исследования только по показаниям, оценить возможности методов диагностики, не связанных с ионизирующим излучением (УЗИ, МРТ), не проводить повторные исследования без действительной необходимости [4].	Например, КТ брюшной полости и таза не следует проводить в ближайшем периоде после рентгенологических исследований желудочно-кишечного тракта с барием.
1.2. Соблюдение референтных диагностических уровней	Расчет дозы осуществляется исходя из данных о пациенте (возраст, телосложение), его патологии, на основе этого расчета выставляются технические параметры (сила тока и пр.), чтобы доза облучения не превышала референтные значения; могут использоваться компьютерные программы расчета дозы.	Программа EDEREX (Effective Dose Estimation at Roentgen Examinations), разработанная в СПбНИИ радиационной гигиены, позволяет рассчитать средние дозы в 22 органах и тканях тела человека и ЭД облучения пациентов (с учетом параметров рентгенологической процедуры, возраста и телосложения пациента) [5]. Описана подобная программа ImPACT CT Patient Dosimetry Calculator [6]. Программы заблаговременного расчета дозы применяются при исследованиях грудной клетки у взрослых и брюшной полости в педиатрической практике [7].
1.3. Применение индивидуальных средств радиационной защиты и обеспечение качественной работы оборудования в условиях эксплуатации	Защитные шапочка, очки, воротник, накидка, фартук, жилет, передник, юбка и перчатки, имеющие свинцовый эквивалент по поглощению не менее 0,25–0,3 мм [5]. Периодический контроль качества работы томографов [5, 8].	Экранирование радиочувствительных областей: головы, глаз, щитовидной железы, груди, таза, особенно у лиц репродуктивного возраста. У детей ранних возрастов должно быть обеспечено экранирование всего тела за пределами исследуемой области. Необходимость периодического проведения различных видов испытаний томографов, для гарантии информативности и безопасности исследований.

Таблица №1. Направления и факторы, используемые для снижения дозы при КТ (продолжение таблицы).

1	2	3
2. Модификация параметров протокола исследования		
2.1. Напряжение на трубке (кВ)	При ориентировочных расчетах исходят из того, что изменение дозы пропорционально квадрату изменения напряжения на трубке, а отношение сигнал/шум (SNR) уменьшается в корень из 2, если доза уменьшается в 2 раза (в общем виде – в корень из N, если доза уменьшается в N раз).	Оптимально выполнять при 120 кВ вместо 140 кВ, в результате чего происходит снижение дозы облучения на 20-40 % [9]. Однако для пациентов с большой массой тела, как правило, необходимо более высокое напряжение, что приводит к увеличению дозы облучения и требует использования других методов снижения дозы. КТ головы у детей может выполняться со значительно сниженным напряжением (но должен быть увеличен ток трубки), при этом доза облучения получается минимально возможной без снижения качества КТ-изображения [10].
2.2. Количество электричества (мАс) – Tube current exposure time product	Дозовая нагрузка уменьшается при несколько пониженных значениях анодного напряжения и силы тока рентгеновской трубки, однако тогда изображение оказывается более темным и непригодным для анализа врачом-рентгенологом. Уменьшение тока трубки в 2 раза приведет к уменьшению дозы в 2 раза, но при этом ухудшится отношение сигнал/ шум на изображениях, что визуально воспринимается как повышенная зернистость. Простое изменение яркости не обеспечит нужного результата, однако с помощью специальных нелинейных алгоритмов удается привести изображение к приемлемому для анализа виду.	Используется при скрининговых исследованиях легких и костей, КТ-ангиографии, КТ-колонографии. Снижение силы тока при КТ брюшной полости возможно по результатам измерения поперечных объемов пациента (например, допустимо снижение тока на 50 % при достаточном качестве изображения у пациентов с длиной окружности менее чем 105 см, передне-задний диаметр – менее чем 28 см, поперечный диаметр – менее чем 34,5 см) в процессе оценки топограммы [11, 12]. У пациентов с массой тела выше критической (81,6 кг) не применимо для областей с низко-контрастными участками, например, брюшная полость, качество диагностики в которых сильно зависит от увеличения уровня шума. У пациентов с массой тела меньше критической (81,6 кг) можно выполнять КТ-исследование брюшной полости со сниженной дозой излучения путем снижения тока на трубке вплоть до 50%, сохраняя приемлемое качество изображения [11]. Это справедливо и для детей и подростков с массой тела от 4,5 до 68,0 кг [13].

Таблица №1. Направления и факторы, используемые для снижения дозы при КТ (продолжение таблицы).

1	2	3
<p>2.3. Коллимация, скорость движения стола и питч</p>	<p>При более высокой скорости перемещения стола для выбранных коллимации и длительности одного оборота трубки имеем более высокое значение питча, что способствует снижению дозовой нагрузки из-за более короткого времени экспозиции (особенно, если другие параметры исследования, в том числе сила тока трубки, неизменны), в то время как медленная скорость перемещения стола при заданной коллимации увеличивает время экспозиции и, соответственно, дозу облучения.</p> <p>Исследование с более высоким значением питча приводит к снижению дозы, но вызывает учащение появления артефактов на изображении.</p>	<p>При КТ-колонографии качество изображения менее подвержено изменениям при изменении питча, чем коллимации, поэтому предпочтительнее высокий питч и узкая коллимация для достижения оптимального снижения дозы [14, 15].</p> <p>При диагностике метастазов в печени или поражений поджелудочной железы также требуется узкая коллимация, но высокий питч может привести к пропуску патологии на границе раздела сред [16]. Узкая коллимация и питч более 1 подходит для скрининговых исследований, например, КТ-колонографии и КТ мочевыводящих путей при выявлении конкрементов. КТ с детальными выявлениями патологий требуют узкую коллимацию и питч менее 1.</p> <p>Данная техника не подходит для КТ-аппаратов, имеющих установку эффективных мАс – у них это значение поддерживается постоянным даже при изменении питча, поэтому доза не меняется.</p> <p>Однако, как показано, существует граничное значение коллимации рентгеновского пучка (как правило, соизмеримое с размером фокусного пятна рентгеновской трубки), ниже которого доза облучения пациента, наоборот, будет увеличиваться [17]. Этот эффект при низких величинах коллимации рентгеновского пучка связан с превалирующим вкладом в дозовую нагрузку пациента афокального излучения («полутени»).</p>
<p>2.4. Время ротации трубки</p>	<p>При прочих равных условиях дозовая нагрузка снижается за счет уменьшения времени ротации (вращения) трубки.</p>	<p>Необходимо учитывать, что при уменьшении времени ротации трубки ухудшается качество изображения и для его сохранения требуется увеличивать ток на трубке для КТ-аппаратов с числом рядов детекторов 16 и выше [16].</p>
<p>2.5. Количество фаз исследования</p>	<p>Доза облучения снижается пропорционально уменьшению количества фаз КТ-исследований.</p>	<p>Используется в зависимости от необходимости внутривенного или парентерального контрастирования, дополнительных фаз при функциональных пробах. Например, при оценке печени и стенок кишечника бесконтрастная серия часто может быть пропущена, без влияния на интерпретацию результатов.</p>

Таблица №1. Направления и факторы, используемые для снижения дозы при КТ (продолжение таблицы).

1	2	3
2.6. Протяженность области исследования	Доза облучения снижается с уменьшением протяженности области исследования.	Определяется исключением дополнительных зон интереса, например, при многофазных исследованиях после внутривенного введения контраста в последующих фазах, по возможности желательно ограничиться только конкретным органом. Это позволяет снизить дозу облучения на 16% [18].
2.7. Использование предустановленного протокола	Выбирается один из стандартных протоколов для конкретных условий, что снижает лучевую нагрузку.	Выявлена значительная вариабельность доз облучения между учреждениями, обусловленная главным образом отличиями технических параметров протоколов исследований. Предложена комплексная система контроля доз облучения при КТ-исследованиях, основанная на использовании диагностических контрольных уровней. Внедрение данной системы позволит снизить лучевые нагрузки на пациентов без дополнительных материальных затрат [19]. Обсуждаются различные способы корректировки протоколов КТ для снижения дозы излучения до уровня, который является настолько низким, насколько это возможно [20].
3. Использование особенностей КТ-аппаратов и программного обеспечения (ПО)		
3.1. Эффективность детектора	Снижение лучевой нагрузки и повышение качества изображений в результате физико-технических особенностей детектора.	Может реализоваться путем тонких перегородок между детекторными элементами, либо использования в перспективе вместо сцинтилляционных разрабатываемых детекторов прямого преобразования фотонов на основе новых материалов с высокой квантовой эффективностью, что позволит повысить четкость изображения при протоколах со снижением дозы облучения пациентов [21].
3.2. Коллимация и фильтрация рентгеновского излучения, в том числе рассеянного в теле пациента	Использование коллиматора рентгеновской трубки («перед пациентом») и коллиматора детектора («после пациента»). Применение двух типов фильтров: плоских и профилированных («фильтры-бабочки»). Плоские фильтры формируют рентгеновский пучок необходимого спектрального состава,	Использование фильтров позволяет уменьшить дозу облучения на 40 % [22]. Данный метод эффективен при исследовании нецилиндрических областей тела, например, плеча, а также при наличии у пациентов металлических имплантов Плоские фильтры большой толщины предпочтительнее, так как в этом случае поглощается низкоэнергетическое излучение, составляющее значительную часть дозы облучения пациента, но почти не участвующее в формировании полезного сигнала [17].

Таблица №1. Направления и факторы, используемые для снижения дозы при КТ (продолжение таблицы).

1	2	3
	<p>а профилированные фильтры используются для ослабления излучения на периферии рентгеновского пучка.</p>	<p>Для периферических областей тела пациента путь прохождения пучка меньше, чем в центральных областях, следовательно, для обеспечения равных значений отношений сигнал/шум в центре и на периферии для последних требуется меньшая доза излучения. Данный эффект обеспечивают профилированные фильтры, которые снижают дозовую нагрузку на периферические области тела пациента.</p> <p>Для стандартного протокола исследования изменение размера «апертуры» профилированного фильтра возможно путем варьирования параметра FOV (field of view –размер отображения на дисплее КТ).</p> <p>Таким образом, для существенного ослабления излучения на периферии тела пациента необходимо задавать этот параметр так, чтобы исследуемая область отображалась на всем доступном поле дисплея КТ.</p>
<p>3.3. Методы контроля дозы облучения с использованием автоматической модуляции тока трубки (АМТ)</p>	<p>Автоматический выбор:</p> <p>а) фиксированных параметров протокола (мА и кВ) в зависимости от размеров пациента;</p> <p>б) модуляции тока трубки (мА) в зависимости:</p> <ul style="list-style-type: none"> – от анатомических областей, – от степени ослабления излучения в теле пациента, – от фазы дыхания или сердечного цикла и др. <p>ПО: CAREdose4D – Siemens, SmartScan – GE, SUREExposure – Toshiba, DoseRight – Philips.</p>	<p>Возможность выбора режима, при котором сила тока рентгеновской трубки в процессе спирального исследования изменяется пропорционально толщине исследуемого объекта; например: ток на трубке регулируется по результатам предварительного исследования (топограммы), область легких на 70% более прозрачна, чем другие области тела, поэтому для этой области ток автоматически уменьшается [5].</p> <p>АМТ позволяет снизить дозы облучения при КТ на 10-30%, качество изображения не изменяется, а для плечевого пояса и таза даже увеличивается [23].</p>
<p>3.4. Ядро свертки (Kernel)</p>	<p>Реконструкция изображений в КТ осуществляется с использованием так называемого ядра свертки: изменяя параметры ядра свертки, можно регулировать параметры конечного реконструируемого изображения.</p>	<p>Так при одних и тех же «сырых данных» (зарегистрированных под разными углами проекциях) можно получить конечное изображение либо с подчеркиванием границ отдельных структур (режим с применением ядра свертки, обеспечивающего сверхвысокое разрешение), либо, наоборот, более размытое изображение (режим с применением стандартного или сглаживающего ядра свертки).</p>

Таблица №1. Направления и факторы, используемые для снижения дозы при КТ (окончание таблицы).

1	2	3
	<p>Применением различных вариантов ядра свертки можно нивелировать эффект «некачественного» изображения, полученного при более «щадящих» параметрах съемки, а, следовательно, и при меньшей дозе облучения пациента.</p>	<p>При этом в первом случае значительно повысится уровень шума на изображении, что может привести к появлению полосовых артефактов, а во втором – наоборот, повысится четкость слабоконтрастных структур за счет снижения шума и артефактов [17].</p>
<p>3.5. Автоматическая модуляция напряжения на трубке</p>	<p>Модуляция напряжения на трубке (кВ) в зависимости от анатомических особенностей пациента и клинической ситуации; программное обеспечение – CARE kV–Siemens.</p>	<p>Программное обеспечение CARE kV выполняет задачу автоматической регулировки напряжения с учетом изменения тока трубки, что позволяет снизить уровень шума и повысить качество изображения.</p>
<p>3.6. Модификация геометрии сканирования</p>	<p>Применение модифицированного алгоритма обратного проецирования.</p>	<p>Предлагается модифицированный алгоритм обратного проецирования в качестве перспективного решения проблемы снижения дозы облучения [24].</p>
<p>3.7. Алгоритмы итеративной реконструкции (ИР) КТ-изображений</p>	<p>При функции ИР используется «сырая» информация, полученная в ходе этапов низкодозного КТ с последующим постпроцессинговым восстановлением изображения. Достигается уменьшение уровня шума и более высокое качество изображения (увеличение разрешения или уменьшение артефактов) по сравнению с использованием стандартных методов реконструкции (алгоритмы ИР: SAFIRE, IRIS – Siemens, ASIR, MBIR – GE, AIDR3D – Toshiba, iDose – Philips).</p>	<p>Использование разных значений напряжения на трубке зависит от диаметра исследуемой области и характера исследуемых тканей (мягкие ткани, сосуды с контрастным усилением йодным раствором и т.д.) [25]. Приемлемо для КТ-колонографии, КТ-ангиографии и КТ мочевыводящих путей, а также в педиатрической практике [26]. Использование ИР само по себе не уменьшает параметр «произведение дозы на длину» (DLP), но при использовании ИР качество изображения значительно улучшается. Это позволяет при малодозных протоколах (при более низких значениях DLP за счет корректировки параметров модуляции и многократного снижения дозы в процессе КТ-обследования) добиваться такой же диагностической ценности исследования, как и при стандартных протоколах без снижения дозы облучения.</p>

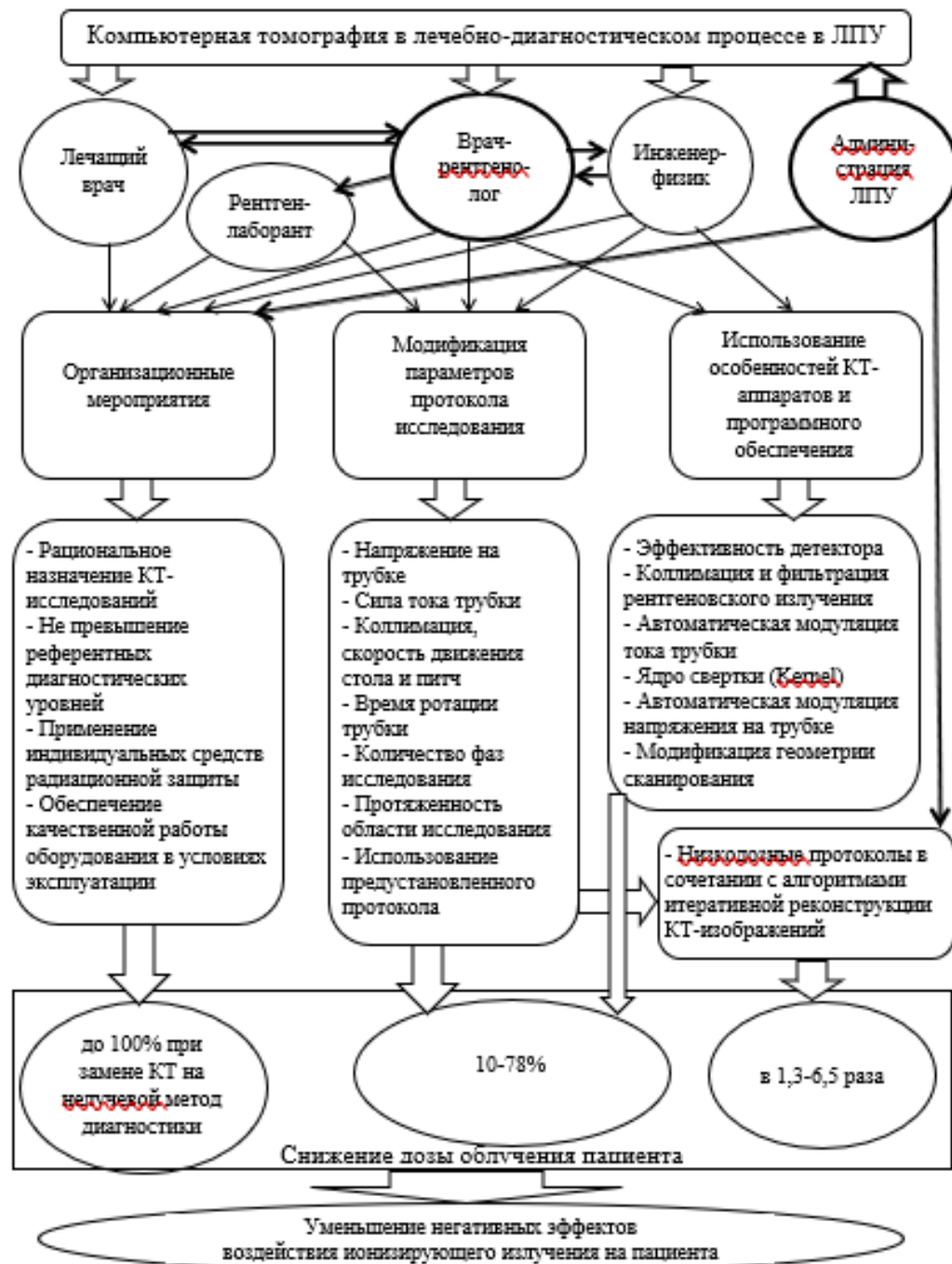


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Схема.

Направления и факторы снижения дозы облучения пациентов при КТ.

Fig. 1. Scheme.

Directions and factors of radiation dose reduction in CT patients.

Список литературы:

1. «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году»: Государственный доклад Роспотребнадзора. Москва, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016. 200 с.
2. Ионизирующие излучения: источники и биологические эффекты: Доклад НКДАР за 1982 г. на Генеральной Ассамблее ООН. Т.1. Нью-Йорк, ООН, 1982. 882 с.
3. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP. 2008; 37 (2–4): 104.
4. AAPM Report 96. The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT. Report of AAPM Task Group 23 of the Diagnostic Imaging Council CT Committee. – College Park: AAPM, 2008. Available at: https://radiomed.ru/sites/default/files/field/comment_node_forum/aapm_report-69-of-tg-23_measurement-reporting-and-managment-of_radiation-dose-in-ct_2008.pdf (accessed 17.06.2018).
5. Основы лучевой диагностики и терапии: Национальное руководство. гл. ред. С. К. Терновой. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2013. 992 с.
6. ImPACT's CT dosimetry tool, version 1.0.4 27/05/2011. Available at: <http://www.impactscan.org/ctdosimetry.htm> (accessed 17.06.2018).
7. Frush D.P., Slack C.C., Hollingsworth C.L., Bisset G.S., Donnelly L.F., Hsieh J. et al. Computer-simulated radiation dose reduction for abdominal multidetector CT of pediatric patients. Am. J. Roentgenol. 2002; 179: 1107–1113. DOI: 10.2214/ajr.179.5.1791107
8. Зеликман М.И. Обеспечение качества высокотехнологического рентгенодиагностического оборудования в условиях эксплуатации. REJR. 2016; 6 (3): 106 – 107. DOI: 10.21569/2222-7415-2016-6-3-106-107
9. Kopp A.F., Heuschmid M., Claussen C.D. Multidetector helical CT of the liver for tumor detection and characterization. Eur.Radiol. 2002; 12 (4): 745–752. DOI: 10.1007/s00330-001-1177-1
10. Huda W., Vance A. Patient radiation doses from adult and pediatric CT. Am. J. Roentgenol. 2007; 188(2): 540–546. DOI: 10.2214/AJR.06.0101
11. Kalra M.K., Prasad S., Saini S., Blake M.A., Varghese J., Halpern E.F. et al. Clinical comparison of standard-dose and 50% reduced-dose abdominal CT: effect on image quality. Am. J. Roentgenol. 2002; 179(5): 1101–1106. DOI: 10.2214/ajr.179.5.1791101
12. McCollough C.H., Zink F.E., Kofler J., Matsumoto J.S., Thomas K.B., Hoffman A.D. Dose optimization in CT: creation, implementation and clinical acceptance of size-based technique charts. Radiology. 2002; 225(P): 591.
13. Donnelly L.F., Emery K.H., Brody A.S., Laor T., Gyllys-Morin V.M., Anton C.G. et al. Minimizing radiation dose for pediatric body applications of singledetector helical CT: strategies at a large children's hospital. Am. J. Roentgenol. 2001; 176(2): 303–306. DOI: 10.2214/ajr.176.2.1760303
14. Power N.P., Pryor M.D., Martin A., Horrocks J., McLean A.M., Reznick R.H. Optimization of scanning parameters for CT colonography. Br. J. Radiol. 2002; 75(893): 401–408. DOI: 10.1259/bjr.75.893.750401
15. Laghi A. Iannaccone R., Mangiapane F., Piacentini F., Iori S., Passariello R. Experimental colonic phantom for the evaluation of the optimal scanning technique for CT colonography using a multidetector spiral CT equipment. Eur. Radiol. 2003; 13(3): 459–466. DOI: 10.1007/s00330-002-1671-0
16. Rehani M.M. Limitations of diagnostic reference level (DRL) and introduction of acceptable quality dose (AQD). Br. J. Radiol. 2015; 88 (1045): 20140344. DOI: 10.1259/bjr.20140344
17. Календер В. Компьютерная томография. Основы, техника, качество изображений и области клинического использования: пер. с англ. Москва, Техносфера, 2006. 344 с. ISBN 5-948360-69-5.
18. Hara A. K. Paden R.G., Silva A.C., Kujak J.L., Lawder H.J., Pavlicek W. Iterative reconstruction technique for reducing body radiation dose at CT: feasibility study. Am. J. Roentgenol. 2009; 193 (3): 764–771. DOI: 10.2214/AJR.09.2397
19. Хоружик С. А., Чиж Г. В., Бозушевич Е. В., Гацкевич Г. В., Кандыбович Д. С., Мацкевич С. А. и др. Дозовые нагрузки при компьютерно-томографических исследованиях. Известия национальной академии наук Беларуси. Серия медицинских наук. 2009; 1: 14–22.
20. Alkadhi H., Radiation dose of cardiac CT—what is the evidence? Eur Radiol. 2009; 19 (6): 1311–1315. DOI: 10.1007/s00330-009-1312-y
21. Barnes E. ISCT: New CT detectors promise sharper images. International Society for Computed Tomography (ISCT) San Francisco Symposium. San Francisco, June 21, 2016.
22. Budoff M.J. Maximizing dose reductions with cardiac CT. Int. J. Cardiovasc. imaging. 2009; 25 (Suppl 2): 279–287.
23. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 87. Managing patient dose in computed tomography: A report of the Intern. Commission on Radiol. Protection. Ann. ICRP. 2000; 30 (4): 45.
24. Оздиев А.Х., Крючков Ю.Ю. Уменьшение дозы облучения пациента при компьютерно-томографическом исследовании путём применения модифицированного алгоритма обратного проецирования. Медицинская Физика. 2017; 4 (76): 16–22.
25. McCollough C.H., Primak A.N., Braun N., Kofler J., Yu L., Christner J. Strategies for Reducing Radiation Dose in CT. Radiol. Clin. North. Am. 2009; 47(1): 27–40. DOI: 10.1016/j.rcl.2008.10.006.
26. Siegel M.J., Schmidt B., Bradley D., Suess C., Hildebolt C. Radiation Dose and Image Quality in Pediatric CT: Effect of Technical Factors and Phantom Size and Shape. Radiology. 2004; 233 (2): 515–522. DOI: 10.1148/radiol.2332032107.
27. Kim S.Y. Lee K.H., Kim K., Kim T.Y., Lee H.S., Hwang S.S. et al. Acute Appendicitis in Young Adults: Low- versus Standard-Radiation-Dose Contrast-enhanced Abdominal CT for Diagnosis. Radiology (RSNA). 2011; 260 (2): 437–445. DOI: 10.1148/radiol.11102247.
28. Leshka S. Stolzmann P., Schmid F.T., Scheffel H., Stinn B., Marincek B. et al. Low kilovoltage cardiac dual-source CT: attenuation, noise, and radiation dose. Eur. Radiol. 2008; 18 (9): 1809–1817. DOI: 10.1007/s00330-008-0966-1
29. McNitt-Gray M.F. AAPM/RSNA physics tutorial for residents: Topics in CT – Radiation dose in CT. Radiographics. 2002; 22 (6): 1541–1553. DOI: 10.1148/rg.226025128
30. Низкодозный скрининг рака лёгких – современные тех-

нологии снижения лучевой нагрузки. С-Петербург (2016). Электронный ресурс: <http://congress-ph.ru/common/htdocs/upload/fm/cardiotorakal/prez/M20-02-6.pdf> (дата обращения: 17.06.2018).

31. Saltybaeva N., Martini K., Frauenfelder T., Alkadhi H. Organ Dose and Attributable Cancer Risk in Lung Cancer Screening with Low-Dose Computed Tomography. *PLoS One*. 2016; 11 (5) : e0155722.– DOI:10.1371/journal.pone.0155722

32. Маткевич Е.И., Синицын В.Е., Иванов И.В. Направления оптимизации лучевой нагрузки при компьютерной томографии. Научно-практическое руководство. Москва-

Воронеж, Элист, 2018. 200 с. ISBN 978-5-87172-091-2

33. Булдаков Л.А., Калистратова В. С. Радиоактивное излучение и здоровье. Москва, Информ-Атом, 2003. 165 с.

34. Калистратова В.С., Булдаков Л.А., Нисимов П.Г. Проблема порога при действии ионизирующего излучения на организм животных и человека. Москва, 2010. 214 с.

35. Keat N. Techniques and technology for dose reduction in CT. Available at: <http://www.impactscan.org/slides/techniquesandtechnology/techniquesandtechnologydosereduction.pdf> (accessed 17.06.2018).

References:

1. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2015: State report. Moscow, Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, 2016. (in Russian).

2. Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects: UNSCEAR report for 1982 to the UN General Assembly. V.1. New York, United Nations, 1982. 882 p.

3. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP. 2008; 37 (2–4). 104 p.

4. AAPM Report 96. The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT. Report of AAPM Task Group 23 of the Diagnostic Imaging Council CT Committee. – College Park: AAPM, 2008. Available at: https://radiomed.ru/sites/default/files/field/comment_node_forum/aapm_report-69-of-tg-23_measurement-reporting-and-managment-of_radiation-dose-in-ct_2008.pdf (accessed 17.06.2018)

5. Fundamentals of Radiation Diagnosis and Therapy: National Guide. Ch. Ed. S.K. Ternovoy. Moscow, GEOTAR-Media, 2013. 992 p. (in Russian).

6. ImPACT's CT dosimetry tool, version 1.0.4 27/05/2011 Available at: <http://www.impactscan.org/ctdosimetry.htm> (accessed 17.06.2018).

7. Frush D.P., Slack C.C., Hollingsworth C.L., Bisset G.S., Donnelly L.F., Hsieh J. et al. Computer-simulated radiation dose reduction for abdominal multidetector CT of pediatric patients. *Am. J. Roentgenol*. 2002; 179: 1107–1113. DOI: 10.2214/ajr.179.5.1791107

8. Zelikman M.I. Quality assurance of high-tech x-ray diagnostic equipment in the condition of use. *Russian Electronic Journal Of Radiology*. 2016; 6 (3): 106–107. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-106-107 (in Russian).

9. Kopp A.F., Heuschmid M., Claussen C.D. Multidetector helical CT of the liver for tumor detection and characterization. *Eur.Radiol*. 2002; 12 (4): 745–752. DOI: 10.1007/s00330-001-1177-1

10. Huda W., Vance A. Patient radiation doses from adult and pediatric CT. *Am. J. Roentgenol*. 2007; 188 (2): 540–546. DOI: 10.2214/AJR.06.0101

11. Kalra M.K., Prasad S., Saini S., Blake M.A., Varghese J., Halpern E.F. et al. Clinical comparison of standard-dose and 50% reduced-dose abdominal CT: effect on image quality. *Am. J. Roentgenol*. 2002; 179 (5): 1101–1106. DOI: 10.2214/ajr.179.5.1791101

12. McCollough C.H., Zink F.E., Kofler J., Matsumoto J.S.,

Thomas K.B., Hoffman A.D. Dose optimization in CT: creation, implementation and clinical acceptance of size-based technique charts. *Radiology*. 2002; 225 (P): 591.

13. Donnelly L.F., Emery K.H., Brody A.S., Laor T., Gylys-Morin V.M., Anton C.G. et al. Minimizing radiation dose for pediatric body applications of singledetector helical CT: strategies at a large children's hospital. *Am. J. Roentgenol*. 2001; 176 (2): 303–306. DOI: 10.2214/ajr.176.2.1760303

14. Power N.P., Pryor M.D., Martin A., Horrocks J., McLean A.M., Reznick R.H. Optimization of scanning parameters for CT colonography. *Br. J. Radiol*. 2002; 75 (893): 401–408. DOI: 10.1259/bjr.75.893.750401

15. Laghi A. Iannaccone R., Mangiapane F., Piacentini F., Iori S., Passariello R. Experimental colonic phantom for the evaluation of the optimal scanning technique for CT colonography using a multidetector spiral CT equipment. *Eur. Radiol*. 2003; 13 (3): 459–466. DOI: 10.1007/s00330-002-1671-0

16. Rehani M.M. Limitations of diagnostic reference level (DRL) and introduction of acceptable quality dose (AQD). *Br. J. Radiol*. 2015; 88 (1045): 20140344. DOI: 10.1259/bjr.20140344

17. Kalender Willi A. Computed Tomography: Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications. Erlangen, 2005. UK: Publicis Corporate Publishing. ISBN 3895782165.

18. Hara A. K. Paden R.G., Silva A.C., Kujak J.L., Lawder H.J., Pavlicek W. Iterative reconstruction technique for reducing body radiation dose at CT: feasibility study. *Am. J. Roentgenol*. 2009; 193 (3): 764–771. DOI: 10.2214/AJR.09.2397

19. Kharuzhyk S. A., Chiz G. V., Bogushevich E. V., Gatskevich G. V., Kandybovich D. S., Matskevich S. A. et al. Dose levels for computed tomography examinations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus (Vestsi Natsiyanalnai Akademii Navuk Belarusi) / Series of medical sciences*. 2009; 1: 14–22. (in Russian).

20. Alkadhi H., Radiation dose of cardiac CT—what is the evidence? *Eur Radiol*. 2009; 19 (6): 1311–1315. DOI: 10.1007/s00330-009-1312-y

21. Barnes E. ISCT: New CT detectors promise sharper images. *International Society for Computed Tomography (ISCT) San Francisco Symposium*. San Francisco, June 21, 2016.

22. Budoff M.J. Maximizing dose reductions with cardiac CT. *Int. J. Cardiovasc. imaging*. 2009; 25 (2): 279–287.

23. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 87. Managing patient dose in computed tomography: A report of the Intern. Commission on Radiol. Protection. Ann. ICRP. 2000; 30 (4): 45 p.

24. Ozdiev A.H., Kryuchkov Yu. Yu. Reduction of x-ray radiation

- dose by optimization of tomographic scanning geometry and reconstruction algorithm. *Meditsinskaya Fizika (Medical Physics)*. 2017; 4 (76): 16-22. (in Russian).
25. McCollough C.H., Primak A.N., Braun N., Kofler J., Yu L., Christner J. *Strategies for Reducing Radiation Dose in CT*. *Radiol. Clin. North. Am.* 2009; 47 (1): 27-40. DOI: 10.1016/j.rcl.2008.10.006
26. Siegel M.J., Schmidt B., Bradley D., Suess C., Hildebolt C. *Radiation Dose and Image Quality in Pediatric CT: Effect of Technical Factors and Phantom Size and Shape*. *Radiology*. 2004; 233 (2): 515-522. DOI: 10.1148/radiol.2332032107
27. Kim S.Y., Lee K.H., Kim K., Kim T.Y., Lee H.S., Hwang S.S. et al. *Acute Appendicitis in Young Adults: Low- versus Standard-Radiation-Dose Contrast-enhanced Abdominal CT for Diagnosis*. *Radiology (RSNA)*. 2011; 260 (2): 437-445. DOI: 10.1148/radiol.11102247
28. Leshka S., Stolzmann P., Schmid F.T., Scheffel H., Stinn B., Marincek B. et al. *Low kilovoltage cardiac dual-source CT: attenuation, noise, and radiation dose*. *Eur. Radiol.* 2008; 18 (9): 1809-1817. DOI: 10.1007/s00330-008-0966-1
29. McNitt-Gray M.F. *AAPM/RSNA physics tutorial for residents: Topics in CT – Radiation dose in CT*. *Radiographics*. 2002; 22(6): 1541-1553. DOI: 10.1148/rg.226025128
30. *Low-dose screening for lung cancer - modern technologies for reducing radiation exposure (2016)*. Available at: <http://congress-ph.ru/common/htdocs/upload/fm/cardiotorakal/prez/M20-02-6.pdf> (accessed 17.06.2018) (in Russian).
31. Saltybaeva N., Martini K., Frauenfelder T., Alkadhi H. *Organ Dose and Attributable Cancer Risk in Lung Cancer Screening with Low-Dose Computed Tomography*. *PLoS One*. 2016; 11 (5): e0155722. – DOI: 10.1371/journal.pone.0155722
32. Matkevich E.I., Sinitsyn V.E., Ivanov I.V. *Optimization of radiation exposure in computed tomography*. Moscow – Voronezh, Elist, 2018. 200 p. ISBN 978-5-87172-091-2 (in Russian).
33. Buldakov L.A., Kalistratova V.S. *Radioactive radiation and health*. Moscow, Inform-Atom, 2003. 165 p. (in Russian).
34. Kalistratova V.S., Buldakov L.A., Nisimov P.G. *Problem of the threshold under the action of ionizing radiation on the organism of animals and humans*. Moscow, 2010. 214 p. (in Russian).
35. Keat N. *Techniques and technology for dose reduction in CT*. Available at: <http://www.impactscan.org/slides/techniquesandtechnology/techniquesandtechnologydosereduction.pdf> (accessed 17.06.2018).

ПОСЛЕДНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ВСЕГО ТЕЛА В ОНКОЛОГИИ

Субботин Ю.А.^{1,2}, Бахтиозин Р.Ф.²

Цель исследования. В последнее время методика магнитно-резонансной томографии всего тела все более широко используется в онкологической визуализации благодаря таким преимуществам, как получение ценной диагностической информации за относительно короткое время сканирования, отсутствие применения радиоизотопов и внутривенного контрастирования, сравнительно низкая цена в сравнении с традиционными методами ядерной медицины. Целью данного обзора является описание основных направлений использования МРТ всего тела в онкологической практике. Приведены данные зарубежных исследований. МРТ всего тела можно считать многообещающей методикой, позволяющей получать результаты в рамках одного исследования, а также она играет ключевую роль в онкологии, благодаря возможности раннего выявления, стадирования опухоли и оценки проводимого противоопухолевого лечения, в особенности у беременных пациенток и пациентов детского возраста.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография всего тела, диффузионно-взвешенные изображения, онкология, метастазы.

Контактный автор: Субботин Ю.А., e-mail: y.subbotin@gmail.com

Для цитирования: Субботин Ю.А., Бахтиозин Р.Ф. Последние достижения магнитно-резонансной томографии всего тела в онкологии. REJR 2018; 8(3):74-82. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-74-82.

Статья получена: 03.09.18 Статья принята: 17.09.18

RECENT UPDATES ON WHOLE-BODY MRI IN ONCOLOGY

Subbotin Y.A.^{1,2}, Bakhtiozin R.F.²

Purpose. In recent years, whole-body MRI have been increasingly used in the field of oncological radiology owing to its advantages such as: yield of high-quality diagnostic information in relatively short scan time, lack of radioisotope or intravenous contrast use, and comparingly low examination cost in contrast to traditional nuclear medicine techniques. Aim of this article is to bring the overview of whole-body MRI as a technique and current applications of its use in oncological radiology.

Keyword: whole-body MRI, diffusion-weighted imaging, oncology, metastases.

Corresponding author: Subbotin Y.A., e-mail: y.subbotin@gmail.com

For citation: Subbotin Y.A., Bakhtiozin R.F. Recent updates on whole-body MRI in oncology. REJR 2018; 8 (3):74-82. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-2-74-82.

Received: 03.09.18 Accepted: 17.09.18

М агнитно-резонансная томография давно вошла в арсенал лучевых методов исследования в первичной диагностике, стадировании и динамическом наблюдении онкологических больных. Более 20 лет МРТ позволяет диагностировать первичные и вторичные новообразования, оценивать их распространенность и ответ на проводимое лечение. Относительно недавно, благодаря техническим усовершен-

1- Moscow municipal oncologic hospital №62.
2- I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
Moscow, Russia.

ствованиям, в дополнение к оценке анатомических структур стали доступны новые последовательности, позволяющие с большой точностью предоставить функциональную информацию о физиологии опухоли, включая метаболизм (спектроскопия), ангиогенез (перфузия), клеточную плотность (диффузия) и степень оксигенации крови (BOLD) [1].

В настоящее время большинство МР-исследований ограничивается одной областью сканирования с частым использованием контрастных средств, содержащих гадолиний. Системное стадирование всегда было проблематично, вследствие отсутствия подходящего оборудования и программного обеспечения, что в свою очередь вело к длительным исследованиям и низкому качеству полученных изображений при сравнении с традиционными методиками ядерной медицины и компьютерной томографии.

Однако в последние годы многие технические достижения позволяют получать изображения всего тела с хорошим пространственным и временным разрешением.

В 1999 году Eustace et al. опубликовали одну из первых статей о возможностях МРТ всего тела [2]. С тех пор вышло большое количество публикаций о применении методики в различных специальностях таких, как педиатрия, ревматология, гинекология и онкология [2 - 4]. Так, в статье Schaefer JF в 2006 году был сделан акцент на использование методики при стадировании и раннем выявлении злокачественных новообразований у «бессимптомных» пациентов [5].

Кроме того, из-за важной роли в диагностических алгоритмах обследования онкологических пациентов, отдельные статьи сравнивают диагностические показатели МРТ всего тела с методами ядерной медицины (ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ и ^{68}Ga , а также остеосцинтиграфией) [6 - 8].

Сравнение методик привело к обнадеживающим результатам и указало на их взаимодополняемость. Таким образом, МРТ всего тела дает дополнительную диагностическую и прогностическую информацию, может быть использована как средство скрининга специфических групп пациентов и является новым биомаркером ответа на проводимое противоопухолевое лечение [8]. Целью данного обзора является описание основных направлений использования МРТ всего тела в специализированном онкологическом учреждении.

Физические принципы МРТ всего тела.

Одной из важнейших последовательностей в протоколе сканирования МРТ всего тела является функциональная DWIBS (диффузионно-взвешенная визуализация с подавлением

сигнала от фоновых тканей) [9]. Диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ) отображают методику определения движения внутриклеточных молекул воды в тканях и органах. ДВИ позволяют визуализировать и измерять постоянное движение молекул воды и ее скорость, зависящую от кинетической энергии данных молекул. Существует множество факторов, ограничивающих движение молекул воды, таких, как клеточный состав ткани, количество молекул воды во внеклеточном пространстве, вязкость среды, содержание белковых молекул. Все вышеперечисленные факторы приводят к повышенному сигналу на диффузионно-взвешенных изображениях. Благодаря высокому контрасту изображений на ДВИ, за счет высокого сигнала участков ограничения диффузии и подавленного МР-сигнала от окружающих тканей, становится возможным выявление патологических образований [10]. Однако не стоит забывать, что и в неизмененных тканях может происходить ограничение диффузии (например, лимфатические узлы, надпочечники, селезенка). Также абсцессы, благодаря структуре своего содержимого, имеют признаки патологического ограничения диффузии, что может иногда приводить к ложноположительным результатам при поиске злокачественных образований. Так, например, при оценке постоперационных изменений после резекции прямой кишки по поводу злокачественного образования, участки ограничения диффузии на изотропных ДВИ и ИКД-карте (исчисляемый коэффициент диффузии) должны быть дифференцированы между рецидивом образования и сформировавшимся абсцессом.

Наиболее часто используемый протокол обычно состоит из анатомических последовательностей таких, как T1-взвешенные изображения и STIR (последовательность инверсия-восстановление с коротким временем инверсии), функциональная последовательность DWI (диффузионно-взвешенные изображения). T1-ВИ позволяют детально визуализировать анатомические структуры, в то время как последовательность STIR является методом выбора при получении T2-ВИ с оптимальным подавлением сигнала от жировой ткани, несмотря на неоднородность магнитного поля. МРТ всего тела также позволяет слияние анатомических и диффузионно-взвешенных изображений, тем самым повышая показатели чувствительности при оценке образований. На изображениях с высоким значением b фактора происходит подавление сигнала от фоновых тканей, таким образом затрудняя оценку анатомических структур. Поэтому слияние функциональных (ДВИ или ИКД-карта) и анатомических изображений, которое может быть воспроизведено посредством специального программного обеспе-

чения, позволяет проводить выявление образований и их дифференциальную диагностику [11].

МРТ всего тела более предпочтительно проводить на томографах с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Несмотря на то, что отношение сигнал/шум в магнитно-резонансных томографах 3 Тл больше в два раза, отмечается более выраженное искажение получаемых изображений вследствие большей неоднородности магнитного поля. Однако 3 Тл томографы, оборудованные мультипередатчиками катушками, могут предотвращать появление диэлектрических эффектов благодаря применению модулированных амплитудных/фазовых импульсов. В дополнение к этому, нет существенных различий отношения контраст/шум у томографов 1,5 Тл и 3 Тл, так как интенсивность МР-сигнала T2-ВИ тканей незначительно зависит от напряженности магнитного поля.

Современные МР-томографы оборудованы градиентными катушками с высокой пиковой амплитудой (min. значения 45 мТ/м) и более высокой скоростью нарастания градиента (200 мТ/м/сек), благодаря которым достигается лучшее соотношение сигнал/шум из-за более широкого диапазона частот и меньшего времени повторения время/эхо. Множественные усреднения, установленные индивидуально для каждого значения b, также, как более короткие считывания для заполнения k-пространства, делают дыхательные и сердечные двигательные артефакты незначительными, таким образом, не требующими синхронизации.

В идеале необходимо избегать методик спектрального насыщения для подавления сигнала от жировой ткани в ДВИ таких, как SPIR (спектральная пресатурация инверсия-восстановление) или SPAIR (спектрально-ослабленная инверсия-восстановление). При этом следует использовать методику STIR благодаря её меньшей чувствительности к неоднородности поля.

Изображения тела могут быть получены в коронарной плоскости с 4 зонами сканирования с использованием катушек от головы до малого таза. При получении аксиальных ДВИ возникает меньше артефактов искажения от вихревых токов. Однако такое сканирование требует большее количество зон сканирования, что приводит к увеличению времени сканирования [8].

Значения градиентов диффузии (b фактор) должны определяться целью исследования того или иного органа. Так для оценки печени лучше использовать значения B50 и B600 с/мм², для выявления костных метастазов до B1000 с/мм². Методики с использованием множественных b факторов позволяют проводить более точное измерение ИКД, но увеличивают

общее время исследования [6, 12].

МРТ всего тела: области применения. Лимфома.

В настоящее время ¹⁸F-ФДГ ПЭТ/КТ рекомендована как высокочувствительный метод для стадирования и оценки ответа на терапию при ПЭТ-позитивных лимфомах [13]. Некоторые исследования, которые сравнивают ¹⁸F-ФДГ ПЭТ/КТ и МРТ всего тела показали многообещающие результаты [14, 15]. Ограничение диффузии молекул воды происходит вследствие повышенной клеточности, прежде всего в определенных гистологических подтипах [16]. МРТ всего тела также позволяет определять опухолевую нагрузку и играет важную роль в оценке прогноза. Исследование Van Ufford показало совпадение 77% результатов МРТ всего тела и ¹⁸F-ФДГ ПЭТ/КТ при стадировании первично выявленных лимфом, согласно классификации Ann Arbor [14]. Несколько случаев были диагностированы с более высокой стадией при МРТ всего тела, ни один случай не был диагностирован с более низкой стадией. Противоречивые результаты имели место из-за большей выявляемости пораженных лимфоузлов при МРТ всего тела и невыявленных новообразований в костном мозге, печени и почках при ¹⁸F-ФДГ ПЭТ/КТ. Очаг в легком, диагностированный при помощи МРТ всего тела, соответствовал прикорневому лимфоузлу на ПЭТ/КТ, что указывает на возможные ограничения МРТ всего тела в данной локализации, вследствие дыхательных и сердечных двигательных артефактов.

В другом исследовании, включающем 140 нелеченых пациентов с лимфомой, сравнили диагностическую ценность МРТ всего тела для претерапевтической оценки ПЭТ-позитивных и ПЭТ-негативных лимфом [15]. В первой группе МРТ всего тела показала чувствительность 97,8% и специфичность 100%. Относительно стадирования, МРТ всего тела согласовалась с «золотым» стандартом у 94% пациентов. В группе с ПЭТ-негативными лимфомами чувствительность МРТ всего тела и ПЭТ/КТ была 93,5% и 64,5% соответственно. Статистическое согласие для этой подгруппы составило 92,5%. Оценивая различные подтипы лимфом, авторы пришли к выводу, что ПЭТ/КТ с фтордезоксиглюкозой несколько превосходит МРТ всего тела в стадировании лимфомы Ходжкина и диффузной крупноклеточной В-лимфомы, но не имеет существенных различий при стадировании фолликулярной лимфомы. В другом исследовании МРТ всего тела превосходила ПЭТ/КТ в оценке ПЭТ-негативных лимфом (MALT-лимфома) [20].

МРТ всего тела также существенна для оценки терапии при лимфомах. ДВИ используются для оценки изменений после лечения посредством измерения ИКД, значения которого

повышаются при снижении клеточной плотности вследствие некроза и клеточного распада [17, 18, 19]. Предыдущие исследования также показали взаимосвязь между неудачным лечением и низкими значениями ИКД после лечения. Однако больше исследований необходимо провести для оценки ДВИ для характеристики остаточной опухоли [19].

Еще одно исследование показало согласие результатов 97,1% между МРТ всего тела и ^{18}F -ФДГ ПЭТ/КТ при оценке ответа на терапию у ПЭТ-позитивных лимфом [15]. Таким образом, МРТ всего тела может быть хорошим выбором для оценки ответа на проводимое лечение [19].

Костные метастазы.

Костные метастазы являются главным проявлением поздних стадий онкологических заболеваний, поэтому оценка распространенности является необходимой для выбора лечения. Главными злокачественными опухолями, имеющими высокую тропность к костной ткани, являются рак легкого, предстательной и молочной желез. Роль МРТ всего тела в выявлении костных метастазов была изучена как в выборках пациентов со специфическим диагнозом, так и в смешанных популяциях пациентов с различной опухолевой патологией.

Традиционным первичным методом оценки костных структур является остеосцинтиграфия, представляющая определенные показатели чувствительности и специфичности: для рака предстательной железы чувствительность составила 70%, специфичность 57%; для рака молочной железы чувствительность – 62-100%, специфичность – 78-100%; для рака легкого чувствительность – 86%, специфичность – 88% [20 - 23]. Однако недостатками остеосцинтиграфии являются невозможность выявления очагов вторичного поражения в других тканях и отсутствие объективных критериев оценки динамики лечения. Благодаря последовательности ДВИ, которая позволяет выявлять мельчайшие изменения в костном мозге, некоторые исследования показали лучшие результаты диагностической эффективности при сравнении с остеосцинтиграфией, схожие либо более высокие при сравнении с ^{18}F -ФДГ ПЭТ/КТ. МРТ всего тела также имеет возможность оценить ответ на проводимое лечение посредством измерения количества и размеров очагов, оценки изменения структуры и интенсивности сигнала.

Рак предстательной железы.

Большинство руководств рекомендуют использование КТ и/или МРТ брюшной полости и остеосцинтиграфию для ранней оценки метастатического поражения у пациентов с высоким риском [24]. Несмотря на это, МРТ всего тела представляет эффективную альтернативу при выявлении костных метастазов, оценке проводимого лечения и прогноза. МРТ всего те-

ла была исследована в оценке вторичных костных образований у пациентов со средним и высоким риском распространения (ПСА >10 нг/дл, Глисон ≥ 7 или стадия выше T2b). По данным других исследований МРТ показала более высокую точность при выявлении ложноотрицательных очагов на остеосцинтиграфии [25].

В проспективном исследовании, включающем 100 больных раком предстательной железы высокого риска, МРТ всего тела (чувствительность – 96-100%, специфичность – 98-100%) показала лучшие результаты диагностической эффективности по сравнению с остеосцинтиграфией (чувствительность – 86%, специфичность – 98%) [26]. Padhani и коллеги предложили стандартизацию метода МРТ всего тела при сборе данных, интерпретации и протоколах описания у пациентов с высокой стадией рака предстательной железы [12].

В другом исследовании авторы проанализировали возможность местного (T) и отдаленного (N и M) стадирования у больных раком предстательной железы высокого риска, используя мультипараметрическую МРТ малого таза и МРТ всего тела, при этом сравнивая результаты с КТ и остеосцинтиграфией. Результаты показали преимущество МРТ (чувствительность – 100%, специфичность – 100%) перед остеосцинтиграфией/КТ (чувствительность – 85%, специфичность – 88%) [24].

Рак молочной железы.

Кости являются самым частым местом метастатического поражения при раке молочной железы. Тем не менее, до сих пор не было принято общее решение об использовании оптимального метода лучевой диагностики. С этой целью могут быть использованы остеосцинтиграфия, КТ, МРТ, ОФЭКТ или ПЭТ/КТ [26].

По аналогии с предстательной железой, остеосцинтиграфия является наиболее часто используемой методикой при первичной оценке стадирования, однако, МРТ всего тела позволяет выявлять вторичные очаги в костях с большей точностью [22, 27, 28]. Исследование с 22 пациентками показало более высокие показатели чувствительности и специфичности для МРТ всего тела (чувствительность – 92%, специфичность – 90%) в сравнении с остеосцинтиграфией (чувствительность – 83%, специфичность – 80%) [29]. Кроме того, МРТ всего тела выявила вторичные очаги в легких и печени, что не было возможно по результатам остеосцинтиграфии. По мнению Costelloe и коллег, в ближайшем будущем произойдет замена остеосцинтиграфии на МРТ всего тела [28].

МРТ всего тела имеет возможность выявить прогрессирование, не видимое при исследовании с помощью КТ, и тем самым способно повлиять на лечение и прогноз.

Меланома.

Меланома представляет агрессивную злокачественную опухоль с высоким потенциалом метастатического распространения (легкие, печень, кости, головной мозг). Присутствие и локализация отдаленных метастазов являются важными прогностическими факторами [30]. Таким образом, данные пациенты нуждаются в системном обследовании посредством различных методов визуализации, позволяющих провести сканирование всего тела (ПЭТ/КТ, МРТ всего тела).

МРТ всего тела может выявить распространение метастазов в отдаленные органы в рамках одного исследования и считается методом с высокой точностью при сравнении с ^{18}F -ФДГ ПЭТ/КТ. Проспективное исследование с 35 пациентами показало лучшую чувствительность и одинаковую специфичность МРТ всего тела (82% и 92% соответственно) при сравнении с ^{18}F -ФДГ ПЭТ/КТ (72,8% и 92,7% соответственно) в поиске вторичных очагов меланомы [31]. Высокие диагностические показатели касались выявления подкожных и перитонеальных очагов, очагов в печени и легких. В том же исследовании была показана добавочная ценность ДВИ в протоколе МРТ всего тела, выявление метастатических очагов было на 20% выше, чем при использовании только традиционных анатомических последовательностей. При сравнении МРТ всего тела без ДВИ ^{18}F -ФДГ ПЭТ/КТ превосходила ее при выявлении вторичных очагов [32].

В другом исследовании авторы сделали заключение, что ^{18}F -ФДГ ПЭТ/КТ имеет преимущество при выявлении очагов в легких и мягких тканях, в то время как МРТ всего тела более точна при поиске очагов в печени, костях и головном мозге. При оценке поражения лимфоузлов большее количество работ склоняется к мнению, что ^{18}F -ФДГ ПЭТ/КТ является более точной методикой [31 - 33]. Однако имеются данные о равной эффективности [34].

Исследование беременных пациенток.

Диагностика злокачественных образований и стадирование во время беременности требует принятия осторожных решений. Литература не приводит доказательства вреда для плода при использовании магнитного поля в клинических условиях. Некоторые исследования не подтвердили наличие побочных эффектов у детей, подвергавшихся исследованию МРТ во время внутриутробного развития [35 - 37]. Однако выборка многих опубликованных исследований небольшая и имеется небольшое количество долгосрочных исследований с оценкой отсроченных результатов. Данные утверждения применимы для сканеров с напряженностью магнитного поля не более 3 Тл, и хотя некоторые авторы утверждают, что исследова-

ние не должно быть ограничено гестационным возрастом, другие исследователи рекомендуют избегать МРТ в первом триместре [38, 39]. Таким образом польза от проведения МРТ у беременных пациенток должна превосходить потенциальные риски, что неоспоримо в случае беременных пациенток с онкологическим заболеванием [38, 40].

Исследование, включающее 20 беременных пациенток с различными видами злокачественных новообразований, включая рак молочной железы (n=10), лимфому (n=3), рак шейки матки (n=2), рак яичников (n=1), рак прямой кишки (n=2), рак легкого (n=1) и конъюнктивы (n=1), показало, что МРТ всего тела является значимым одномоментным исследованием у беременных пациенток и имеет добавочную ценность как при оценке первичной опухоли (чувствительность – 95%, специфичность – 99%), так и при оценке отдаленных метастазов в лимфоузлы и другие органы (чувствительность – 66-100%, специфичность – 94-100%) в сравнении с традиционными методами обследования (чувствительность – 50% и специфичность – 100% при выявлении первичного очага; чувствительность – 33% и специфичность – 100% при оценке метастазов) [41].

Использование в педиатрии.

МРТ всего тела представляет неоспоримые преимущества над другими методами в диагностике патологии у пациентов детского возраста и позволяет проводить исследование всего тела с использованием седации [3, 42]. Показаниями к исследованию являются оценка опухолевой нагрузки в системных новообразованиях (лимфома), стадирование солидных опухолей, оценка ответа на лечение и скрининг наследственных опухолевых синдромов [43]. В случае стадирования солидных опухолей, МРТ всего тела показывает хорошую точность в выявлении костных и внекостных метастазов и должна рассматриваться как метод первичной диагностики у пациентов детского возраста [44]. Более того, исследования показали сравнимую диагностическую точность МРТ всего тела и ПЭТ/КТ при начальном стадировании лимфомы со специфичностью и чувствительностью 98%, 99% для нодальных и 91%, 99% для экстранодальных образований соответственно [45, 46]. Однако могут быть выделены недостатки при оценке метастазов в лимфоузлы и легкие, в особенности малых размеров.

Исследование Американского Колледжа Радиологии, включающее 188 пациентов с лимфомой, нейробластомой и некоторыми типами сарком показало чувствительность 53% и 67% при выявлении легочных метастазов и метастазов в лимфоузлы (6-12 мм) соответственно [47]. Одним из главных ограничений данного исследования считалось отсутствие последова-

тельности ДВИ в протоколе сканирования, которая могла при использовании повысить степень выявления патологических очагов. Кроме того, как доброкачественные, так и злокачественные лимфоузлы ограничивают диффузию [48]. Другой проблемой может считаться дифференциация высококлеточного гематопозитического костного мозга и диффузной инфильтрации костного мозга, так как в обоих случаях сигнал может быть гиперинтенсивный на STIR и может проявляться ограничение диффузии [48]. МРТ всего тела также может быть использована при оценке ответа на терапию (морфологическая и функциональная оценка) и различать активную опухолевую ткань при рецидиве и соединительную фиброзную ткань после лечения [49].

Наследственные опухолевые синдромы.

Главной целью оценки исследований у пациентов с наследственными синдромами является раннее выявление злокачественных новообразований у популяции с высоким риском. В данном случае методика МРТ всего тела была исследована, но общее мнение рутинного применения для скрининга неокончательно, несмотря на отсутствие рисков для данной группы пациентов [50]. При оценке данных исследований должны быть приняты во внимание ложноположительные результаты и случайные находки, которые будут приводить к дополнительным исследованиям и вмешательствам. Однако возможность проводить повторные исследования без риска для пациента представляется большим преимуществом [51]. Примерами наследственных синдромов являются множественная эндокринная неоплазия, синдром Гиппеля-Линдау, семейный аденоматозный полипоз и синдром Ли-Фраумени.

Существуют различные протоколы скрининга данных пациентов, включая биохимические тесты и методы лучевой визуализации. Однако данные протоколы различаются в зависимости от возрастной группы пациентов, пре-

валирующей опухолевой патологии и лечебного учреждения, где наблюдаются данные пациенты [51]. Villani и коллеги предложили протокол скрининга для детей и взрослых с синдромом Ли-Фраумени [52]. Согласно статье, кроме других методов лучевого исследования, МРТ всего тела проводится для скрининга мягкотканых опухолей и остеосарком. По заключению 3-х лет исследования результаты показали 100% выживаемость в группе скрининга (было выявлено 10 бессимптомных опухолей у 7 пациентов) в сравнении с пациентами, не проходившими скрининг, где выживаемость оказалась 20% (12 агрессивных опухолей у 10 пациентов).

Заключение.

МРТ всего тела можно считать многообещающей методикой, позволяющей получать результаты в рамках одного исследования. Методика играет ключевую роль в онкологии, благодаря возможности раннего выявления, стадирования опухоли и оценки проводимого противоопухолевого лечения, в особенности у беременных пациенток и пациентов детского возраста. Несмотря на данные преимущества, МРТ всего тела по-прежнему имеет проблемы, связанные с возникновением артефактов, технических ограничений и ошибок интерпретации, проявляющихся в ложноположительных и ложноотрицательных результатах. С другой стороны, продолжающиеся технические достижения, включая появление новых импульсных последовательностей, позволяют расширить спектр использования методики в клинической практике. Таким образом, ожидается дальнейшее развитие данной технологии в ближайшие годы, что в свою очередь будет требовать большего опыта использования данной методики от врачей лучевой диагностики.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Hernando C.G., Esteban L., Canas T. et al. The role of magnetic resonance imaging in oncology. *Clin Transl Oncol.* 2010; 12: 606-613.
2. Eustace S.J., Walker R., Blake M. et al. Whole-body MR imaging. Practical issues, clinical applications, and future directions. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 1999; 7: 209-236
3. Chavhan G.B., Babyn P.S. Whole-body MR imaging in children: principles, technique, current applications, and future directions. *Radiographics.* 2011; 31: 1757-1772.
4. Lecouvet F.E. Whole-body MR imaging: musculoskeletal applications. *Radiology.* 2016; 279: 345-365.
5. Schaefer J.F., Schlemmer H.P. Total body MR-imaging in oncology. *Eur Radiol.* 2006; 16: 2000-2015.
6. Antoch G., Vogt F.M., Freudenberg L.S. et al. Whole-body dual-modality pet/ct and whole-body MRI for tumor staging in oncology. *JAMA.* 2003; 290: 3199-3206.
7. Etchebehere E.C., de Oliveira Santos A., Gumz B. et al. 68Ga-DOTATATE PET/CT, 99mTc-HYNIC-octreotide SPECT/CT, and whole-body MR imaging in detection of neuroendocrine tumors: a prospective trial. *J Nucl Med.* 2014; 55: 1598-1604.
8. Padhani A.R., Koh D.M., Collins D.J. Whole-body diffusion-weighted MR imaging in cancer: current status and research directions. *Radiology.* 2011; 261: 700-718.
9. Kwee T.C., Takahara T., Ochiani R. et al. Diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression (DWIBS): features and potential applications in oncology. *Eur. Radiol.* 2008; 18 (9): 1937-1952.
10. Koh D.M., Collins D.J. Diffusion weighted MRI in the body:

applications and challenges in oncology. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188: 1622-1635.

11. Koh D.M. Qualitative and quantitative analyses: image evaluation and interpretation. In Koh D.M., Thoeny H.C. eds. *Diffusion-weighted MR imaging: Applications in the Body.* Berlin, Germany: Springer; 2010: 33-47.

12. Padhani A.R., Lecouvet F.E., Tunariu N. et al. *METastasis Reporting and Data System for Prostate Cancer: practical guidelines for acquisition, interpretation, and reporting of whole-body magnetic resonance imaging-based evaluations of multiorgan involvement in advanced prostate cancer.* *Eur. Urol.* 2017; 71: 81-92.

13. Cheson B.D., Fisher R.I., Barrington S.F. et al. *Recommendations for initial evaluation, staging, and response assessment of Hodgkin and non-Hodgkin lymphoma: the Lugano Classification.* *J Clin Oncol.* 2014; 32: 3059-3067.

14. Van Ufford H.M., Kwee T.C., Beek F.J. et al. *Newly diagnosed lymphoma: initial results with whole-body T1-weighted, STIR, and diffusion-weighted MRI compared with 18F-FDG PET/CT.* *Am J Roentgenol.* 2011; 196: 662-669.

15. Mayerhoefer M.E., Karanikas G., Kletter K. et al. *Evaluation of diffusion-weighted magnetic resonance imaging for follow-up and treatment response assessment of lymphoma: results of an 18F-FDG PET/CT controlled prospective study in 64 patients.* *Clin Cancer Res.* 2015; 21: 2506-2513.

16. Toledano-Massiah S., Luciani A., Itti E. et al. *Whole-body diffusion-weighted imaging in Hodgkin lymphoma and diffuse large B-cell lymphoma.* *Radiographics.* 2015; 35: 747-764.

17. Chen Y., Zhong J., Wu H. et al. *The clinical application of whole-body diffusion-weighted imaging in the early assessment of chemotherapeutic effects in lymphoma: the initial experience.* *Magn Reson Imaging.* 2012; 30: 165-170.

18. Lin C., Itti E., Luciani A. et al. *Whole-body diffusion-weighted imaging with apparent diffusion coefficient mapping for treatment response assessment in patients with diffuse large B-cell lymphoma: pilot study.* *Invest Radiol.* 2011; 46: 341-349.

19. Kulkarni N.M., Pinho D.F., Narayanan S. et al. *Imaging for oncologic response assessment in lymphoma.* *AJR Am J Roentgenol.* 2017; 208: 18-31.

20. Morone M., Bali M.A., Tunariu N. et al. *Whole-body MRI: current applications in oncology.* *Am J Roentgenol.* 2017; 209: 336-349.

21. Even-Sapir E., Metser U., Mishani E. et al. *The detection of bone metastases in patients with high-risk prostate cancer: 99mTc-MDP planar bone scintigraphy, single- and multi-field-of-view SPECT, 18F-fluoride PET, and 18F-Fluoride PET/CT.* *J Nucl Med.* 2006; 47: 287-297.

22. Hamaoka T., Madewell J.E., Podoloff D.A. et al. *Bone imaging in metastatic breast cancer.* *J Clin Oncol.* 2004; 22: 2942-2953.

23. Qu X., Huang X., Yan W. et al. *A meta-analysis of 18FDG-PET-CT, 18FDG-PET, MRI and bone scintigraphy for diagnosis of bone metastases in patients with lung cancer.* *Eur J Radiol.* 2012; 81: 1007-1015.

24. Pasoglou V., Larbi A., Collette L. et al. *One-step TNM staging of high-risk prostate cancer using magnetic resonance imaging (MRI): toward an upfront simplified "all-in-one" imaging approach? Prostate.* 2014; 74: 469-477.

25. Jambor I., Kuisma A., Ramadan S. et al. *Prospective evaluation of planar bone scintigraphy, SPECT, SPECT/CT, 18F-NaF*

PET/CT and whole body 1.5T MRI, including DWI, for the detection of bone metastases in high risk breast and prostate cancer patients: SKELETA clinical trial. *Acta Oncol.* 2016; 55: 59-67.

26. Lecouvet F.E., El Mouedden J., Collette L. et al. *Can whole-body magnetic resonance imaging with diffusion-weighted imaging replace Tc 99m bone scanning and computed tomography for single-step detection of metastases in patients with high-risk prostate cancer? Eur Urol.* 2012; 62: 68-75.

27. Houssami N., Costelloe C.M. *Imaging bone metastases in breast cancer: evidence on comparative test accuracy.* *Ann Oncol.* 2012; 23: 834-843.

28. Costelloe C.M., Rohren E.M., Madewell J.E. et al. *Imaging bone metastases in breast cancer: techniques and recommendations for diagnosis.* *Lancet Oncol.* 2009; 10: 606-614.

29. Englehard K., Hollenbach H.P., Wohlfart K. et al. *Comparison of whole-body MRI with automatic moving table technique and bone scintigraphy for screening for bone metastases in patients with breast cancer.* *Eur Radiol.* 2004; 14: 99-105.

30. Balch C.M., Soong S.J., Gershenwald J.E. et al. *Prognostic factors analysis of 17600 melanoma patients: validation of the American Joint Committee on Cancer Melanoma Staging System.* *J Clin Oncol.* 2001; 19: 3622-3634.

31. Laurent V., Trausch G., Bruot O. et al. *Comparative study of two whole-body imaging techniques in the case of melanoma metastases: advantages of multi-contrast MRI examination including a diffusion-weighted sequence in comparison with PET-CT.* *Eur J Radiol.* 2010; 75: 376-383.

32. Pfannenber C., Aschoff P., Schanz S. et al. *Prospective comparison of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography and whole-body magnetic resonance imaging in staging of advanced malignant melanoma.* *Eur J Cancer.* 2007; 43: 557-564.

33. Pfannenber C., Schwenzer N. *Whole-body staging of malignant melanoma: advantages, limitations and current importance of PET-CT, whole-body MRI and PET-MRI.* *Radiologe.* 2015; 55: 120-126.

34. Jouvet J.C., Thomas L., Thomson V. et al. *Whole-body MRI with diffusion-weighted sequences compared with 18 FDG PET-CT, CT and superficial lymph node ultrasonography in the staging of advanced cutaneous melanoma: a prospective study.* *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2014; 28: 176-185.

35. Ray J.G., Vermeulen M.J., Bharatha A. et al. *Association between MRI exposure during pregnancy and fetal and childhood outcomes.* *JAMA.* 2016; 316: 952-961.

36. Strizek B., Jani J.C., Mucyo E. et al. *Safety of MR imaging at 1.5 T in fetuses: a retrospective case-control study of birth weights and the effects of acoustic noise.* *Radiology.* 2015; 275: 530-537.

37. Choi J.S., Ahn H.K., Han J.Y. et al. *A case series of 15 women inadvertently exposed to magnetic resonance imaging in the first trimester of pregnancy.* *J Obstet Gynaecol.* 2015; 35: 871-872.

38. Bulas D., Egloff A. *Benefits and risks of MRI in pregnancy.* *Semin Perinatol.* 2013; 37: 301-304.

39. Chen M.M., Coakley F.V., Kaimal A. et al. *Guidelines for computed tomography and magnetic resonance imaging use during pregnancy and lactation.* *Obstet Gynecol.* 2008; 112 (1): 333-340.

40. De Haan J., Vandecaveye V., Han S.N. et al. *Difficulties with diagnosis of malignancies in pregnancy.* *Best Pract Res Clin*

Obstet Gynaecol. 2016; 33: 19-32.

41. Dresen R.C., Han S.N., Michielsen K. et al. Whole-body diffusion-weighted MRI for staging of women with cancer during pregnancy: a pilot study. *Cancer Imaging*. 2015; 15 (1): 50.

42. Davis J.T., Kwatra N., Schooler G.R. Pediatric whole-body MRI: a review of current imaging techniques and clinical applications. *J Magn Reson Imaging*. 2016; 44:783-793.

43. Teixeira S.R., Elias Junior J., Nogueira-Barbosa M.H. et al. Whole-body magnetic resonance imaging in children: state of the art. *Radiol Bras*. 2015; 18: 111-120.

44. Krohmer S., Sorge I., Krausse A. et al. Whole-body MRI for primary evaluation of malignant disease in children. *Eur J Radiol*. 2010; 74: 256-261.

45. Punwani S., Taylor S.A., Bainbridge A. et al. Pediatric and adolescent lymphoma: comparison of whole-body STIR half-Fourier RARE MR imaging with with an enhanced PET/CT reference for initial staging. *Radiology*. 2010; 255: 182-190.

46. Littooi A.S., Kwee T.C. Barber I. et al. Whole-body MRI for initial staging of paediatric lymphoma: prospective comparison to an FDG-PET/CT-based reference standard. *Eur Radiol*. 2014;

References:

1. Hernando C.G., Esteban L., Canas T. et al. The role of magnetic resonance imaging in oncology. *Clin Transl Oncol*. 2010; 12: 606-613.

2. Eustace S.J., Walker R., Blake M. et al. Whole-body MR imaging. Practical issues, clinical applications, and future directions. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 1999; 7: 209-236

3. Chavhan G.B., Babyn P.S. Whole-body MR imaging in children: principles, technique, current applications, and future directions. *Radiographics*. 2011; 31: 1757-1772.

4. Lecouvet F.E. Whole-body MR imaging: musculoskeletal applications. *Radiology*. 2016; 279: 345-365.

5. Schaefer J.F., Schlemmer H.P. Total body MR-imaging in oncology. *Eur Radiol*. 2006; 16: 2000-2015.

6. Antoch G., Vogt F.M., Freudenberg L.S. et al. Whole-body dual-modality pet/ct and whole-body MRI for tumor staging in oncology. *JAMA*. 2003; 290: 3199-3206.

7. Etchebehere E.C., de Oliveira Santos A., Gumz B. et al. 68Ga-DOTATATE PET/CT, 99mTc-HYNIC-octreotide SPECT/CT, and whole-body MR imaging in detection of neuroendocrine tumors: a prospective trial. *J Nucl Med*. 2014; 55: 1598-1604.

8. Padhani A.R., Koh D.M., Collins D.J. Whole-body diffusion-weighted MR imaging in cancer: current status and research directions. *Radiology*. 2011; 261: 700-718.

9. Kwee T.C., Takahara T., Ochiani R. et al. Diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression (DWIBS): features and potential applications in oncology. *Eur Radiol*. 2008; 18 (9): 1937-1952.

10. Koh D.M., Collins D.J. Diffusion weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology. *Am. J. Roentgenol*. 2007; 188: 1622-1635.

11. Koh D.M. Qualitative and quantitative analyses: image evaluation and interpretation. In Koh D.M., Thoeny H.C. eds. *Diffusion -weighted MR imaging: Applications in the Body*. Berlin, Germany: Springer; 2010: 33-47.

12. Padhani A.R., Lecouvet F.E., Tunariu N. et al. METastasis Reporting and Data System for Prostate Cancer: practical guidelines for acquisition, interpretation, and reporting of whole-body magnetic resonance imaging-based evaluations of multiorgan

24: 1153-1165.

47. Siegel M.J., Acharyya S., Hoffer F.A. et al. Whole-body MR imaging for staging of malignant tumors in pediatric patients: results of the American College of Radiology Imaging Network 6660 Trial. *Radiology*. 2013; 266: 599-609.

48. Nievelstein R.A., Littooi A.S. Whole-body MRI in paediatric oncology. *Radiol Med*. 2016; 121: 442-453.

49. Guimaraes M.D., Noschang J., Teixeira S.R. et al. Whole-body MRI in pediatric patients with cancer. *Cancer Imaging*. 2017; 17 :6.

50. Benusuglio P.R., Brugieres L., Caron O. Whole-body MRI screening in children with Li-Fraumeni and other cancer predisposition syndromes. *AJR Am J Roentgenol*. 2016; 206: 52.

51. Monsalve J., Kapur J., Malkin D. et al. Imaging of cancer predisposition syndromes in children. *Radiographics*. 2011; 31: 263-280.

52. Villani A., Tabori U., Schiffman J. et al. Biochemical and imaging surveillance in germline TP53 mutation carriers with Li-Fraumeni syndrome: a prospective observational study. *Lancet Oncol*. 2011; 12: 559-567.

involvement in advanced prostate cancer. *Eur. Urol*. 2017; 71: 81-92.

13. Cheson B.D., Fisher R.I., Barrington S.F. et al. Recommendations for initial evaluation, staging, and response assessment of Hodgkin and non-Hodgkin lymphoma: the Lugano Classification. *J Clin Oncol*. 2014; 32: 3059-3067.

14. Van Ufford H.M., Kwee T.C., Beek F.J. et al. Newly diagnosed lymphoma: initial results with whole-body T1-weighted, STIR, and diffusion-weighted MRI compared with 18F-FDG PET/CT. *Am J Roentgenol*. 2011; 196: 662-669.

15. Mayerhoefer M.E., Karanikas G., Kletter K. et al. Evaluation of diffusion-weighted magnetic resonance imaging for follow-up and treatment response assessment of lymphoma: results of an 18F-FDG PET/CT controlled prospective study in 64 patients. *Clin Cancer Res*. 2015; 21: 2506-2513.

16. Toledano-Massiah S., Luciani A., Itti E. et al. Whole-body diffusion-weighted imaging in Hodgkin lymphoma and diffuse large B-cell lymphoma. *Radiographics*. 215; 35: 747-764.

17. Chen Y., Zhong J., Wu H. et al. The clinical application of whole-body diffusion-weighted imaging in the early assessment of chemotherapeutic effects in lymphoma: the initial experience. *Magn Reson Imaging*. 2012; 30: 165-170.

18. Lin C., Itti E., Luciani A. et al. Whole-body diffusion-weighted imaging with apparent diffusion coefficient mapping for treatment response assessment in patients with diffuse large B-cell lymphoma: pilot study. *Invest Radiol*. 2011; 46: 341-349.

19. Kulkarni N.M., Pinho D.F., Narayanan S. et al. Imaging for oncologic response assessment in lymphoma. *AJR Am J Roentgenol*. 2017; 208: 18-31.

20. Morone M., Bali M.A., Tunariu N. et al. Whole-body MRI: current applications in oncology. *Am J Roentgenol*. 2017; 209: 336-349.

21. Even-Sapir E., Metser U., Mishani E. et al. The detection of bone metastases in patients with high-risk prostate cancer: 99mTc-MDP planar bone scintigraphy, single- and multi-field-of-view SPECT, 18F-fluoride PET, and 18F-Fluoride PET/CT. *J Nucl Med*. 2006; 47: 287-297.

22. Hamaoka T., Madewell J.E., Podoloff D.A. et al. Bone imag-

- ing in metastatic breast cancer. *J Clin Oncol.* 2004; 22: 2942-2953.
23. Qu X., Huang X., Yan W. et al. A meta-analysis of 18FDG-PET-CT, 18FDG-PET, MRI and bone scintigraphy for diagnosis of bone metastases in patients with lung cancer. *Eur J Radiol.* 2012; 81: 1007-1015.
24. Pasoglou V., Larbi A., Collette L. et al. One-step TNM staging of high-risk prostate cancer using magnetic resonance imaging (MRI): toward an upfront simplified "all-in-one" imaging approach? *Prostate.* 2014; 74: 469-477.
25. Jambor I., Kuisma A., Ramadan S. et al. Prospective evaluation of planar bone scintigraphy, SPECT, SPECT/CT, 18F-NaF PET/CT and whole body 1.5T MRI, including DWI, for the detection of bone metastases in high risk breast and prostate cancer patients: SKELETA clinical trial. *Acta Oncol.* 2016; 55: 59-67.
26. Lecouvet F.E., El Mouedden J., Collette L. et al. Can whole-body magnetic resonance imaging with diffusion-weighted imaging replace Tc 99m bone scanning and computed tomography for single-step detection of metastases in patients with high-risk prostate cancer? *Eur Urol.* 2012; 62: 68-75.
27. Houssami N., Costeloe C.M. Imaging bone metastases in breast cancer: evidence on comparative test accuracy. *Ann Oncol.* 2012; 23: 834-843.
28. Costelloe C.M., Rohren E.M., Madewell J.E. et al. Imaging bone metastases in breast cancer: techniques and recommendations for diagnosis. *Lancet Oncol.* 2009; 10: 606-614.
29. Englehard K., Hollenbach H.P., Wohlfart K. et al. Comparison of whole-body MRI with automatic moving table technique and bone scintigraphy for screening for bone metastases in patients with breast cancer. *Eur Radiol.* 2004; 14: 99-105.
30. Balch C.M., Soong S.J., Gershenwald J.E. et al. Prognostic factors analysis of 17600 melanoma patients: validation of the American Joint Committee on Cancer Melanoma Staging System. *J Clin Oncol.* 2001; 19: 3622-3634.
31. Laurent V., Trausch G., Bruot O. et al. Comparative study of two whole-body imaging techniques in the case of melanoma metastases: advantages of multi-contrast MRI examination including a diffusion-weighted sequence in comparison with PET-CT. *Eur J Radiol.* 2010; 75: 376-383.
32. Pfannenbergs C., Aschoff P., Schanz S. et al. Prospective comparison of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography and whole-body magnetic resonance imaging in staging of advanced malignant melanoma. *Eur J Cancer.* 2007; 43: 557-564.
33. Pfannenbergs C., Schwenzler N. Whole-body staging of malignant melanoma: advantages, limitations and current importance of PET-CT, whole-body MRI and PET-MRI. *Radiologe.* 2015; 55: 120-126.
34. Jowet J.C., Thomas L., Thomson V. et al. Whole-body MRI with diffusion-weighted sequences compared with 18 FDG PET-CT, CT and superficial lymph node ultrasonography in the staging of advanced cutaneous melanoma: a prospective study. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2014; 28: 176-185.
35. Ray J.G., Vermeulen M.J., Bharatha A. et al. Association between MRI exposure during pregnancy and fetal and childhood outcomes. *JAMA.* 2016; 316: 952-961.
36. Strizek B., Jani J.C., Mucyo E. et al. Safety of MR imaging at 1.5 T in fetuses: a retrospective case-control study of birth weights and the effects of acoustic noise. *Radiology.* 2015; 275: 530-537.
37. Choi J.S., Ahn H.K., Han J.Y. et al. A case series of 15 women inadvertently exposed to magnetic resonance imaging in the first trimester of pregnancy. *J Obstet Gynaecol.* 2015; 35: 871-872.
38. Bulas D., Egloff A. Benefits and risks of MRI in pregnancy. *Semin Perinatol.* 2013; 37: 301-304.
39. Chen M.M., Coakley F.V., Kaimal A. et al. Guidelines for computed tomography and magnetic resonance imaging use during pregnancy and lactation. *Obstet Gynecol.* 2008; 112 (1): 333-340.
40. De Haan J., Vandecaveye V., Han S.N. et al. Difficulties with diagnosis of malignancies in pregnancy. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2016; 33: 19-32.
41. Dresen R.C., Han S.N., Michielsen K. et al. Whole-body diffusion-weighted MRI for staging of women with cancer during pregnancy: a pilot study. *Cancer Imaging.* 2015; 15 (1): 50.
42. Davis J.T., Kwatra N., Schooler G.R. Pediatric whole-body MRI: a review of current imaging techniques and clinical applications. *J Magn Reson Imaging.* 2016; 44:783-793.
43. Teixeira S.R., Elias Junior J., Nogueira-Barbosa M.H. et al. Whole-body magnetic resonance imaging in children: state of the art. *Radiol Bras.* 2015; 18: 111-120.
44. Krohmer S., Sorge I., Krausse A. et al. Whole-body MRI for primary evaluation of malignant disease in children. *Eur J Radiol.* 2010; 74: 256-261.
45. Punwani S., Taylor S.A., Bainbridge A. et al. Pediatric and adolescent lymphoma: comparison of whole-body STIR half-Fourier RARE MR imaging with with an enhanced PET/CT reference for initial staging. *Radiology.* 2010; 255: 182-190.
46. Littooij A.S., Kwee T.C. Barber I. et al. Whole-body MRI for initial staging of paediatric lymphoma: prospective comparison to an FDG-PET/CT-based reference standard. *Eur Radiol.* 2014; 24: 1153-1165.
47. Siegel M.J., Acharyya S., Hoffer F.A. et al. Whole-body MR imaging for staging of malignant tumors in pediatric patients: results of the American College of Radiology Imaging Network 6660 Trial. *Radiology.* 2013; 266: 599-609.
48. Nievelstein R.A., Littooij A.S. Whole-body MRI in paediatric oncology. *Radiol Med.* 2016; 121: 442-453.
49. Guimaraes M.D., Noschang J., Teixeira S.R. et al. Whole-body MRI in pediatric patients with cancer. *Cancer Imaging.* 2017; 17 :6.
50. Benusuglio P.R., Brugieres L., Caron O. Whole-body MRI screening in children with Li-Fraumeni and other cancer predisposition syndromes. *AJR Am J Roentgenol.* 2016; 206: 52.
51. Monsalve J., Kapur J., Malkin D. et al. Imaging of cancer predisposition syndromes in children. *Radiographics.* 2011; 31: 263-280.
52. Villani A., Tabori U., Schiffman J. et al. Biochemical and imaging surveillance in germline TP53 mutation carriers with Li-Fraumeni syndrome: a prospective observational study. *Lancet Oncol.* 2011; 12: 559-567.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНТРАСТНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ПОСМЕРТНОМ КОМПЬЮТЕРНО-ТОМОГРАФИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ

Туманова У.Н.¹, Серова Н.С.², Быченко В.Г.¹, Щеголев А.И.¹

Приведен анализ данных литературы, отражающих возможности применения ком-пьютерной томографии (КТ) с контрастными веществами для анализа тел умерших больных.

Показано, что посмертная КТ ангиография существенным образом расширяет возможности так называемого неинвазивного вскрытия. Приведены сведения об особенно-стях применения различных видов контрастных веществ, а также основные методы посмертной КТ ангиографии. Использование таргетной посмертной КТ ангиографии позволяет изучить особенности кровоснабжения и выявить патологические изменения сосудов отдельных органов, в частности, ишемической болезни сердца и цереброваскулярных поражений. КТ ангиография всего тела, особенно многоэтапная посмертная КТ ангиография, позволяет визуализировать сердечно-сосудистую систему в целом. Применение КТ ангиографии наиболее эффективно для определения источника и объема внутреннего кровотечения, выраженности тромбоза и степени стеноза кровеносных сосудов, вида и распространенности сосудистых мальформаций. Отмечены сложности применения и возможные артефакты посмертной КТ ангиографии.

Сделан вывод, что посмертная КТ ангиография может быть использована для анализа тел и выяснения танатогенеза погибших пациентов. Подчеркнуто, что, обладая высокой специфичностью и чувствительностью в отношении визуализации летальных кровотечений, посмертная КТ ангиография не может в полной мере заменить традиционное аутопсийное исследование.

Ключевые слова: аутопсия, посмертная компьютерная томография (КТ), ангиография, сердце, кровеносные сосуды.

Контактный автор: Туманова У.Н., e-mail: u.n.tumanova@gmail.com

Для цитирования: Туманова У.Н., Серова Н.С., Быченко В.Г., Щеголев А.И. Возможности применения контрастных веществ при посмертном компьютерно-томографическом исследовании. REJR 2018; 8(3):83-99. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-83-99.

Статья получена: 16.08.18

Статья принята: 30.08.18

POSSIBILITIES OF USING CONTRAST AGENTS IN POSTMORTEM COMPUTED TOMOGRAPHY

Tumanova U.N.¹, Serova N.S.², Bichenko V.G.¹, Shchegolev A.I.¹

The literature data which demonstrate the possibilities of using computed tomography (CT) with contrast agents for the analysis of the deceased patients' bodies are presented.

It is shown that postmortem CT angiography significantly expands the possibility of so-called noninvasive autopsy. The information on the features of the use of different types of contrast agents as well as the main methods of postmortem CT angiography are presented. The use of targeted postmortem CT angiography allows to study the features of blood supply and to identify pathological changes in blood vessels of certain organs, in particular, coronary heart disease and cerebrovascular lesions. CT angiography of the whole body, especially multiphase postmortem CT angiography, allows to visualization of the cardiovascular system as a whole. The use of CT angiography is most effective for determining the

1 - ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

2 - ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) Москва, Россия.

1 - V.I. Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology.
2 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Moscow, Russia.

source and volume of internal bleeding, the severity of thrombosis and the degree of stenosis of blood vessels, the type and prevalence of vascular malformations. We noted the complexity of the application and possible artifacts of postmortem CT angiography.

It was concluded that postmortem CT angiography can be used to analyze of the bodies and clarify the tanatogenesis of deceased patients. We accentuated that postmortem CT angiography cannot fully replace the traditional autopsy despite its high specificity and sensitivity with regard to visualization of fatal bleeding.

Keywords: autopsy, postmortem computed tomography (CT), angiography, heart, blood vessels.

Corresponding author: Tumanova U.N., e-mail: u.n.tumanova@gmail.com

For citation: Tumanova U.N., Serova N.S., Bichenko V.G., Shchegolev A.I. Possibilities of using contrast agents in postmortem computed tomography. REJR 2018; 8 (3):83-99. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-83-99.

Received: 16.08.18

Accepted: 30.08.18

Одной из первых работ, посвященных применению посмертной компьютерной томографии (КТ), считается исследование Р. Krantz и S. Holtås, которое было выполнено в 1983 году с целью выявления и анализа распределения скоплений воздуха в теле 20-летнего ныряльщика, погибшего на глубине 43 метров [1].

На сегодняшний день считается уже доказанным, что проведение посмертных лучевых исследований тел умерших существенно облегчает проведение последующего аутопсийного исследования [2-4]. При этом в большом ряде случаев такие посмертные исследования дополняют и уточняют сведения о патогенезе заболеваний и танатогенезе пациентов [5,6]. Последнее в большей мере относится к выяснению особенностей раневого канала и травматических повреждений при судебно-медицинском исследовании [7-9]. В некоторых исследовательских центрах (Институт судебной медицины в Дании, Викторианский институт судебной медицины в Австралии) посмертная КТ стала практически рутинным исследованием [10, 11]. Более того, по мнению D. Wichmann et al., в ряде случаев посмертные лучевые исследования даже могут заменить традиционное вскрытие [12].

Основными особенностями проведения посмертных лучевых исследований является возможность пренебречь значительной лучевой нагрузкой, исключить появление артефактов, обусловленных движениями, в частности, дыхательными, а также возможность проведения нескольких повторных исследований, в том числе с приданием необходимого положения конечностей и всего тела для лучшей визуализации патологических областей [9]. Электронное архивирование результатов проведенных исследований позволяет использовать их для проведения повторных анализов спустя время без

необходимости эксгумации тела, для так называемой «цифровой эксгумации» («digital exhumation») [13].

В отличие от аутопсийного исследования проведение компьютерной томографии (КТ) позволяет более четко визуализировать все отделы системы скелета [14]. При помощи программ постобработки полученных снимков возможно построение трехмерных реконструкций костного скелета в целом или отдельных областей, что имеет первостепенное значение для выявления врожденных аномалий и анализа особенностей травматических повреждений [7, 15, 16]. Также у взрослых при посмертном КТ исследовании достаточно хорошо визуализируются внутренняя структура органов и мягких тканей, а также топография магистральных сосудов. Однако в случаях перинатальной смерти посмертная КТ характеризуется недостаточной визуализацией внутренних органов, включая легкие, что делает более целесообразным проведение МРТ исследований [17].

К преимуществам посмертной магнитно-резонансной томографии (МРТ) следует отнести более эффективную по сравнению с КТ визуализацию и оценку паренхимы внутренних органов и мягких тканей, сосудов и их топографии [18].

К сожалению, проведение посмертных лучевых исследований в отличие от прижизненных не позволяет в полной мере оценить особенности гемодинамики и васкуляризации различных органов и патологических образований [19]. Вместе с тем хорошо известно, что на протяжении более 100 лет при обычных аутопсиях использовали специальные способы изучения сердечно-сосудистой системы путем введения различных веществ в кровеносное русло.

Посмертная ангиография начала внедряться в практику в первой половине двадцатого века. Так, в 1960 году вышла обобщающая

статья J. Schoenmackers посвященная анализу используемых веществ для посмертной ангиографии. Первые же систематические исследования были начаты лишь в 2004 году в Институте судебной медицины в Берне (Швейцария) в рамках проекта Virtopsy [20].

Цель.

Провести анализ возможностей посмертных КТ исследований с применением контрастных веществ, основанный на данных литературы.

По мнению ряда специалистов, к началу двадцатого века было испытано более сотни различных веществ для макроскопической и/или рентгенологической визуализации сосудистого русла [21]. В первую очередь, следует отметить, что, по мнению S. Grabherr et al. вещества, используемые для изучения кровеносных сосудов, в зависимости от их природы можно разделить на 6 групп [22]:

- корпускулярные препараты, приготовленные на основе желатина или агара,
- корпускулярные препараты, приготовленные на основе водного раствора,
- масляные растворы,
- водорастворимые препараты,
- вещества для приготовления слепков,
- смешанные.

В своей статье авторы на основании анализа литературы достаточно подробно описывают достоинства и недостатки рассматриваемых методик и препаратов для инъекций.

Сосудистые слепки являются одним наиболее первых способов оценки кровеносных сосудов при КТ ангиографии. Для этого метода использовали различные по природе и химическому составу затвердевающие вещества: различные металлы, например, висмут, кадмий, соединения нейлона, винил, полиэфирные смолы, соединения на основе полиуретана. Однако в основном использовалась силиконовая резина и оксид свинца [23]. Использование силикона позволяет визуализировать кровеносные сосуды диаметром 0,1 мм и более [24]. Основными недостатками данного метода являются инвазивный характер исследования, связанный с необходимостью удаления окружающих сосудов ткани, и невозможность изучения обширных областей и всего тела [25]. К отрицательным моментам можно отнести также «усадку» полученной модели с уменьшением диаметра сосудов во время затвердения, а также невозможность смыть или удалить вещество из сосудов для последующего морфологического исследования.

Корпускулярные препараты состоят из частиц рентгено-контрастного материала, который обычно растворяли в воде, или смешивали с желатином или агаром. В качестве препаратов, растворяемых в воде, использовали сульфат бария, Micropaque (высокодисперсный

сульфат бария), йодид калия и кукурузный сироп Каро. А для растворения в желатине или агаре в основном использовались сульфат бария или калий йод. Использование желатина или агара способствует отвердеванию смеси после ее охлаждения, при этом не нарушает микроструктуру сосудов, поэтому они применялись и для последующей оценки гистологических препаратов. Преимуществом корпускулярных препаратов является способность к смыванию посмертных сгустков.

Водорастворимые контрастные вещества представляют собой препараты, используемые для ангиографии *in vivo*. Препаратов данной группы на сегодняшний день достаточно много. В описаниях исследований наиболее часто встречалось применение Кардиографина, Гастрографина и т.п. Препараты данной группы на сегодняшний день редко используются для проведения посмертной ангиографии взрослых пациентов [26]. В основном они нашли свое применение в исследованиях кровеносной системы недавно погибших плодов и умерших новорожденных. К преимуществам данных препаратов относится легкость внутрисосудистого введения при исследовании. Однако велико количество негативных процессов, таких как быстрое проникание препарата за пределы сосуда в окружающие ткани, периваскулярный отек, низкое контрастирование сосудов, сосуды могут оказаться тоньше, чем они есть на самом деле при аутопсии, наличие артефактов заполнения сосудов в результате наличия в их просвете посмертных сгустков.

Масляные растворы использовались преимущественно для внутрисосудистых исследований. Наиболее часто использовались липофильные контрастные вещества, в частности, липиодол ультра-флюид. Положительной особенностью данных веществ явилась способность смыть посмертные сгустки и свертки при введении, сохранение их внутри сосудов в течение длительного периода, в результате чего появилась возможность многоэтапного проведения исследования и увеличения интервалов между инъекциями для достижения той или иной цели контрастирования.

В результате анализа данных литературы следует заключить, что эффективность проведения посмертной ангиографии всего тела зависит от нескольких обстоятельств. Первой особенностью является то, что после смерти просвет большей части кровеносных сосудов свободен от крови или содержит небольшое количество посмертных сгустков крови и/или газов. Поэтому для полноценного их заполнения требуется достаточно большой объем контрастного вещества [27]. Вторым моментом является выбор наиболее оптимального контрастного вещества, поскольку внутрисосудистое поведение

последнего зависит от его вида (масляный, водяной, корпускулярная смесь) и физических свойств (вязкость, осмолярность, рентгеноконтрастность). Если речь идет о судебно-медицинском вскрытии, то до введения контрастного вещества необходимо взятие образцов (кровь, моча, спинномозговая жидкость) для токсикологического исследования. Еще одним важным моментом является область введения контрастного вещества.

Хорошо известно, что продолжительное увеличение посмертного периода сопровождается повышением проницаемости сосудистой стенки. Поэтому любое введение водорастворимой жидкости приводит к достаточно быстрой ее экстравазации, в том числе с развитием отека, что может явиться причиной различных артефактов периваскулярной ткани при лучевых исследованиях. Соответственно, водорастворимые контрастные вещества рекомендуется использовать только непосредственно после смерти. При увеличении продолжительности посмертного периода целесообразней применять масляные растворы. По этой же причине в настоящее время водорастворимые контрастные вещества используются преимущественно при посмертной таргетной КТ ангиографии венечных сосудов [28].

Для предотвращения внесосудистой диффузии водорастворимых веществ S. Jackowski et al. предложили добавлять гигроскопический полиэтиленгликоль в качестве растворителя контрастного вещества [29]. Однако, по мнению S. Grabhier et al., использование такой смеси в силу ее гигроскопичности способствует обводнению сосудистого русла и соответственно может сопровождаться растворением имевшихся тромбов [26].

В отличие от водорастворимых, масляные контрастные вещества остаются внутри сосудов. При этом следует учитывать, что заполняемость сосудов различного калибра зависит от вязкости используемого масла. Для визуализации микроциркуляторного русла требуется маловязкое масло [30]. Однако такие маловязкие масляные вещества обладают экстравазацией, в частности, в области так называемых проблемных участков: желудочно-кишечный тракт в условиях аутолиза. Кроме того, имеются указания, что маловязкие вещества могут инфильтрировать поврежденные участки в стенках сосудов, вытесняя при этом липиды и соответственно изменяя внешний вид и структуру атеросклеротических бляшек [24].

Согласно данным литературы, наиболее оптимальным контрастным веществом для посмертной КТ ангиографии считается ангиофил/парафиновая масляная смесь [27]. Следует также отметить, что при посмертном введении йод содержащего контрастного вещества не

происходит полного его растворения в артериальном и венозном сосудистом русле. Поэтому до введения контрастного вещества рекомендуется проводить предварительное «промывание» кровеносных сосудов. В свою очередь промывание водой способствует развитию признаков внесосудистого отека. В этой связи рекомендуется использование раствора, состоящего из водорастворимого йод содержащего контрастного вещества и полиэтиленгликоля (полиэтиленгликоля 200) в соотношении 1:10 [31]. Тип используемого йод содержащего вещества не влияет на результаты исследования. Основной же компонент раствора должен быть крупномолекулярным, чтобы исключить его попадание во внесосудистое пространство с последующим развитием артефактов, обусловленных осмотическими явлениями.

В процессе внедрения рентгенологических методов с использованием контрастного вещества для посмертного изучения кровеносной системы было предложено множество различных способов их проведения. В настоящее время выделяют два основных типа посмертной КТ ангиографии. При первом выполняется изучение отдельных органов путем введения контрастного вещества в питающие сосуды либо в условиях *in situ*, либо после их извлечения из тела. При втором типе исследуется весь организм, то есть сердечно-сосудистая система в целом.

Для изучения сосудов отдельных органов или областей тела чаще всего применялось ручное введение контрастного вещества при помощи шприца. Достаточно подробно подобные методики были описаны J. Schoenmackers в 1960 году [20]. В литературе имеются указания по применению таких методик для изучения отдельных сосудов, в частности, вен пищевода, венечных артерий, внутримозговых артерий, спинномозговых артерий.

Считается, что современные методики таргетной (прицельной) посмертной КТ ангиографии, в частности, сердца, были разработаны в Великобритании. Практически одновременно в двух медицинских центрах Великобритании (университет Лейстера и Оксфордский университет) были изучены возможности изучения венечных артерий сердца путем проведения посмертной КТ ангиографии с введением контрастного вещества в восходящую аорту [28, 32].

В обоих случаях контрастное вещество вводилось при помощи мочевого катетера, введенного в левую сонную артерию. Введенный катетер раздували в восходящем отделе аорты, вследствие чего контрастное вещество сразу попадало в область корня аорты и затем, благодаря препятствию в виде аортального и митрального клапанов, в венечные артерии. Кон-

трастом служили используемые в клинике водорастворимые контрастные вещества. При этом I.S. Roberts et al. вводили только контрастное вещество, а S.L. Saunders et al. контрастное вещество и воздух (в качестве негативного контраста) [28, 32]. В Оксфордском университете проводили ручное введение контрастного вещества, а в университете Лейстера для этого использовали стандартный автоматический инъектор для внутрисосудистого введения растворов. КТ сканирование проводили по мере введения контрастного вещества, что имитировало динамическую фазу КТ ангиографию и способствовало более четкой диагностике стеноза сосудов.

Оба вышеуказанных метода оказались достаточно быстрыми и простыми в исполнении [28, 32]. Последующее их использование в научных исследованиях и сравнение с данными аутопсии и результатами гистологического изучения препаратов подтвердило эффективность посмертной таргетной КТ ангиографии для визуализации поражений венечных артерий сердца и соответственно, диагностики формы ишемической болезни сердца [33]. Положительным моментом является также и то, что несмотря на гипоосмолярные свойства используемых контрастных веществ, в обоих исследованиях отсутствовали артефакты в виде периваскулярного отека, что авторы объяснили малым объемом вводимого контраста.

Второй тип посмертной КТ ангиографии рекомендуется для изучения сердечно-сосудистой системы в целом, в частности, при распространенных поражениях [27, 31]. Так, в 2005 году С. Jackowski et al. сообщили предварительные результаты применения новой малоинвазивной методики посмертной КТ ангиографии всего тела путем инъекции контрастного вещества через катетер, введенный в бедренную артерию до дуги аорты [34].

Оригинальный способ проведения посмертной КТ ангиографии, заключающийся во введении контрастного вещества при помощи аппарата искусственного кровообращения, был предложен японскими исследователями [35]. Посылком для такого применения послужило, видимо то, что в Японии традиционно очень низкая частота патолого-анатомических вскрытий больных. В этой связи в стране ежегодно проводится порядка 20000 посмертных лучевых исследований, в том числе, в качестве скрининга для выяснения причины смерти пациентов, умерших в отделениях реанимации [36].

Наиболее эффективным для диагностики поражений сердечно-сосудистой системы всего тела считается посмертная многоэтапная КТ ангиография. В большинстве исследований, согласно данным литературы, применялась раз-

работанная S. Grabherr et al. методика 3-х этапной посмертной КТ ангиографии при помощи аппарата искусственного кровообращения с использованием в качестве контрастного вещества парафинового масла, содержащего 6% Angiofil [27]. Именно данная методика рекомендована рабочей группой по разработке методов посмертной ангиографии (Technical Working Group Postmortem Angiography Methods, TWGPAM) для посмертного изучения кровеносного русла.

На первом (артериальном) этапе такого исследования, после введения 1200 мл контрастного вещества в бедренную артерию со скоростью 800 мл/мин, проводят КТ исследование артерий головы, грудной и брюшной полости с толщиной среза 1 мм и шагом 0,8 мм. Для анализа венечных сосудов проводят сканирование сердца с толщиной среза 0,8 мм и шагом 0,4 мм. На втором (венозном) этапе, после введения 1600 мл контрастного вещества со скоростью 800 мл/мин в бедренную вену проводят второе КТ исследование. На третьем (динамическом) этапе КТ исследование проводят во время искусственной циркуляции 200 мл контрастного вещества, вводимого со скоростью 500 мл/мин в бедренную артерию и выводимого из бедренной вены путем создания вакуума.

Основным местом введения контрастного вещества являются бедренные сосуды. В отдельных случаях, исходя из целей исследования, контрастное вещество следует вводить в сосуды шеи (яремную вену, сонную артерию) или верхней конечности (плечевую вену и артерию). В случае использования насоса для автоматического введения контрастного вещества скорость подачи последнего не должна превышать 600 мл/мин. Положительным моментом применения методик введения контрастного вещества считается использование аппаратов, позволяющих определять внутрисосудистое давление. Данное обстоятельство имеет важное значение для количественной оценки степени кровопотери, в частности, при травмах.

Действительно, согласно данным литературы, использование посмертной КТ ангиографии оказалось весьма эффективным для выявления особенностей различного вида травматических повреждений, в частности рваной раны, колотой раны, баллистической травмы, кровоизлияния, а также патологии кровеносных сосудов (аневризмы, разрыва сосуда) [37, 38].

Наиболее часто посмертная КТ ангиография используется для определения источника внутреннего кровотечения, а также диагностики острых и хронических форм поражений венечных артерий [39, 40]. При этом проведенные исследования убедительно указывают на высокую диагностическую значимость посмертной КТ ангиографии для определения ис-

точника кровотечения.

Для четкого определения вида внутреннего кровоизлияния может использоваться и методика посмертной КТ ангиографии, разработанная S.G. Ross et al. [41]. Для выполнения посмертной КТ ангиографии сердца труп должен находиться в положении лежа, что позволяет добиться достаточного заполнения контрастным веществом венечных артерий (табл. 1). В основе данной методики лежит раздельное введение контрастного вещества в артериальное и венозное русло. В большинстве случаев контрастное вещество сначала вводится артериальную систему и во вторую очередь - в венозную систему. При подозрении на изменения венозного давления, в частности, в условиях ТЭЛА или разрыва нижней полой вены, контрастное вещество вводится сначала в венозную систему. Необходимым условием успешного проведения КТ ангиографии является дренирование противоположной сосудистой системы во время введения контрастного вещества с целью поддержания соответствующего внутрисосудистого давления.

В другом исследовании группа ученых из университета г. Тиба (Япония) изучила 10 наблюдений летальных субарахноидальных кровоизлияний [42]. С целью точного выявления места повреждения сосуда и исключения артефактов, связанных с затеканием контрастного вещества в периваскулярные ткани, G. Inokuchi et al. разработали оригинальную методику «динамической церебральной ангиографии» [42]. При этом авторы несколько раз сканировали одну и ту же область головного мозга по мере введения контрастного вещества во внутренние сонные и позвоночные артерии, чтобы зафиксировать локализацию места начального выхода контрастного вещества за пределы сосуда. Данный метод посмертной КТ ангиографии оказался эффективным для выявления аневризм внутримозговых артерий и кровотечения из них. Однако сами авторы отметили ряд ограничений применения разработанной методики, позволяющей визуализировать лишь область головного мозга, а не всю сосудистую систему. Более того, данная методика не позволяет также выявлять патологию проксимальных отделов внутренней сонной и позвоночной артерий относительно места введенного катетера с контрастным веществом [42].

Весьма интересное наблюдение было представлено S. Romaga et al., в котором описаны результаты посмертной КТ ангиографии по выявлению массивного смертельного кровоизлияния из посттравматической псевдоаневризмы правой общей сонной артерии у 38-летнего мужчины, подтвержденные при последующем аутопсийном исследовании [43].

Действительно, аутопсийное изучение,

как вещества, так и сосудов головного мозга сопряжено с рядом объективных трудностей. Наиболее актуально это при исследовании тел погибших плодов и умерших новорожденных [44]. К сожалению, на посмертных КТ томограммах плодов и умерших новорожденных отсутствует четкая дифференцировка между серым и белым веществом головного мозга. В то же время проведение посмертной КТ ангиографии существенным образом улучшает визуализацию особенностей строения и ряда патологических процессов головного мозга. Так, посмертная КТ с внутриаартериальным введением контрастного вещества позволяет провести дифференцировку серого и белого вещества, а также визуализировать сосудистую сеть головного мозга в отличие от нативной посмертной КТ. В результате визуализируются даже небольшие аневризмы, в частности, сосудов Виллизиева круга, а также облегчается дифференциальная диагностика вида кровоизлияния (эпидурального, субдурального, субарахноидального или внутримозгового).

Следует уточнить, что посмертные КТ изображения головного мозга во многом похожи на прижизненные ангиографические картины, однако они не в полной мере отражают особенности сосудистого русла *in vivo*. Известно, что субарахноидальное кровоизлияние сопровождается развитием спазма окружающих сосудов, который исчезает после смерти. Соответственно при посмертной КТ ангиографии в таких случаях будет отмечаться картина нормальной сосудистой системы ткани мозга. Наряду с этим, полная обструкция сосудов головного мозга, обусловленная выраженным травматическим отеком головного мозга, будет достаточно хорошо визуализироваться при посмертной КТ ангиографии и не определяется во время аутопсии.

К неоспоримым достоинствам посмертной КТ ангиографии следует также отнести и возможность визуализации внутренних сонных и позвоночных артерий, которые, к сожалению, очень редко исследуются при традиционном патолого-анатомическом вскрытии. Именно поэтому наибольший диагностический эффект по сравнению с традиционным аутопсийным исследованием отмечался при поражении сосудов мелкого калибра или расположенных в труднодоступных для вскрытия анатомических областях.

Среди поражений крупных сосудов необходимо указать и на развитие расслаивающей аневризмы аорты, являющейся фатальным осложнением ряда заболеваний грудного и брюшного отдела аорты. В литературе имеются публикации, указывающие на эффективность посмертной КТ для диагностики подобного состояния, а также определения особенностей та-

натогенеза. Так, ряд авторов указывают на визуализацию расслаивающейся аневризмы восходящего отдела аорты с развитием гемотампонады полости перикарда при нативной КТ [45]. Однако более эффективным, по мнению S. Bello et al., может быть проведение посмертной КТ ангиографии, позволившей авторам выявить у 72-летнего мужчины гемоперикард в результате разрыва задней стенки левого желудочка, что было подтверждено во время последующей аутопсии [46].

Убедительным доказательством необходимости проведения посмертной КТ ангиографии в случаях летального кровотечения может служить исследование С. Palmiere et al. [47]. Авторы представили результаты сравнительного анализа данных прижизненной и посмертной КТ ангиографии, а также аутопсийного исследования. Наиболее эффективным оказалось проведение посмертной многоэтапной КТ ангиографии, позволившей в 8 из 9 изученных наблюдений выявить и установить точный источник кровотечения, в частности, источниками стали: правая печеночная артерия, ветви средней мозговой артерии, верхней брыжеечной артерии, внутренней подвздошной артерии и вены, позадилобковые сосуды. В то время как аутопсийное исследование предоставило исчерпывающую информацию только в 3 из 8 этих наблюдений, где имелось поражение достаточно крупных сосудов (верхний сагитальный синус, артерио-венозная мальформация сосудов головного мозга и множественные разрывы селезенки). Столь высокая чувствительность посмертной КТ ангиографии обусловлена, по мнению авторов, использованием стандартизованного протокола многоэтапной КТ ангиографии с достаточно высокой концентрацией контрастного вещества, а также коллективным анализом полученных томограмм (радиологом, специализирующимся по сосудистой патологии, нейрорентгенологом и судмедэкспертом, специализирующимся по лучевой диагностике) [27].

К положительным моментам посмертной КТ ангиографии следует отнести возможность выявления патологических изменений в сосудах после проведенных сосудистых операций. Так, В. Vogel et al. провели анализ результатов проведенных посмертных КТ и КТ ангиографии после транссосудистых кардиологических вмешательств и операций на сердце [48, 49]. Подобные исследования приобретают особое значение для определения причин развития осложнений и летального исхода, в том числе выявления так называемых ятрогений. На основании проведенной посмертной КТ тел больных, погибших после коронарографии, коронарной ангиопластики, установки стентов в венечные артерии, трансартериальной имплантации клапана сердца и установки кардиостиму-

лятора В. Vogel et al. установили признаки предыдущего введения контрастного вещества, наличие кровоизлияний, в частности, в полости перикарда, плевральной полости, средостении, и их объем, а также скопления воздуха в просвете сосудов [48]. После посмертной КТ ангиографии появились дополнительные сведения в отношении источника кровотечения, окклюзии венечных артерий, прикрытой и истинной перфорации, а также дисфункции имплантированного клапана.

Весьма перспективными следует считать исследования, направленные на посмертную диагностику различных форм ишемической болезни сердца, характеризующейся наиболее высокими показателями заболеваемости и смертности [50]. Несомненно, что в основе объективной посмертной диагностики ишемической болезни сердца лежат результаты макроскопического и гистологического исследования сердца и венечных артерий, позволяющие установить не только конкретную форму, но и особенности развития заболевания, в частности, инфаркта миокарда.

Посмертная лучевая визуализация поражений сердца в настоящее время возможна как при посмертной КТ ангиографии всего тела, так и таргетной коронарной КТ ангиографии.

К. Michaud et al. провели сравнительный анализ эффективности КТ и КТ ангиографии для посмертного изучения 23 наблюдений внезапной сердечной смерти, связанных с атеросклерозом венечных артерий [38]. В результате посмертной КТ в 18 случаях был выявлен кальциноз венечных артерий, в том числе в 12 наблюдениях определялись признаки тромбоза артерий. Посмертная КТ ангиография оказалась более эффективной, в частности, за счет оценки степени стеноза и окклюзии сосудов. В 13 наблюдениях, согласно результатам аутопсийного исследования, был диагностирован острый тромбоз, обусловленный разрывом (в 7 случаях) или эрозией (в 6 случаях) атеросклеротической бляшки. Во всех этих 13 случаях посмертная КТ ангиография выявила измененные участки венечных артерий, что способствовало последовательному более тщательному их морфологическому исследованию. Кроме того, в 5 из вышеуказанных 13 наблюдений было отмечено повышение КТ плотности миокарда, считающееся косвенным признаком ишемического поражения.

Очаговое повышение КТ плотности миокарда было также зарегистрировано и С. Palmiere et al., которые провели анализ 150 наблюдений посмертной КТ ангиографии для выявления тромбоза венечных артерий [51]. В ряде наблюдений такое повышение плотности отмечалось при выявлении дефекта заполнения контрастным веществом венечных артерий при

отсутствии коллатеральных сосудов, а также при полном дефекте заполнения при наличии коллатералей. По мнению авторов, такие участки повышенной плотности могли отражать развитие инфаркта миокарда, что, однако, не подтвердилось при гистологическом исследовании ткани сердца [51]. В этой связи, необходимо уточнить, что точная диагностика поражений миокарда, в том числе выявленных при посмертной КТ ангиографии, возможна лишь при гистологическом исследовании, включающем в ряде случаев гистохимический и гистоэнзиматический анализ препаратов.

Следовательно, проведение посмертной КТ ангиографии позволяет достаточно четко диагностировать острый тромбоз венечных артерий, хотя при этом не исключается изменение его локализации вследствие смещения вводимым контрастным веществом [38, 47]. В этой связи, по мнению К. Michaud et al., следует проводить посмертную КТ ангиографию, при которой отсутствуют манипуляции на венечных артериях, поскольку контрастное вещество вводится под низким давлением через катетер в бедренную артерию [38].

Существенным компонентом любого аутопсийного исследования является измерение размеров и массы внутренних органов с последующим их сравнением с нормативными данными. Ранее нами уже были приведены данные литературы, свидетельствующие о достаточно четком определении размеров и массы органов у погибших плодов и умерших новорожденных при посмертной МРТ [52].

R. Troxler et al. изучили эффективность посмертной КТ ангиографии для оценки диаметра аорты и размеров различных отделов сердца [53]. Авторы исследовали тела погибших 39 мужчин и 11 женщин средним возрастом $58,2 \pm 18,3$ и средним значением индекса массы тела $27,2 \pm 4,8$. Интервал между констатацией смерти и посмертным КТ исследованием составлял $1,4 \pm 0,7$ дня, между КТ и судебно-медицинским вскрытием – $0,6 \pm 0,2$ дня. Посмертное КТ исследование включало нативную КТ и КТ ангиографию. Последняя проводилась путем введения смеси 3,5 л парафинового масла и 6% контрастного вещества (Ангиофила) при помощи модифицированного аппарата искусственного кровообращения по вышеописанной методике S. Grabherr et al., состоящей из 3 этапов: артериального, венозного и динамического [27]. На каждом этапе КТ исследования проводилось измерение диаметра аорты (в нисходящей части грудного отдела аорты и брюшном отделе аорты), толщины стенок сердца (правого и левого желудочков, межжелудочковой перегородки), диаметра полостей сердца (правых и левых желудочков и предсердий), а также рассчитывали сердечно-торакальный от-

ношение, которое соотносили с массой сердца. В результате проведенного исследования R. Troxler et al. установили значимые корреляции при измерении диаметров грудной и брюшной части аорты [53]. Наиболее высокие значения показателей отмечались при динамическом этапе посмертной КТ ангиографии. В то же время имелась слабые корреляции между данными посмертной КТ ангиографии и результатами аутопсии при определении толщины стенок и диаметров полостей сердца. Авторы также выявили значимую корреляцию между массой сердца, установленной во время вскрытия, и максимальным диаметром сердца, измеренным при динамическом этапе посмертной КТ ангиографии, и отсутствием корреляции между массой сердца и сердечно-торакальным отношением. Последний факт был также зарегистрирован и M. Jotterand et al. при сопоставлении данных посмертной КТ и результатов судебно-медицинских вскрытий людей, погибших в возрасте от 18 до 89 лет (средний возраст – $41 \pm 15,9$ г) [54].

Однако на основании проведенных исследований R. Troxler et al. делают обоснованное заключение об эффективности посмертной КТ ангиографии, особенно динамической фазы, для оценки состояния аорты и сердца [53]. Авторы также пишут о необходимости дальнейших подобных исследований для определения нормативных посмертных КТ показателей различных отделов сердца.

Знание нормативных размеров различных отделов сердца, а также особенностей внутриутробного его развития крайне актуально для анализа причин перинатальной смерти. Так, врожденные пороки сердца являлись, согласно данным Росстата по Российской Федерации, причиной как мертворождения (в 4,6%), так и ранней неонатальной смерти (в 6,5%) [55, 56].

Несомненно, что проведение посмертной КТ ангиографии должно способствовать улучшению диагностики поражений сердца и сосудов в случаях перинатальной смерти. Действительно, в результате проведенной нами посмертной КТ ангиографии тела новорожденного, погибшего вследствие VACTERL ассоциации, был выявлен ряд аномалий сосудов: наличие правой и левой плечеголовных вен, самостоятельно впадающих в правое предсердие, при отсутствии верхней полой вены и ангиодисплазия в затылочно-теменной области скальпа [57].

Вместе с тем, следует отметить, что в литературе имеются лишь единичные работы, посвященные посмертной КТ ангиографии тел плодов и новорожденных, результаты которой нередко носят противоречивый характер. Так, G.A. Russell et al. была предпринята попытка изучения сосудистой системы 4-х плодов, по-

гибших на сроках гестации 24-40 недель, после введения контрастного вещества в яремные и сонные артерии в области шеи [58]. Последующее КТ исследование позволило авторам достаточно хорошо визуализировать дугу аорты и артериальный проток, однако полости сердца не полностью были заполнены контрастом. В другом исследовании, где контрастное вещество вводили в сосуды пуповины или бедренную артерию, было сделано аналогичное заключение о непригодности использованной методики для визуализации врожденных пороков сердца [59]. По мнению С. Votino et al., посмертная КТ ангиография может быть использована для определения врожденных пороков сердца [60]. Авторы проводили посмертную КТ ангиографию 58 плодов после самопроизвольного или индуцированного выкидыша. В результате посмертная КТ ангиография позволила визуализировать 4 камеры сердца и крупные сосуды у 29 (87,9%) из 33 обследованных плодов. По данным регрессионного анализа лучшая визуализация сердца и сосудов отмечалась после введения контрастного вещества непосредственно в полость сердца и не зависела от срока гестации, интервала времени между гибелью плода и моментом КТ исследования и от наличия аномалий сердца. Помимо этого в двух наблюдениях (аномалия Эпштейна, гипоплазия левого желудочка с коарктацией аорты) отмечалось совпадение данных посмертной КТ ангиографии и результатов аутопсии. Однако в трех случаях посмертная КТ ангиография не позволила визуализировать дефект межжелудочковой перегородки.

Еще одним грозным осложнением, в том числе, нередко расцениваемым в качестве непосредственной причиной смерти, является тромбоэмболия легочных артерий (ТЭЛА). К сожалению, в случаях массивной ТЭЛА смерть наступает практически мгновенно, что сказывается на отсутствии клинических данных и соответственно правильной ее диагностики.

Ранее нами были указаны основные дифференциально-диагностические признаки прижизненных тромбов, включая ТЭЛА, и посмертных свертков крови при проведении посмертных лучевых исследований [18]. По мнению R. Puranik et al., посмертная МРТ более эффективна для выявления ТЭЛА по сравнению с КТ [61].

Однако наиболее лучшим методом выявления ТЭЛА считается посмертная КТ ангиография [62]. Так, в Викторианском институте судебной медицины в Мельбурне был проведен сравнительный анализ данных посмертной КТ ангиографии с результатами аутопсийного исследования тел 13 пациентов с подозрением на ТЭЛА. Для проведения посмертной КТ ангиографии контрастное вещество вводилось по ме-

тодике S. Ross et al. через катетер, введенный в бедренную вену [31]. Для верификации ТЭЛА использовались критерии, предложенные M.P. Burke et al. [63]:

- наличие или отсутствие симметричного заполнения контрастом сегментарных ветвей легочных артерий,
- наличие или отсутствие дефектов заполнения контрастом,
- наличие обширного дефекта заполнения контрастом, локализующегося от правого желудочка к стволу легочной артерии и далее в правой и левой легочных артериях.

На основании проведенной посмертной КТ ангиографии в одном наблюдении была диагностирована массивная ТЭЛА, в 5 случаях – поражение крупных ветвей и в одном – сегментарных ветвей легочной артерии, что было подтверждено при последующем аутопсийном исследовании. Положительным моментом данного исследования является отсутствие ложноотрицательных результатов посмертной КТ диагностики ТЭЛА.

Интересную модификацию метода посмертной КТ ангиографии для выявления легочной ТЭЛА предложили итальянские исследователи: канюлирование подмышечной артерии и вены с одной стороны тела для подключения специального аппарата для введения контрастного вещества [62]. По мнению разработчиков, подобная модификация посмертной КТ ангиографии способствует лучшей визуализации дефектов заполнения легочных артерий и их ветвей, а также не мешает определению точной локализации и последующему гистологическому исследованию тромбов в венах нижних конечностей как источников ТЭЛА [62].

Наиболее сложными патологоанатомическими вскрытиями в плане выяснения звеньев танатогенеза являются наблюдения смерти больных в отделениях реанимации и интенсивной терапии. В этой связи заслуживает внимания исследование D. Wichmann et al., посвященное сравнительному анализу результатов посмертной КТ ангиографии и данных аутопсии 50 больных (средний возраст 70 ± 12), нуждавшихся в проведении сердечно-легочной реанимации и погибших в течение 48 часов после поступления в стационар [64]. Посмертная КТ ангиография проводилась при помощи аппарата искусственного кровообращения по методике S. Grabherr et al. с незначительными модификациями и состояла из 3 фаз [27]. Медиана интервала времени между смертью и проведением посмертной КТ ангиографии составила 4 дня (с колебаниями от 1 до 6 дней), а промежутка времени между КТ ангиографией и аутопсией – 6 дней (с колебаниями от 2 до 9 дней).

D. Wichmann et al. отметили, что на основании проведенной посмертной КТ и патоло-

го-анатомического вскрытия в 13 наблюдениях были установлены первоначальные или непосредственные причины смерти, отличающиеся от клинических [64]. Это были инфаркт миокарда (4 наблюдения), кровоизлияния в полость плевры (2) и в забрюшинное пространство (1), тип В расслоения аорты (1), разрыв верхней полой вены (1), тромбоз легочной артерии (1), обструкция аортального выносящего тракта после имплантации митрального клапана (1). Два летальных состояния: напряженный пневмоторакс и интубация пищевода были выявлены только при посмертной КТ. Положительным моментом посмертной виртопсии явилось также выявление 48 сопутствующих поражений, относящихся преимущественно к патологии сердечно-сосудистой системы и головного мозга. Вместе с тем, посмертная КТ позволила выявить только 3 из 7 опухолевых поражений. В 11 же наблюдениях рентгенолог дал заключение о неспецифическом дефекте заполнения сосудов, которые не подтвердились при последующей аутопсии [64].

Аналогичное исследование, посвященное изучению возможностей посмертной КТ ангиографии по сравнению с судебно-медицинскими вскрытиями, выполнили и С. Chevallier et al. [65]. Авторы проанализировали 50 тел погибших с учетом исследуемых объектов: костные структуры, мягкие ткани, внутренние органы и кровеносные сосуды, и установили, что посмертная КТ ангиография и вскрытие обладали практически одинаковой эффективностью при определении причины смерти. Оба метода позволили выявить почти 60% от всех изменений. При этом посмертная КТ ангиография показала более высокую чувствительность для выявления поражений скелета и сосудистой системы. При аутопсии было получено больше данных о морфологии и патологии внутренних органов. Показатели чувствительности посмертной КТ ангиографии (89,9%) превышали аналогичные показатели обычной КТ (65%). Несколько неожиданными оказались данные в отношении поражений, классифицированных в качестве существенных для решения судебно-медицинской экспертизы. При посмертной КТ ангиографии было установлено 77,2% таких поражений, в то время как при аутопсии – 93,3%. На основании проведенного анализа С. Chevallier et al. сделали заключение, что посмертная КТ ангиография является полезным и эффективным методом для исследования тел погибших [65].

Более того, по мнению J.B. Zerlauth et al., посмертная многоэтапная КТ ангиография должна быть включена в протокол посмертного исследования тел пациентов, погибших после хирургического лечения, и в случаях подозрения на так называемую врачебную ошибку [66].

Не умаляя вышеуказанных существен-

ных положительных моментов посмертной КТ ангиографии, считаем необходимым указать на особенности ее проведения и имеющиеся недостатки. Прежде всего, следует помнить и учитывать развитие посмертных изменений, в частности, посмертных сгустков крови [67]. Именно такие посмертные сгустки крови препятствуют смешиванию контрастного вещества с кровью внутри сосудов, равномерному заполнению сосудов контрастным веществом, а также подлежат дифференциальной диагностике с тромбозом и стенозом сосудов. Второй момент касается низкой эффективности посмертной КТ ангиографии для выявления новообразований и особенно небольших метастазов. Поэтому в случаях смерти онкологических больных необходимо проведение традиционного патолого-анатомического вскрытия с последующим гистологическим исследованием образцов тканей. И третье – это необходимость в ряде случаев наличия специального оборудования для введения контрастного вещества и владения навыками катетеризации различных кровеносных сосудов [64].

Кроме того, С. Bruguier et al. приводят три группы артефактов, связанных с проведением посмертной КТ ангиографии [68]:

- неполное контрастирование вен в области головы и шеи,
- повышение контрастности или экстравазация контраста в желудочно-кишечном тракте,
- расслоение контраста в просвете сосудов или неполное заполнение артериальной и венозной системы.

Среди возможных осложнений посмертной КТ ангиографии можно привести весьма поучительное наблюдение гемоперикарда, возникшего вследствие проведения посмертной многоэтапной КТ ангиографии 45-летней женщине, погибшей во время проведения неэффективных реанимационных мероприятий после падения в обморок, которое описали N. Berger et al. [69]. Для проведения КТ ангиографии авторами была использована модифицированная методика вышеописанных методов с введением контрастного вещества в бедренные сосуды [27, 31]. Контраст, представляющий собой смесь 3 л полиэтиленгликоля с Иопентолом (Imagoraque 300) в соотношении 15:1, вводился при помощи специального насоса (Virtangio®, Fumedica AG, Muri, Швейцария) под давлением не выше 60 мм рт. ст. В результате проведенного КТ сканирования в нативную фазу были выявлены двусторонние переломы ребер и грудины, двусторонний гидроторакс и небольшой левосторонний пневмоторакс, а также расслоение нисходящей аорты. В артериальную фазу, при заполнении контрастом бедренной артерии, аорты и левого желудочка сердца, определялось

расслоение аорты от места отхождения левой подключичной артерии до левой наружной подвздошной артерии и правой общей подвздошной артерии, и признаки экстравазации контрастного вещества в правую плевральную полость. В венозную фазу, при заполнении контрастом бедренной вены, нижней полой вены, правых предсердия и желудочка, правой и левой легочных артерий, дополнительно отмечено затекание контрастного вещества из нижней полой вены в полость перикарда. При проведении аутопсии были подтверждены переломы ребер и грудины, гидрперикард и разрыв нижней полой вены. Однако при этом отсутствовали признаки прижизненного разрыва нижней полой вены.

На основании собственного опыта проведения порядка 150 подобных посмертных КТ ангиографий и данных литературы авторы указывают на первое такое осложнение. Тем не менее, N. Berger et al. призывают более критически оценивать результаты посмертной КТ ангиографии с целью дифференцировки патологических поражений сосудов и ятрогенных их повреждений [69]. В сомнительных случаях рекомендуется проводить тщательное патологоанатомическое исследование, включая гистологический анализ препаратов.

Однако, по мнению ряда авторов, использование при посмертной КТ ангиографии полиэтиленгликоля, являющегося гиперосмолярным веществом, может способствовать образованию сгустков крови и перемещениям внеклеточной жидкости [41]. С. Jackowski et al. указывают, что проведение ангиографии с внутрисосудистым введением полиэтиленгликоля на модели сердца свиньи сопровождалось интерстициальным отеком миокарда [29]. Имеются также указания и о возможных изменениях ткани почек (коллапс клубочков и расширение капилляров вокруг канальцев) [70]. Последние изменения, на наш взгляд, могли быть также обусловлены первоначальной и непосредственной причиной смерти погибшего 27-летнего мужчины (системный васкулит и острый респираторный дистресс-синдром) [71].

Особого внимания заслуживает исследование S. Higgins et al., посвященное сравнительному микроскопическому изучению ткани печени, почек и миокарда до и после посмертной КТ ангиографии [72]. В основу работы был положен анализ 26 тел 18 мужчин и 8 женщин, погибших в возрасте 23-90 лет вследствие гемоперикарда (n=18) или субарахноидального кровоизлияния (n=8). В качестве контрастного вещества авторы использовали смесь 150 мл рентгеноконтрастного препарата на основе йода (Isovue® 370 mg/ml) и 1700 мл полиэтиленгликоля 200, которую вводили в бедренную артерию. В результате проведенного сравни-

тельного гистологического исследования авторы зарегистрировали потерю клеточного строения на препарате печени в одном наблюдении и наличие эозинофильных внутриклеточных включений также в одном наблюдении. Данные изменения, по мнению авторов, не были связаны с введением контрастного вещества, а были обусловлены аутолизом в первом случае и неспецифическим характером изменений во втором наблюдении [72]. Однако выявленное авторами в одном наблюдении расширение просвета капсулы Боуэна на препарате левой почки было расценено в качестве осложнения проведенной посмертной КТ ангиографии [72].

Другим важным моментом проведения любой посмертной КТ ангиографии, в основном при проведении судебно-медицинского вскрытия, является влияние контрастного вещества на показатели дополнительных методов исследования трупного материала. В литературе имеются данные о влиянии использованных контрастных веществ на биохимические, токсикологические, микробиологические показатели [73-75]. Подобный анализ таких влияний заслуживает, на наш взгляд, отдельного сообщения. Тем не менее, все исследователи рекомендуют максимальное взятие образцов для дополнительных исследований до введения контрастного вещества.

Необходимым условием успешного проведения посмертной КТ ангиографии считается также использование согласованных протоколов исследований. Помимо этого, проводить такое исследование необходимо специалистам, имеющим достаточные знания и опыт по лучевой семиотике тел умерших пациентов и особенностям развития посмертных изменений. В литературе имеются указания о проведении специальных обучающих курсов по рентгенологии для патологоанатомов и введении особой специальности судебно-медицинский рентгенолог [76]. На наш взгляд, наиболее перспективным является совместный анализ полученных томограмм специалистами по лучевой диагностике, врачами-патологоанатомами, а также клиницистами соответствующего профиля.

Таким образом, посмертная КТ ангиография существенным образом расширяет возможности так называемого неинвазивного вскрытия. Использование таргетной посмертной КТ ангиографии позволяет изучить особенности кровоснабжения и выявить патологические изменения сосудов отдельных органов, в частности, ишемической болезни сердца и цереброваскулярных поражений. КТ ангиография всего тела, особенно многоэтапная посмертная КТ ангиография, позволяет визуализировать сердечно-сосудистую систему в целом. Применение КТ ангиографии наиболее эффективно для определения источника и объема внутрен-

него кровотечения, выраженности тромбоза и степени стеноза кровеносных сосудов, вида и распространенности сосудистых мальформаций. Тем не менее, обладая высокой специфичностью и чувствительностью в отношении визуализации летальных кровотечений, посмертная КТ ангиография не может в полной мере заменить традиционное аутопсийное исследование.

Исследование одобрено комитетом по

Список литературы:

1. Krantz P., Holtás S. Postmortem computed tomography in a diving fatality. *J. Comput. As-sist. Tomogr.* 1983; 7: 132-134.
2. Weustink A.C., Hunink M.G., van Dijke C.F., Renken N.S., Krestin G.P., Oosterhuis J.W. Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology.* 2009; 250: 897-904. doi: 10.1148/radiol.2503080421
3. Fan J.K.M., Tong D.K.H., Poon J.T.C., Lo O.S., Beh P.S., Patil N.G., Law W.L. Multimodality minimally invasive autopsy—a feasible and accurate approach to postmortem examination. *Forensic Sci. Int.* 2010; 195: 93-98. DOI: 10.1016/j.forsciint.2009.11.019
4. Туманова У.Н., Щеголев А.И. Возможности и ограничения виртуальной аутопсии в неонатологии. *REJR.* 2017; 7 (1): 20-33. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-20-33
5. O'Donnell C., Woodford N. Post-mortem radiology - a new subspeciality? *Clin. Radiol.* 2008; 63: 1189-1194. doi: 10.1259/bjr.20130468.
6. Щеголев А.И., Туманова У.Н. Роль магнитно-резонансной томографии в определении танатогеनेза. *Криминалистика – прошлое, настоящее, будущее: достижения и перспективы развития.* 2014; 369-372.
7. Thali M.J., Yen K., Schweitzer W., Vock P., Boesch C., Ozdoba C. et al. Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by postmortem multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI)-a feasibility study. *J. Forensic. Sci.* 2003; 48: 386-403.
8. Jackowski C., Warntjes M., Berge J., Bar W., Persson A. Magnetic resonance imaging goes postmortem: noninvasive detection and assessment of myocardial infarction by postmortem MRI. *Eur. Radiol.* 2011; 21: 70-78. doi: 10.1007/s00330-010-1884-6
9. Коков А.С., Кинле А.Ф., Синицын В.Е., Филимонов Б.А. Возможности посмертной визуализации в судебно-медицинской экспертизе трупа: критический анализ и обзор литературы. *Consilium Medicum.* 2015; прил.: 4-26.
10. Poulsen K., Simonsen J. Computed tomography as a routine in connection with medicolegal autopsies. *Forensic Sci. Int.* 2007; 171: 190-197. DOI:10.1016/j.forsciint.2006.05.041
11. O'Donnell C. An image of sudden death: utility of routine postmortem computed tomography scanning in medicolegal autopsy practice. *Diagn. Histopathol.* 2010; 16: 552-555.
12. Wichmann D., Obbelode F., Vogel H., Hoepker W.W., Nierhaus A., Braune S. et al. Virtual autopsy as an alternative to traditional medical autopsy in the intensive care unit: a prospective cohort study. *Ann. Intern. Med.* 2012; 156: 123-130. doi: 10.7326/0003-4819-156-2-201201170-
13. Pomara C., Fineschi V., Scalzo G., Guglielmi G. Virtopsy versus digital autopsy: virtual autopsy. *Radiol. Med.* 2009; 114: 1367-1382. DOI: 10.1007/s11547-009-0435-1
14. Roberts I.S., Benamore R.E., Benbow Jackson A., Mallett S., Patankar T., Peebles C. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet.* 2012; 379: 136-142. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61483-9
15. Туманова У.Н., Федосеева В.К., Ляпин В.М., Степанов А.В., Воеводин С.М., Щёголев А.И. Посмертная компьютерная томография мертворожденных с костной патологией. *Медицинская визуализация.* 2013; 5: 110-120.
16. Туманова У.Н., Федосеева В.К., Ляпин В.М., Быченко В.Г., Воеводин С.М., Щеголев А.И. Плод-акардиус: посмертная компьютерная и магнитно-резонансная томография. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2016; 2: 23-20.
17. Туманова У.Н., Серова Н.С., Быченко В.Г., Щеголев А.И. Возможности посмертных лучевых исследований для оценки поражений легких. *REJR.* 2018; 8(2): 198-221. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-2-198-221
18. Ruder T.D., Thali M.J., Hatch G.M. Essentials of forensic post-mortem MR imaging in adults. *Br. J. Radiol.* 2014; 87 (1036):20130567. doi: 10.1259/bjr.20130567
19. Aghayev E., Sonnenschein M., Jackowski C., Thali M., Buck U., Yen K. et al. Postmortem radiology of fatal hemorrhage: measurements of cross-sectional areas of major blood vessels and volumes of aorta and spleen on MDCT and volumes of heart chambers on MRI. *Am J Roentgenol.* 2006; 187: 209-215. DOI: 10.2214/AJR.05.0222
20. Schoenmackers J. Technik der postmortalen angiographie MIT berücksichtigung verwandter methoden postmortaler Gefäßdarstellung. *Ergeb. Allg. Pathol. Anat.* 1960; 39: 53-151.
21. Grabherr S., Grimm J., Baumann P., Mangin P. Application of contrast media in post-mortem imaging (CT and MRI). *Radiol med.* 2015; 120: 824-834. DOI 10.1007/s11547-015-0532-2
22. Grabherr S., Djonov V., Yen K., Thali M.J., Dirnhofner R. Postmortem angiography: review of former and current methods. *AJR.* 2007; 188: 832-838. DOI: 10.2214/AJR.06.0787
23. Segerberg-Kottinen M. Demonstration of esophageal varices postmortem by gastroesophageal phlebography. *J. Forensic Sci.* 1987; 32: 703-710.
24. Yonas H., Boehnke M., Wolfson S. Radiopaque silicone rubber and xeroradiography for the high-resolution visualization of the cerebral vasculature. *Surg. Neurol.* 1982; 17: 130-131.

этике ФГБУ “Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова” Минздрава России (протокол № 25 от 22.06.2012).

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

25. Winchester D.E., Wymer D.C., Shifrin R.Y., Kraft S.M., Hill J.A. Responsible use of computed tomography in the evaluation of coronary artery disease and chest pain. *Mayo Clin. Proc.* 2010; 85: 358-364. doi: 10.4065/mcp.2009.0652
26. Foote G.A., Wilson A.J., Steward J.H. Perinatal post-mortem radiography: experience with 2500 cases. *Br. J. Radiol.* 1978; 51: 351-356.
27. Grabherr S., Doenz F., Steger B., Dirnhofer R., Dominguez A., Sollberger B. et al. Multi-phase post-mortem CT-angiography development of a standardized protocol. *Int. J. Leg. Med.* 2011; 125: 791-802. DOI: 10.1007/s00414-010-0526-5
28. Saunders S.L., Morgan B., Raj V., Robinson C.E., Rutty G.N. Targeted post-mortem computed tomography cardiac angiography: proof of concept. *Int. J. Leg. Med.* 2011; 125: 609-616. doi: 10.1007/s00414-011-0559-4
29. Jackowski C., Bolliger S., Aghayev E., Christe A., Kilchoer T., Aebi B. et al. Reduction of postmortem angiography-induced tissue edema by using polyethylene glycol as a contrast agent dissolver. *J. Forensic Sci.* 2006; 51: 1134-1137. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2006.00207.x
30. Grabherr S., Hess A., Karolczak M., Thali M.J., Friess S., Kalender W. et al. Angiofil-mediated visualization of the vascular system by microcomputed tomography: a feasibility study. *Microsc Res Tech.* 2008; 71: 551-556. doi: 10.1002/jemt.20585
31. Ross S., Spendlove D., Bolliger S., Christe A., Oesterhelweg L., Grabherr S. et al. Postmortem whole-body CT angiography: evaluation of two contrast media solutions. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 190: 1380-1389. doi: 10.2214/AJR.07.3082
32. Roberts I.S., Benamore R.E., Peebles C., Roobottom C., Traill Z.C. Technical report: diagnosis of coronary artery disease using minimally invasive autopsy: evaluation of a novel method of post-mortem coronary CT angiography. *Clin. Radiol.* 2011; 66: 645-650. doi: 10.1016/j.crad.2011.01.007
33. Morgan B., Biggs M.J., Barber J., Raj V., Amoroso J., Hollingbury F.E. et al. Accuracy of targeted post-mortem computed tomography coronary angiography compared to assessment of serial histological sections. *Int. J. Legal. Med.* 2013; 127: 809-817. doi: 10.1007/s00414-012-0790-7
34. Jackowski C., Thali M.J., Sonnenschein M., Aghayev E., von Allmen G., Yen K. et al. Vir-topsy: postmortem minimally invasive angiography using cross section techniques - implementation and preliminary results. *J. Forensic Sci.* 2005; 50: 1175-1186.
35. Sakamoto N., Senoo S., Kamimura Y., Uemura K. Case report: cardiopulmonary arrest on arrival case which underwent contrastenhanced postmortem CT. *J. Jap. Assoc. Acute. Med.* 2009; 30: 114-115.
36. Okuda T., Shiotani S., Sakamoto N., Kobayashi T. Background and current status of post-mortem imaging in Japan: short history of «Autopsy imaging (Ai)». *Forensic Sci Int.* 2013; 225: 3-8. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.03.010
37. Kominato Y., Fujikura T., Hata Y., Matsui K., Takizawa H. A case of postoperative hemorrhage after a hysterectomy in which a bleeding point of the left uterine artery was identified by postmortem angiography. *Leg. Med. (Tokyo).* 2004; 6: 187-189. DOI: 10.1016/j.legalmed.2004.01.002
38. Michaud K., Grabherr S., Doenz F., Mangin P. Evaluation of postmortem MDCT and MDCT-angiography for the investigation of sudden death related atherosclerotic coronary artery disease. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2012; 28: 1807-1822. DOI 10.1007/s10554-012-0012-x
39. Kennedy D.W., Laing C.J., Tseng L.H., Rosenblum D.I., Tamarkin S.W. Detection of active gastrointestinal hemorrhage with CT angiography: a 4(1/2)-year retrospective review. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2010; 21: 848-855. DOI: 10.1016/j.jvir.2010.01.039
40. Deo R., Albert C.M. Epidemiology and genetics of sudden cardiac death. *Circulation.* 2010; 125: 620-637. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.023838
41. Ross S.G., Bolliger S.A., Ampanozi G., Oesterhelweg L., Thali M.J., Flach P.M. Postmortem CT angiography: capabilities and limitations in traumatic and natural causes of death. *Radiographics.* 2014; 34: 830-846. DOI: 10.1148/rg.343115169
42. Inokuchi G., Yajima D., Hayakawa M., Motomura A., Chiba F., Torimitsu S. et al. Postmortem dynamic cerebral angiography for detecting aneurysm and bleeding sites in cases of subarachnoid hemorrhage. *Forensic Sci. Med. Pathol.* 2014; 10: 487-495. DOI: 10.1007/s12024-014-9572-5
43. Pomara C., Bello S., Serinelli S., Fineschi V. A rare and lethal case of right common carotid pseudoaneurysm following whiplash trauma. *Forensic Sci. Med. Pathol.* 2015; 11: 69-73. DOI: 10.1007/s12024-014-9629-5
44. Туманова У.Н., Серова Н.С., Щеголев А.И. Применение посмертной МРТ для диагностики поражений головного мозга у плодов и новорожденных. *REJR.* 2017; 7(3): 8-22. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-3-8-22
45. Filograna L., Flach P.M., Bolliger S.A., Thali M.J. The role of post-mortem CT (PMCT) imaging in the diagnosis of pericardial tamponade due to hemopericardium: a case report. *Leg. Med. Tokyo.* 2014; 16: 150-153. DOI: 10.1016/j.legalmed.2014.02.004
46. Bello S., Neri M., Grilli G., Pascale N., Pomara C., Riez-zo I. et al. Multiphase postmortem CT-angiography (MPMCTA) is a very significant tool to explain cardiovascular pathologies. A sudden cardiac death case. *Exp. Clin. Cardiol.* 2014; 20: 1419-1430.
47. Palmiere C., Binaghi S., Doenz F., Bize P., Chevallier C., Mangin P., Grabherr S. Detection of hemorrhage source: the diagnostic value of post-mortem CT-angiography. *Forensic Sci. Int.* 2012; 222: 33-39. DOI: 10.1016/j.forsciint.2012.04.031
48. Vogel B., Heinemann A., Gehl A., Hasegawa I., Höpker W.W., Poodendaen C. et al. Post-mortem computed tomography (PMCT) and PMCT-angiography after transvascular cardiac interventions. *Arch. Med. Sadowej Kryminol.* 2013; 63: 255-266. DOI: 23750
49. Vogel B., Heinemann A., Tzikas A., Poodendaen C., Gulbins H., Reichensperner H. et al. Post-mortem computed tomography (PMCT) and PMCT-angiography after cardiac surgery. Possibilities and limits. *Arch. Med. Sadowej Kryminol.* 2013; 63: 155-171. DOI: 23733
50. Шевченко О.П., Мишнев О.Д., Трусов О.А., Мазаев В.П., Шевченко О.А., Слестникова И.Д. и др. Атлас ишемической болезни сердца. М., 2003.
51. Palmiere C., Lobrinus J.A., Mangin P., Grabherr S. Detection of coronary thrombosis after multiphase postmortem CT-angiography. *Leg. Med. (Tokyo).* 2013; 15: 12-18. DOI: 10.1016/j.legalmed.2012.08.005
52. Туманова У.Н., Щёголев А.И. Посмертная магнитно-резонансная томография плодов и новорожденных. *Медицинская визуализация.* 2015; 5: 128-136.

53. Troxler K., Minoiu C., Vaucher P., Michaud K., Doenz F., Ducrot K., Grabherr S. The role of angiography in the congruence of cardiovascular measurements between autopsy and postmortem imaging. *Int. J. Legal. Med.* 2018; 132: 249-262. DOI 10.1007/s00414-017-1652-0
54. Jotterand M., Doenz F., Grabherr S., Faouzi M., Boone S., Mangin P., Michaud K. The car-diothoracic ratio on post-mortem computer tomography. *Int. J. Legal. Med.* 2016; 130: 1309-1313. doi:10.1007/s00414-016-1328-1
55. Щеголев А.И., Туманова У.Н., Фролова О.Г. Региональные особенности мертворож-даемости в Российской Федерации. Актуальные вопросы судебно-медицинской экспертизы и экспертной практики в региональных бюро судебно-медицинской экспертизы на современном этапе. Рязань, 2013: 163-169.
56. Щеголев А.И., Павлов К.А., Дубова Е.А., Фролова О.Г. Ранняя неонатальная смертность в Российской Федерации в 2010 г. *Архив патологии.* 2013; 4: 15-19.
57. Туманова У.Н., Ляпин В.М., Буров А.А., Подуровская Ю.А., Зарецкая Н.В., Быченко В.Г. и др. VACTERL ассоциация у новорожден-ного: посмертная КТ и МРТ визуализация при патологоанатомическом исследовании. *REJR* 2017; 7(2):191-208. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-2-191-208
58. Russell G.A., Berry P.J. Post mortem radiology in children with congenital heart disease. *J Clin. Pathol.* 1988; 41: 830-836.
59. Grønvall J., Graem N. Radiography in post-mortem examinations of fetuses and neonates. Findings on plain films and at arteriography. *APMIS* 1989; 97: 274-280.
60. Votino C., Cannie M., Segers V., Dobrescu O., Dessy H., Gallo V. et al. Virtual autopsy by computed tomographic angiography of the fetal heart: a feasibility study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 39: 679-684. DOI: 10.1002/uog.11150
61. Puranik R., Gray B., Lackey H., Yeates L., Parker G., Duflo J., Semsarian C. Comparison of conventional autopsy and magnetic resonance imaging in determining the cause of sud-den death in the young. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2014; 16: 44. DOI: 10.1186/1532-429X-16-44
62. Pomara C., Bello S., Grilli G., Guglielmi G., Turillazzi E. Multi-phase postmortem CT an-giography (MPMCTA): a new axillary approach suitable in fatal thromboembolism. *Radiol. Med.* 2015; 120: 670-673. doi:10.1007/s11547-014-0467-z
63. Burke M.P., Bedford P., Baber Y. Can forensic pathologists diagnose pulmonary throm-boembolism on postmortem computed tomography pulmonary angiography? *Am. J. Forensic Med. Pathol.* 2014; 35: 124-131. doi: 10.1097/PAF.0000000000000086.
64. Wichmann D., Heinemann A., Weinberg C., Vogel H., Hoepker W.W., Grabherr S. et al. Virtual autopsy with multi-phase postmortem computed tomographic angiography versus traditional medical autopsy to investigate unexpected deaths of hospitalized patients. *Ann. Intern. Med.* 2014; 160: 534-541. doi: 10.7326/M13-2211
65. Chevallier C., Doenz F., Vaucher P., Palmiere C., Dominguez A., Binaghi S. et al. Postmor-tem computed tomogra-phy angiography vs. conventional autopsy: advantages and in-conveniences of each method. *Int. J. Legal. Med.* 2013; 127: 981-989. DOI 10.1007/s00414-012-0814-3
66. Zerlauth J.B., Doenz F., Dominguez A., Palmiere C., Usk'e A., Meuli R. et al. Surgical in-terventions with fatal out-come: utility of multi-phase postmortem CT angiography. *Forensic Sci. Int.* 2013; 225: 32-41. doi:10.1016/j.forsciint.2012.05.013
67. Туманова У.Н., Щеголев А.И. Лучевая визуализация неспецифических посмертных изменений сердечно-сосудистой системы. *Судебно-медицинская экспертиза.* 2016; 5: 59-63. DOI: 10.17116/sudmed2016595559-63.
68. Bruguier C., Mosimann P.J., Vaucher P., Uské A., Doenz F., Jackowski C. et al. Multi-phase postmortem CT angiography: recognizing technique-related artefacts and pitfalls. *Int. J. Le-gal. Med.* 2013; 127: 639-652. doi: 10.1007/s00414-013-0840-9
69. Berger N., Martinez R., Winkhofer S., Flach P.M., Ross S., Ampanozi G. et al. Pitfalls in post-mortem CT-angiography – intravascular contrast induces post-mortem pericardial effu-sion. *Leg. Med.* 2013; 15: 315-317. doi: 10.1016/j.legalmed.2013.07.001
70. Capuani C., Guilbeau-Frugier C., Mokrane F.Z., Delisle M.B., Marcheix B., Rousseau H. et al. Tissue microscopic changes and artefacts in multiphase postmortem computed tomogra-phy angiography in a hospital setting: a fatal case of systemic vasculitis. *Forensic Sci. Int.* 2014; 242: e12–e17. doi:10.1016/j.forsciint.2014.06.039
71. Мишинёв О.Д., Щёголев А.И. Патологическая анатомия ОРДС. Острый респиратор-ный дистресс-синдром. Под ред. Б.П. Гельфанда, В.А. Кассиля. М., Лит-терра. 2007; 48-67.
72. Higgins S., Parsons S., Woodford N., Lynch M., Briggs C., O'Donnell C. The effect of post-mortem computed tomography angiography (PMCTA) using water-soluble, iodine-based radio-graphic contrast on histological analysis of the liver, kidneys and left ventricle of the heart. *Forensic Sci. Med. Pathol.* 2017; 13: 317-327. DOI 10.1007/s12024-017-9871-8
73. Grabherr S., Widmer C., Iglesias K., Sporkert F., Augs-burger M., Mangin P., Palmiere C. Postmortem biochemistry per-formed on vitreous humor after postmortem CT-angiography. *Leg. Med.* 2012; 14: 297-303. doi: 10.1016/j.legalmed.2012.04.010
74. Rutty G.N., Smith P., Barber J., Amorosa J., Morgan B. The effect on toxicology, biochem-istry and immunology investi-gations by the use of targeted post-mortem computed tomogra-phy angiography. *Forensic Sci. Int.* 2013; 225: 42-47. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.05.012
75. Palmiere C., Egger C., Grabherr S., Jatou-Ogay K., Greub G. Postmortem angiography using femoral cannulation and postmortem microbiology. 2015; 129: 861-867. doi: 10.1007/s00414-014-1099-5
76. Schneider B., Chevallier C., Dominguez A., Bruguier C., Elandoy C., Mangin P. et al. The forensic radiographer: a new member in the medicolegal team. *Am. J. Forensic. Med. Pathol.* 2012; 33: 30-36. doi: 10.1097/ PAF.0b013e31820c6aa3

References:

1. Krantz P., Holtás S. Postmortem computed tomography in a diving fatality. *J. Comput. As-sist. Tomogr.* 1983; 7: 132-134.
2. Weustink A.C., Hunink M.G., van Dijke C.F., Renken N.S., Krestin G.P., Oosterhuis J.W. Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology.* 2009; 250: 897-904. doi: 10.1148/radiol.2503080421
3. Fan J.K.M., Tong D.K.H., Poon J.T.C., Lo O.S., Beh P.S., Patil N.G., Law W.L. Multimo-dality minimally invasive autopsy—a feasible and accurate approach to postmortem examination. *Forensic Sci. Int.* 2010; 195: 93-98. DOI: 10.1016/j.forsciint.2009.11.019
4. Tumanova U.N., Shchegolev A.I. Possibilities and limitations of virtual autopsy in neona-tology. *REJR.* 2017; 7 (1): 20-33. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-20-33 (in Russian)
5. O'Donnell C., Woodford N. Post-mortem radiology - a new subspeciality? *Clin. Radiol.* 2008; 63: 1189-1194. doi: 10.1259/bjr.20130468.
6. Shchegolev A.I., Tumanova U.N. Role of magnetic resonance imaging in tanatogenesis de-termining. *Kriminalistika - proshloe, nastojashhee, budushhee: dostizhenija i perspektivy razvitija. M., 2014: 369-372. (in Russian)*
7. Thali M.J., Yen K., Schweitzer W., Vock P., Boesch C., Ozdoba C. et al. Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by postmortem multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI)-a feasibility study. *J. Forensic. Sci.* 2003; 48: 386-403.
8. Jackowski C., Warntjes M., Berge J., Bar W., Persson A. Magnetic resonance imaging goes postmortem: noninvasive detection and assessment of myocardial infarction by postmortem MRI. *Eur. Radiol.* 2011; 21: 70-78. doi: 10.1007/s00330-010-1884-6
9. Kokov L.S., Kinle A.F., Sinitsyn V.E., Filimonov B.A. Possibilities of postmortem imaging in forensic examination of a corpse: critical analysis and literature review. *Consilium Medicum.* 2015; Suppl.: 4-26. (in Russian)
10. Poulsen K., Simonsen J. Computed tomography as a routine in connection with medicolegal autopsies. *Forensic Sci. Int.* 2007; 171: 190-197. DOI:10.1016/j.forsciint.2006.05.041
11. O'Donnell C. An image of sudden death: utility of routine postmortem computed tomogra-phy scanning in medicolegal autopsy practice. *Diagn. Histopathol.* 2010; 16: 552-555.
12. Wichmann D., Obbelode F., Vogel H., Hoepker W.W., Nierhaus A., Braune S. et al. Virtual autopsy as an alternative to traditional medical autopsy in the intensive care unit: a prospective cohort study. *Ann. Intern. Med.* 2012; 156: 123-130. doi: 10.7326/0003-4819-156-2-201201170-
13. Pomara C., Fineschi V., Scalzo G., Guglielmi G. Virtopsy versus digital autopsy: virtual au-topsy. *Radiol. Med.* 2009; 114: 1367-1382. DOI: 10.1007/s11547-009-0435-1
14. Roberts I.S., Benamore R.E., Benbow Jackson A., Mallett S., Patankar T., Peebles C. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet.* 2012; 379: 136-142. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61483-9
15. Tumanova U.N., Fedoseeva V.K., Liapin V.M., Stepanov A.V., Voevodin S.M., Shchyogo-lev A.I. Computed Tomography of Stillborn with Bone Pathology. *Medicinskaja vizualizaci-ja.* 2013; 5: 110-120 (in Russian)
16. Tumanova U.N., Fe-doseeva V.K., Lyapin V.M., Bychenko V.G., Voevodin S.M., Shchego-lev A.I. Acardiac fe-tus: postmortem computed and magnetic resonance tomography imag-ing. *Diagnosticheskaja i intervencionnaja radiologija.* 2016; 2: 23-20 (in Russian)
17. Tumanova U.N., Serova N.S., Bychenko V.G., Shchego-lev A.I. Possibilities of postmortem radiological studies for evaluation of lung le-sions. *REJR* 2018; 8 (2):198-221. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-2-198-221
18. Ruder T.D., Thali M.J., Hatch G.M. Essentials of forensic post-mortem MR imaging in adults. *Br. J. Radiol.* 2014; 87 (1036):20130567. doi: 10.1259/bjr.20130567
19. Aghayev E., Sonnenschein M., Jackowski C., Thali M., Buck U., Yen K. et al. Postmortem radiology of fatal hemorrhage: measurements of cross-sectional areas of major blood vessels and volumes of aorta and spleen on MDCT and volumes of heart chambers on MRI. *Am J Roentgenol.* 2006; 187: 209-215. DOI: 10.2214/AJR.05.0222
20. Schoenmackers J. Technik der postmortalen angiographie MIT berücksichtigung verwandter methoden postmortaler Gefäßdarstellung. *Ergeb. Allg. Pathol. Anat.* 1960; 39: 53-151.
21. Grabherr S., Grimm J., Baumann P., Mangin P. Application of contrast media in post-mortem imaging (CT and MRI). *Radiol med.* 2015; 120: 824-834. DOI 10.1007/s11547-015-0532-2
22. Grabherr S., Djonov V., Yen K., Thali M.J., Dirnhofer R. Postmortem angiography: review of former and current methods. *AJR.* 2007; 188: 832-838. DOI: 10.2214/AJR.06.0787
23. Segerberg-Kottinen M. Demonstration of esophageal varices postmortem by gastroeosopha-geal phlebography. *J. Forensic Sci.* 1987; 32: 703-710.
24. Yonas H., Boehnke M., Wolfson S. Radiopaque silicone rubber and xeroradiography for the high-resolution visualization of the cerebral vasculature. *Surg. Neurol.* 1982; 17: 130-131.
25. Winchester D.E., Wymer D.C., Shifrin R.Y., Kraft S.M., Hill J.A. Responsible use of com-puted tomography in the evaluation of coronary artery disease and chest pain. *Mayo Clin. Proc.* 2010; 85: 358-364. doi: 10.4065/mcp.2009.0652
26. Foote G.A., Wilson A.J., Steward J.H. Perinatal post-mortem radiography: experience with 2500 cases. *Br. J. Radiol.* 1978; 51: 351-356.
27. Grabherr S., Doenz F., Steger B., Dirnhofer R., Dominguez A., Sollberger B. et al. Multi-phase post-mortem CT-angiography development of a standardized protocol. *Int. J. Leg. Med* 2011; 125: 791-802. DOI: 10.1007/s00414-010-0526-5
28. Saunders S.L., Morgan B., Raj V., Robinson C.E., Ruttly G.N. Targeted post-mortem com-puted tomography cardiac angiography: proof of concept. *Int. J. Leg. Med.* 2011; 125: 609-616. doi: 10.1007/s00414-011-0559-4
29. Jackowski C., Bolliger S., Aghayev E., Christe A., Kilchoer T., Aebi B. et al. Reduction of postmortem angiography-induced tissue edema by using polyethylene glycol as a contrast agent dissolver. *J. Forensic Sci.* 2006; 51: 1134-1137. DOI: 10.1111/j.1556-4029.2006.00207.x
30. Grabherr S., Hess A., Karolczak M., Thali M.J., Friess S., Kalender W. et al. Angiofil-mediated visualization of the vascular system by microcomputed tomography: a feasibility study. *Microsc Res Tech.* 2008; 71: 551-556. doi: 10.1002/jemt.20585

31. Ross S., Spendlove D., Bolliger S., Christe A., Oesterhelweg L., Grabherr S. et al. Postmortem whole-body CT angiography: evaluation of two contrast media solutions. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 190: 1380-1389. doi: 10.2214/AJR.07.3082
32. Roberts I.S., Benamore R.E., Peebles C., Roobottom C., Traill Z.C. Technical report: diagnosis of coronary artery disease using minimally invasive autopsies: evaluation of a novel method of post-mortem coronary CT angiography. *Clin. Radiol.* 2011; 66: 645-650. doi: 10.1016/j.crad.2011.01.007
33. Morgan B., Biggs M.J., Barber J., Raj V., Amoroso J., Hollingbury F.E. et al. Accuracy of targeted post-mortem computed tomography coronary angiography compared to assessment of serial histological sections. *Int. J. Legal. Med.* 2013; 127: 809-817. doi: 10.1007/s00414-012-0790-7
34. Jackowski C., Thali M.J., Sonnenschein M., Aghayev E., von Allmen G., Yen K. et al. Vir-topsy: postmortem minimally invasive angiography using cross section techniques - implementation and preliminary results. *J. Forensic Sci.* 2005; 50: 1175-1186.
35. Sakamoto N., Senoo S., Kamimura Y., Uemura K. Case report: cardiopulmonary arrest on arrival case which underwent contrastenhanced postmortem CT. *J. Jap. Assoc. Acute. Med.* 2009; 30: 114-115.
36. Okuda T., Shiotani S., Sakamoto N., Kobayashi T. Background and current status of post-mortem imaging in Japan: short history of «Autopsy imaging (Ai)». *Forensic Sci Int.* 2013; 225: 3-8. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.03.010
37. Kominato Y., Fujikura T., Hata Y., Matsui K., Takizawa H. A case of postoperative hemorrhage after a hysterectomy in which a bleeding point of the left uterine artery was identified by postmortem angiography. *Leg. Med. (Tokyo).* 2004; 6: 187-189. DOI: 10.1016/j.legalmed.2004.01.002
38. Michaud K., Grabherr S., Doenz F., Mangin P. Evaluation of postmortem MDCT and MDCT-angiography for the investigation of sudden death related atherosclerotic coronary artery disease. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2012; 28: 1807-1822. DOI 10.1007/s10554-012-0012-x
39. Kennedy D.W., Laing C.J., Tseng L.H., Rosenblum D.I., Tamarkin S.W. Detection of active gastrointestinal hemorrhage with CT angiography: a 4(1/2)-year retrospective review. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2010; 21: 848-855. DOI: 10.1016/j.jvir.2010.01.039
40. Deo R., Albert C.M. Epidemiology and genetics of sudden cardiac death. *Circulation.* 2010; 125: 620-637. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.111.023838
41. Ross S.G., Bolliger S.A., Ampanozi G., Oesterhelweg L., Thali M.J., Flach P.M. Postmortem CT angiography: capabilities and limitations in traumatic and natural causes of death. *Radiographics.* 2014; 34: 830-846. DOI: 10.1148/rg.343115169
42. Inokuchi G., Yajima D., Hayakawa M., Motomura A., Chiba F., Torimitsu S. et al. Postmortem dynamic cerebral angiography for detecting aneurysm and bleeding sites in cases of subarachnoid hemorrhage. *Forensic Sci. Med. Pathol.* 2014; 10: 487-495. DOI: 10.1007/s12024-014-9572-5
43. Pomara C., Bello S., Serinelli S., Fineschi V. A rare and lethal case of right common carotid pseudoaneurysm following whiplash trauma. *Forensic Sci. Med. Pathol.* 2015; 11: 69-73. DOI: 10.1007/s12024-014-9629-5
44. Туманова У.Н., Серова Н.С., ШегOLEV А.И. Применение посмертной МРТ для диагностики поражений головного мозга у плодов и новорожденных. *REJR.* 2017; 7(3): 8-22. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-3-8-22 Tumanova U.N., Serova N.S., Shchegolev A.I. Use of the postmortem MRI for the cerebral lesions diagnosis in the fetuses and newborns *REJR.* 2017; 7(3): 8-22. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-3-8-22 (in Russian).
45. Filograna L., Flach P.M., Bolliger S.A., Thali M.J. The role of post-mortem CT (PMCT) imaging in the diagnosis of pericardial tamponade due to hemopericardium: a case report. *Leg. Med. Tokyo.* 2014; 16: 150-153. DOI: 10.1016/j.legalmed.2014.02.004
46. Bello S., Neri M., Grilli G., Pascale N., Pomara C., Riez-zo I. et al. Multiphase postmortem CT-angiography (MPMCTA) is a very significant tool to explain cardiovascular pathologies. A sudden cardiac death case. *Exp. Clin. Cardiol.* 2014; 20: 1419-1430.
47. Palmiere C., Binaghi S., Doenz F., Bize P., Chevallier C., Mangin P., Grabherr S. Detection of hemorrhage source: the diagnostic value of post-mortem CT-angiography. *Forensic Sci. Int.* 2012; 222: 33-39. DOI: 10.1016/j.forsciint.2012.04.031
48. Vogel B., Heinemann A., Gehl A., Hasegawa I., Höpker W.W., Poodendaen C. et al. Post-mortem computed tomography (PMCT) and PMCT-angiography after transvascular cardiac interventions. *Arch. Med. Sadowej Kryminol.* 2013; 63: 255-266. DOI: 23750
49. Vogel B., Heinemann A., Tzikas A., Poodendaen C., Gulbins H., Reichenspurner H. et al. Post-mortem computed tomography (PMCT) and PMCT-angiography after cardiac surgery. Possibilities and limits. *Arch. Med. Sadowej Kryminol.* 2013; 63: 155-171. DOI: 23733
50. Shevtchenko O.P., Trusov O. A., Mazaev V. P., Shevtchenko O. A., Slastnikova I. D. et al. Atlas of ischemic heart disease. M., 2003.
51. Palmiere C., Lobrinus J.A., Mangin P., Grabherr S. Detection of coronary thrombosis after multiphase postmortem CT-angiography. *Leg. Med. (Tokyo).* 2013; 15: 12-18. DOI: 10.1016/j.legalmed.2012.08.005
52. Tumanova U.N., Shchegolev A.I. ЩЕГОЛЕV А. И. Post-mortem Magnetic Resonance Tomography of Fetuses and Newborns. *Medicinskaja vizualizacija* 2015; 5: 128-136. (in Russian)
53. Troxler K., Minoiu C., Vaucher P., Michaud K., Doenz F., Ducrot K., Grabherr S. The role of angiography in the congruence of cardiovascular measurements between autopsy and postmortem imaging. *Int. J. Legal. Med.* 2018; 132: 249-262. DOI 10.1007/s00414-017-1652-0
54. Jotterand M., Doenz F., Grabherr S., Faouzi M., Boone S., Mangin P., Michaud K. The cardiothoracic ratio on post-mortem computer tomography. *Int. J. Legal. Med.* 2016; 130: 1309-1313. doi:10.1007/s00414-016-1328-1
55. Shchegolev A.I., Tumanova U.N., Frolova O.G. Regional features of stillbirth in the Russian Federation. *Aktual'nye voprosy sudebno-medicinskoj jekspertizy i jekspertnoj praktiki v regional'nyh bjuro sudebno-medicinskoj jekspertizy na sovremennom jetape. Rjazan'.* 2013: 163-169 (in Russian)
56. Shchegolev A.I., Pavlov K.A., Dubova E.A., Frolova O.G. Early neonatal mortality in the Russian Federation in 2010. *Arhiv patologii.* 2013; 4: 15-19 (in Russian).
57. Tumanova U.N., Lyapin V.M., Burov A.A., Podurovskaya Yu. L., Zaretska-ya N.V., Vy-chenko V.G. et al. VACTERL association of newborn: postmortem ct and mri imag-

ing for autopsy. REJR 2017; 7 (2):191-208. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-2-191-208 (in Russian)

58. Russell G.A., Berry P.J. Post mortem radiology in children with congenital heart disease. *J Clin. Pathol.* 1988; 41: 830-836.

59. Grønvall J., Graem N. Radiography in post-mortem examinations of fetuses and neonates. Findings on plain films and at arteriography. *APMIS* 1989; 97: 274-280.

60. Votino C., Cannie M., Segers V., Dobrescu O., Dessy H., Gallo V. et al. Virtual autopsy by computed tomographic angiography of the fetal heart: a feasibility study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 39: 679-684. DOI: 10.1002/uog.11150

61. Puranik R., Gray B., Lackey H., Yeates L., Parker G., Duflo J., Semsarian C. Comparison of conventional autopsy and magnetic resonance imaging in determining the cause of sudden death in the young. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2014; 16: 44. DOI: 10.1186/1532-429X-16-44

62. Pomara C., Bello S., Grilli G., Guglielmi G., Turillazzi E. Multi-phase postmortem CT angiography (MPMCTA): a new axillary approach suitable in fatal thromboembolism. *Radiol. Med.* 2015; 120: 670-673. doi:10.1007/s11547-014-0467-z

63. Burke M.P., Bedford P., Baber Y. Can forensic pathologists diagnose pulmonary thromboembolism on postmortem computed tomography pulmonary angiography? *Am. J. Forensic Med. Pathol.* 2014; 35: 124-131. doi: 10.1097/PAF.0000000000000086.

64. Wichmann D., Heinemann A., Weinberg C., Vogel H., Hoepker W.W., Grabherr S. et al. Virtual autopsy with multi-phase postmortem computed tomographic angiography versus traditional medical autopsy to investigate unexpected deaths of hospitalized patients. *Ann. Intern. Med.* 2014; 160: 534-541. doi: 10.7326/M13-2211

65. Chevallier C., Doenz F., Vaucher P., Palmiere C., Dominguez A., Binaghi S. et al. Postmortem computed tomography angiography vs. conventional autopsy: advantages and inconveniences of each method. *Int. J. Legal. Med.* 2013; 127: 981-989. DOI 10.1007/s00414-012-0814-3

66. Zerlauth J.B., Doenz F., Dominguez A., Palmiere C., Usk'e A., Meuli R. et al. Surgical interventions with fatal outcome: utility of multi-phase postmortem CT angiography. *Forensic Sci. Int.* 2013; 225: 32-41. doi:10.1016/j.forsciint.2012.05.013

67. Tumanova U.N., Shchegolev A.I. Radiation diagnosis of nonspecific postmortem changes in the cardiovascular system. *Sudebno-medicinskaja jekspertiza.* 2016; 5: 59-63. DOI:

10.17116/sudmed2016595559-63 (in Russian).

68. Bruguier C., Mosimann P.J., Vaucher P., Usk'e A., Doenz F., Jackowski C. et al. Multi-phase postmortem CT angiography: recognizing technique-related artefacts and pitfalls. *Int. J. Legal. Med.* 2013; 127: 639-652. doi: 10.1007/s00414-013-0840-9

69. Berger N., Martinez R., Winklhofer S., Flach P.M., Ross S., Ampanozi G. et al. Pitfalls in post-mortem CT-angiography – intravascular contrast induces post-mortem pericardial effusion. *Leg. Med.* 2013; 15: 315-317. doi: 10.1016/j.legalmed.2013.07.001

70. Capuani C., Guilbeau-Frugier C., Mokrane F.Z., Delisle M.B., Marcheix B., Rousseau H. et al. Tissue microscopic changes and artefacts in multiphase postmortem computed tomography angiography in a hospital setting: a fatal case of systemic vasculitis. *Forensic Sci. Int.* 2014; 242: e12-e17. doi:10.1016/j.forsciint.2014.06.039

71. Mishnev O.D., Shchegolev A.I. Patologicheskaya anatomiya ORDS. Ostryj res-piratornyj distress-sindrom. *Pod red. B.R. Gel'fanda, V.L. Kassilya. -M.: Litterra, 2007; 48-67 (in Russian).*

72. Higgins S., Parsons S., Woodford N., Lynch M., Briggs C., O'Donnell C. The effect of post-mortem computed tomography angiography (PMCTA) using water-soluble, iodine-based radiographic contrast on histological analysis of the liver, kidneys and left ventricle of the heart. *Forensic Sci. Med. Pathol.* 2017; 13: 317-327. DOI 10.1007/s12024-017-9871-8

73. Grabherr S., Widmer C., Iglesias K., Sporkert F., Augsburger M., Mangin P., Palmiere C. Postmortem biochemistry performed on vitreous humor after postmortem CT-angiography. *Leg. Med.* 2012; 14: 297-303. doi: 10.1016/j.legalmed.2012.04.010

74. Ruttly G.N., Smith P., Barber J., Amorosa J., Morgan B. The effect on toxicology, biochemistry and immunology investigations by the use of targeted post-mortem computed tomography angiography. *Forensic Sci. Int.* 2013; 225: 42-47. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.05.012

75. Palmiere C., Egger C., Grabherr S., Jatton-Ogay K., Greub G. Postmortem angiography using femoral cannulation and postmortem microbiology. 2015; 129: 861-867. doi: 10.1007/s00414-014-1099-5

76. Schneider B., Chevallier C., Dominguez A., Bruguier C., Elandoy C., Mangin P. et al. The forensic radiographer: a new member in the medicolegal team. *Am. J. Forensic. Med. Pathol.* 2012; 33: 30-36. doi: 10.1097/PAF.0b013e31820c6aa3.

COMPLICATIONS AFTER JOINT REPLACEMENT SURGERIES (SHORT TERM, MIDTERM AND LONG TERM)

Dhillon H.S.^{1,2}, Serova N.S.¹, Lychagin A.V.¹

Purpose. Complications after hip/knee/other joint arthroplasty develop in approximately 1–1.5% of young people and in 2.5–3% of elderly patients. Despite the meager chance of developing negative consequences, they can affect anyone, especially those who did not follow the rigorous rehabilitation program. Complications after endoprosthetics of hip/knee/other joints results from incorrect postoperative care and physical activity after discharge from the hospital. The second reason is technical approach of the surgeon. And third is an inadequate preoperative examination. The aim of the article is to have a detailed description of short term, midterm and long-term complications after joint replacement surgeries and of the methods (clinical and radiological) to avoid those complications with all the required parameters.

Keywords: total knee prosthesis, total hip prosthesis, dislocation of prosthesis, infection, pulmonary thromboembolism, physiotherapy.

Corresponding author: Dhillon H.S., e-mail: harmeetsingh333@mail.ru

For citation: Dhillon H.S., Serova N.S., Lychagin A.V. Complications after joint replacement surgeries (short term, midterm and long term). REJR 2018; 8 (3):100-106. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-100-106.

Received: 09.06.18

Accepted: 28.06.18

ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ ЭНОПРОТЕЗИРОВАНИЯ СУСТАВОВ (РАННИЙ, СРЕДНИЙ И ПОЗДНИЙ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЕ ПЕРИОДЫ)

Диллон Х.С.^{1,2}, Серова Н.С.¹, Лычагин А.В.¹

Цель исследования. Осложнения после эндопротезирования тазобедренных, коленных или других суставов встречаются примерно в 1-1,5% случаев у молодых людей и у 2,5-3% пожилых пациентов. Риск развития осложнений после таких операций может встречаться у всех пациентов, особенно у тех, кто не следует строгой программе реабилитации. Осложнения после эндопротезирования тазобедренного или коленного суставов могут возникнуть из-за некорректного ведения пациента в послеоперационном периоде или неадекватной физической активности после выписки из стационара. Вторая причина возникновения осложнений – различные технические подходы лечащего хирурга. И третья причина – недостаточное предоперационное обследование.

Цель данной статьи – представить подробное описание осложнений после эндопротезирования суставов в ранний, средний и поздний послеоперационные периоды, а также описание диагностических методов (клинических и рентгенологических) для снижения риска возникновения осложнений.

Ключевые слова: тотальное протезирование коленного сустава, тотальное протезирование тазобедренного сустава, дислокация протеза, инфекционные изменения, тромбоэмболия легочной артерии, физиотерапия.

Контактный автор: Диллон Х.С., e-mail: harmeetsingh333@mail.ru

Для цитирования: Диллон Х.С., Серова Н.С., Лычагин А.В. Осложнения после эндопротезирования суставов (ранний, средний и поздний послеоперационные периоды).

1 - Sechenov University, Moscow, Russia.

2 - Dr. Sunny Medical Centre, Al Shahba, Sharjah, UAE.

1 – Сеченовский Университет. Москва, Россия.

2 - Медицинский Центр доктора Санни. Аль Шахба, Шарджа, ОАЭ.

Complications after hip/knee/other joint arthroplasty develop in approximately 1 – 1.5 % of young people and in 2.5 – 3 % of elderly patients [1, 4, 18]. Despite the meager chance of developing negative consequences, they can affect anyone, especially those who did not follow the rigorous rehabilitation program. Complications after endoprosthetics of hip/knee/other joints results from incorrect postoperative care [14, 16, 36] and physical activity after discharge from the hospital [2, 10]. The second reason is technical approach of the surgeon [3, 18]. And third is an inadequate preoperative examination [8, 22, 29], as a result of which subclinical infections (urinary; bronchopulmonary) flare up after the joint replacement surgery. The success of the treatment is influenced by the qualification of the medical staff, where the patient received high-tech medical, surgical and rehabilitation treatment [6, 27].

Causes / Reasons for Joint replacement Surgeries:

The most common reasons for a joint replacement surgery according to the study as shown in Fig. 1. Osteoarthritis being the prime reason in elderly [13, 19] and Trauma in young patients [11, 29].

Statistics of complications in percentage:

The operation to install the prosthesis is the method that mobilizes the patient, changes the lifestyle of patient, relieves debilitating pain and limited ability to work, reverts to healthy physical activity [15, 39]. Unpleasant pathological situations associated with implantation occur infrequently, which the patient should be informed about before the operation. According to the study, the complications are divided into early/short term comprises from 1-8 weeks post operation, midterm comprising from 2-12 months and late term comprising from 1 to 5 years or more after joint replacement operation as shown in Chart 1.

The commonest complication is:

- Dislocation of prosthesis develops in about 26.3% of cases;
- Septic pathogenesis (infection) in 14.7%;
- Periprosthetic fracture occurred in 10.3%;
- Thromboembolism in 5.3%;
- Others < 3.5 %

The complications after joint replacement occurs due to either surgical technique – method (prosthesis used) and the patient himself, who did not continue rehabilitation or did not adhere to a special physical regime after the restoration. Deterioration of the state occurs at home, when there is no close monitoring by the doctors

that was in the clinic [13, 38].

Differentiation of pain: normal or not.

Pain after endoprosthetics of the hip/knee will be observed in the early period, because the body has experienced a very serious orthopedic operation. Painful syndrome during the first 2-3 weeks is a natural response of the body to a recently transferred surgical trauma, which is not considered a deviation [10, 19]

While the operating injury does not heal, the muscle structures will not return to normal, until the bones along with the endoprosthesis become a single unit, the person will experience discomfort for a while. Therefore, prescribe a good analgesic, which helps to relieve early painful symptoms, and it is better to concentrate on therapeutic and rehabilitation exercises.

Painful sensations should be differentiated and examined whether it is a normal pain or pathological pain. This can be done by the operating surgeon. The patient's task is to notify the orthopedic doctor in case of any uncomfortable symptoms [12, 19].

Main risk factors.

Surgical intervention does not exclude complications including serious ones. Especially if mistakes were made in the intra- and/or post-operation period. Even small errors during the operation or during rehabilitation increase the likelihood of unsatisfactory arthroplasty. There are also risk factors that increase the predisposition of the body to postoperative consequences and often become their cause: advanced age of a person; severe concomitant disease (for example, diabetes mellitus, arthritic disease of rheumatoid etiology, psoriasis, lupus erythematosus; any previous operative intervention on the "native" joint, aimed at treating dysplasia, femur fractures, coxarthrosis deformities including osteosynthesis, osteotomy etc.); reendoprosthetics (repeated replacement of prosthesis); local inflammation and purulent foci in a patient's history.

It should be noted that after the replacement of the hip joints, older people are more likely to be affected by complications, especially those over 60 years. Older patients besides the underlying disease have associated pathologies that can complicate the course of rehabilitation (for example, reduce resistance to infection). There is a reduced potential for reparative-recovery functions, weakness of the musculoskeletal system, osteoporotic symptoms and lymphovenous insufficiency of the lower limbs [11, 27, 39].

Concept and methods of treatment of consequences.

Quick access to a doctor at the first suspi-

Causes of Joint Replacement Surgeries

57 % ■
Osteoarthritis

13 % ■
Trauma

9 % ■
Osteonecrosis

6 % ■
Osteoporosis

15 % ■
Others

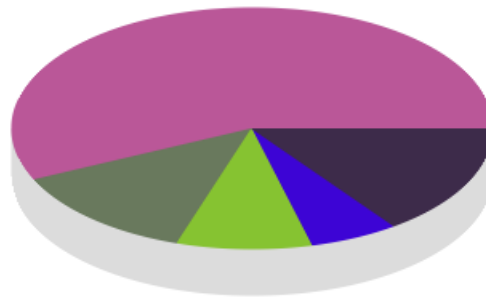


Рис. 1 (Fig. 1)

Fig. 1. Diagram.

Different reasons for a Joint Replacement Surgeries.

Рис. 1. Диаграмма.

Различные причины для операций по замене суставов.

cious signs will help to avoid the progression of undesirable phenomena, and in certain situations to save the implant without a revision operation. The more neglected the clinical picture becomes, the more difficult it will be to undergo therapeutic correction [5, 18].

Dislocations and subluxations of the endoprosthesis.

This is a leading pathological condition in which the femoral component is displaced with respect to the acetabular element in a hip replacement surgery, as a result of which the head and the cup of the endoprosthesis are uncoupled. Provocative factors are excessive loads, errors in the selection of the model and installation of the implant (defects in the angle of the setting), the use of a back surgical approach, injuries. The risk group includes people with hip fractures, dysplasia, neuromuscular pathologies, obesity, joint hypermobility, Ehlers danlos syndrome, patients older than 60 years [15, 19, 29]. Also vulnerable to dislocation are those who have undergone surgery in the past on natural arthroplasty. Dislocation requires non-surgical insertion or open method. With timely treatment, the endoprosthetic head can be fixed under anesthesia in a closed way. If the problem is triggered, the doctor may prescribe a re-operation to reinstall the endoprosthesis [12, 16, 40, 44].

Periprosthes infection

The second most frequent phenomenon, characterized by the activation of severe purulent-inflammatory processes in the area of the im-

plant. Infectious antigens enter intraoperatively through insufficiently sterile surgical instruments (rarely) or after intervention through the bloodstream move from any problem organ that has a pathogen-microbial environment (often). Poor treatment of the wound zone or poor healing (with diabetes) also contributes to the development and reproduction of bacteria as shown in Fig. 3. Purulent foci adversely affect the strength of fixation of the endoprosthesis, causing its loosening and instability. The pyogenic microflora is difficult to treat and, as a rule, involves the removal of the implant and the re-installation after a long time. The main principle of treatment is a test for establishing the type of infection, long antibiotic therapy, abundant lavage of the wound with anti-septic solutions [4, 16, 42].

Thromboembolism (PE)

PE - a critical blockage of the branches or main trunk of the pulmonary artery by a severed thrombus, which was formed after implantation in the deep veins of the lower limb due to low circulation, which resulted from limited mobility of the leg. The culprits of thrombosis are the absence of early rehabilitation and the necessary medication, a prolonged stay in an immobilized state.

The patient is immediately hospitalized in the intensive care unit, where, taking into account the severity of the thrombotic syndrome: the introduction of thrombolytics and drugs that reduce blood clotting, ventilation and embolectomy are considered [7, 16, 28].

Periprosthetic fracture.

Chart №1. Statistics of complications according to the terms after the operation.

Short term (1-8 weeks)	Midterm (2-12 months)	Long term(1-5 years)
Infection	Peri-implant bony -	Pain (complex regional pain syndrome)
Dislocation	fracture	Particle disease
Subluxation	Aseptic loosening	Component migration
Haematoma	AVN bone	Prosthesis fracture
Bleeding/wound	Thromboembolism	Heterotopic ossification
Cellulitis	Stiffness joints	Limb shortening/ lengthening
Septic loosening		
Neuropathy		

This is a violation of the integrity of the femur in the leg zone with an unstable and stable prosthesis that occurs intra-operatively or at any time after the operation (in a few days, months or years). **Fractures** are more likely to occur due to a decreased density of bone tissue, but may be a result of incompetent bone marrow development before installing an artificial joint. Therapy, depending on the type and severity of the damage, involves using one of the methods of osteosynthesis [7, 16, 37].

Neuropathy.

Neuropathic syndrome is a lesion of the peroneal nerve entering the structure of a large sciatic nerve, which can be caused by lengthening of the leg after prosthetics, pressure of the formed hematoma to nerves or nerve plexuses, less often intraoperative damage due to careless actions of the surgeon. Nerve repair is performed through etiologic treatment using the optimal method of surgery or with the help of physical rehabilitation [15, 38].

Preventive measures.

Complications after prosthetics of the hip/knee joint are much easier to prevent than to engage in time-consuming and long-term treatment to get rid of them. Unsatisfactory development of the situation can spoil all efforts of the surgeon. Therapy does not always give a positive effect and the expected result, therefore in the leading **clinics** a comprehensive perioperative program of prevention of all existing consequences is provided [21, 25, 31]. At the preoperative stage, the diagnosis for infections in the body, diseases of internal organs, allergies, etc. is performed. If inflammatory and infectious processes are detected, chronic diseases in the stage of decompensation, operational measures will not begin until the identified foci of infections are cured, venous-vascular problems will not be reduced to an acceptable level, and other ailments will not lead to a state of stable remission [22, 43]. If there is a predisposition to allergic reactions, this fact is investigated and taken into consideration, as the choice of medications, materials of the endoprosthesis and the type of anesthesia depend on it [15,

19, 41]. On the assessment of the health of internal organs and systems, age criteria and weight, the entire surgical process and further rehabilitation are under evaluation.

To minimize the risks of complications after hip/knee joint prosthetics, prevention is performed before and at the time of the procedure, after the operation, including the long-term period. Integrated preventive approach is medical elimination of the infectious source, full compensation of chronic ailments; administration of specific doses of low molecular weight heparins in 12 hours to prevent thrombotic events, antithrombotic therapy continues for some time after surgery; application for a couple of hours before the forthcoming replacement of arthroplasty and for several days of broad-spectrum antibiotics active against a large group of pathogens; impeccable technical maintenance of the operative intervention, while minimally traumatic, avoiding significant blood loss and the appearance of bruising; the selection of an ideal prosthetic construction that completely coincides with the anatomical parameters of the present bone joint, including its correct fixation at the correct orientation angle, which in the future will guarantee the stability of the implant, its integrity and excellent functionality; early activation of the ward to prevent stagnant processes in the leg, atrophy of muscles and contractures, inclusion from the first day of exercising exercise and physiotherapy procedures (electromyostimulation, magnetotherapy etc.), respiratory exercises and quality care for the operating wound; inform the patient of all possible complications, permitted and unacceptable types of physical activity, precautionary measures and the need to regularly perform exercises of physical therapy. The patient should realize that not only the degree of professionalism of doctors depends on the outcome of the operation and the success of the restoration, but also of himself. After prosthetics of the hip joint, undesirable complications are avoided by the side, but only if the recommendations of specialists are carried out impeccably [11, 19, 25].

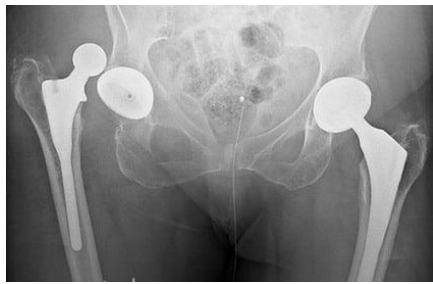


Fig. 1 (Рис. 1)

Fig. 1. X-ray, hip joints, AP view.

Dislocation of right sided hip prosthesis after 2 months of surgery.

Рис. 1. Рентгенограмма тазобедренных суставов, прямая проекция.

Отмечается дислокация протеза правого тазобедренного сустава через 2 месяца после операции.



Fig. 2 а (Рис. 2 а)



Fig. 2 б (Рис. 2 б)

Fig. 2. X-ray.

Knee joint, AP and lateral views. Joint after athroplasty; however, after 6 months post-surgery - increased bone density at lower femoral and upper tibial condylar aspect suggestive of infection.

Рис. 2. Рентгенограммы коленного сустава, прямая и боковая проекции.

Состояние после артропластики. Через 6 месяцев после операции отмечается разряжение костной ткани в области бедренного надмыщелка и большеберцового мыщелка, подозрительное на инфекционный процесс.



Fig. 3 а (Рис. 3 а)



Fig. 3 б (Рис. 3 б)

Fig. 3. X-ray, left hip joint, AP view. Axial view.

Left hip joint prosthetic fracture with a 2 years interval between the two X-rays.

Рис. 3. Рентгенограмма левого тазобедренного сустава, прямая проекция.

Перелом протеза левого тазобедренного сустава. Интервал между исследованиями – 2 года.

References:

1. Siegel R., Naishadham D., Jemal A. *Cancer statistics. CA Cancer J Clin* 2013; 63: 11–30.
2. Кравец О.А., Кузнецов В.В., Морхов К.Ю., Нечушкина В.М., Новикова Е.Г., Новикова О.В. и др.: *Клинические рекомендации – рак тела матки. Москва 2017: 6-7.*
3. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В.: *Злокачественные заболевания в России в 2014 году (заболеваемость и смертность), 2016. Москва, РИИС ФИАН 2018: 12,16,135,138.*
4. Atri M., Zhang Z., Dehdashti F., Lee S.I., Helga M., Ali et al.: *Utility of PET/CT to Evaluate Retroperitoneal Lymph Node Metastasis in High-Risk Endometrial Cancer: Results of ACRIN 6671/GOG 0233 Trial1 2017. Radiology* 2017; 283(2): 450-459.
5. Koskas M., Rouzier R., Amant F. *Staging for endometrial cancer: the controversy around lymphadenectomy – can this be resolved? Best. Pract. Res. Clin. Obstet. Gynaecol.* 2015; 29 (6): 845–857.
6. Horowitz N.S., Dehdashti F., Herzog T.J., Rader J.S., Powell M.A., Gibb R.K. et al. *Prospective evaluation of FDG-PET for detecting pelvic and para-aortic lymph node metastasis in uterine corpus cancer. Gynecol Oncol.* 2004; 95 (3): 546–51.
7. Lewin S.N., Herzog T.J., Barrena Medel N.I. *Comparative performance of the 2009 international Federation of gynecology and obstetrics staging system for uterine corpus cancer. Obstet. Gynecol.* 2010; 116 (5): 114-197.
8. Creasman W.T., Odicino F., Maisonneuve P. *Carcinoma of the corpus uteri. FIGO 26th Annual Report on the Results of treatment in Gynecological Cancer. Int J Gynaecol Obstet* 2006; 95: 105.
9. Edge S.B., Compton C.C. *American Joint Committee on Cancer: Corpus Uteri. AJCC Staging Manual, ed 7. New York, Springer; 2010: 403.*
10. American College of Obstetricians and Gynecologists: *ACOG practice bulletin, clinical management guidelines for obstetrician-gynecologists, management of endometrial cancer. Obstet Gynecol; 2005: 413–425.*
11. Benedetti Panici P., Basile S., Maneschi F., Alberto Lissoni A., Signorelli M., Scambia G. et al. *Systematic pelvic lymphadenectomy vs. no lymphadenectomy in early-stage endometrial carcinoma: randomized clinical trial. Cancer Inst.* 2008;100 (23): 1707-1716.
12. Kitchener H., Swart A.M.C., Qian Q., Amos C., Parmar M.K.B. *Efficacy of systematic pelvic lymphadenectomy in endometrial cancer (MRC ASTEC trial): a randomised study. Lancet.* 2009;373(9658): 125-136.
13. Chao A., Chang T.C., Koon-Kwan Ng., Swee Hsueh, Huei-Jean Huang, Hung-Hsueh Chou et al: *18F-FDG PET in the management of endometrial cancer. Eur J Nucl Med Mol Imaging,* 2006; 33 (1): 36-44
14. Sugiyama T., Nishida T., Ushijima K.: *Detection of lymph node metastasis in ovarian carcinoma and uterine corpus carcinoma by preoperative computerized tomography or magnetic resonance imaging. J Obstet Gynaecol,* 1995;21 (6): 551–556.
15. Rockall A.G., Sohaib S.A., Harisinghani M.G., Babar S.A., Singh N, Jeyarajah A.R. *Diagnostic performance of nanoparticle-enhanced magnetic resonance imaging in the diagnosis of lymph node metastases in patients with endometrial and cervical cancer. J Clin Oncol* 2005: 2813–2821.
16. Faria S., Sagebiel T., Devine C., Lal C., Balachandran A., Bhosale P. *Imaging in endometrial carcinoma. Indian J Radiol Imaging.* 2015; 25 (2): 137.
17. Ben-Shachar L, Vitellas K.M. *CD. The role of MRI in the conservative management of endometrial cancer. Gynecol Oncol.* 2004; 93 (1): 233-237.
18. Connor J.P., Andrews J.I., Anderson B. B.R. *Computed tomography in endometrial carcinoma. Obstet Gynecol.* 2000; 95 (5): 692-696.
19. Koskas M., Rouzier R., Amant F. *Staging for endometrial cancer: the controversy around lymphadenectomy – can this be resolved? Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2015; 29: 845–857.
20. Suzuki R., Miyagi E., Takahashi N. *Validity of positron emission tomography using fluoro-2-deoxyglucose for the preoperative evaluation of endometrial cancer. IntJGynecolCancer,* 2007;17(4): 890-896
21. Kitajima K., Murakami K., Yamasaki E., Fukasawa I., Inaba N., Kaji Y., Sugimura K. *Accuracy of 18F-FDG PET/CT in detecting pelvic and paraaortic lymph node metastasis in patients with endometrial cancer. AJRAMJ Roentgenol,* 2008; 190 (6): 1652-1658.
22. Kim H.G., Cho A., Yun M., Kim Y., Kang W.J. *Comparison of FDG PET/CT and MRI in lymph node staging of endometrial cancer. Annals of Nuclear Medicine,* 2016; 30 (2): 104–113.
23. Bestvina C.M., Fleming G.F. *Chemotherapy for endometrial cancer in adjuvant and advanced disease settings. Oncologist,* 2016; 21(10): 1250–1259.
24. Li H., Wu X., Cheng X. *Advances in diagnosis and treatment of metastatic cervical cancer. J Gynecol Oncol,* 2016; 27 (4): 43.
25. Gee M.S., Atri M., Epid D., Bandos A.I., Mannel R.S., Gold M.A. et al. *Identification of Distant Metastatic Disease in Uterine Cervical and Endometrial Cancers with FDG PET/CT: Analysis from the ACRIN 6671/GOG 0233 Multicenter Trial. Radiology* 2018; 1: 1-9.
26. Kakhki V.R., Shahriari S., Treglia G. *Diagnostic performance of fluorine 18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for detection of primary lesion and staging of endometrial cancer patients: systematic review and meta-analysis of the literature. Int J Gynecol Cancer,* 2013; 23 (9): 1536–1543.
27. Crivellaro C., Signorelli M., Guerra L., De Ponti E., Pirovano C., Fruscio R. et al: *Tailoring systematic lymphadenectomy in high-risk clinical early stage endometrial cancer: the role of 18F-FDG PET. Gynecol Oncol,* 2013; 130: 306.
28. Atakul B.K., Taşkın S., Soydal C., Sukur Y.E., Kahraman A., Koyuncu K. et al. *Preoperative 18 F-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/CT in Prediction of Uterine Risk Factors and Lymph Node Metastasis: An Analysis of 111 Endometrioid Endometrial Cancer Patients. Gynecol Obstet Invest,* 2017; 22; 82 (4): 340-348.
29. Hillner B.E., Siegel B.A., Shields A.F. *Relationship between cancer type and impact of PET and PET/CT on intended management: findings of the national oncologic PET registry. J Nucl Med;* 2008; 49 (12): 1928–1935.
30. Park J.Y., Kim E.N., Kim D.Y. *Comparison of the validity of magnetic resonance imaging and positron emission tomography/computed tomography in the preoperative evaluation of patients with uterine corpus cancer. Gynecol Oncol,* 2008;108 (3): 486–492.
31. Kitajima K., Murakami K., Yamasaki E., Kaji Y., Sugimura K.

- Accuracy of integrated FDGPET/contrast-enhanced CT in detecting pelvic and paraaortic lymph node metastasis in patients with uterine cancer. *Eur Radiol*, 2009; 19 (6): 1529–1536.
32. Husby J.A., Reitan B.C., Biermann M., Trovik J., Bjørge L., Magnussen I.J. et al. Metabolic tumor volume on 18F-FDG PET/CT improves preoperative identification of high-risk endometrial carcinoma patients. *J Nucl Med*, 2015; 56 (8): 1191–8.
33. Liu F.Y., Chao A., Lai C.H., Chou H.H., Yen T.C. Metabolic tumor volume by 18 F-FDG PET/CT is prognostic for stage IVB endometrial carcinoma. *Gynecol Oncol*. 2012; 125 (3): 566–71.
34. Kitajima K., Kita M., Suzuki K., Senda M., Nakamoto Y., Sugimura K. Prognostic significance of SUVmax (maximum standardized uptake value) measured by [18F]FDG PET/CT in endometrial cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2012; 39 (5): 840–5.
35. Walentowicz-Sadlecka M., Malkowski B., Walentowicz P., Sadlecki P., Marszalek A., Pietrzak T. et al. The preoperative maximum standardized uptake value measured by 18F-FDG PET/CT as an independent prognostic factor of overall survival in endometrial cancer patients. *Biomed Res Int*, 2014; 2014: 110-14.
36. Kang S.Y., Cheon G.Y., Lee M., Kim H.S., Kim J., Park H. et al. Prediction of Recurrence by Preoperative Intratumoral FDG Uptake Heterogeneity in Endometrioid Endometrial Cancer. *Translational oncology* 10(2):178-183
37. Antonsen S.L., Loft A., Fisker R., Nielsen A.L., Andersen E.S., Hogdall E. et al. SUVmax of 18FDG PET/CT as a predictor of high-risk endometrial cancer patients. *Gynecol Oncol*, 2013; 129: 298–303.
38. Yahata T., Shigetaka Y., Yasushi M., Yuko T., Aya K. Prognostic impact of primary tumor SUVmax on preoperative 18F-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography and computed tomography in endometrial cancer and uterine carcinosarcoma. *Molecular and clinical oncology*, 2016; 5 : 467-474.
39. Солопова А.Е., Терновой С.К., Макацария А.Д., Гуров С.Н. Возможности диффузионно-взвешенных последовательностей МРТ в оценке эффективности неoadъювантной химиотерапии больных раком яичника. *Russian Electronic Journal of Radiology*, 2016; 6 (4): 68-80.
40. Saga T., Higashi T., Ishimori T. et al: Clinical value of FDG-PET in the follow up of post-operative patients with endometrial cancer. *AnnNucl Med*, 2003;17(3): 197-203.
41. Kitajima K., Murakami K., Yamasaki E. Performance of 18F-FDG- PET/CT in the diagnosis of recurrent endometrial cancer. *AnnNuclMed*, 2008; 22 (2): 103-109.
42. Bollineni V.R., Ytre-Hauge S., Bollineni-Balabay O, Salvesen HB, Haldorsen IS. High diagnostic value of 18F-FDG PET/CT in endometrial cancer: systematic review and meta-analysis of the Literature. *J Nucl Med* 2016;57(6): 879-85
43. Suga T., Nakamoto Y., Saga T. et al. Clinical value of FDG-PET for preoperative evaluation of endometrial cancer. *Ann Nucl Med*, 2011; 25(4):269–75.
44. Haldorsen I.S., Salvesen H.B. What is the best preoperative imaging for endometrial cancer? *Curr Oncol Rep*, 2016; 18: 25.

ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТКАНЕЙ НА МРТ-ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Марусина М.Я., Карасева Е.А.

Цель исследования. Разработать методы оценки структуры тканей на медицинских томографических изображениях.

Материалы и методы. В данной работе использовались программный пакет ImageJ, плагин FracLac для фрактального анализа и данные из открытого банка медицинских изображений формата DICOM; результаты обрабатывались статистическими методами, методами исследования текстур, при которых анализируется пространственная взаимосвязь пикселей, и методом GLCM (метод матрицы совпадения градаций серого). Для оценки структурных изменений тканей на МРТ-изображениях использован фрактальный анализ с применением показателя Хёрста.

Результаты. Доказано, что величина показателя Хёрста может использоваться как важный диагностический признак, обосновано использование фрактального параметра SFR (Space-filling ratio). Рассмотрены новые методы использования стандартных функций фрактала и метода GLCM при анализе МРТ-изображений.

Выводы. Изучена возможность создания фрактального быстрого анализа на наличие очаговых поражений. Результаты исследования свидетельствуют о значительных различиях фрактальной размерности и показателя Хёрста. Установлено, что величина показателя Хёрста может использоваться как важный диагностический признак. Исследован фрактальный параметр SFR, предназначенный для компенсации изменчивости размеров опухоли. Теоретическое преимущество этого параметра было экспериментально подтверждено на малой выборке независимой прогностической характеристикой по сравнению со стандартными функциями фрактала и метода GLCM при анализе МРТ-изображений.

Ключевые слова: лучевая диагностика, онкология, фрактальный анализ, показатель Хёрста, матрицы совпадения градаций серого.

Контактный автор: Карасева Е.А., e-mail: lzvt.krsv@gmail.com

Для цитирования: Марусина М.Я., Карасева Е.А. Применение фрактального анализа для оценки структурных изменений тканей на МРТ-изображениях. REJR 2018; 8(3):107-112. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-107-112.

Статья получена: 17.06.18

Статья принята: 06.07.18

APPLICATION OF FRACTAL ANALYSIS FOR ESTIMATION OF STRUCTURAL CHANGES OF TISSUES ON MRI IMAGES

Marusina M.Ya., Karaseva E.A.

Purpose. To develop methods for evaluating the structure of tissues on medical images

Materials and methods. The ImageJ software package, FracLac plugin for fractal analysis and data from the open bank of medical images of DICOM format were used. The results were processed by statistical methods and texture analysis methods; the spatial correlation of pixels is analyzed with gray level co-occurrence matrix method. To assess the structure of image tissues, a fractal analysis and the Hurst index were used.

Results. It is proved that the value of the Hurst index can be used as an important diagnostic feature; the use of the fractal parameter SFR is justified. New methods for using standard fractal functions and the GLCM method for analyzing MRI images are considered.

Conclusion. The possibility of creating a fractal rapid analysis for the presence of fo-

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.
г. Санкт-Петербург, Россия.

St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics.
Saint-Petersburg, Russia.

cal lesions was studied. The results of the study indicate significant differences in the fractal dimension and the Hurst index. It is established that the value of the Hurst index can be used as an important diagnostic feature. The fractal parameter SFR, designed to compensate the variability of tumor dimensions, was investigated. The theoretical advantage of this parameter was experimentally confirmed on a small sample by an independent prognostic characteristic in comparison with the standard fractal functions and the GLCM method in the analysis of MR images.

Keywords: radiology, cancer, fractal analysis, Hurst coefficient, gray level co-occurrence matrix.

Corresponding author: Karaseva E.A., e-mail: lzvt.krsv@gmail.com

For citation: Marusina M.Ya., Karaseva E.A. Application of fractal analysis for estimation of structural changes of tissues on MRI images. REJR 2018; 8 (3):107-112. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-107-112.

Received: 17.06.18

Accepted: 06.07.18

Ранняя диагностика злокачественных новообразований остается до сих пор одной из актуальных задач современной медицины, поскольку позволяет своевременно использовать все доступные средства лечения онкологических заболеваний [1].

Этот факт определяет актуальность разработки быстрых автоматизированных методов анализа МРТ-изображений, используемых при диагностике онкологических заболеваний. МРТ позволяет оценить структурные изменения в том или ином органе, а также визуализировать злокачественные новообразования. На настоящий момент существует большое количество программного обеспечения для постпроцессинговой обработки МРТ-изображений. Однако на сегодняшний день не существует универсального метода, позволяющего оценить структурные изменения в злокачественных новообразованиях и окружающих их тканях. Для оценки структурных изменений тканей на МРТ-изображениях могут быть полезны фрактальный анализ, оценка величины показателя Хёрста, статистическая обработка результатов и метод GLCM (gray level co-occurrence matrix, метод матрицы совпадения градаций серого).

Материалы и методы.

В данной работе использовался программный пакет ImageJ для обработки изображений и пакет специального применения FracSas для фрактального анализа. Этот программный пакет позволяет анализировать, редактировать, обрабатывать, 8-, 16- и 32-битные изображения различных форматов, включая формат DICOM. Также пакет поддерживает функции обработки изображений такие, как логические и арифметические операции между изображениями, изменение контраста и резкости, свертка, сглаживание, обнаружение краев, анализ Фурье.

Результаты обрабатывались статистиче-

скими методами, методами исследования текстур, при которых анализируется пространственная взаимосвязь пикселей, и методом GLCM.

В данной статье используются результаты и данные ранее опубликованных работ авторов по сегментации МРТ-изображений [2 - 10]. В этих работах было доказано, что фрактальная размерность изображения и показатель Хёрста могут быть выбраны в качестве диагностических признаков для медицинских томографических изображений. Результаты показывают, что в случае патологии показатель Хёрста будет меньше 0,4, а для ткани без патологии – больше 0,4. Таким образом, показатель Хёрста позволяет идентифицировать изменения в зоне интереса как патологию. Полученные данные могут использоваться для мониторинга динамики изменений патологий у пациентов во время лечения. Процесс обработки данных МРТ занимает около минуты, что значительно сокращает время постобработки, в статье также приведены рекомендации для предварительной обработки изображений [9]. Чтобы оценить надежность показателей, необходимо определить, с какой вероятностью можно передать результаты, полученные на выборочной основе.

В статье сотрудников кафедры диагностической визуализации Белградского университета для выявления патологий также был предложен фрактальный анализ с использованием показателя Хёрста и статистический метод исследования текстуры, который рассматривает пространственную взаимосвязь пикселей, представляющую собой матрицу совпадения градаций серого [11].

Фрактальная размерность изображения D и показатель Хёрста H были выбраны в качестве диагностических признаков при томографической визуализации. Фрактальная размерность для регулярных фракталов описывает повторяемость геометрии, а для нерегулярных

фракталов она описывает повторяемость статистических характеристик при масштабировании. Выбранный метод определения фрактальной размерности можно описать следующим образом. Сначала область, содержащая фрактал A , на каждом этапе разбивается на квадратные клетки размером ε , причем, размеры клеток на каждом этапе отличаются. Затем, в каждом случае, подсчитывается число клеток $N(\varepsilon)$, необходимых для покрытия фрактала A . Полученные значения подставляются в соотношение

$$\log \varepsilon_i \cdot D_B = \log N(\varepsilon_i),$$

либо строится график зависимости $\ln N(\varepsilon_i)$ от размера клетки $\ln \varepsilon_i$. Причем тангенс угла наклона прямой является клеточной размерностью D_B . Вычисленная клеточная размерность D_B определяет оценку фрактальной размерности D .

Показатель Хёрста H является мерой самоподобия. Значение этого параметра для большинства сигналов лежит в пределах $0 < H < 1$. Для двумерного сигнала показатель Хёрста определяется соотношением:

$$D = 2 - H,$$

чем ближе показатель Хёрста к 1, тем более выражены фрактальные свойства.

Функции GLCM характеризуют текстуру изображения, вычисляя, как часто пары пикселей с определенными значениями и в заданной пространственной связи возникают на изображении, создавая GLCM, а затем извлекают статистические измерения из этой матрицы. Анализ текстуры играет центральную роль в автоматическом медицинском анализе изображений.

Принципиально GLCM является мерой того, как часто разные изображения значений яркости пикселей появляются в изображении. Большинство из этих приложений GLCM предназначены исключительно для классификации 2D-изображений. На сегодняшний день важно адаптировать расчет GLCM для работы в трехмерном пространстве.

Расчет атрибутов на основе GLCM может выполняться в отдельных направлениях. Для двумерного случая существуют 4 направления пространства. Для трехмерного случая число возможных направлений пространства составляет 13. Основной рабочий процесс вычисления атрибутов на основе GLCM состоит, во-первых, из преобразования амплитудного куба в куб уровня серого, во-вторых, из подсчета совпадений пикселей внутри в данном окне анализа и, в-третьих, из вычисления атрибутов на основе

матрицы совпадения. Расчет атрибутов на основе GLCM может быть сделан главным образом в 13 направлениях пространства для трехмерных входных данных (4 пространства для 2D-данных).

На основе матрицы совпадения уровня серого можно вычислить несколько атрибутов. Харалик в своей работе описывает 14 атрибутов, которые могут быть рассчитаны из GLCM [12]. Различные атрибуты на основе GLCM можно разделить на три общие группы. Первая группа – контрастная группа и включает измерения такие, как контраст и однородность. Все атрибуты этой первой группы в основном являются функцией вероятности каждой записи матрицы и разности уровней серого (i и j). Следовательно, эти атрибуты контрастной группы связаны с расстоянием от диагонали GLCM. Значения на диагонали (где i и j одинаковы) приводят к нулю контрастности, тогда как контраст увеличивается за счет увеличения расстояния от диагонали. Вторая группа атрибутов – группа упорядоченности, включающая такие атрибуты, как энергия и энтропия. Атрибуты в группе упорядоченности определяют, как регулярные значения уровня серого и распределяются в определенном окне поиска. В отличие от первой группы, все атрибуты из этой группы являются исключительно функцией записей вероятности GLCM. Третьей группой атрибутов является группа статистики, которая включает в себя такие атрибуты, как среднее значение и дисперсия.

Методы фрактального анализа, оценки показателя Хёрста и матрицы совпадения градаций серого широко применяются, но в целом недостаточно используются в медицинской визуализации. Главным образом из-за проблемы ранжирования размеров злокачественных новообразований в зависимости от сравнения с объемами пораженных органов, что необходимо компенсировать для получения значимых результатов.

Работа, проделанная в нашей ранней статье, показала, что чем ближе показатель Хёрста к 1, тем более выражены фрактальные свойства. Таким образом, значение показателя Хёрста, лежащего в пределах $0,7 < H < 0,9$, указывает на автомобильный процесс с долгосрочной зависимостью, тогда как при $H < 0,5$ процесс неустойчив (антиперсистентен), а при $H = 0,5$ – случайный процесс. Результаты показывают, что в случае патологии показатель меньше 0,4, а для ткани без патологии индекс Хёрста больше 0,4. Таким образом, показатель Хёрста позволяет идентифицировать изменения в зоне интереса как патологию (табл. №1).

Существует необходимость прогнозирования отклика на тот или иной метод лечения, что является задачей создания количественных па-

Таблица №1. Результаты, полученные для 13 пациентов, и показатель Хёрста.

N	Fractal dimension (D_B)		Hurst exponent (H)	
	pathology	norm	patholog	norm
1	1.702	1.130	0.298	0.870
2	1.737	1.008	0.263	0.492
3	1.726	1.418	0.274	0.582
4	1.697	1.337	0.303	0.663
5	1.753	1.271	0.247	0.729
6	1.628	1.014	0.372	0.986
7	1.679	1.360	0.321	0.640
8	1.885	1.107	0.115	0.893
9	1.604	1.202	0.396	0.798
10	1.753	1.423	0.247	0.577
11	1.791	1.089	0.209	0.911
12	1.733	1.475	0.267	0.525
13	1.725	1.215	0.275	0.785

раметров по критериям, которые используются специалистами при постановке диагноза и назначения лечения при медицинской визуализации. Новые параметры, полученные в статье, вызывают интерес, так как позволяют разделить пациентов на группы с «хорошим» и «плохим» откликом [13]. Как отмечено в статье, прогностическая ценность монофрактальных и GLCM-анализов для первичных опухолей остеосаркомы была ретроспективно оценена в группе пациентов, которая была предварительно обработана терапевтическим протоколом [11]. МРТ-изображения были получены до применения химиотерапии. Фактическая реакция каждого пациента на химиотерапию определялась патогистологическим исследованием во время операции. Было обнаружено, что реакция на химиотерапию, прогнозируемая по показателю SFR, имеет связь с фактическим откликом на химиотерапию.

Для повышения прогностической ценности, показатель SFR был разработан как нормализованная версия D_{bin} . Показатель SFR компенсирует изменчивость размера опухоли относительно фона на МРТ-изображениях. Это позволило повысить достоверность прогнозирующих показателей, поскольку SFR связан с ответом на химиотерапию в двух плоскостях, в то время как он также имеет тенденцию к значимости в оставшейся третьей плоскости ($P = 0,20$).

Коэффициент заполнения пространства (SFR – Space-filling ratio) был рассчитан как отношение двух фрактальных размерностей для

каждого изображения D_{bin} и D_{out} . Фрактальная размерность (D_{bin}) и фрактальная размерность линии (D_{out}) были рассчитаны путем соответствующего использования двоичных и контурных изображений, созданных ImageJ. D_{bin} оценивает распределение черных пикселей в бинарном изображении опухоли, тогда как D_{out} оценивает форму опухоли.

Дополнительные исследования в расширенной группе пациентов необходимы для дальнейшего повышения достоверности SFR.

Выводы.

До сих пор одной из актуальных задач современной медицины является ранняя диагностика онкологических заболеваний, поскольку это позволяет своевременно и эффективно использовать существующие способы лечения. На сегодняшний день не существует универсального метода, позволяющего оценить структурные изменения в злокачественных новообразованиях и окружающих их тканях. Поэтому целью работы стала разработка метода оценки структуры тканей на медицинских изображениях. Была изучена возможность создания быстрого фрактального анализа на наличие очаговых поражений, рассмотрены новые методы использования стандартных функций фрактала: метод GLCM при анализе МРТ-изображений и метод расчета показателя коэффициента заполнения пространства (SFR), предназначенного для компенсации изменчивости размеров опухоли. Доказано, что существуют значительные различия фрактальной размерности и показателя Хёрста для пораженных и нормальных тканей,

этот факт можно использовать как диагностический признак при оценке структурных изменений тканей; обосновано использование фрактального показателя SFR.

Теоретические преимущества этих параметров были экспериментально подтверждены на малой выборке. Полученные данные могут использоваться для мониторинга динамики изменений патологий у пациентов во время лечения. Для дальнейшего повышения достоверно-

сти параметров необходимы дополнительные исследования в расширенной группе пациентов.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. GBD 2015 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016; 388(10053): 1659-1724.
2. Марусина М.Я., Волгарева А.П., Сизиков В.С. Подавление шумов в задаче выделения контуров и сегментации томографических изображений. *Оптический журнал*. 2015; 82(10): 673-677.
3. Марусина М.Я., Волгарева А.П. Подходы к разработке автоматической сегментации томографических изображений. *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2015; 5 (313): 136-141.
4. Марусина М.Я., Волгарева А.П., Толкович Д.В. Анализ принципов разработки системы популяционного скрининга онкологических заболеваний легких на основе использования рентгеновской компьютерной томографии. *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. 2015; 2: 79-92.
5. Суворов Н.Б., Марусина М.Я., Шенетов С.С., Полонский Ю.З. Отражение умственной деятельности человека в реакциях кардиореспираторной системы. *Биотехносфера*. 2013; 5 (29): 14-21.
6. Анодина-Андриевская Е.М., Божокин С.В., Марусина М.Я., Полонский Ю.З., Суворов Н.Б. Перспективные подходы к анализу информативности физиологических сигналов и медицинских изображений человека при интеллектуальной деятельности. *Изв. Вузов. Приборостроение*. 2011; 54 (7): 27-35.
7. Марусина М.Я., Суворов Н.Б., Козаченко А.В., Толкович Д.В. Синхронизация физиологических сигналов интеллектуальной деятельности человека с помощью многофункционального измерительного комплекса. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. Санкт-Петербург, СПбНИУ ИТМО. 2013; 4 (86): 49-55.

References:

1. GBD 2015 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016; 388(10053): 1659-1724.
2. Marusina M.Y., Sizikov V.S., Volgareva A.P. Noise suppression in the task of distinguishing the contours and segmentation of tomographic images. *Journal of Optical Technology*. 2015; 82(10): 673-677. DOI: 10.1364/JOT.82.000673. (in Russian).
3. Marusina M.Y., Volgareva A.P. Approaches to the development of automatic segmentation of tomographic images. *Funda-*

8. Толкович Д. В., Суворов Н.Б., Марусина М. Я., Козаченко А. В. Многофункциональная биотехническая система для изучения физиологических сигналов при интеллектуальной деятельности. *Научно-технические ведомости СПб ГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление*. СПб., Издательство Политехнического университета. 2013. Release of NTV-ITU 2013; 5 (181): 73-78.
9. Marusina, M.Y., Mochalina, A. P., Frolova, E.P., Satikov, V. I., Barchuk, A. A., Kuznetsov, V. I., Gaidukov, V.S., Tarakanov, S.A. MRI Image Processing Based on Fractal Analysis. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. 2017; 18 (1): 51-55. DOI: 10.22034/APJCP.2017.18.1.51.
10. Flegontov A, Marusina M. The Comparison Method of Physiscal Quantity Dimensionalities. *Computer Algebra in Scientific Computing*. CASC. Lecture Notes in Computer Science. 2009; T. 5743 LNCS: 81-88. DOI: 10.1007/978-3-642-04103-7_8.
11. Djuričić G. J., Radulovic M.. Fractal and Gray Level Cooccurrence Matrix Computational Analysis of Primary Osteosarcoma Magnetic Resonance Images Predicts the Chemotherapy Response. *Frontiers in Oncology*. 2017; 7: 246. DOI: 10.3389/fonc.2017.00246.
12. Haralick R.M., Shanmugam K. Textural features for image classification. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*, 610-621, 1973. 18083, 1973.
13. Кирякова Т.Н., Марусина М.Я., Федченков П.В. Автоматические методы определения контуров и объемов зон интереса на МРТ-изображениях. *REJR* 2017; 7(2): 117-127. DOI: 10.21569/2222-7415-2017-7-2-117-127.
14. Е. П. Магонов, Т. Н. Трофимова. Автоматическая сегментация МРТ- изображений головного мозга: методы и программное обеспечение. *Лучевая диагностика и терапия*. 2012; 3(3): 35-40.

- mental and applied problems of technology and technology. 2015; 5 (313): 136-141 (in Russian).
4. Marusina M., Volgareva A., Tolkovich D. An analysis of the principles for the development of a population-based screening system for lung cancer based on the use of X-ray computed tomography. *Pre-Caspian Journal: Management and High Technologies*. 2015; 2: 79-92 (in Russian).
5. Suvorov N., Marusina M., Schepetov S., Polonsky Y. Reflection of the human mental activity in the reactions of the cardiorespiratory system. *Biotechnosphere*. 2013; 5 (29): 14-21 (in Russian).
6. Anodina-Andrievskaya E., Bozhokin S., Marusina M.,

- Polonsky Y., Suvorov N. *Perspective approaches to the analysis of the informativeness of physiological signals and medical images of a person during intellectual activity. Izv. Higher education. Instrument making.* 2011; 54 (7): 27-35 (in Russian).
7. Marusina M., Suvorov N., Kozachenko A., Tolkovich D. *Synchronization of physiological signals of human intellectual activity using a multifunctional measuring complex. Scientific and Technical Herald of Information Technologies, Mechanics and Optics. St. Petersburg: SPbNIU ITMO.* 2013; 4 (86): 49-55 (in Russian).
8. Tolkovich D., Suvorov N., Marusina M., Kozachenko A. *Multifunctional Biotechnical System for Studying Physiological Signals in Intellectual Activity. Scientific and Technical Statements of St. Petersburg State University. Computer science. Telecommunications. Control. SPb., Publishing house of Polytechnic University, 2013. Release of NTV-ITU 2013; 5 (181): 73-78 (in Russian).*
9. Marusina, M.Y., Mochalina, A. P., Frolova, E.P., Satikov, V. I., Barchuk, A. A., Kuznetcov, V. I., Gaidukov, V.S., Tarakanov, S.A. *MRI Image Processing Based on Fractal Analysis. Asian Pacific Journal of Cancer Prevention.* 2017; 18 (1): 51-55. DOI: 10.22034/APJCP.2017.18.1.51. (in Russian).
10. Flegontov A., Marusina M. *The Comparison Method of Physical Quantity Dimensionalities. Computer Algebra in Scientific Computing. CASC. Lecture Notes in Computer Science.* 2009. T. 5743 LNCS: 81-88. DOI: 10.1007/978-3-642-04103-7_8. (in Russian).
11. Djuričić G. J., Radulovic M. *Fractal and Gray Level Cooccurrence Matrix Computational Analysis of Primary Osteosarcoma Magnetic Resonance Images Predicts the Chemotherapy Response. Frontiers in Oncology.* 2017; 7: 246. DOI: 10.3389/fonc.2017.00246.
12. Haralick R.M., Shanmugam K. *Textural features for image classification. IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics,* 610-621, 1973. 18083, 1973.
13. Kiryakova T., Marusina M., Fedchenkov P. *Automatic methods of contours and volumes determination of zones of interest in MRI images. REJR* 2017; 7: 117-127. DOI: 10.21569/2222-7415-2017-7-2-117-127 (in Russian).
14. Magonov E.P., Trofimova T.N. *Automated segmentation of MRI images of the brain: methods and software. Radiation diagnostics and therapy.* 2012; 3 (3): 35-40 (in Russian).

ДЕПОНИРОВАНИЕ ГАДОЛИНИЯ В МОЗГОВОЙ ТКАНИ ПОСЛЕ ВНУТРИВЕННОГО ВВЕДЕНИЯ КОНТРАСТНЫХ ПРЕПАРАТОВ ЛИНЕЙНОГО ТИПА

Сыркашев Е.М.¹, Быченко В.Г.¹, Синицын В.Е.²

Цель исследования. Оценить степень накопления гадолиния в структурах головного мозга среди пациентов с многократными введениями гадолиний-содержащих контрастных препаратов линейного типа.

Материалы и методы. В ретроспективное исследование были включены 197 пациентов, которым было проведено более двух исследований с внутривенным введением Гадодиамида в дозировке 0,2 мл/кг массы тела с 2008 по 2017 гг. Контрольную группу составили 7 пациентов, которым было выполнено не менее двух исследований, но контрастный препарат не вводился.

Результаты. Статистический анализ выявил положительную корреляцию между разницей отношений интенсивности МР-сигнала бледный шар/центральные отделы таламуса с количеством предшествующих исследований с внутривенным контрастированием ($r=0,145$, $p=0,042$), с временным интервалом между первым и последним исследованием ($r=0,221$, $p=0,002$), а также с возрастом пациентов ($r=0,145$, $p=0,042$). Для разницы отношений зубчатое ядро/центральные отделы моста мозга отмечена положительная корреляция только с количеством предшествующих исследований с внутривенным контрастированием ($r=0,172$, $p=0,016$).

Выводы. Высокая интенсивность МР-сигнала на уровне бледных шаров и зубчатых ядер на преконтрастных томограммах связана с количеством проведенных МР-исследований с внутривенным контрастированием в анамнезе.

Ключевые слова: депонирование гадолиния, гадолиний-содержащие контрастные препараты линейного типа, гадодиамид, магнитно-резонансная томография.

Контактный автор: Сыркашев Е.М., e-mail: egorsrkshv@mail.ru

Для цитирования: Сыркашев Е.М., Быченко В.Г., Синицын В.Е. Депонирование гадолиния в мозговой ткани после внутривенного введения контрастных препаратов линейного типа. REJR 2018; 8(3):113-121. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-113-121.

Статья получена: 01.07.18 Статья принята: 19.07.18

GADOLINIUM DEPOSITION IN CEREBRAL TISSUE AFTER INTRAVENOUS INJECTION OF LINEAR TYPE CONTRAST AGENT

Syrkashev E.M.¹, Bychenko V.G.¹, Sinitsyn V.E.²

Purpose. To estimate degree of gadolinium deposition in brain structures among patients with multiple injections of linear type gadolinium-based contrast agents.

Materials and methods. Retrospective study included 197 patients who received more than two studies with Gadodiamidum injection (0.2 ml/kg) from 2008 to 2017. The control group consisted of 7 patients who had performed at least two studies with no contrast agent injection.

Results. Statistical analysis revealed positive correlation between globus pallidus/thalamus signal intensity ratio and the number of previous studies with contrast injection ($r = 0.145$, $p = 0.042$), with time period between the first and the last study ($r = 0.222$, $p = 0.002$) and with the age of patients ($r = 0.145$, $p = 0.042$). For **nuclei dentati/pons** ratio positive correlation was revealed only with the number of previous studies with contrast injection ($r = 0.172$, $p = 0.016$).

Conclusions. High signal intensity in globus pallidus and nuclei dentati on unenhanced T1-images related with the number of contrast injection.

1– ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Минздрава России.
2– ФГАУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России.
г. Москва, Россия.

1 - V.I. Kulakov National Medical Research center of obstetrics, gynecology and perinatology.
2 - Medical-rehabilitation center Ministry of Healthcare. Moscow, Russia.

Keywords: gadolinium deposition, linear type gadolinium-based contrast agent, gadodiamidum, magnetic resonance imaging.

Corresponding author: Syrkashev E.M., e-mail: egorsrkshv@mail.ru

For citation: Syrkashev E.M., Bychenko V.G., Sinitsyn V.E. Gadolinium deposition in cerebral tissue after intravenous injection of linear type contrast agent. REJR 2018; 8(3):113-121. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-113-121.

Received: 01.07.18

Accepted: 19.07.18

Впервые использование контрастного препарата, гадопентетовой кислоты (Магневист, Bayer Healthcare Pharmaceuticals), специально разработанного для магнитно-резонансной томографии (МРТ), было произведено в 1988 году [1]. С тех пор в многочисленных исследованиях изучался потенциал контрастных веществ в диагностике заболеваний различных систем организма. В настоящее время ценность этого метода значительно выходит за рамки первоначальных ожиданий и является одним из важнейших инструментов лучевой диагностики во всем мире.

Изначально гадопентетовую кислоту использовали при исследованиях головного и спинного мозга, позже ее стали применять при исследованиях других областей. Гадопентетовая кислота была первым контрастным препаратом, разрешенным для применения у детей.

Различные методики магнитно-резонансной томографии с использованием контрастных препаратов продолжают развиваться благодаря передовым технологиям и новым контрастным веществам, которые предоставляют превосходные возможности для более чувствительной и специфической визуализации.

Диагностика и динамическое наблюдение различных неврологических заболеваний часто требует проведения магнитно-резонансной томографии с контрастным усилением (МРТ с КУ), результаты которой влияют на тактику лечения или объем возможного хирургического вмешательства. В дополнение к этому, широко применяется методика магнитно-резонансной томографии с динамическим контрастным усилением (ДКУ МРТ). Перфузионно-взвешенные изображения используются, например, для оценки опухолевого поражения головного мозга, эффективности лечения и реперфузионной терапии при остром нарушении внутримозгового кровообращения. Кроме того, контрастные препараты могут применяться при МР-ангиографии и артрографии.

В отличие от контрастных препаратов, используемых в компьютерной томографии, данные препараты крайне редко вызывают аллергические реакции и вводятся в небольшом объеме. В подавляющем большинстве случаев

контрастные препараты вводятся внутривенно (в/в).

Считается, что контрастные препараты на основе гадолиния практически полностью безопасны при использовании в соответствующих клинических дозах, однако, как и любые другие препараты, используемые в клинической практике, имеют потенциальные риски и неблагоприятные последствия. По разным данным, легкие аллергические реакции встречаются с частотой 0,004-0,7%, опасный для жизни пациента анафилактический шок наблюдается в пределах 0,001-0,01% [2].

Безопасность использования гадолиния является одной из наиболее обсуждаемых проблем в настоящее время. Этот редкий металл, обладающий парамагнитными свойствами, широко применяется в медицинской диагностике ввиду высокого магнитного момента и относительно длительного времени магнитной релаксации. Высокая токсичность ионов гадолиния нивелируется путем их связывания с хелатными комплексами.

Различия в структуре контрастных веществ на основе гадолиния отражаются в различии их физико-химических свойств. Контрастные вещества на основе гадолиния могут быть разделены на две группы: вещества линейного или открытого типа и вещества макроциклического типа, в которых ион Gd^{3+} заключен в кольцо лиганда. Различные типы контрастных веществ имеют различную стабильность, т.е. способность удерживать токсический ион Gd^{3+} в пределах комплекса. Несмотря на то, что гадолиниевые контрастные вещества линейного типа вызывают более значительные изменения МР-сигнала на уровне базальных ядер головного мозга (ввиду более низкой термодинамической и кинетической стабильности), чем вещества макроциклического типа, депонирование гадолиния наблюдается в обоих случаях [3, 4].

В 2006 году исследования, проведенные Grobner and Marckmann, продемонстрировали четкую корреляцию между введениями контрастных препаратов на основе гадолиния и возникновением нефрогенного системного фиброза у пациентов с почечной дисфункцией [5, 6]. Более того, множественные исследования выявили признаки депонирования гадолиния в

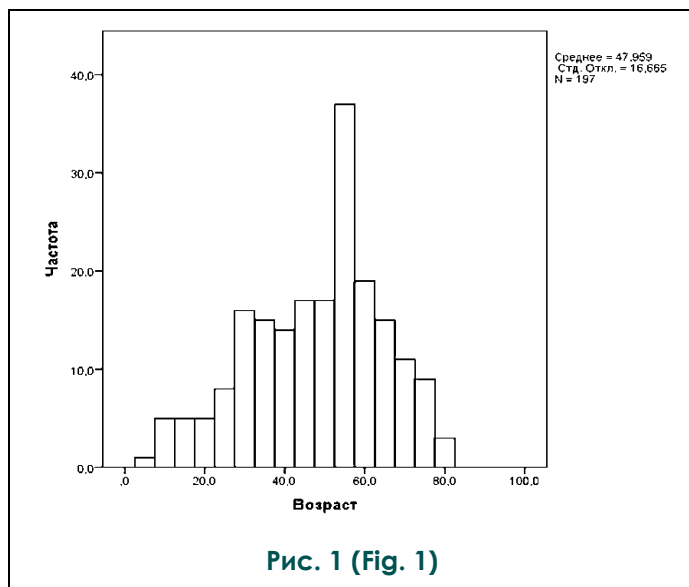


Рис. 1. Диаграмма.

Распределение пациентов 1 группы по возрасту.

Fig. 1. Diagram.

Distribution of 1st group patients by age.

конкретных структурах головного мозга у пациентов с нормальной почечной функцией [7 - 18]. В 2014 году Kanda et al. выявили связь между предшествующими введениями гадолиния и высокой интенсивностью МР-сигнала на T1-ВИ на уровне зубчатых ядер и бледных шаров вне зависимости от функции почек [19]. Эти исследования привлекли внимание к вопросу безопасности проведения КУ МРТ. Однако возможные эффекты депонирования гадолиния на организм человека до сих пор остаются неизвестными [2]. Также было показано, что депонирование гадолиния на уровне зубчатых ядер, моста мозга, бледных шаров и таламусов происходит вне зависимости от наличия патологических изменений головного мозга, которые могут приводить к нарушению целостности гематоэнцефалического барьера [20]. В 2016 году было опубликовано исследование, в котором оценивается частота возникновения паркинсонизма среди пациентов, которым была выполнена нативная МРТ и МРТ с внутривенным контрастированием: существенной разницы в этих группах авторам найти не удалось [21].

Цель исследования: оценить вероятность и выраженность накопления гадолиния в структурах головного мозга среди пациентов с многократными введениями гадолиний-содержащих контрастных препаратов линейного типа.

Материалы и методы.

В исследование были включены 204 пациента с 2012 по 2017 гг. Первую группу составили пациенты (197), которым было проведено от 2 до 16 исследований (в среднем – 3,6) с внутривенным контрастированием (Гадодиамид, 0,2 мл/кг массы тела). Средний возраст пациентов составил 47,9 лет (5-81 год), мужчин было 74, женщин – 123. В подавляющем большинстве случаев исследования проводились по поводу неопластического процесса с целью оценки размеров опухоли либо поиска метастазов. Во вторую группу включили 7 пациентов, которым

было проведено 2-3 исследования (в среднем – 2,1) головного мозга без внутривенного введения контрастного препарата. Средний возраст пациентов – 23,8 лет (10-45 лет), мужчин – 14, женщин – 13. Все исследования второй группы (без введения контрастного препарата) были выполнены по поводу фармакорезистентной эпилепсии.

Критерии включения в исследование были следующими:

- пациенты, которым контрастный препарат ранее не вводился;
- пациенты, которым было проведено более двух исследований с в/в контрастированием (Гадодиамид, 0,2 мг/кг массы тела) в нашем центре;
- пациенты, которым было проведено более двух исследований без в/в контрастирования (в т.ч. в анамнезе);
- нормальная функция почек (СКФ>60 мл/мин);
- нормальная функция печени (референсные значения биохимического анализа крови);
- исследования выполнялись на одном аппарате с использованием одинаковых импульсных последовательностей.

Критерии исключения:

- скорость клубочковой фильтрации <30 мл/мин;
- нарушение функции печени;
- проведенные исследования с в/в контрастированием в анамнезе;
- аллергические реакции на Гадодиамид в анамнезе;
- системный нефрогенный фиброз.

Учитывался пол и возраст пациентов, количество предшествующих исследований с внутривенным контрастированием, временной интервал между первым и последним исследованием с внутривенным контрастированием. Распределение пациентов 1 группы по возрасту представлено на рисунке 1.

Все исследования были проведены на то-

мографу Siemens Magnetom Verio 3 T. Всем пациентам была выполнена одна и та же импульсная последовательность с получением прекоонтрастных T1-ВИ в сагиттальной плоскости и последующей реформацией в аксиальную и фронтальную плоскости. Прекоонтрастные T1-ВИ были получены с использованием следующих параметров: TR – 1780, TE – 2,78, толщина среза – 0,8 мм, матрица – 320x320, FOV – 256x256 мм. Параметры сканирования были абсолютно идентичны у всех пациентов. Измерения проводились на реформациях в аксиальной плоскости с толщиной среза 0,8 мм.

Количественный анализ проводился независимо двумя врачами-рентгенологами (с 4 и 10-летним стажем работы).

В основе исследования лежит ретроспективная оценка интенсивности сигнала (ИС) на T1-ВИ от бледных шаров (БШ) и зубчатых ядер (ЗЯ) справа относительно контрольных участков путем выделения соответствующих зон интереса (рис. 2). Контрольными участками являются правый таламус (Т) и центральные отделы моста мозга (М). Если измерение интенсивности сигнала справа не представлялось возможным (из-за наличия опухоли, выраженного отека, кистозно-глиозной трансформации и т.д.), измерение интенсивности сигнала проводилось на соответствующих зонах интереса слева. Отношение ИС определялось путем деления значения ИС от зубчатого ядра на значение ИС от центральных отделов моста мозга, ИС от бледного шара на ИС от центральных отделов таламуса при первом (1) и последнем (2) исследованиях у соответствующего пациента. Оценка разницы отношений ИС соответствующих точек (БШ2/Т2 – БШ1/Т1, ЗЯ2/М2-ЗЯ1/М1) представляет целевой интерес при статистическом анализе данных.

Статистический анализ проводился с помощью пакета статистических программ STATISTICA 10 (США) для выявления корреляции между разницей отношений зубчатое ядро/центральные отделы моста мозга и разницей отношений бледный шар/центральные отделы таламуса и следующих факторов: пол, возраст, количество предшествующих исследований с внутривенным контрастированием, временной интервал между первым и последним исследованием с внутривенным контрастированием.

Результаты.

Статистический анализ среди пациентов первой группы выявил положительную корреляцию между разницей отношений бледный шар/центральные отделы таламуса с количеством предшествующих исследований с в/в контрастированием ($r=0,145$, $p=0,042$), с временным интервалом между первым и последним исследованием ($r=0,221$, $p=0,002$), а также с возрастом пациентов ($r=0,145$, $p=0,042$) (рис.

3). Для разницы отношений зубчатое ядро/центральные отделы моста мозга отмечена положительная корреляция только с количеством предшествующих исследований с в/в контрастированием ($r=0,172$, $p=0,016$) (рис. 4).

При разделении пациентов 1 группы на 3 подгруппы (рис. 5) в зависимости от возраста (менее 39 лет, 40-60 лет, 61 год и старше) выявлены следующие корреляции (табл. №1):

- среди пациентов группы 1 а (до 39 лет) положительной корреляции между разницей отношений бледный шар/центральные отделы таламуса и интересующими зависимостями не выявлено. Отмечается положительная корреляция между разницей отношений зубчатое ядро/центральные отделы моста мозга и количеством исследований ($r=0,264$, $p=0,047$);

- среди пациентов группы 2 а (40-60 лет) выявлена положительная корреляция разницы отношений бледный шар/центральные отделы таламуса с количеством исследований ($r=0,303$, $p=0,003$) и периодом наблюдения ($r=0,317$, $p=0,002$). Положительной корреляции между разницей отношений зубчатое ядро/центральные отделы моста мозга и интересующими зависимостями не выявлено;

- среди пациентов группы 3 а (61 год и старше) значимых корреляций не выявлено.

Среди пациентов второй группы (без в/в введения контрастного препарата) значимой корреляции между разницей отношений интенсивности сигнала соответствующих зон интереса и описанных выше зависимых не выявлено.

При сравнении отношений показателей интенсивности сигнала средние значения при первом и последнем исследованиях с в/в контрастированием изменились на уровне бледного шара на 1,817%, на уровне зубчатого ядра – на 0,772%.

Средние данные по всем параметрам представлены в таблице №2.

Обсуждение.

Безопасность использования контрастных препаратов в МРТ является одной из наиболее обсуждаемых проблем в настоящее время. Во многих работах было показано, что повышенная интенсивность МР-сигнала на уровне бледных шаров и зубчатых ядер связана с количеством ранее проведенных МР-исследований с внутривенным (в/в) контрастированием препаратами линейного типа. Данная закономерность прослеживается и в нашем исследовании, однако, величина коэффициента корреляции находится в пределах 0,145-0,172, что говорит о крайне слабой силе связи. При сравнении отношений показателей интенсивности сигнала средние значения при первом и последнем исследованиях с в/в контрастированием изменились на уровне бледного шара на 1,817%, а на уровне зубчатого ядра – на 0,772%. Отсутствие

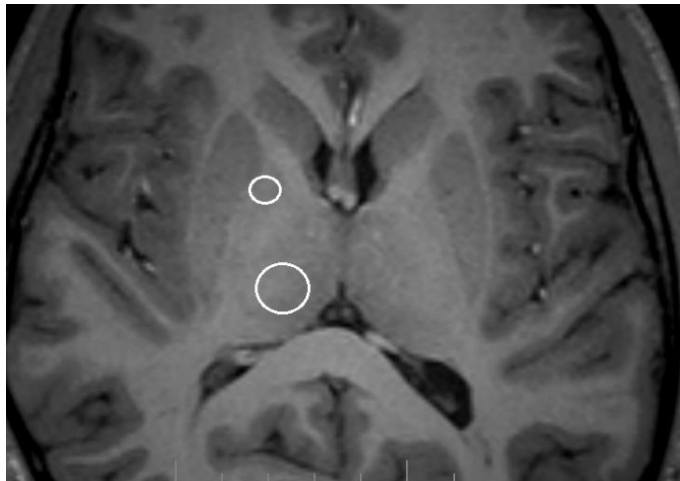


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

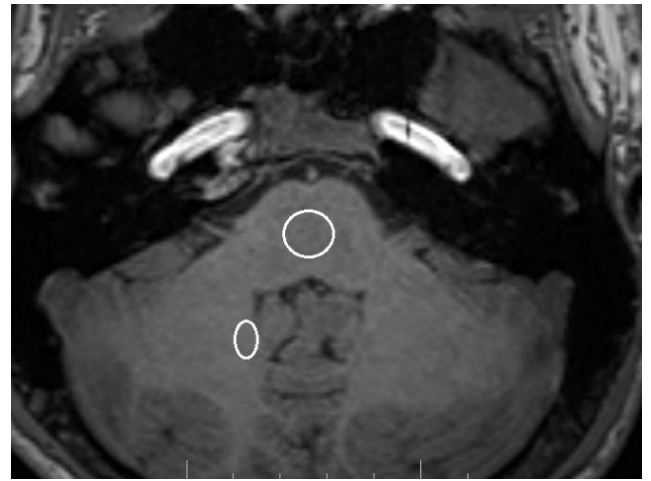


Рис. 2 б (Fig. 2 в)

Рис. 2. МРТ головного мозга.

Пример измерений интенсивности МР-сигнала на прекоонтрастных изображениях. Справа измерения проведены в области бледного шара и таламуса, слева – в области зубчатого ядра и центральных отделов моста.

Fig. 2. Brain MRI.

Example of measuring signal intensity on unenhanced T1-images. On the right measurements were made in the area of the globus pallidus and thalamus, on the left - in the region of the nuclei dentate and pons.

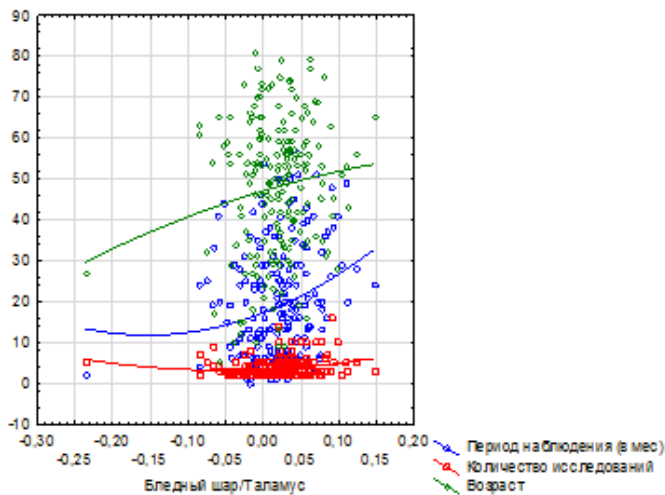


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Диаграмма.

Распределение разниц отношений бледный шар/центральные отделы таламуса среди пациентов 1 группы в зависимости от периода наблюдения, количества исследований и возраста.

Fig. 3. Diagram.

Distribution of differences between globus pallidus - thalamus ratio among patients of the 1st group depending on the time period, number of studies and age.

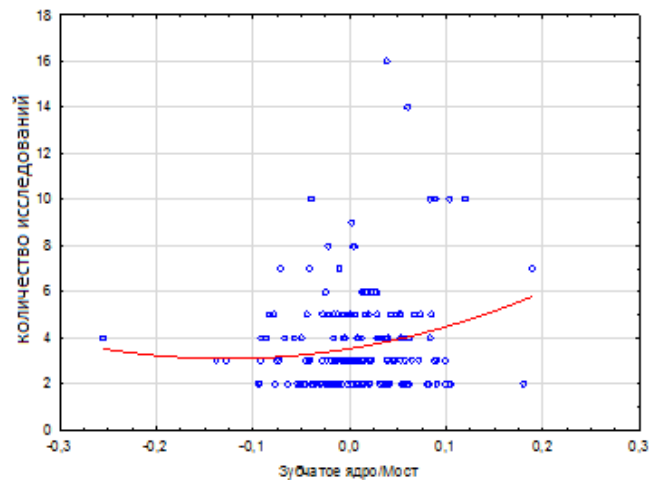


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Диаграмма.

Распределение разниц отношений зубчатое ядро/центральные отделы моста мозга среди пациентов 1 группы в зависимости от количества исследований.

Fig. 4. Brain MRI.

Distribution of differences in the the nuclei dentate - pons ratio among patients in group 1 depending on the number of studies.

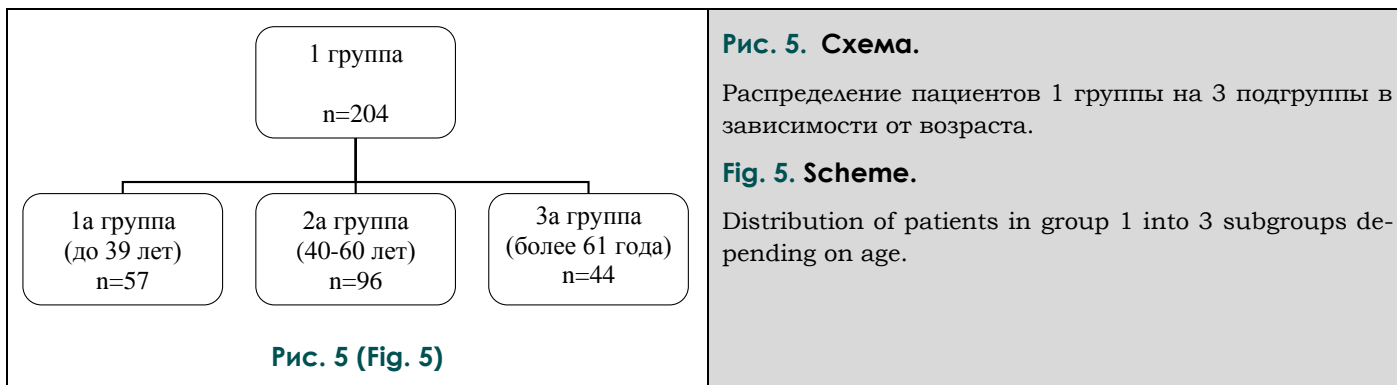


Рис. 5. Схема.

Распределение пациентов 1 группы на 3 подгруппы в зависимости от возраста.

Fig. 5. Scheme.

Distribution of patients in group 1 into 3 subgroups depending on age.

Таблица №1. Локализация изменений интенсивности МР-сигнала в зависимости от интересующих переменных (период наблюдения и количество исследований с в/в контрастированием) среди пациентов разных возрастных групп.

	до 39 лет	40-60 лет	более 61 года
Период наблюдения	–	Бледный шар (БШ2/Т2 – БШ1/Т1)	–
Количество исследований с в/в контрастированием	Зубчатое ядро (ЗЯ2/М2-ЗЯ1/М1)	Бледный шар (БШ2/Т2 – БШ1/Т1)	–

Таблица №2. Средние данные параметров в группах.

Параметры	1 группа (с к/у)	2 группа (без к/у)
Возраст*	47,9 (5-81)	23,8 (10-45)
Пол	муж - 74	муж - 3
	жен - 123	жен - 4
Количество исследований*	3,6 (2-16)	2,1 (2-3)
Период наблюдения* (мес)	19,1 (0-57)	10,1 (3-21)
ИС1 бледный шар*	463,3	457,7
ИС1 таламус*	455,7	451,3
ИС1 зубчатое ядро*	456,1	465
ИС1 мост*	464,1	474,5
ИС2 бледный шар*	465,9	454,2
ИС2 таламус*	450	454,5
ИС2 зубчатое ядро*	460,4	455,2
ИС2 мост*	464,7	469,7
БШ1/Т1*	1,018	1,014
БШ2/Т2*	1,036	0,999
ЗЯ1/М1*	0,983	0,979
ЗЯ2/М2*	0,991	0, 7
БШ2/Т2-БШ1/Т1*	0,018	-0,015
ЗЯ2/М2-ЗЯ1/М1*	0,007	-0,009

корреляций во второй группе (без КУ), вероятно, связано с малой выборкой.

Возможных эффектов депонирования гадолиния на организм человека все еще не установлено. Было показано, что интенсивность МР-сигнала на T1-ВИ и T2-ВИ на уровне базальных ядер среди здоровых добровольцев положительно коррелирует с возрастом. Это связано с депонированием железа на уровне соответствующих участков головного мозга (прежде всего: бледных шаров, красных ядер, ретикулярной формации, в меньшей степени – зубчатых ядер) [22]. Наше исследование показало, что признаки депонирования гадолиния наблюдаются только в 1 а и 1 б возрастных группах (до 39 лет и 40–60 лет). В 3й возрастной группе (старше 61 года) вышеописанная закономерность не наблюдалась. Нельзя исключить, что это может быть связано в том числе с накоплением ионов железа на уровне базальных ядер среди пациентов старшей возрастной группы. С другой стороны, повышенная интенсивность МР-сигнала на T1-ВИ от бледных шаров наблюдается и при различных токсических (отравление CO₂, метанолом), метаболических (заболевания печени, сопровождающиеся накоплением железа, меди или аммония), дегенеративных (бо-

лезнь Галлевордена-Шпатца) или неопластических процессах (нейрофиброматоз I типа) [23].

В нескольких работах депонирование гадолиния на уровне базальных ядер было подтверждено по данным аутопсии. Наличие или отсутствие ионов железа либо других метаболитов на уровне зон интереса при этом не оценивалось. Интересно, что в одной из таких работ ионы гадолиния были обнаружены в тканях головного мозга пациентов, которым контрастный препарат не вводился [7, 24]. Нельзя исключить, что источником гадолиния в данном случае может выступать окружающая среда, например, сточные воды [25].

Стоит учитывать, что повышение интенсивности МР-сигнала на уровне базальных ядер головного мозга наблюдается и при применении контрастных препаратов макроциклического типа, однако данная закономерность прослеживается не во всех работах [24, 26].

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. J. Lohrke et al., 25 Years of Contrast-Enhanced MRI: Developments, Current Challenges and Future Perspectives. *Adv. Ther.*, 2016; 33 (1): 1–28.
2. Ramalho M., Ramalho J., Burke L. M., Semelka R. C. Gadolinium Retention and Toxicity—An Update. *Adv. Chronic Kidney Dis.*, 2017; 24(3): 138–146.
3. Gulani V., Calamante F., Shellock F. G., Kanal E., Reeder S. B. Gadolinium deposition in the brain: summary of evidence and recommendations. *Lancet. Neurol.*, 2017; 16(7): 564–570.
4. McDonald R. J. et al. Comparison of Gadolinium Concentrations within Multiple Rat Organs after Intravenous Administration of Linear versus Macrocytic Gadolinium Chelates. *Radiology*, 2017; 161594.
5. Grobner T. Gadolinium—a specific trigger for the development of nephrogenic fibrosing dermopathy and nephrogenic systemic fibrosis? *Nephrol. Dial. Transplant*, 2006; 21 (4), 1104–1108.
6. Marckmann P. et al., “Nephrogenic systemic fibrosis: suspected causative role of gadodiamide used for contrast-enhanced magnetic resonance imaging.” *J. Am. Soc. Nephrol.*, 2006; 17 (9): 2359–2362.
7. Kanda T. et al. Gadolinium-based Contrast Agent Accumulates in the Brain Even in Subjects without Severe Renal Dysfunction: Evaluation of Autopsy Brain Specimens with Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy. *Radiology*, 2015, 276 (1): 228–232.
8. Ramalho J. et al. High Signal Intensity in Globus Pallidus and Dentate Nucleus on Unenhanced T1-weighted MR Images: Evaluation of Two Linear Gadolinium-based Contrast Agents. *Radiology*, 2015; 276 (3): 836–844.
9. Weberling L. D. et al. Increased Signal Intensity in the Dentate Nucleus on Unenhanced T1-Weighted Images After Gadobenate Dimeglumine Administration. *Invest. Radiol.*, 2015; 50 (11): 743–748.
10. Roberts D. R., Holden K. R. Progressive increase of T1 signal intensity in the dentate nucleus and globus pallidus on unenhanced T1-weighted MR images in the pediatric brain exposed to multiple doses of gadolinium contrast. *Brain Dev.*, 2016; 38 (3): 331–336.
11. Radbruch A. et al. High-Signal Intensity in the Dentate Nucleus and Globus Pallidus on Unenhanced T1-Weighted Images: Evaluation of the Macrocytic Gadolinium-Based Contrast Agent Gadobutrol. *Invest. Radiol.* 2015; 50 (12) 805–810.
12. Cao Y., Huang D. Q., Shih G., Prince M. R. Signal Change in the Dentate Nucleus on T1-Weighted MR Images After Multiple Administrations of Gadopentetate Dimeglumine Versus Gadobutrol. *AJR. Am. J. Roentgenol.*, 2016; 206 (2): 414–419.
13. Kanda T. et al. High Signal Intensity in Dentate Nucleus on Unenhanced T1-weighted MR Images: Association with Linear versus Macrocytic Gadolinium Chelate Administration. *Radiology*, 2015; 275 (3): 803–809.
14. Quattrocchi C. C. et al. Gadodiamide and Dentate Nucleus T1 Hyperintensity in Patients with Meningioma Evaluated by Multiple Follow-Up Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Examinations with No Systemic Interval Therapy. *Invest. Radiol.*, 2015; 50 (7): 470–472.
15. Radbruch A. et al. Gadolinium retention in the dentate nucleus and globus pallidus is dependent on the class of contrast agent. *Radiology*, 2015; 275 (3): 783–791.
16. McDonald R. J. et al. Intracranial Gadolinium Deposition after Contrast-enhanced MR Imaging. *Radiology*, 2015; 275 (3):

772–782.

17. Stojanov D. A., Aracki-Trenkic A., Vojinovic S., Benedeto-Stojanov D., Ljubisavljevic S. Increasing signal intensity within the dentate nucleus and globus pallidus on unenhanced T1W magnetic resonance images in patients with relapsing-remitting multiple sclerosis: correlation with cumulative dose of a macrocyclic gadolinium-based contrast agent. *Eur. Radiol.*, 2016, 26 (3): 807–815.

18. Errante Y., Cirimele V., Mallio C. A., Di Lazzaro V., Zobel B. B., Quattrocchi C. C. Progressive increase of T1 signal intensity of the dentate nucleus on unenhanced magnetic resonance images is associated with cumulative doses of intravenously administered gadodiamide in patients with normal renal function, suggesting dechelation. *Invest. Radiol.*, 2014, 49 (10): 685–690.

19. Kanda T., Ishii K., Kawaguchi H., Kitajima K., Takenaka D. High signal intensity in the dentate nucleus and globus pallidus on unenhanced T1-weighted MR images: relationship with increasing cumulative dose of a gadolinium-based contrast material. *Radiology*, 2014; 270 (3): 834–841.

20. Abnormalities I. et al. Gadolinium Deposition in Human Brain Tissues after Contrast-enhanced MR Imaging in Adult

Patients without. 2017; 0 (0): 1–9.

21. Welk B. et al. Association Between Gadolinium Contrast Exposure and the Risk of Parkinsonism. *Jama*, 2016; 316 (1): 96.

22. Aquino D. et al. Age-related iron deposition in the basal ganglia: quantitative analysis in healthy subjects. *Radiology*, 2009; 252 (1): 165-172.

23. Hegde A. N., Mohan S., Lath N., Lim C. C. T. Differential Diagnosis for Bilateral Abnormalities of the Basal Ganglia and Thalamus. *RadioGraphics*, 2011; 31 (1): 5-30.

24. Kanda T., Nakai Y., Hagiwara A., Oba H., Toyoda K., Furui S. Distribution and chemical forms of gadolinium in the brain: a review. *Br. J. Radiol.*, 2017; 90 (1079): 20170115.

25. Hatje V., Bruland K. W., Flegal A. R. Increases in Anthropogenic Gadolinium Anomalies and Rare Earth Element Concentrations in San Francisco Bay over a 20 Year Record. *Environ. Sci. Technol.*, 2016; 50 (8): 4159–4168.

26. Lee J. Y. et al. Up to 52 administrations of macrocyclic ionic MR contrast agent are not associated with intracranial gadolinium deposition: Multifactorial analysis in 385 patients. *PLoS One*, 2017; 12 (8): 0183916.

References:

1. J. Lohrke et al., 25 Years of Contrast-Enhanced MRI: Developments, Current Challenges and Future Perspectives. *Adv. Ther.*, 2016; 33 (1): 1–28.

2. Ramalho M., Ramalho J., Burke L. M., Semelka R. C. Gadolinium Retention and Toxicity—An Update. *Adv. Chronic Kidney Dis.*, 2017; 24(3): 138–146.

3. Gulani V., Calamante F., Shellock F. G., Kanal E., Reeder S. B. Gadolinium deposition in the brain: summary of evidence and recommendations. *Lancet. Neurol.*, 2017; 16(7): 564–570.

4. McDonald R. J. et al. Comparison of Gadolinium Concentrations within Multiple Rat Organs after Intravenous Administration of Linear versus Macrocyclic Gadolinium Chelates. *Radiology*, 2017; 161594.

5. Grobner T. Gadolinium—a specific trigger for the development of nephrogenic fibrosing dermopathy and nephrogenic systemic fibrosis? *Nephrol. Dial. Transplant*, 2006; 21 (4), 1104–1108.

6. Marckmann P. et al., “Nephrogenic systemic fibrosis: suspected causative role of gadodiamide used for contrast-enhanced magnetic resonance imaging.” *J. Am. Soc. Nephrol.*, 2006; 17 (9): 2359–2362.

7. Kanda T. et al. Gadolinium-based Contrast Agent Accumulates in the Brain Even in Subjects without Severe Renal Dysfunction: Evaluation of Autopsy Brain Specimens with Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy. *Radiology*, 2015, 276 (1): 228–232.

8. Ramalho J. et al. High Signal Intensity in Globus Pallidus and Dentate Nucleus on Unenhanced T1-weighted MR Images: Evaluation of Two Linear Gadolinium-based Contrast Agents. *Radiology*, 2015; 276 (3): 836–844.

9. Weberling L. D. et al. Increased Signal Intensity in the Dentate Nucleus on Unenhanced T1-Weighted Images After Gadobenate Dimeglumine Administration. *Invest. Radiol.*, 2015; 50 (11): 743–748.

10. Roberts D. R., Holden K. R. Progressive increase of T1 signal intensity in the dentate nucleus and globus pallidus on unenhanced T1-weighted MR images in the pediatric brain exposed

to multiple doses of gadolinium contrast. *Brain Dev.*, 2016; 38 (3): 331–336.

11. Radbruch A. et al. High-Signal Intensity in the Dentate Nucleus and Globus Pallidus on Unenhanced T1-Weighted Images: Evaluation of the Macrocyclic Gadolinium-Based Contrast Agent Gadobutrol. *Invest. Radiol.* 2015; 50 (12) 805–810.

12. Cao Y., Huang D. Q., Shih G., Prince M. R. Signal Change in the Dentate Nucleus on T1-Weighted MR Images After Multiple Administrations of Gadopentetate Dimeglumine Versus Gadobutrol. *AJR. Am. J. Roentgenol.*, 2016; 206 (2): 414–419.

13. Kanda T. et al. High Signal Intensity in Dentate Nucleus on Unenhanced T1-weighted MR Images: Association with Linear versus Macrocyclic Gadolinium Chelate Administration. *Radiology*, 2015; 275 (3): 803-809.

14. Quattrocchi C. C. et al. Gadodiamide and Dentate Nucleus T1 Hyperintensity in Patients with Meningioma Evaluated by Multiple Follow-Up Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Examinations with No Systemic Interval Therapy. *Invest. Radiol.*, 2015; 50 (7): 470-472.

15. Radbruch A. et al. Gadolinium retention in the dentate nucleus and globus pallidus is dependent on the class of contrast agent. *Radiology*, 2015; 275 (3): 783–791.

16. McDonald R. J. et al. Intracranial Gadolinium Deposition after Contrast-enhanced MR Imaging. *Radiology*, 2015; 275 (3): 772–782.

17. Stojanov D. A., Aracki-Trenkic A., Vojinovic S., Benedeto-Stojanov D., Ljubisavljevic S. Increasing signal intensity within the dentate nucleus and globus pallidus on unenhanced T1W magnetic resonance images in patients with relapsing-remitting multiple sclerosis: correlation with cumulative dose of a macrocyclic gadolinium-based contrast agent. *Eur. Radiol.*, 2016, 26 (3): 807–815.

18. Errante Y., Cirimele V., Mallio C. A., Di Lazzaro V., Zobel B. B., Quattrocchi C. C. Progressive increase of T1 signal intensity of the dentate nucleus on unenhanced magnetic resonance images is associated with cumulative doses of intravenously ad-

ministered gadodiamide in patients with normal renal function, suggesting dechelation. *Invest. Radiol.*, 2014, 49 (10): 685–690.

19. Kanda T., Ishii K., Kawaguchi H., Kitajima K., Takenaka D. High signal intensity in the dentate nucleus and globus pallidus on unenhanced T1-weighted MR images: relationship with increasing cumulative dose of a gadolinium-based contrast material. *Radiology*, 2014; 270 (3): 834–841.

20. Abnormalities I. et al. Gadolinium Deposition in Human Brain Tissues after Contrast-enhanced MR Imaging in Adult Patients without. 2017; 0 (0): 1–9.

21. Welk B. et al. Association Between Gadolinium Contrast Exposure and the Risk of Parkinsonism. *Jama*, 2016; 316 (1): 96.

22. Aquino D. et al. Age-related iron deposition in the basal ganglia: quantitative analysis in healthy subjects. *Radiology*, 2009;

252 (1): 165-172.

23. Hegde A. N., Mohan S., Lath N., Lim C. C. T. Differential Diagnosis for Bilateral Abnormalities of the Basal Ganglia and Thalamus. *RadioGraphics*, 2011; 31 (1): 5-30.

24. Kanda T., Nakai Y., Hagiwara A., Oba H., Toyoda K., Furui S. Distribution and chemical forms of gadolinium in the brain: a review. *Br. J. Radiol.*, 2017; 90 (1079): 20170115.

25. Hatje V., Bruland K. W., Flegal A. R. Increases in Anthropogenic Gadolinium Anomalies and Rare Earth Element Concentrations in San Francisco Bay over a 20 Year Record. *Environ. Sci. Technol.*, 2016; 50 (8): 4159–4168.

26. Lee J. Y. et al. Up to 52 administrations of macrocyclic ionic MR contrast agent are not associated with intracranial gadolinium deposition: Multifactorial analysis in 385 patients. *PLoS One*, 2017; 12 (8): 0183916.

PREVALENCE OF ANATOMIC AND PATHOLOGIC FINDINGS IN THE MAXILLARY SINUS DETECTED THROUGH CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE ROUTINE OF STOMATOLOGY

Franco A.¹, Barros J.C.², Miranda J.F.², Schroder A.G.D.³, Turkina A.Yu.¹,
Makeeva M.K.⁴, Fernandes A.²

Purpose. To investigate the prevalence of anatomic and pathologic findings in the maxillary sinus detected through cone-beam computed tomography (CBCT) in the routine of Stomatology.

Materials and methods. The sample consisted of 954 CBCT scans from male (n: 330) and female (n: 624) patients aged between 2 and 86 years (mean age: 33 years). CBCT scans were taken from each patient for dental and maxillofacial diagnosis and treatment planning. The iCAT CBCT device and the inherent VisionQ software package (Imaging Science International, Hatfield, PA, USA) were used. X2 test was used to associate the anatomic and pathologic findings with patients' sex and age.

Results. In both males and females, the most prevalent anatomic and pathologic findings in the maxillary sinus were, respectively, the sinus septa (21.2%) and thickening of the sinus mucosa (62.3%). Higher prevalence of maxillary sinus findings were detected within patients in the age range from 12 and 18 years ($p < 0.05$). CBCT exams showed a high prevalence of anatomic and pathologic findings in the maxillary sinus that may have a significant clinical relevance.

Conclusions. Stomatologists, Maxillofacial Surgeons and Physicians must properly interpret CBCT exams and must be aware of the occurrence of anatomic and pathologic findings prior to procedures that involve the maxillary sinus.

Keywords: computed tomography, diagnosis, maxillary sinus, stomatology.

Corresponding author: Franco A., e-mail: franco.gat@gmail.com

For citation: Franco A., Barros J.C., Miranda J.F., Schroder A.G.D., Turkina A.Yu., Makeeva M.K., Fernandes A. Prevalence of anatomic and pathologic findings in the maxillary sinus detected through cone-beam computed tomography in the routine of stomatology. REJR 2018; 8(3):122-127. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-122-127.

Статья получена: 22.06.18

Статья принята: 06.07.18

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ АНАТОМИЧЕСКИХ И ПАТОЛОГИЧЕСКИХ НАХОДОК В ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНЫХ СИНУСАХ, ВЫЯВЛЕННЫХ ПРИ КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ, В ПРАКТИКЕ СТОМАТОЛОГА

Франко А.¹, Баррос Ж.С.², Миранда Ж.Ф.², Шредер А.Г.Д.³, Тюркина А.Ю.¹,
Макеева М.К.⁴, Фернандес А.²

Цель. Изучить распространенность анатомических и патологических находок в верхнечелюстном синусе, обнаруженных с помощью конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ), встречающихся в практике стоматолога.

Материалы и методы. Исследование включало 954 КЛКТ-изображения у мужчин (n: 330) и женщин (n: 624) в возрасте от 2 до 86 лет (средний возраст: 33 года). КЛКТ выполнялась каждому пациенту для обследования зубов и челюстно-лицевой области и планирования лечения. Использовалось устройство iCAT КЛКТ и встроенный программный пакет VisionQ (Imaging Science International, Hatfield, PA, США). Тест X2 использовался для сопоставления анатомических и патологических данных с полом и возрастом пациентов.

1 - Sechenov University. Department of Therapeutic Dentistry. Institute of Dentistry. Moscow, Russia.

2 - Federal University of Paraná. Department of Stomatology. Curitiba, Brazil.

3 - School of Life Sciences, Pontificia Universidade Católica do Paraná. Department of Dentistry. Curitiba, Brazil.

4 - RUDN University. Department of Therapeutic dentistry. Moscow, Russia.

1 – Сеченовский Университет. Отделение терапевтической стоматологии.

г. Москва, Россия.

2 – Федеральный Университет Парана. Отделение стоматологии.

г. Куритиба, Бразилия.

3 – Школа прикладной науки. Отделение стоматологии.

г. Куритиба, Бразилия.

4 – Российский Университет дружбы народов. Отделение терапевтической стоматологии.

г. Москва, Россия.

Результаты. Как у мужчин, так и у женщин наиболее распространенными анатомическими и патологическими находками в верхнечелюстном синусе были перегородка синуса (21,2%) и утолщение слизистой оболочки синуса (62,3%) соответственно. Более высокая распространенность находок в верхнечелюстном синусе встречалась у пациентов в возрасте от 12 до 18 лет ($p < 0,05$). КЛКТ-исследования показали высокую распространенность анатомических и патологических находок в верхнечелюстном синусе, которые могут иметь значительную клиническую значимость.

Выводы. Стоматологи, челюстно-лицевые хирурги и врачи должны правильно интерпретировать КЛКТ-изображения и должны знать об анатомических и патологических находках до вмешательств, которые затрагивают верхнечелюстной синус.

Ключевые слова: компьютерная томография, диагностика, верхнечелюстной синус, стоматология.

Контактный автор: Франко А., e-mail: franco.gat@gmail.com

Для цитирования: Франко А., Баррос Ж.С., Миранда Ж.Ф., Шредер А.Г.Д., Тюркина А.Ю., Макеева М.К., Фернандес А.. Распространенность анатомических и патологических находок в верхнечелюстных синусах, выявленных при конусно-лучевой компьютерной томографии, в практике стоматолога. REJR 2018; 8 (3):122-127. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-122-127.

Received: 22.06.18

Accepted: 06.07.18

Introduction.

Stomatology is a wide field in health sciences that comprehends the diagnosis and management of oral conditions in the interface of Dentistry and Medicine [1]. In this field, clinical, histopathologic and imaging exams are often combined to reach optimal outcomes [2]. Cone-beam computed tomography (CBCT) emerged in the last decades as a valuable diagnostic tool to guide and support clinical decisions, especially in the dental practice [3, 4]. CBCT scanning is performed in a single rotation basis in which a cone-shaped beam of x-rays penetrates the anatomic region of interest towards a digital detector [3]. The scanning process culminates in axial, sagittal and coronal slices that allow a combined multiplanar navigation and the analysis of three-dimensional reconstructions [5]. Despite the higher dose of radiation compared to conventional dental radiographs, such as panoramic and periapical, CBCT contributed to stomatology with a unique and detailed access to head and neck anatomy.

The maxillary sinuses are bone cavities distributed bilaterally in the middle third of the human skull [6]. In the inner surface, the sinus is covered by a mucous membrane [6]. The upper, lower and lateral limits of the maxillary sinus consist of the floor of the orbit, the alveolar bone and the lateral wall of the nasal cavity, respectively [6]. Functionally, these sinuses may play a role in voice resonance, encephalic thermal isolation and balance of pressure in the nasal cavity [6]. Development timing of the maxillary sinus starts around the twelfth week of intrauterine life up to

the eighteenth year of age [6, 7]. Normally, the sinuses are found in CBCT scans as anatomic spaces filled with air—consequently appearing with evident hypodensity [8]. However, their shape and size may change based on anatomic variations and pathologic conditions. I) hypoplasia (9), sinus septa (10) and pneumatization (11); and II) mucocoeles (12), thickening of the sinus mucosa (13) and oroantral communication (14) and are examples of I) anatomic variations and II) pathologic conditions that may be found in CBCT exams.

Clinically, these alterations and conditions have an essential part prior to therapeutic procedures in Dentistry and Medicine, such as endodontic treatments (15), diagnostic surgeries (16), dental implant placements (17), dental extractions (18), maxillofacial orthopedics/orthodontics (19) and management of trauma (20). Knowing the morphology of the maxillary sinus and the prevalence of anatomic variations and pathologic conditions is an important step to encourage evidence-based practices. In this context, this study aimed to investigate the prevalence of anatomic variations and pathologic conditions in CBCT scans of patients that underwent dental treatment.

Materials and methods.

This study was conducted after the approval of the local Committee of Ethics in Human Research (project number: 980.997).

A retrospective cross-sectional observational investigation was designed. The initial sample consisted of one thousand CBCT scans of male (n: 330) and female (n: 624) patients aged between 2 and 86 years (mean age: 33 years). The images

were acquired from each patient using the iCAT CBCT imaging device (Imaging Science International, Hatfield, PA, USA). The CBCT device was set with a field of view of 16x13cm, voxel size of 0.25, time of acquisition of 26.7 seconds, and mA and kVp of 37.07 and 120, respectively. The use of CBCT scanning was justified for diagnostic and/or therapeutic stomatological purposes for all the patients.

According to the inclusion criteria, only images of patients that underwent dental treatment between the years of 2015 and 2017 were selected. Time restriction was applied to sampling to fit the exact period in which the CBCT device was installed at the local imaging facilities. The exclusion criteria considered ineligible for analysis CBCT scans with poor image quality (e.g. due to improper head angulation and head movement during scanning) and with missing information regarding patients' sex, date of birth and date of image acquisition. After exclusion, CBCT scans of 954 patients (n: 1908 maxillary sinuses) remained eligible for analysis.

Image analysis was performed separately by two trained examiners. Dell Inspiron Small Desktop (Dell Technol., Round Rock, TX, USA) personal computers were used combined with Dell LCL LED 18.5" (Dell Technol., Round Rock, TX, USA) monitors. DICOM files from each patient were imported to the VisionQ (Imaging Science International, Hatfield, PA, USA) imaging software package previously installed in the personal computers. The images were analyzed in a dark room in multiplanar view mode through simultaneous navigations in axial, sagittal and coronal slices. Anatomic variations and signs of pathologic conditions were searched in the contour and into the maxillary sinuses. In a standard spreadsheet the imaginological findings detected during the process of image analysis were registered together with patients' information of sex and age.

The obtained data was analyzed firstly with descriptive statistics. Next, Chi-square test (χ^2) was used to associate the prevalence of anatomic variations and pathologic conditions of the maxillary sinus with the sex and age of patients. Specifically for the association of maxillary sinus findings with age, the sample was stratified in age groups (n: 34 patients aged <12 years; 94 between 12-18 years; 768 between 18-59 years and 58 >59 years). The statistical analysis was performed with SPSS 20.0 software package (IBM Corp., Armonk, NY, USA) for Windows operating system (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA). The significance level was set in 5% ($p < 0.05$) during the statistical tests.

Results.

Most of the males (n: 308; 93.33%) and females (n: 539; 86.37%) investigated in this study revealed maxillary sinus findings through CBCT (Table №1). The association between sex and the

prevalence of these findings was not statistically significant ($p > 0.05$).

Maxillary sinus findings were bilateral in most of the cases (n: 671; 79.22%), followed by separate occurrences in the left (n: 94; 11.10%) and right sinuses, (n: 82; 9.68%) (Table №2).

The distribution of maxillary sinus findings showed a higher prevalence in patients aged between 12 and 18 years (95.74%), followed by the age group of patients between 18 and 59 years (88.8%). Statistically significant associations between the findings and the different age groups were observed ($p < 0.05$) (Table №3).

The most prevalent maxillary sinus findings detected in this study through CBCT were the thickening of the sinus mucosa (Figure 1), the presence of sinus septa (Figure 2) and the presence of mucous retention (Figure 3), with prevalence rates of 62.3%, 22.1% and 7.2%, respectively. Thickening of the sinus mucosa and the presence of mucous retention were classified as pathologic conditions, while the presence of sinus septa was classified as anatomic variation (Table №4).

Discussion.

After complete development around the age of eighteen, the maxillary sinuses have a close anatomic relationship with the posterior teeth (6, 7). Clinically, knowing the topographic aspect of these sinuses is of the utmost importance to predict and avoid accidents and complications. CBCT scanning contributes to Dentistry and Medicine, especially in procedures that involve diagnosis and therapeutics of dentomaxillofacial structures, such as the maxillary sinuses (21). Specifically in the routine of Stomatology, imaging exams are often requested for optimal clinical approaches. The present study aimed to analyze CBCT scans of patients treated in routine of Stomatology and screen the prevalence of anatomic variations and pathologic conditions. For a better contribution to the clinical practice, the screened prevalence outcomes were associated with patients' sex and age group.

Compared to other studies in the previous scientific literature (22-24), this study used a considerably larger sample (n: 954). Additionally, CBCT scans were used because it is becoming gradually more popular over the time and more available worldwide (25). The present study benefited from both strategies used in the methodological design. While in one hand the larger sample enables a reliable overview of diagnostic prevalence rates, in the other hand the use of CBCT enables a more accurate analysis of the maxillary sinus itself (26) and the inherent image findings searched in this study – namely the anatomic variations and pathologic conditions.

Table №1. Sample distribution based on sex and the prevalence of maxillary sinus findings.

Sex	Maxillary sinus	
	Findings detected (n)	Findings not detected (n)
Male	308 (93.33%)	22 (6.67%)
Female	539 (86.37%)	85 (13.63%)

Absolute (n) and relative (%) values obtained from the prevalence of maxillary sinus findings in males and females observed through descriptive statistics. The association of maxillary sinus findings with sex were not statistically significant (p>0.05).

Moreover, images of patient that underwent dental treatment were sampled to highlight the importance of maxillary sinus findings in the routine of Stomatology.

Prevalence rates of maxillary sinus findings of over 93% and 86% were observed for males and females, respectively (Table 1). Despite the high prevalence of anatomic and pathologic findings, statistically significant associations with sex were not observed (p>0.05). These outcomes corroborate the study of Drumond et al. (27) that recently observed no association of sex and side of the occurrence of maxillary sinus findings. Regarding the last, the present study found a higher prevalence of bilateral findings instead of unilateral (Table №2) – the same was observed by Drumond et al. (27). Apart the similar outcomes, the authors (27) used spiral computed tomography (27). According to the scientific literature (26), computed tomography may provide important image details of the maxillary sinus that may not be found in panoramic radiographs. In this context, the present study was conducted with adequate methods towards optimal outcomes.

For a more detailed investigation, the sample was stratified in four age groups. Most of the patients were in the age group from 18 to 59 years (n: 768). However, the highest prevalence rate of maxillary sinus findings was not observed in this group (88.80%) but yet in the age group between 12 and 18 years (95.74%), in which 90 out of 94 patients expressed image findings. Statistically significant outcomes were observed by associating age and the prevalence of maxillary sinus findings

Table №2. Distribution of maxillary sinus findings as bilateral or unilateral.

Prevalence	Maxillary sinus findings		
	Bilateral (n)	Unilateral	
		Right (n)	Left (n)
M+F	671 (79.22%)	82 (9.68%)	94 (11.10%)

Absolute (n) and relative (%) values obtained from the prevalence of maxillary sinus findings in the total sample combining males (M) and females (F) observed through descriptive statistics.

(Table №3). With a prevalence rate of 63.20% of maxillary sinus abnormalities, Drumond et al. (27) observed more patients affected in the age range between 20 and 49 years. However, their outcomes were not statistically significant different between age groups [27]. The different outcomes between studies may rely in the methods. While Drumond et al. [27] analyzed more pathology-related abnormalities, the present study used a broader approach and analyzed also anatomic variations of the maxillary sinuses. Consequently, the combination of anatomic and pathologic findings resulted in the higher prevalence rates reported in the present study.

Finally, the top three most prevalent findings detected in the maxillary sinus through cone-beam computed tomography were reported (Table 4). Maxillary sinus septa figured as the only anatomic variations among the three most prevalent. The prevalence (22.1%) of this finding was compatible to that previously reported (nearly 26%) in the scientific literature [28]. The maxillary sinus septa are classified into primary and secondary. The first consists of bone projection inside the sinus that remained unabsorbed during the development of the maxilla [29], while the second may result from alveolar bone resorption and dental loss [30]. This variation has a fundamental role in the clinical practice because it may represent a potential risk factor for membrane perforation during sinus lifting surgeries for implant placement [31]. The septa may be detected in panoramic radiographs and (CB) CT scanning and must be considered in treatment planning prior to surgical interventions in the maxillary sinus.

Among the three most prevalent findings, two had a pathologic origin: the thickening of the sinus mucosa (62.3%) and the presence of mucous retention (7.2%). Clearly, the first reached a higher prevalence rate compared to the second. Pathologic conditions of the maxillary sinus may arise from therapeutic interventions [32] or as a biological response to odontogenic or systemic diseases [21]. Therapeutic interventions that affect the maxillary sinuses may be related to malpractice or not, such as oroantral communication during dental extraction and the surgical access to the sinus for retrieving foreign bodies, respectively. Oppositely, pathologic conditions that emerge as biological responses affect the sinus structure, especially the inner soft tissue. Thickening of the sinus mucosa and mucous retention are often associated with biological responses. While the occurrence of mucous retention phenomenon was less common, thickening of the sinus mucosa entered the spotlight of attention due to the high prevalence (62.3%). This finding also figures as the most prevalent and with high rates (66%) in the study of Rege et al. [33]. The authors used a similar approach with CBCT scanning and high

Table №3. Distribution of maxillary sinus findings, their prevalence and association with the different age groups.

Age group	Sample (n)	Maxillary sinus		Prevalence*
		Findings detected (n)	Findings not detected (n)	
<12 years	34	29 (3.42%)	5 (4.68%)	85.29%
12-18 years	94	90 (10.63%)	4 (3.73%)	95.74%
18-59 years	768	682 (80.52%)	86 (80.38%)	88.80%
>59 years	58	46 (5.43%)	12 (11.21%)	79.31%

Absolute (n) and relative (%) values obtained from the prevalence of maxillary sinus findings and their prevalence in the different age groups. *Statistically significant associations were observed for the prevalence of maxillary sinus findings within the age groups ($p < 0.05$)

Table №4. Most prevalent maxillary sinus findings detected in the present study through cone-beam computed tomography.

Findings	Prevalence	Type
Thickness of the sinus mucosa	62.3%	Pathologic condition
Presence of sinus septa	22.1%	Anatomic variation
Presence of mucous retention	7.2%	Pathologic condition

Prevalence of maxillary sinus findings and their description as anatomic variation or pathologic condition

lighted the importance of multiplanar navigation of the maxillary sinuses, especially in asymptomatic patients [33]. Clinically, thickening of the sinus mucosa raises a flag signaling potential odontogenic diseases, such as teeth with pulpal infection [33]. In this context, Endodontists play an essential part not only diagnosing the origin of mucosal thickening but also treating and maintaining the sinuses to optimal conditions.

The present study screened a large database of CBCT scans of the maxillary sinus in the search for prevalence rates of anatomic variations and pathologic conditions. Future studies are encouraged to systematically review the scientific literature in order to provide a larger overview of prevalence rates across different populations and with different imaging modalities, such as conventional panoramic radiographs, CBCT scanning and multi-slice CT scanning.

References:

1. Scully C., Miller C.S., Urizar J.M.A., Alajbeg I., Almeida O.P.D, Bagan J.V. et al. Oral medicine (stomatology) across the globe: birth, growth and future. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2016; 121 (2): 149-57.
2. Neville B.W., Damam D.D., Allen C.M., Chi A (ed.). *Oral and maxillofacial pathology.* 4th ed., Philadelphia, Saunders, 2015. 928 p.
3. Scarfe W, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin N Am.* 2008; 52: 707-30.
4. Rodríguez G., Abella F., Durán-Sindreu F., Patel S., Roig M. Influence of cone-beam computed tomography in clinical decision making among specialists. *J Endod.* 2017; 43(2): 194-9.
5. Hodez C., Griffaton-Taillandier C., Bensimon I. Cone-beam imaging: applications in ENT. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2011; 128(2): 65-78.
6. Batista P.S., Rosário Junior A.F., Wichnieski C. A contribution

Conclusion.

Professionals in the field of Stomatology must be aware of the potential findings that may be detected through CBCT scanning in order to promote therapeutics with optimal performance in the clinical practice. Diagnosis and treatment planning must be conducted with evidence-based decisions in the routine of Dentistry and Medicine. For this reason, specific knowledge on the radiological anatomic and pathology of the maxillary sinuses is fundamental.

Authors declare the absence of potential conflict of interests.

Authors transmit editorial right to article publication, guarantee its originality and certify that neither the article nor the figures had not been published previously and sent for publication in other editions.

- to the maxillary sinus study. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxillofac.* 2011; 52(4): 235-9.
7. Abubaker A.O. Applied anatomy of maxillary sinus. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 1999; 11: 1-13.
8. Bozdemir E., Gormez O., Yildirim D., Erik A.A. Paranasal sinus pathses on cone-bream computed tomography. *J Istanbul Univ Fac Dent.* 2016; 50(1): 27-34.
9. Erdem T., Aktas D., Erdem G., Mirman M.C. Ozturan O. Maxillary sinus hypoplasia. *Rhinology.* 2002; 40(3): 150-3.
10. Lee W.J., Lee S.J., Kim H.S. Analysis of location and prevalence of maxillary sinus septa. *J Periodontal Imp Sci.* 2010; 40(2): 56-60.
11. Sharan A., Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008; 23(1): 48-56.
12. Sadhoo A., Tuli I.P., Sharma N. Idiopathic mucocele of maxil-

lary sinus: a rare and frequently misdiagnosed entity. *J Oral Maxillofac Radiol.* 2016; 4(3): 87-9.

13. Ren S., Zhao H., Liu J., Wang Q., Pan Y. Significance of maxillary sinus mucosal thickening in patients with periodontal disease. *Int Dent J.* 2015; 65(6): 303-10.

14. Khandelwal P., Hajira N. Management of oro-antral communication and fistula: various surgical options. *World J Plast Surg.* 2017; 6(1): 3-8.

15. Hauman C.H., Chandler N.P., Tong D.C. Endodontic implications of the maxillary sinus: a review. *Int Endod J.* 2002; 35(2): 127-41.

16. Ekinci A., Karatas D., Yetis A., Erenler B.H., Ozcan M. Destructive fibrosarcoma of the maxillary sinus. *J Craniofac Surg.* 2018; 29(3): 226-8.

17. Fang Y., An X., Jeong S.M., Choi B.H. Crestal sinus augmentation in the presence of severe sinus mucosal thickening: a report of 3 cases. *Implant Det.* 2018; 27(3): 388-93.

18. Duda M. Forcing of the root into the maxillary sinus during tooth extraction – and what next? *Ann Univ Mariae Curie Sklodowska Med.* 2003; 58(2): 38-41.

19. Maeda Y., Kuroda S., Ganzorig K., Wazen R., Nanci A., Tanaka E. Histomorphometric analysis of overloading on palatal tooth movement into the maxillary sinus. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015; 148(3): 423-30.

20. Ballon A., Landes C.A., Zeihofer H.F., Herzog M., Klein C., Sader R. The importance of the primary reconstruction of the traumatized anterior maxillary sinus wall. *J Craniofac Surg.* 2008; 19(2): 505-9.

21. Arzhantsev A.P. X-ray manifestations of inflammatory processes in the maxillary sinuses caused by odontogenic factors. *REJR.* 2018; 8(1): 16-28.

22. Kinsui M.M., Guilherme A., Yamashita H.K. Anatomical variations and sinusitis: a computed tomographic study. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2002; 68(5): 645-52.

23. Lana J.P., Carneiro P.M., Machado V.C., De Souza P.E., Manzi F.R., Horta M.C. Anatomic variations and lesions of the maxillary sinus detected in cone beam computed tomography for

dental implants. *Clin. Oral Implants Res.* 2012; 23(12): 1398-403.

24. Maciel P.P., Monteiro B.M., Lopes P.M.L., Sales M.A.O. Clinical and tomographic correlation in maxillary sinus pathologies: an evaluation by cone beam computed tomography. *Pesq. Bras. Odontopediatria Clin. Integre.* 2012; 12(4): 477-81.

25. Abramovitch K., Rice D.D. Basic principles of cone beam computed tomography. *Dent. Clin. N. Am.* 2014; 58: 463-84.

26. Dau M., Marciak P., Al-Nawas B., Staedt H., Alshiri A., Frelich B. et al. Evaluation of symptomatic maxillary sinus pathologies using radiography and cone beam computed tomography – influence of professional training. *Int. J. Implant Dent.* 2017; 3(1): 13.

27. Drumond J.P.N., Allegro B.B., Novo N.F., Miranda S.L., Sendyk W.R. Evaluation of the prevalence of maxillary sinuses abnormalities through spiral computed tomography (CT). *Int. J. Otorhinolaryngol.* 2017; 21(2): 126-33.

28. Kim M.J., Jung U.W., Kim C.S., Kim K.D., Choi S.H., Kim C.K. et al. Maxillary sinus septa: prevalence, height, location and morphology. A reformatted computed tomography scan analysis. *J. Periodontol.* 2007; 77: 903-8.

29. Neivert H. Symposium on maxillary sinus: surgical anatomy of the maxillary sinus. *Laryngoscope.* 1930; 40: 1-4.

30. Krennmair G., Ulm C., Lugmayr H. Maxillary sinus septa: incidence, morphology and clinical implications. *J. Craniomaxillofac. Surg.* 1997; 25: 261-5.

31. Lee W.J., Lee S.J., Kim H.S. Analysis of location and prevalence of maxillary sinus septa. *J. Periodontal. Implant. Sci.* 2010; 40(2): 56-60.

32. Diachkova E.Yu., Tarasenko S.V., Serova N.S., Medvedev U.A. Diagnostic and surgical treatment of patients with perforated chronic maxillary sinusitis on the basis of osteoplastic xenogenic collagen material application. *REJR.* 2017; 7(4): 15-22.

33. Rege I.C.C., Sousa T.O., Leles C.R., Mendonça E.F. Occurrence of maxillary sinus abnormalities detected by cone beam CT in asymptomatic patients. *BMC Oral Health.* 2012; 12: 30.

ВИРТУАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КОСТНО-РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ ГЛАЗНИЦЫ

Селезнев В.А., Буцан С.Б., Йигиталиев Ш.Н., Хохлачев С.Б., Ходячий А.Е., Черненький М.М.

Цель исследования. Повышение эффективности хирургического лечения пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями скуло-носо-лобно-глазничной области путем совершенствования методов планирования реконструктивных оперативных вмешательств. ФГБУ «ЦНИИС и ЧЛХ» МЗ РФ. г. Москва, Россия.

Материал и методы. За период с 2016 по 2017 год в отделении челюстно-лицевой хирургии ЦНИИС и ЧЛХ проведено хирургическое лечение 61 пациента с посттравматическими деформациями скуло-носо-лобно-глазничной области. Пациенты различались по степени тяжести и давности травмы. Всем пациентам проводилось компьютерное планирование реконструктивного вмешательства, изготовление интраоперационных стереолитографических моделей и шаблонов, а также изготовление индивидуальных силиконовых имплантатов с применением трехмерного моделирования. На каждом этапе хирургического лечения проводились контрольные расчеты данных компьютерных томограмм. У 34-х пациентов в качестве пластического материала использовались костные аутотрансплантаты свода черепа, у 4-х пациентов – кортикальная пластинка ветви нижней челюсти. Семи пациентам были установлены сетчатые титановые имплантаты с полимерным покрытием. У 8 больных реконструкция проводилась с применением индивидуально смоделированных силиконовых имплантатов. Пяти пациентам было выполнено двухэтапное хирургическое лечение, включающее реконструкцию стенок глазницы с помощью костных аутотрансплантатов со свода черепа, а в последующем – вторым этапом, устранение остаточного энтофтальма индивидуальным силиконовым имплантатом. В трех случаях наблюдалось двустороннее повреждение глазниц. В отдаленном послеоперационном периоде (8 месяцев) проведено контрольное исследование на основании данных МСКТ.

Результаты. При применении костных аутографтов со свода черепа остаточный энтофтальм развился у 9 пациентов (26,5%). При применении костного аутографта ветви нижней челюсти остаточный энтофтальм возник у одного пациента (25%). При использовании сетчатого титанового имплантата остаточный энтофтальм был определен у двух пациентов (28,5%), 9 из 10 пациентов с остаточным энтофтальмом повторно оперированы с применением индивидуально смоделированных силиконовых имплантатов. В отдаленные сроки наблюдения нарушений положения глазного яблока не выявлено.

Выводы. Развитие остаточного энтофтальма определяется возникновением диспропорционального соотношения объемов глазницы и ее содержимого. Основной причиной данного нарушения является невозможность точного воссоздания сложной архитектуры глазницы при помощи только плоских по форме пластических материалов. Наиболее рациональным решением данной проблемы является применение двухэтапной хирургической тактики, позволяющей на базе восстановленных границ глазницы воссоздать их рельеф с высокой точностью при помощи индивидуального силиконового имплантата.

Ключевые слова: травма глазницы, реконструкция глазницы, мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), сегментация, компьютерное моделирование, системы автоматизированного проектирования (САПР), стереолитография, 3D-моделирование, остаточный энтофтальм.

Контактный автор: Селезнёв В.А., e-mail: seleznevmedic@gmail.com

Для цитирования: Селезнев В.А., Буцан С.Б., Йигиталиев Ш.Н., Хохлачев С.Б., Ходячий А.Е., Черненький М.М. Виртуальное планирование костно-реконструктивных операций глазницы. REJR 2018; 8(3):128-148. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-128-148.

VIRTUAL PLANNING OF ORBITAL BONE RECONSTRUCTION SURGERY

Seleznev V. A., Butsan S. B., Jigitaliyev Sh. N., Khokhlachev S. B., Hodyachiy A. E.

Purpose. To improve the effectiveness of surgical treatment of patients with middle face posttraumatic defects and deformations by developing of computer modeling methods. Central Research Institute of Dental and Maxillofacial Surgery.

Materials and methods. From 2016 to 2017, 61 patients with posttraumatic middle face deformations underwent surgical treatment in the department of maxillofacial surgery of Central Research Institute of Dental and Maxillofacial Surgery. Patients were divided by severity and duration of injury. All patients underwent computer planning for reconstructive operation, production of intraoperative stereolithographic models and templates, and the production of individual silicone implants using 3D modeling. At each stage of surgical treatment, control calculations of computer tomography data were performed. In 34 patients, bone autografts of the cranial vault were used as a plastic material, in 4 patients the cortical plate of the mandibular branch was used. Seven patients were fitted with reticular titanium implants with a polymer coating. In 8 patients, the reconstruction was performed using individually modeled silicone implants. Five patients underwent two-stage surgical treatment, including reconstruction of the orbital walls with the help of bone autografts from the cranial vault, and in the subsequent - the second stage - elimination of the residual enophthalmos with an individual silicone implant. In three cases, bilateral eye socket damage was observed. In the remote postoperative period (8 months), a control study was performed based on MSCT data.

Results. When bone autografts were used from the cranial vault, residual enophthalmos developed in 9 patients (26.5%). When bone autograft was used in the mandibular branch, residual enophthalmos appeared in one patient (25%). When a reticular titanium implant was used, residual enophthalmos was determined in two patients (28.5%), 9 out of 10 patients with residual enophthalmic were re-operated using individually modeled silicone implants. In the long-term observation of violations of the position of the eyeball is not revealed.

Conclusions. The development of residual enophthalmos is determined by the appearance of a disproportional ratio of the volume of the orbit and its contents. The main reason for this violation is the impossibility of accurately recreating the complex orbital architecture with only flat plastic materials. The most rational solution to this problem is the use of two-stage surgical tactics, which allows reconstructing their relief on the basis of the restored borders of the orbit with high accuracy using an individual silicone implant.

Keywords: eye socket trauma, eye socket reconstruction, multi-helical computed tomography (MSCT), segmentation, computer modeling, CAD systems, stereolithography, 3D modeling, residual enophthalmos.

Corresponding author: Seleznev V. A., e-mail: seleznevmedic@gmail.com

For citation: Seleznev V. A., Butsan S. B., Jigitaliyev Sh. N., Khokhlachev S. B., Hodyachiy A. E. Virtual planning of orbital bone reconstruction surgery. REJR 2018; 8 (3):128-148. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-128-148.

Received: 26.06.18

Accepted: 06.07.18

На сегодняшний день в челюстно-лицевой хирургии решены многие проблемы реконструкции глазницы, достигнуты высокие результаты в функциональной реабилитации пациентов с травматическими повреждениями скуло-носо-глазничной области [1]. Однако, вместе с совершенствованием методов обследования пациентов, планирования операций и

технологий их выполнения, повышаются и требования к результатам хирургического лечения, особенно это касается эстетических его аспектов [2]. Не вызывает сомнения тот факт, что все внимание собеседника при общении сосредоточено именно на средней зоне лица, что определяет значимость функциональной и эстетической реабилитации. Если принять во внимание то, что эстетическое составляющее лица для

большинства людей играет основополагающую роль, то функциональная и эстетическая реабилитация является одинаково значимыми [3]. На данный момент по результатам различных ретроспективных исследований процент развития вторичного послеоперационного энофтальма у пациентов, оперированных по поводу изолированной травмы дна глазницы, достигает 26,6% [4]. Во многих работах описаны различные методы диагностики пациентов с травмами глазницы [5, 6]. Тем не менее, для достижения высоких эстетических результатов актуальной проблемой является совершенствование имеющихся и разработка новых методов планирования, позволяющих с математической точностью спрогнозировать результат реконструктивной операции [7, 8].

Цель исследования.

Целью данного исследования являлось повышение эффективности хирургического лечения пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями скуло-носо-лобно-глазничной области путем совершенствования методов виртуального планирования реконструктивного вмешательства.

Материалы и методы.

В «ЦНИИС и ЧЛХ» с 2016 по 2017 год в отделе челюстно-лицевой хирургии проведено хирургическое лечение 61 пациента с травмами и посттравматическими деформациями скуло-носо-лобно-глазничной области, $n=61$. Пациенты различались по степени тяжести и давности травмы (срок поступления в клинику составлял от 2 недель до 13 лет с момента получения травмы). Из них 14 пациентов ($n=14$) обратились после ранее проведенного хирургического лечения в других учреждениях, результаты которого расценивались ими как неудовлетворительные. У $n=34$ в качестве пластического материала использовались костные аутоотрансплантаты свода черепа, у $n=4$ устранение костных дефектов проводилось при помощи наружной кортикальной пластинки ветви нижней челюсти. У $n=7$ были установлены сетчатые титановые имплантаты с полимерным покрытием. У $n=8$ реконструкция проводилась с применением индивидуально смоделированных силиконовых имплантатов. $N=5$ выполнено двухэтапное хирургическое лечение, включающее реконструкцию стенок глазницы с помощью костных аутоотрансплантатов со свода черепа, а в последующем – вторым этапом, устранение остаточного энофтальма индивидуальным силиконовым имплантатом. У $n=3$ наблюдалось двустороннее повреждение глазниц. Таким образом, количество реконструированных глазниц составило 61. Всем пациентам проводилось компьютерное проектное моделирование реконструктивно-восстановительного лечения в медицинских системах САПР. По данным, полученным в ре-

зультате планирования, изготавливались интраоперационные стереолитографические шаблоны для забора и моделирования костных аутоотрансплантатов свода черепа или формирования сетчатых титановых имплантатов, в зависимости от выбранной тактики лечения. Интраоперационно применялись индивидуальные стереолитографические модели черепа для припасовки сформированных аутоотрансплантатов или титановых имплантатов. По результатам компьютерного планирования также изготавливались стереолитографические шаблоны, на основании которых отливались индивидуальные силиконовые имплантаты.

Общие принципы и подходы к выполнению компьютерного планирования.

Для планирования хирургической реконструкции глазницы применяли разработанный в «ЦНИИС и ЧЛХ» метод, позволяющий с точностью до миллиметра вычислить целевое положение глазного яблока, рассчитать размеры и форму пластического материала. Планирование выполняли при помощи программного обеспечения Amira 5.4.5. В основе метода лежит принцип виртуальной зеркальной симметризации интактной глазницы на поврежденную. Одним из важнейших аспектов данного метода является вычисление плоскости симметрии между глазницами. Принимая во внимание тот факт, что кости черепа в норме имеют определенную степень асимметрии, плоскость симметрии между глазницами чаще всего не совпадает с расположением общей плоскости симметрии черепа. Технически это обстоятельство определяет принципы подхода и очередность проведения расчетов параметров симметрии. Зеркальное трехмерное изображение неповрежденной глазницы совмещается при помощи алгоритма медицинского проектирования в системах САПР по принципу наложения и достижения максимального пересечения объемов трехмерных моделей с поврежденной стороной. Таким образом, уже по результатам максимального наложения определяется истинная плоскость симметрии между глазницами. В результате на трехмерной модели отображается наложение в неповрежденных областях, а в области дефектов костных структур определяется целевой уровень и архитектура отсутствующих костных границ. Вычисленные координаты истинной плоскости симметрии носят теоретический характер. Глазное яблоко с неповрежденной стороны определяет целевое положение для глазного яблока реконструируемой глазницы, параметры его смещения высчитываются в миллиметрах по всем трем осям. Далее виртуально проектируется трехмерный шаблон костного аутоотрансплантата либо имплантатов из титана или силикона. Предпочтение тому или иному пластическому материалу отдается в за-

висимости от конкретного клинического случая.

Отдельного внимания заслуживает ситуация, при которой у пациента оба скулоглазничных комплекса повреждены и нативных ориентиров не существует. В таком случае, при расчетах используется «библиотека» КТ-данных пациентов, не имеющих повреждений и другой патологий черепно-челюстно-лицевой области. Эталонном для планирования операции при двустороннем повреждении глазницы служит модель из «библиотеки», наиболее идентичная конфигурации черепа пациента, максимально совпадающая по краниометрическим показателям при их сопоставлении. Изолированное одностороннее повреждение дна, а также сочетанное одностороннее повреждение дна и медиальной стенки глазницы статистически встречается наиболее часто. С точки зрения точности компьютерного моделирования данные типы травмы дают возможность получить наиболее полную степень наложения виртуально симметризированной интактной стороны на пораженную. С технической стороны, при выполнении оперативного вмешательства хирург имеет множество анатомических костных ориентиров на пораженной стороне и может наиболее точно выполнить устранение костного дефекта. Костные аутоотрансплантаты дна и медиальной стенок глазницы при подобном типе травмы имеют наибольшее количество точек опоры и стабильно располагаются в воспринимающей ложе, не требуя фиксации при помощи титановых конструкций или требуя ее в минимальном объеме. Данные условия позволяют с точностью до миллиметра рассчитать направление и степень смещения глазного яблока при устранении гипознофтальма. Учитывая,

что основному количеству пациентов реконструкция стенок глазницы выполнена с применением костных аутоотрансплантатов со свода черепа, в рамках данной публикации представляем подробный пример виртуального планирования костно-реконструктивной операции в конкретной клинической ситуации.

Клинический пример.

Пациентка П., 39 лет, обратилась в ЦНИИС и ЧЛХ с диагнозом: посттравматический дефект и деформация нижней и медиальной стенок глазницы слева, гипознофтальм OS. В анамнезе: около года до момента первичного обращения была избита. При обращении за медицинской помощью по месту жительства в г. Чехов патологических изменений со стороны костей лицевого скелета выявлено не было, имелась ушибленная рана подглазничной области слева. Примерно со 2-й недели после травмы у пациентки появились явления гипознофтальма с диплопией, которые постепенно нарастали, однако пациентка за медицинской помощью не обращалась. К офтальмологу паци-

ентка обратилась через 1 год после травмы, была направлена в ЦНИИС и ЧЛХ.

Пальпаторно определяется положительный симптом «костной ступеньки» по левому нижнеглазничному краю. Движения глазных яблок содружественные.

По данным МСКТ выявлено: посттравматическая деформация дна и медиальной стенки левой глазницы (рис. 2, 3), отмечается гипознофтальм – 4 мм, энофтальм – 8 мм. Патологическое сообщение глазницы с полостью верхнечелюстного синуса и клетками решетчатой кости слева.

Концепция лечения определена с учетом отечественного, мирового и собственного опыта ФГБУ «ЦНИИС и ЧЛХ». Ввиду повышенного риска инфицирования искусственного пластического материала из-за патологического сообщения глазницы с полостями верхних дыхательных путей, выбран рациональный метод устранения дефекта стенок глазницы аутокостью, в виду ее высокой резистентности к инфекционным агентам по сравнению с любыми искусственными материалами [9, 10]. Донорской областью выбрана теменная кость за счет подходящей геометрии и плотности. Учитывая давность травмы и необратимые изменения внутриглазничных тканей, мы допускаем вероятность развития остаточного энофтальма после реконструкции [11, 12]. Необходимость дальнейшего хирургического лечения будет определена через 8 месяцев после реконструкции по данным МСКТ. Основным определяющим критерием следующего этапа хирургического лечения будет являться степень развития остаточного послеоперационного энофтальма, который устраняется при помощи индивидуального силиконового имплантата, смоделированного по данным МСКТ [13, 14].

В программах медицинского проектирования САПР выполняется планирование реконструкции, состоящей из этапов расчета реципиентной и донорской областей по данным МСКТ. В основе определения размеров и конфигурации трансплантатов лежит метод зеркального отображения интактной глазницы на поврежденную и последующего вычисления. На рисунке 4 белым цветом выделен зеркально отображенный неповрежденный правый скулоносо-лобно-глазничный комплекс, наложенный на поврежденную левую сторону. Точность совмещения проверяется по совпадению симметричных краниометрических точек.

На аксиальном и сагиттальном срезах (рис. 5 а и б соответственно) оранжевым цветом отмечено наложение отраженного интактного скулоглазничного комплекса с противоположной стороны. Синим маркером выделен объем кости, совпадающий при наложении моделей. Визуально хорошо заметно исходное



Рис. 1 а (Fig. 1 а)



Рис. 1 б (Fig. 1 в)



Рис. 1 в (Fig. 1 с)

Рис. 1. Фотографии.

Внешний вид пациентки на момент обращения в ЦНИИС и ЧЛХ. Определяется резко выраженный гипоэнотальм слева, диплопия при всех направлениях взора. а – Анфас; б – полупрофиль слева; с – подбородочно-лобная проекция.

Fig. 1. Photo.

Patient's appearance at the time of first visit to the clinic. A pronounced hypophthalmos on the left, diplopia is determined in all directions of the gaze. a – frontal view; b – left half-profile, c – semi-axial view.



Рис. 2 а (Fig. 2 а)



Рис. 2 б (Fig. 2 в)

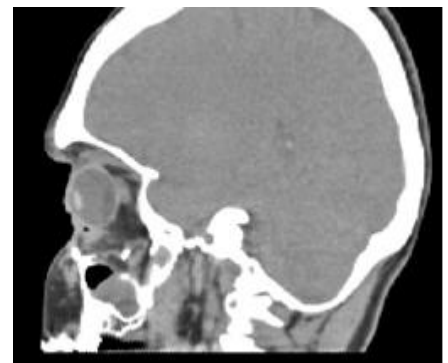


Рис. 2 в (Fig. 2 с)

Рис. 2. МСКТ черепа.

Дефект и деформация дна и медиальной стенок глазницы слева. а – Аксиальная плоскость; б – коронарная плоскость; с – сагиттальная плоскость.

Fig. 2. Cranium MSCT.

Defect and deformation of the bottom and medial wall of the orbit on the left. a – axial view; b – coronal view; c – sagittal view.

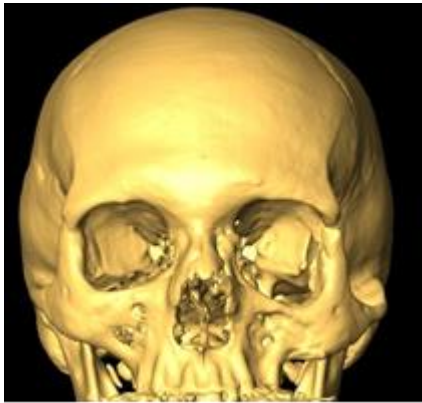


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

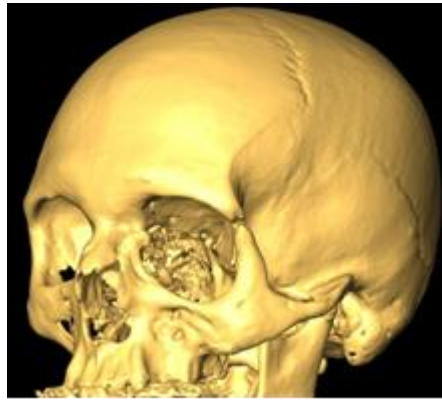


Рис. 3 б (Fig. 3 в)



Рис. 3 в (Fig. 3 с)

Рис. 3. МСКТ, 3D-реконструкция на момент обращения.

Дефект медиальной стенки и дна глазницы слева.

Fig. 3. MSCT. 3D reconstruction. First visit.

Defect of the medial wall and the bottom of the eye socket on the left.

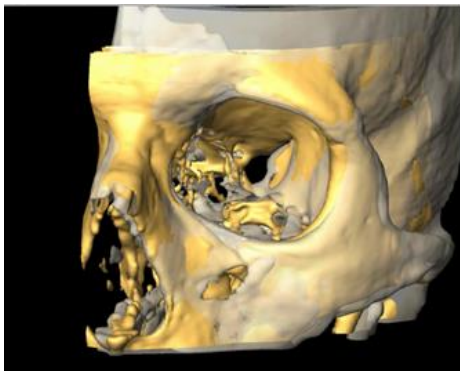


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис.4. Виртуальное наложение зеркально отображенной модели интактной глазницы на поврежденную (выделена желтым цветом).

Fig. 4. Virtual imposition of a mirror image of an intact eye socket on the damaged eye socket. (highlighted in yellow).

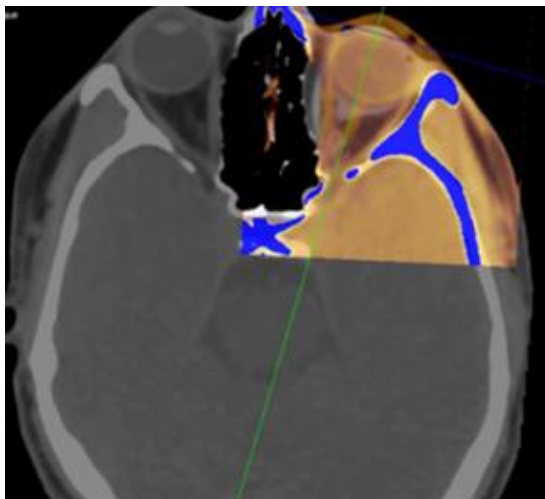


Рис. 5 а (Fig. 5 а)

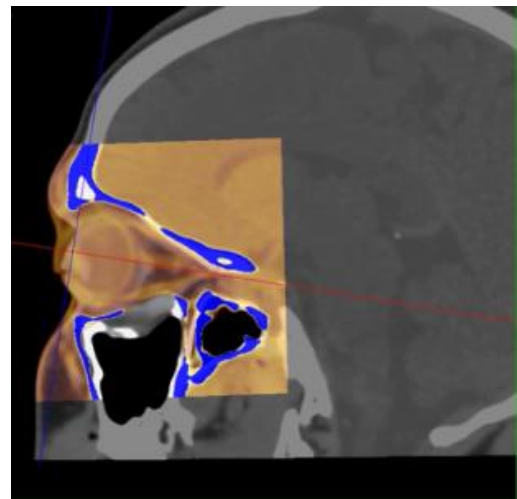


Рис. 5 б (Fig. 5 в)

Рис. 5. МСКТ. Зеркальное отображение интактной глазницы на поврежденную.

а – аксиальная плоскость, б – сагиттальная плоскость. Отображенный фрагмент выделен синим цветом.

Fig. 5. MSCT. Mirror image of the intact orbit on the damaged eye.

а – axial view, б – sagittal view. The displayed fragment is highlighted in blue.

(красная стрелка) и целевое (синяя стрелка) положение глазного яблока, исходя из которого будут рассчитаны размеры, конфигурация и положение костных аутооттрансплантатов, установка которых приведет к восстановлению анатомической целостности глазницы и перемещению глазного яблока в целевое положение.

Для определения геометрии аутооттрансплантата, истинных границ глазницы и исключения ложных дефектов выполняется сегментация кости в ручном режиме [15]. Сегментация кости выполняется методом послойного контурирования на аксиальных срезах с учетом значений Хаунсфилда от +100 и поправкой на «эффект частичного объема» (PVE) в граничащих с газом -900 HU тонких структурах [16]. Полученные контуры объединяются в один объект на 3d-реконструкции (рис. 6).

Методом ручной сегментации создана «рабочая» трехмерная модель, на которой воздух приравнен по плотности к кости и объединен с ней. Таким образом, просчитан и визуализирован реальный объем полости левой глазницы, полученная модель пригодна для проектирования костных аутооттрансплантатов.

Для определения расчетной плоскости расположения аутооттрансплантата на поврежденную глазницу отображается дно интактной глазницы, контур которого и сегментируется в ручном режиме на каждом коронарном срезе (рис. 8). Объединенные контуры сводятся в геометрический объект, который и является расчетной моделью аутооттрансплантата.

В результате получено трехмерное отображение расчетной плоскости дна глазницы, в соответствии с которой будет позиционироваться трансплантат (рис. 9).

Следующим этапом планирования является определение потенциала донорских зон и виртуальный забор костного аутооттрансплантата. Под термином «потенциал донорской зоны» мы понимаем совокупность параметров донорской зоны, определяющих качество аутооттрансплантата. Для аутографта свода черепа этими качественными параметрами являются: плотность, максимально возможные для забора размеры, а также конфигурация костной пластинки с обязательным учетом ее кривизны. Приоритет безопасного забора трансплантата при максимальном сохранении и соответствии всех вышеперечисленных параметров в условиях конкретной клинической ситуации является основополагающим. На данные свойства трансплантата, в свою очередь, влияет множество различных факторов: от индивидуальных анатомических параметров пациента и гистологических характеристик кости донорской области до уровня квалификации хирурга и оснащенности операционной.

По данным МСКТ определены параметры

донорской области, позволяющие безопасно выполнить забор костных аутооттрансплантатов необходимой кривизны, размеров и формы: общая толщина теменной кости слева – 6,7 мм, справа – 7,2 мм; толщина наружной кортикальной пластинки слева – 2,6 мм, справа – 2,0 мм. С учетом толщины костной ткани, реконструируется трехмерная модель черепа (рис. 10). Светлым цветом окрашены толстые участки, имеющие два кортикальных слоя прослойкой губчатого вещества, более темным – участки, соответствующие эмбриогенетически обусловленным более тонким областям черепа, не делящиеся на слои и представляющие собой цельный кортикальный слой. Также в данном фильтре может быть отображено взаиморасположение теменных костей с другими анатомическими структурами такими, как венозные синусы, пальцевидные вдавления, а также эмиссарные вены головного мозга, влияющими на структуру кости. Для безопасного забора расщепленного костного аутооттрансплантата необходим участок теменной кости, имеющий бикортикальное строение.

Виртуально выполняется забор костного бикортикального фрагмента теменной кости заведомо большего размера. Это дает возможность наиболее точно подобрать донорский участок кости в соответствии с требующимися для реконструкции конфигурацией, кривизной и рельефом, а именно его максимальным потенциалом. Данный подход позволяет не только максимально рационально использовать объем и площадь костного аутооттрансплантата, но и значительно уменьшает шансы перфорации внутренней кортикальной пластинки при его заборе (рис. 11).

Полученный костный фрагмент теменной кости имеет бикортикальное строение, что отчетливо видно на трехмерной модели, построенной с применением фильтра, разделяющего объем в зависимости от его плотности (рис. 12). На данном этапе костный блок находится в своем анатомическом положении и на иллюстрации отображен в пространстве без окружающих тканей.

Для формирования готового трансплантата требуется только наружная кортикальная пластинка. Выполняется ручная сегментация и проектное расщепление костного блока на уровне наружной кортикальной пластинки с учетом ориентиров плотности от +1500 HU.

Сегментированный костный блок преобразуется в математическую модель аутооттрансплантата, пригодную для дальнейшего проектного моделирования (рис. 14).

Следующим этапом планирования выполняется виртуальное перемещение костного блока в полость глазницы. С применением алгоритмов программы Amira 5.4.5. выполняется

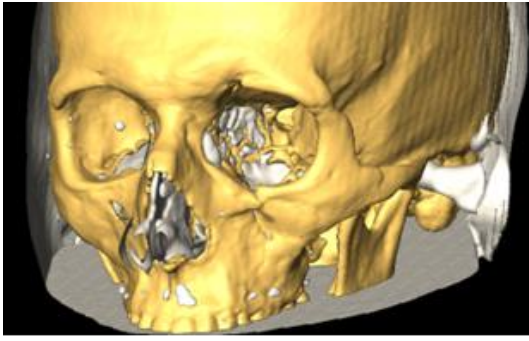


Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. 3D-реконструкция.

Визуализация газа придаточных пазух носа и носовых ходов (выделено белым цветом).

Fig. 6. 3D-reconstruction.

Visualization of the gas of the paranasal sinuses and nasal passages. (highlighted in white).

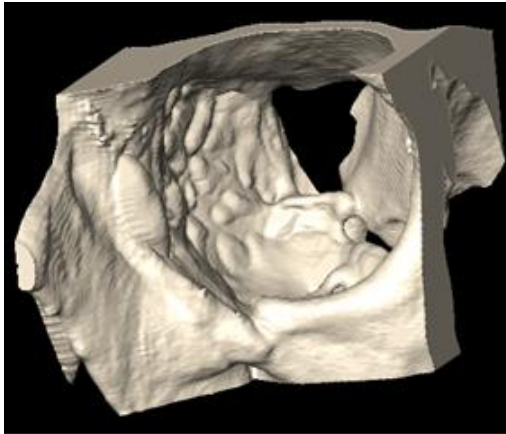


Рис. 7 (Fig. 7)

Рис. 7. Трехмерная модель левой глазницы, пригодная для дальнейшего проектирования.

Fig. 7. Three-dimensional model of the left eye socket, suitable for further design.

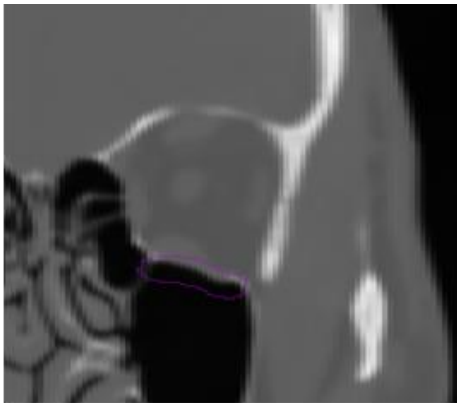


Рис. 8 (Fig. 8)

Рис. 8. МСКТ.

Определение расчетной плоскости аутотрансплантата дна глазницы (выделено фиолетовым цветом).

Fig. 8. MSCT.

Determination of the calculated plane of the autograft of the bottom of the eye socket. (highlighted in purple).

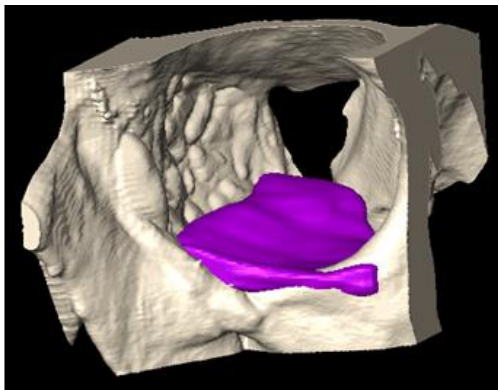


Рис. 9 (Fig. 9)

Рис. 9. Трехмерная визуализация расчетной плоскости дна реконструируемой глазницы (отмечено фиолетовым цветом).

Fig. 9. Three-dimensional visualization of the calculated plane of the bottom of the reconstructed eye socket. (marked in purple).

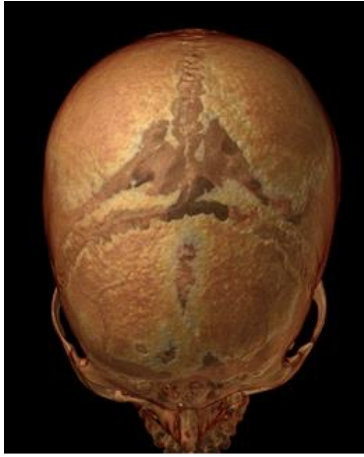


Рис. 10 (Fig. 10)

Рис.10.Кости свода черепа, реконструированные в зависимости от их толщины и количества слоев.

Fig. 10. Bones of the cranial vault, reconstructed depending on their thickness and number of layers.



Рис. 11 (Fig. 11)

Рис. 11. Виртуальный забор костного блока для моделировки аутотрансплантата дна глазницы.

Область забора указана зеленой линией.

Fig. 11. Virtual bone block sampling for modeling the autograft of the bottom of the eye socket.

The sampling area is indicated by a green line.

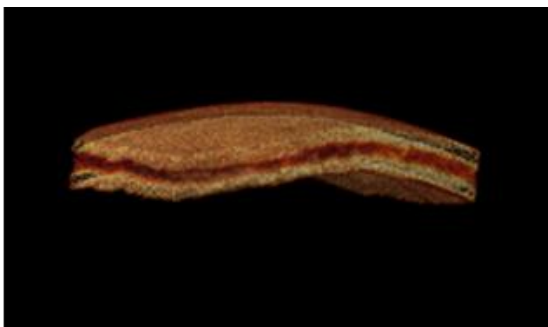


Рис. 12 (Fig. 12)

Рис. 12. Вид на бикортикальный костный блок с латеральной стороны.

Fig. 12. View of the bicortical bone block from the lateral side.

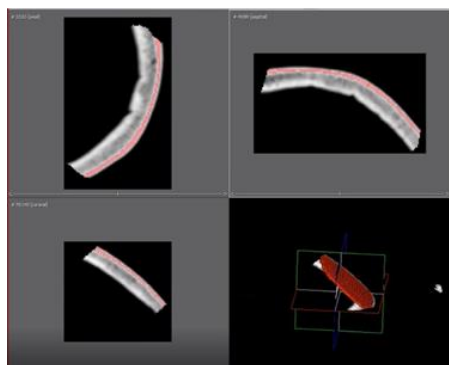


Рис. 13 (Fig. 13)

Рис. 13. Сегментировано компактное вещество наружной кортикальной пластинки из объема костного блока со свода черепа.

Fig. 13. The compact substance of the outer cortical plate is segmented from the volume of the bone block from the cranial vault.

позиционирование костного блока в глазнице, наиболее точно соответствующее заданной плоскости дна глазницы (рис. 8, 9). Перемещение костного блока не ограничено пределами полости глазницы на модели и происходит с наложением на объем модели. Исходя из конфигурации объема костного блока и конфигурации расчетной плоскости дна глазницы, алгоритм вычисляет положение костного блока, при котором происходит максимальное пересечение объема блока и расчетной целевой плоскости дна глазницы (рис. 15).

Проводится контроль расположения блока в соответствии с участками дна глазницы, которые являются наиболее значимыми в определении положения глазного яблока. В первую очередь, это точка наибольшего сближения костной пластинки с нижним полюсом глазного яблока (рис. 16), область перехода дна глазницы в нижнеглазничный край. Данные аспекты не могут быть в полной мере учтены алгоритмом программы и требуют квалифицированного контроля со стороны инженера и хирурга. Поскольку в данном клиническом случае предполагается использовать два костных ауто трансплантата – на нижнюю и медиальную стенку глазницы, то точка наибольшего сближения медиальной стенки глазницы с экватором глазного яблока будет учтена отдельно при моделировании ауто трансплантата на внутреннюю стенку глазницы.

Когда окончательное положение костного блока определено, проводится формирование непосредственно костного ауто трансплантата. Достигнутое положение костного блока не только максимально точно соответствует целевой плоскости нижней стенки глазницы, но также является хирургически благоприятным, так как имеются широкие точки опоры по переднему, латеральному и заднему краю костного ауто трансплантата. Медиальный его край моделируется, исходя из особенностей строения медиальной стенки глазницы, и будет рассмотрен далее. В автоматическом режиме алгоритмом программы Amira 5.4.5. отсекаются все части костного блока, пересекающиеся с костными границами трехмерной модели глазницы, а также воздушными пространствами, так как на модели они приравнены по плотности. Выполнение данного этапа в автоматическом режиме позволяет не только рационализировать сам процесс моделировки, но и дает возможность с высокой точностью сформировать рельеф края будущего трансплантата. Такой подход значительно повышает точность его интраоперационного позиционирования за счет достижения высокой конгруэнтности контактирующих поверхностей, а также способствует консолидации ауто трансплантата в воспринимающем ложе (рис. 17).

Далее моделирование ауто трансплантата выполняется вручную при помощи редактора объемного изображения программы Amira 5.4.5. Отсекаются фрагменты кости, выходящие за пределы глазницы спереди, находящиеся в проекции сосудисто-нервного комплекса и мышц в дистальных отделах, а также по латеральному краю. Формируется костная выемка для слезоотводящих путей. Принцип работы ручного редактора объема представлен на рисунке 18.

При формировании медиального края костного ауто трансплантата учитывается тонкая структура внутренней стенки глазницы, а также ее взаиморасположение с полостями решетчатого лабиринта, что важно для формирования медиальных отделов ложа трансплантата в ране. С технической точки зрения интраоперационно попытка вплотную приблизиться к воздухоносным полостям, отграниченным от полости глазницы слизистой оболочкой, весьма затруднительна и может привести к формированию нежелательного сообщения с решетчатым лабиринтом. В данном случае, являющимся скорее исключением, рельеф и толщина медиальной стенки позволяет сделать это безопасно. Чаще же приходится вручную укорачивать медиальный край костного ауто трансплантата дна глазницы еще на этапе виртуального планирования для того, чтобы снизить риск перфорации медиальной стенки при его установке. В аналогичном данному случае, если планируется применение второго костного ауто трансплантата на медиальную стенку глазницы, незначительное укорочение медиального края ауто трансплантата дна глазницы не повлияет на точность достижения целевого объема глазницы. Опорные функции медиального края трансплантата не являются основополагающими, наличие точек опоры трансплантата в передних, латеральных и дистальных отделах достаточно для обеспечения его стабильности, однозначности позиционирования в ране и последующей консолидации. В результате этапов моделирования, в автоматическом и ручном режимах, получена виртуальная модель костного трансплантата, устраняющего дефект дна глазницы (рис. 19). Моделировка фиксирующего и позиционирующего паза для костного ауто трансплантата медиальной стенки будет рассмотрена далее.

Смоделированный костный ауто трансплантат возвращается в исходное донорское положение. Определена реальная топография ауто трансплантата на своде черепа (рис. 20). Отклонение от расчетной точки забора костного ауто трансплантата неизбежно влияет на изменение его кривизны и может послужить причиной погрешности в пространственном расположении точки наибольшего сближения с полюсом глазного яблока и, соответственно, на век-



Рис. 14 (Fig. 14)

Рис.14. Сегментированный костный блок наружной кортикальной пластинки со свода черепа в виде самостоятельного математического объекта, пригодного для дальнейшего проектного моделирования.

Fig. 14. Segmented bone block of the outer cortical plate from the cranial vault in the form of an independent mathematical object, suitable for further design modeling.

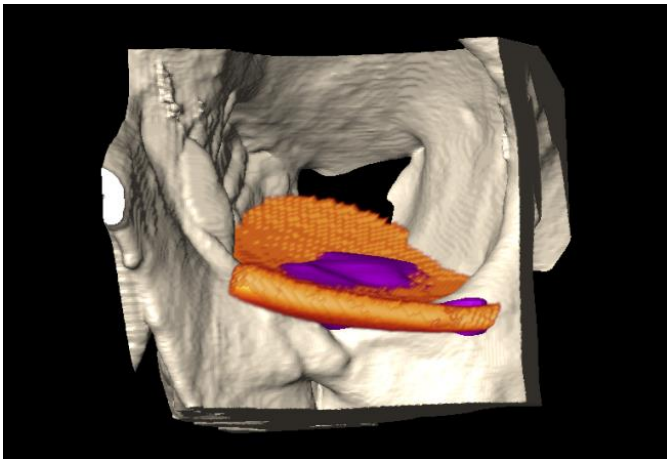


Рис. 15 (Fig. 15)

Рис.15. Этап перемещения и автоматизированного позиционирования костного блока в полости глазницы (оранжевым цветом обозначен костный аутографт, фиолетовым – расчетная плоскость).

Fig. 15. The stage of movement and automated positioning of the bone block in the cavity of the orbit. (orange color indicates a bone autograft, purple - the calculated plane).

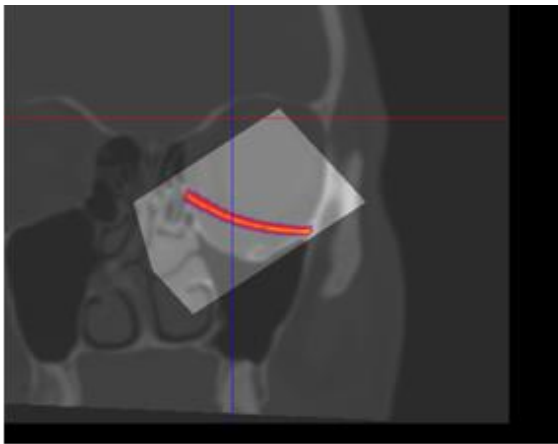


Рис. 16 а (Fig. 16 а)

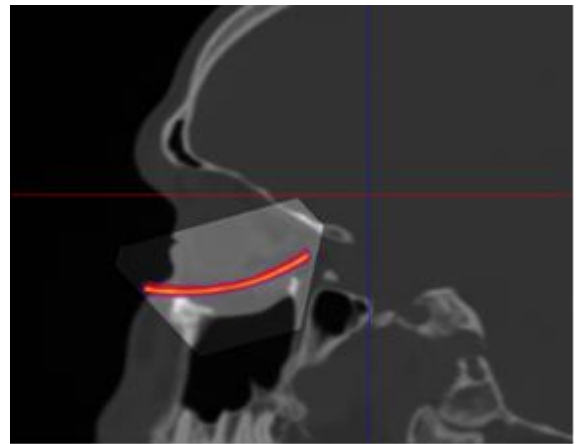


Рис. 16 б (Fig. 16 в)

Рис. 16. Результат контроля положения костного блока дна глазницы, при зеркальном отображении дна интактной глазницы на поврежденную.

а – Корональная плоскость; б – сагиттальная плоскость. Определяется точка максимального сближения с полюсом глазного яблока.

Fig. 16. The result of the control of the position of the bone block of the bottom of the eye socket, with the mirror image of the bottom of the intact eye socket on the damaged eye socket.

а – coronal view; б – sagittal view. The point of maximum closeness with the pole of the eyeball is determined.

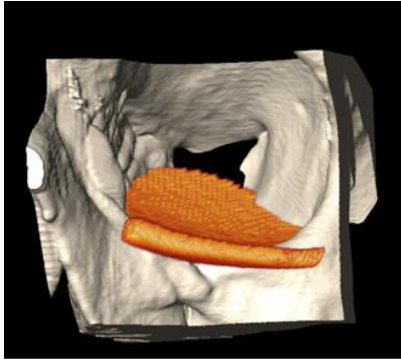


Рис. 17 (Fig. 17)

Рис. 17. Результат автоматизированного этапа моделирования костного аутографтата.

Fig. 17. The result of the automated stage of modeling the bone autograft.

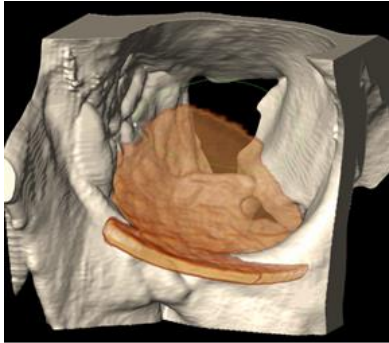


Рис. 18 а (Fig. 18 а)

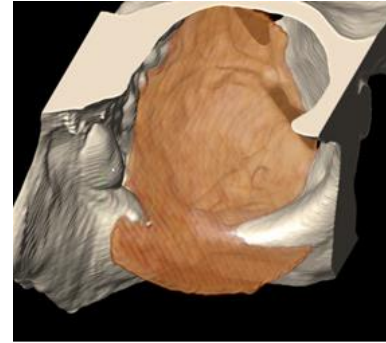


Рис. 18 б (Fig. 18 в)

Рис. 18. Моделирование аутографтата вручную при помощи редактора объема Volume Edit (место отсечения костного объема указано зеленой линией).

Fig. 18. Manually modeling the autograft using the Volume Edit Volume Editor. (the location of the bone volume is indicated by a green line).

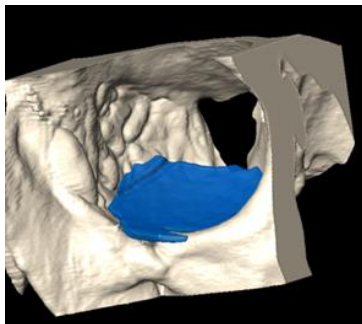


Рис. 19 (Fig. 19)

Рис.19. Трехмерная модель костного аутографтата дна глазницы.

Fig. 19. Three-dimensional model of the bone autograft of the bottom of the eye socket.

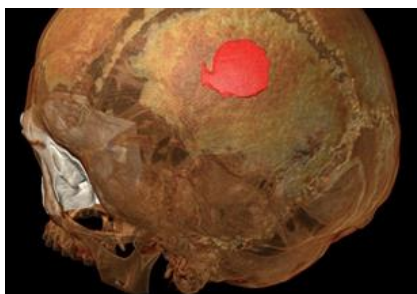


Рис. 20 а (Fig. 20 а)

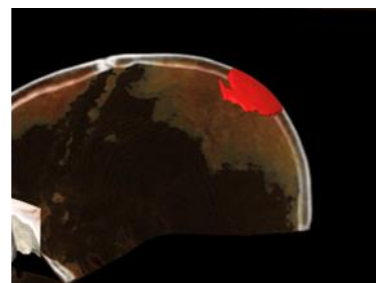


Рис. 20 б (Fig. 20 в)

Рис. 20. Топография костного аутографтата на своде черепа (указано красным цветом).

Fig. 20. Topography of the bone autograft on the cranial vault (indicated in red).

тор и степень репозиции глазного яблока в целом.

По аналогичной технологии выполняется виртуальный забор костного блока для реконструкции медиальной стенки, расчет целевой плоскости расположения костного ауто трансплантата медиальной стенки, виртуальное отделение наружной кортикальной пластинки и ее перенос в полость глазницы и затем позиционирование в соответствии с расчетной плоскостью. Дополнительно проводится корректировка плоскости ауто трансплантата с учетом точки максимального сближения с экватором глазного яблока (рис. 21).

После определения плоскости трансплантата по аналогичной технологии выполняется автоматизированное моделирование его краев – удаляется весь объем костного блока, пересекающийся с моделью глазницы. На рисунке 22 отображен результат этого этапа, а также взаиморасположение двух ауто трансплантатов в пространстве.

Так как необходимо учесть не только костные границы глазницы, но и располагающиеся в данной области анатомические структуры, то дальнейшее моделирование выполняется вручную при помощи редактора объема. Удаляется объем аутокости из области прохождения слезоотводящих путей. В данном клиническом случае костный ауто трансплантат практически не пересекается со слезоотводящими путями и сосудисто-нервными комплексами, потому костный ауто трансплантат со стадии автоматизированного моделирования практически без изменений будет установлен на место медиальной стенки глазницы.

Следующим этапом формируется позиционирующий и фиксирующий паз ауто трансплантата, устраняющего дефект дна глазницы для трансплантата на медиальную стенку. Для этого костные пластинки визуализированы отдельно от общей модели так, что ауто трансплантат дна отображен фантомно, то есть таким образом, что визуально видна его трехмерная конфигурация, но функция инструментаредатора объема VolumeEdit на него не распространяется. Таким образом, он служит визуальным ориентиром и не подвержен воздействию редактора. В проекции плоскости ауто трансплантата дна глазницы при помощи ручного редактора объема проведена линия, делящая его толщину пополам и по которой затем сформирован нижний край ауто трансплантата медиальной стенки (рис. 23). Далее в автоматическом режиме из объема ауто трансплантата дна глазницы удаляется объем пересекающегося с ним нижнего края ауто трансплантата медиальной стенки. При помощи редактора объема вручную адаптируются верхний, дистальный и передний края ауто трансплантата. Уда-

ляются тонкие фрагменты кости, которые не несут пластической, позиционирующей и фиксационной нагрузки, а также неизбежно будут потеряны на этапе создания стереолитографического шаблона.

На рисунке 24 представлено пространственное взаиморасположение костных ауто трансплантатов.

Определяется топография костных ауто трансплантатов на 3d-реконструкции свода черепа для интраоперационного позиционирования стереолитографических шаблонов при их заборе (рис. 25).

Окончательным этапом виртуального планирования является конвертация трехмерных моделей в файлы для 3d-печати и дальнейшее изготовление стереолитографических шаблонов.

Основные этапы операции.

Первым этапом выполняется забор и моделирование костных ауто трансплантатов, размеры и конфигурация которых заранее и точно рассчитаны. После выполнения доступа на свод черепа произведен забор костных ауто трансплантатов с использованием интраоперационных стереолитографических шаблонов (рис. 25, 26).

Далее выполнено их моделирование в соответствии с конфигурацией шаблонов и припасовка на стереолитографической модели черепа (рис. 27).

Посредством трансконъюнктивального разреза выполнен доступ к восстанавливаемым отделам глазницы. Отмечается патологическое сообщение полости глазницы с полостью верхнечелюстного синуса, в виду имеющегося обширного дефекта дна глазницы. Сформировано воспринимающее ложе для ауто трансплантатов дна и медиальной стенки глазницы. Костные ауто трансплантаты установлены в воспринимающее ложе в соответствии с виртуальной моделью. Положение ауто трансплантатов стабильное, фиксации не требует. Рана ушита послойно.

В раннем послеоперационном периоде выполнена контрольная КЛКТ, что также информативно для определения положения ауто трансплантатов (рис. 28).

Внешний вид пациента в раннем послеоперационном периоде (рис. 29), отмечается остаточный коллатеральный отек в области оперативного вмешательства.

Через 8 месяцев пациентка повторно консультирована, выполнена контрольная МСКТ. (Рис. 30, 31).

Результаты и их обсуждение.

При значительной степени смещения фрагментов скулоглазничного комплекса возникают показания для репозиции и металлоостеосинтеза. В большинстве случаев выраженное смещение фрагментов скуловой кости при-

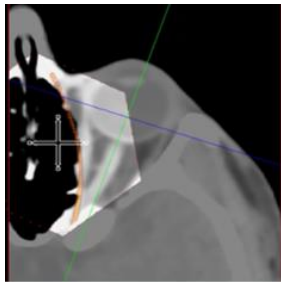


Рис. 21 а (Fig. 21 а)

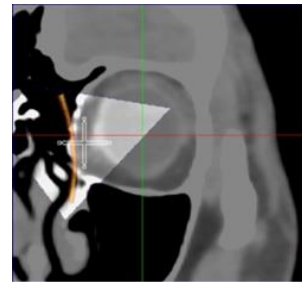


Рис. 21 б (Fig. 21 в)

Рис. 21. Результат контроля положения костного блока медиальной стенки, при зеркальном отображении здоровой глазницы на поврежденную.

а – аксиальная плоскость, б – корональная плоскость. Определяется точка максимального сближения с экватором глазного яблока.

Fig. 21. Result of monitoring the position of the bone block of the medial wall, when mirroring the healthy eye socket to the damaged orbital wall.

а – axial view; б – coronal view. The point of maximum closeness with the equator of the eyeball is determined.

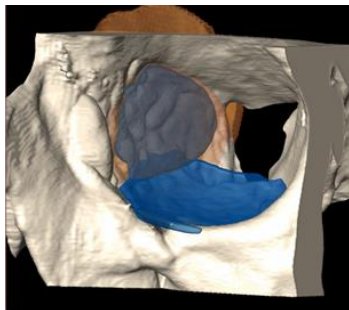


Рис. 22 а (Fig. 22 а)



Рис. 22 б (Fig. 22 в)

Рис. 22. Результат этапа автоматизированного моделирования костного аутографта медиальной стенки глазницы.

Синим цветом отображена конечная форма аутографта, вписанная в плоскость всей медиальной заготовки в полости глазницы (а) и пространстве (б).

Fig. 22. The result of the stage of automated modeling of the bone autograft of the medial wall of the orbit.

Blue shows the final shape of the autograft, inscribed in the plane of the entire medial preform in the cavity of the orbit (а) and space (b).

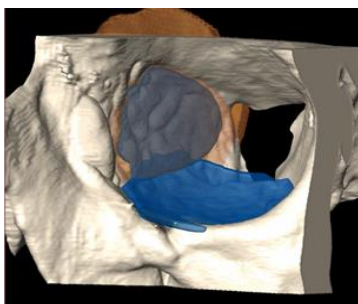


Рис. 23 а (Fig. 23 а)



Рис. 23 б (Fig. 23 в)

Рис. 23. а – Формирование фиксирующего паза костного аутографта дна глазницы и краев медиального аутографта; б – конечный результат манипуляции.

Fig. 23. а - Formation of the fixing groove of the bone autograft of the bottom of the orbit and the edges of the medial autograft; б – the final result of the manipulation.



Рис. 24 а (Fig. 24 а)

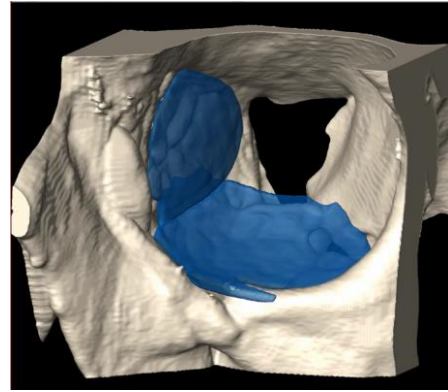


Рис. 24 б (Fig. 24 в)

Рис. 24. а – Окончательный вид костных аутографтов в пространстве; б – в полости глазницы.

Fig. 24. а – final form of bone autografts in space; б – in the cavity of the orbit.



Рис. 25 (Fig. 25)

Рис. 25. Топография костных аутографтов медиальной стенки и дна глазницы на своде черепа (обозначены красным цветом).

Fig. 25. Topography of the bone autografts of the medial wall and the bottom of the eye socket on the cranial vault (marked in red).



Рис. 26 а (Fig. 26 а)



Рис. 26 б (Fig. 26 в)

Рис. 26. Фотографии.

Забор костных аутографтов с применением стереолитографических шаблонов.

Fig. 26. Photo.

Sampling the bone autografts using stereolithographic patterns.

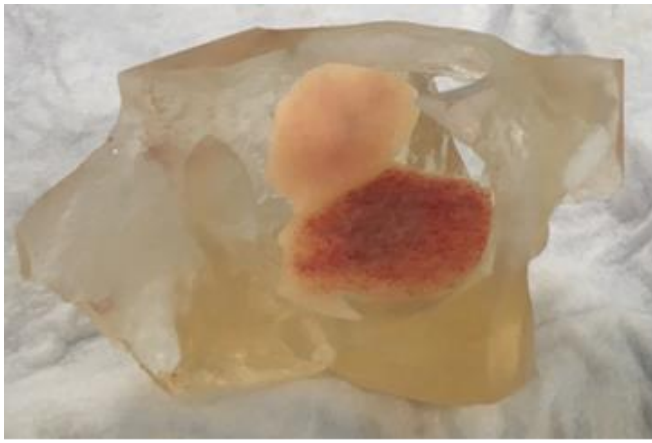


Рис. 27 (Fig. 27)

Рис. 27. Фотография.

Припасовка костных аутографтов на стереолитографической модели.

Fig. 27. Photo.

Adaptation of bone autografts on a stereolithographic model.

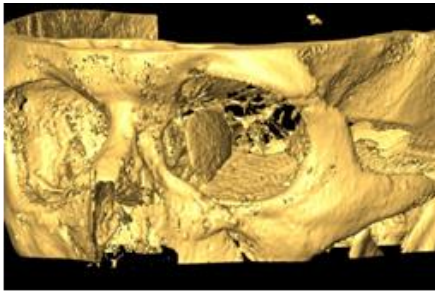


Рис. 28 а (Fig. 28 а)

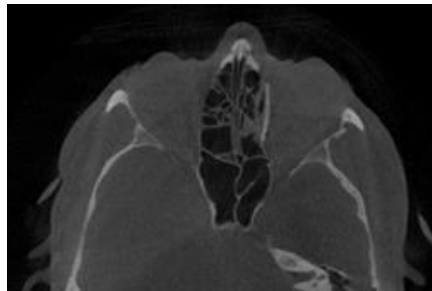


Рис. 28 б (Fig. 28 в)

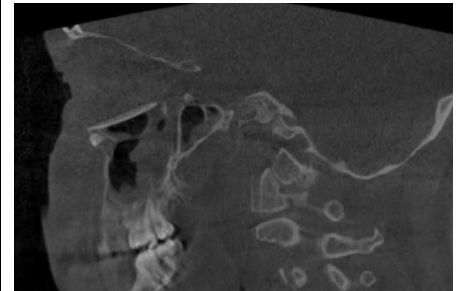


Рис. 28 в (Fig. 28 с)

Рис. 28. Контрольная КЛКТ в раннем послеоперационном периоде.

а – 3D-реконструкция; б – аксиальная плоскость; с – сагиттальная плоскость.

Fig. 28. Control CBCT in the early postoperative period.

а - 3D-reconstruction; б – axial view; с – sagittal view.



Рис. 29 а (Fig. 29 а)



Рис. 29 б (Fig. 29 в)

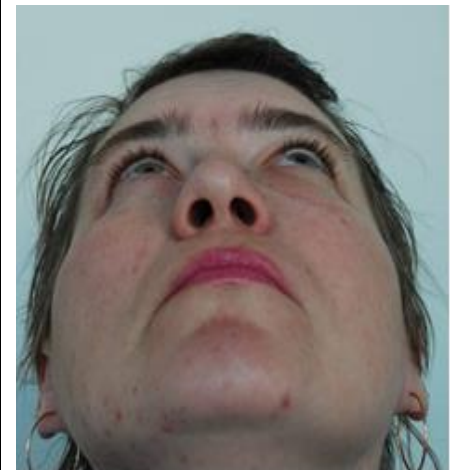


Рис. 29 в (Fig. 29 с)

Рис. 29. Фотографии. Внешний вид пациентки в раннем послеоперационном периоде.

а – Анфас; б – полупрофиль слева; с – подбородочно-лобная проекция.

Fig. 29. Photo. Appearance of the patient in the early postoperative period.

а – frontal view; б – left half-profile; с - chin-frontal view.

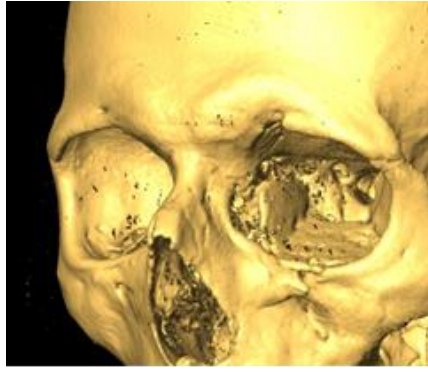


Рис. 30 а (Fig. 30 а)

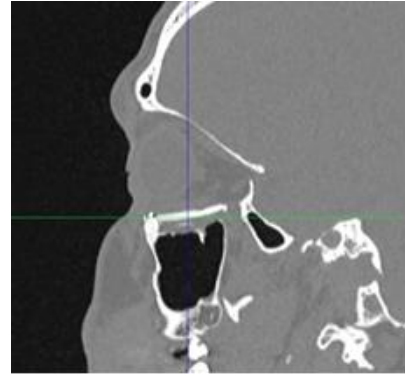


Рис. 30 б (Fig. 30 в)

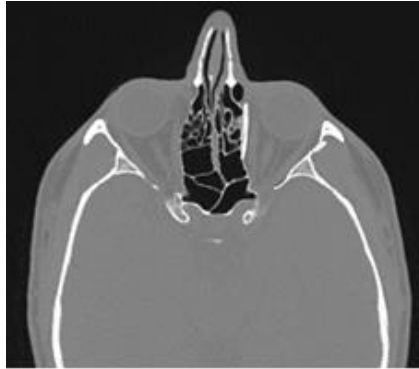


Рис. 30 в (Fig. 30 с)



Рис. 30 г (Fig. 30 d)

Рис. 30. Контрольная МСКТ в отдаленном послеоперационном периоде.

а – Трехмерная реконструкция; б – сагиттальная плоскость; с – корональная плоскость; d – аксиальная плоскость.

Fig. 30. Control MSCT in the remote postoperative period.

a – three-dimensional reconstruction; b – sagittal view; c – coronal view; d – axial view.



Рис. 31 а (Fig. 31 а)



Рис. 31 б (Fig. 31 в)



Рис. 31 в (Fig. 31 с)

Рис. 31. Фотографии.

Внешний вид пациента в отдаленном послеоперационном периоде. а – Анфас; б – полупрофиль слева; с – подбородочно-лобная проекция.

Fig. 31. Photos.

Appearance of the patient in the remote postoperative period. a – frontal view; b – left half-profile; c – chin-frontal view.

водит к развитию тяжелых функциональных нарушений таких, как ограничение открывания рта, ограничение боковых движений нижней челюсти. Ранний срок с момента травмы (до 4 недель) также является прямым показанием к выполнению репозиции и металлоостеосинтеза костных фрагментов. Репозицию костных фрагментов на ранних и поздних сроках после травмы стоит рассматривать отдельно по причине стратегически отличающихся подходов к планированию и самому хирургическому лечению. Сложный рельеф и текстура костных отломков на ранних сроках после травмы и, следовательно, их высокая конгруэнтность при репозиции позволяет выполнить точный остеосинтез. В контексте компьютерного планирования это дает возможность с высокой точностью прогнозировать результаты операции, прецизионно вычислить размеры и конфигурацию костных аутотрансплантатов. Принципиально отличается ситуация, когда с момента травмы прошел значительный период времени. Костные отломки подвергаются резорбции и порочной консолидации с их ремоделированием. В таких ситуациях к репозиции прибегают только в случае наличия функциональных нарушений, вызванных смещением костных отломков, которые были описаны выше. Наиболее точным протоколом предоперационного планирования и лечения в таких случаях является создание промежуточных стереолитографических шаблонов, определяющих позиционные параметры репозиции. Определяются данные параметры индивидуально, исходя из следующих факторов:

- степени костной резорбции отломков (чем более выражена резорбция, тем больше будет диастаз между правильно репонированными костными фрагментами)
- гладкости рельефа конгруэнтных поверхностей (чем сильнее гладен рельеф конгруэнтных поверхностей, тем меньше площадь консолидации отломков и количество визуальных ориентиров в ране)
- неизбежного повреждения порочно консолидированных костных фрагментов при остеотомии (ширина линии остеотомии), а также при выделении их из рубцовых тканей.

С учетом двух этапов операции (репозиции с последующим остеосинтезом и реконструкции стенок глазницы), планирующихся одновременно для последовательного выполнения в течение одного вмешательства возникает дополнительный фактор суммирующейся погрешности. В любом случае, точность прогнозирования метода относительно одноэтапной операции (устранение дефекта без репозиции) в такой ситуации снижается.

Для более точного понимания формирования показаний и противопоказаний к использованию того или иного пластического материала, а следовательно, и алгоритма планирования, следует рассмотреть подробнее преимущества и недостатки каждого из них. Особенности планирования операций с применением различных пластических материалов и тактик лечения отличаются и будут рассмотрены отдельно.

Костные аутотрансплантаты.

Расщепленный кортикальный костный аутотрансплантат со свода черепа.

Основным преимуществом данного пластического материала является его иммунная совместимость и, соответственно, низкий процент воспалительных осложнений при его применении. В условиях сообщения полости глазницы с верхнечелюстным синусом, следовательно, и с окружающей средой, данный аспект будет являться основополагающим. Его механическая прочность, возможность точно выполнить моделирование с учетом мельчайших деталей также дают возможность в высокой степени соответствовать расчетным параметрам при выполнении операции. В силу анатомических особенностей теменной донорской зоны имеется техническая возможность выполнить забор трансплантата большой площади. Низкая степень костной резорбции теменного кортикального аутографта даже в отдаленном периоде позволяет в значительной степени точно прогнозировать результаты операции (вставить ссылку на исследование по резорбции).

Наиболее значительным недостатком применения расщепленного костного аутотрансплантата со свода черепа является его геометрия – уплощенная форма, не позволяющая в полной мере воссоздать особенности архитектуры дна и стенок глазницы с их сложным рельефом, влияющим на положение глазного яблока. Наличие обширной донорской зоны при использовании костного аутографта со свода черепа для многих пациентов также является одной из основных причин для отказа от данного метода. Состояние костей свода черепа также определяет потенциал данного типа аутографта в каждом конкретном клиническом случае.

Ключевыми особенностями при выполнении расчетов костного аутографта является необходимость учитывать его плоскую форму и, по сути, сводится к взаимодействию костной пластинки с глазным яблоком лишь в точке их максимального сближения. Вектор перпендикуляра к плоскости аутотрансплантата и будет в основном определять направление смещения глазного яблока в сторону целевого положения. От него во многом зависит конечная форма и размер аутотрансплантата. Также ключевым моментом является количество и взаимораспо-

ложение точек опоры аутографта на костное основание реципиентной зоны. В практическом смысле этот фактор обеспечивает его стабильность, а также легкость и однозначность позиционирования аутотрансплантата в условиях реального операционного доступа.

Расщепленный костный аутотрансплантат с ветви нижней челюсти.

Обладает схожим рядом свойств с теменным аутотрансплантатом в отношении антигенного статуса и пластических свойств, а также невозможности точно формировать костную архитектуру костных границ глазницы. Среди отличительных преимуществ можно отметить, что донорская зона при заборе костного аутотрансплантата с ветви нижней челюсти значительно меньше. Однако есть и ряд недостатков данного типа аутографта. Доказана большая степень резорбции костной ткани в отдаленный период вследствие меньшей плотности компактного вещества кортикальной пластинки ветви нижней челюсти. Ограниченный объем аутотрансплантата также сужает область его применения при обширных повреждениях.

В контексте планирования не отличается от аутотрансплантата со свода черепа, однако имеет значительно большую склонность к резорбции.

Сетчатый титановый имплантат с полимерным покрытием.

Положительно отличается от костных аутографтов отсутствием донорского ущерба, что снижает объем операционной травмы и продолжительность наркоза, однако среди недостатков можно отметить повышенный риск возникновения септических осложнений при наличии сообщения с верхнечелюстным синусом. В силу своих физических свойств с большой вероятностью деформируется при установке в воспринимающее ложе после моделировки через ограниченный хирургический доступ.

При планировании позволяет рассчитывать на более сложную форму точки давления на глазное яблоко, а соответственно более рациональное формирование вектора движения глазного яблока к целевому положению и формирование точек опоры имплантата. Планирование сетчатого имплантата практически реализуется через создание трехмерного стереолитографического шаблона, по которому выполняется формирование рельефа и контуров титанового имплантата.

Силиконовый имплантат.

Имеет широчайший потенциал в отношении моделировки и предсказуемости результатов, позволяя воссоздать мельчайшие детали рельефа реконструируемой поверхности и выполнить смещение глазного яблока в необходимом направлении. Среди значительных недо-

статков можно отметить, что силиконовый имплантат неприменим в условиях сообщения полости глазницы с верхнечелюстной пазухой. Являясь инородным телом при значительном объеме имплантата, часто вызывает дискомфорт при контакте с холодом.

При планировании открывает наибольшие возможности в отношении воссоздания рельефа стенок глазницы, а также точного восполнения недостающего объема внутриглазничных мягких тканей. Особенности, необходимые к учету при планировании определяются свойствами самого материала. Большие его объемы создают дополнительный вес и часто ощущаются пациентом при резких движениях. Большое значение для стабильности силиконового имплантата имеет рельеф площади его основания. При достаточной его выраженности достигается стабильность имплантата в воспринимающем ложе, а также легкость его установки в технических реалиях ограниченного хирургического доступа. При использовании двухэтапного хирургического лечения гипознофтальма, на первом его этапе возможен превентивный учет этих факторов без ущерба для точности каждого этапа в отдельности.

Выводы.

Принимая во внимание результаты данного исследования, а также многолетний опыт Института в хирургическом лечении пациентов с травмами глазницы, можно обозначить наиболее важные факторы, определяющие его успешность. Фундаментальную роль, безусловно, играет понимание патанатомических и патофизиологических процессов, происходящих в глазнице в момент травмы, в процессе формирования посттравматической глазницы, а также на этапах оперативного лечения и в отдаленные сроки после них. Детальный анализ каждого конкретного клинического случая в отдельности с учетом механизмов травмы, а также последующих факторов, в посттравматическом периоде (осложнения течения, хирургический анамнез и его особенности и т.д.) позволяет максимально точно подходить к разработке индивидуальной тактики лечения, планированию операций и прогнозу их результатов. Применение данных мультиспиральной компьютерной томографии для диагностики, последующего проектного моделирования операций и технологий трехмерной печати позволяют не только просчитать конечный результат оперативного лечения, но и обозначить его основные этапы.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Неробеев А.И., Сельский Н.Е., Буцан С.Б., Хохлачев С.Б., Йигиталиев Ш.Н.У. Опыт лечения дефектов скуло-нослбно-орбитального комплекса, сопровождающихся посттравматической субатрофией или утратой глазного яблока. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии.* 2011; 2: 8-18.
2. Кулаков А.А., Бутова В.Г., Чкадуа Т.З. Разработка критериев качества медицинской помощи в челюстно-лицевой хирургии. *Стоматология.* 2015; 2: 20-22.
3. Ашуев Ж.А., Базиев А.А., Лаптева А.Е. Медико-социальная деятельность при заболеваниях и травмах челюстно-лицевой области. *Вестник Всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии.* 2015; 4: 12-20.
4. Chi M. J. et al. An analysis of 733 surgically treated blowout fractures. *Ophthalmologica.* 2009; 224 (3): 167-175.
5. Sangaeva L.M., Serova N.S., Vykliuk M.V., Bulanova T.V. Radiodiagnosis of injuries to the eye and orbital structures. *Vestn Rentgenol Radiol.* 2007; 2: 60-4.
6. Серова Н.С., Павлова О.Ю. Мультиспиральная компьютерная томография в оценке повреждений глазодвигательных мышц на до- и послеоперационном этапах лечения. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2017; 11 (3): 54-58.
7. Клинические рекомендации по диагностике и лечению пациентов с челюстно-лицевыми деформациями врожденного и приобретенного генеза. «Ассоциация челюстно - лицевых хирургов и хирургов - стоматологов». 2014.
8. Ходячий А. Е. и др. Сегментация костных и мышечных структур челюстно-лицевой области на этапе планирования реконструктивно-восстановительного лечения. *Стоматология.* 2015; 2: 20-22.

References:

1. Nerobeev A. I., Selskiy N.E., Butsan S. B., Khokhlachov S. B., Iigitaliev Sh. N. Experience in the treatment of defects of the zygoma-naso-fronto-orbital complex, accompanied by post-traumatic subatrophy or loss of the eyeball. *Annals of plastic, reconstructive and aesthetic surgery.* 2011; 2: 8-18 (in Russian).
2. Kulakov A.A., Butova V. G., Chkadua T. Z. Development of criteria of quality of medical care in maxillofacial surgery. *Stomatology.* 2015; 2: 20-22 (in Russian).
3. Ashuev J. A., Baziyeu A. A., Lapteva E. A. Medico-social activities in diseases and injuries of the maxillofacial region. *Bulletin of the all-Russian society of medical and social expertise, rehabilitation and rehabilitation industry.* 2015; 4: 12-20 (in Russian).
4. Chi M. J. et al. An analysis of 733 surgically treated blowout fractures. *Ophthalmologica.* 2009; 224 (3): 167-175.
5. Sangaeva L. M., Serova N. S., Vykliuk M. V., Bulanova T. V. Radiodiagnosis of injuries to the eye and orbital structures. *Vestn Rentgenol Radiol.* 2007; 2: 60-4.
6. Serova N. S., Pavlova O. Yu. Multispiral computed tomography in the assessment of damage to the oculomotor muscles at the pre-and postoperative stages of treatment. *Diagnostic and interventional radiology.* 2017; 11 (3): 54-58. (in Russian).
7. Clinical recommendations for the diagnosis and treatment of patients with maxillofacial deformities of congenital and acquired Genesis. "Association of maxillofacial surgeons and dental surgeons". 2014. (in Russian).

8. Khodiachiy A.E. et al. Segmentation of bone and muscle structures of the maxillofacial area at the planning stage of reconstructive treatment. *Dentistry.* 2015; 94 (6-2): 96-97. (in Russian).
9. Dubois L. et al. Controversies in orbital reconstruction—III. Biomaterials for orbital reconstruction: a review with clinical recommendations. *International journal of oral and maxillofacial surgery.* 2016; 45 (1): 41-50.
10. Sahoo N. et al. Comparative evaluation of autogenous calvarial bone graft and alloplastic materials for secondary reconstruction of cranial defects. *Journal of Craniofacial Surgery.* 2010; 21 (1): 79-82.
11. Yau G. S. K. et al. Postoperative enophthalmos correction and secondary midfacial reconstruction after complex orbital-maxillary fracture repair. *Asian J Ophthalmol.* 2015; 4: 088-092.
12. Guo L. et al. Reconstruction of orbital floor fractures: comparison of individual prefabricated titanium implants and calvarial bone grafts. *Annals of plastic surgery.* 2009; 63 (6): 624-631.
13. Prowse S. J. B. et al. Orbital floor reconstruction: a case for silicone. A 12-year experience. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery.* 2010; 63 (7): 1105-1109.
14. Salmi M. et al. Patient-specific reconstruction with 3D modeling and DMLS additive manufacturing. *Rapid Prototyping Journal.* 2012; 18(3): 209-214.
15. Буцан С.Б., Хохлачев С.Б., Йигиталиев Ш.Н., Заякин Я.А. Возможности 3D моделирования в реконструктивной хирургии глазницы. *Вестник офтальмологии.* 2012; 128 (2): 20-26.
16. Ходячий А.Е., Перфильев С.А., Надточий А.Г., Хохлачев С.Б. Проектирование послеоперационного облика челюстно-лицевой области пациента при реконструктивно-восстановительном лечении на основе данных МСКТ. *Онкохирургия, Материалы I Междисциплинарного конгресса по заболеваниям органов головы и шеи.* 2013; 5 (1): 149.

8. Khodiachiy A.E. et al. Segmentation of bone and muscle structures of the maxillofacial area at the planning stage of reconstructive treatment. *Dentistry.* 2015; 94 (6-2): 96-97. (in Russian).
9. Dubois L. et al. Controversies in orbital reconstruction—III. Biomaterials for orbital reconstruction: a review with clinical recommendations. *International journal of oral and maxillofacial surgery.* 2016; 45 (1): 41-50.
10. Sahoo N. et al. Comparative evaluation of autogenous calvarial bone graft and alloplastic materials for secondary reconstruction of cranial defects. *Journal of Craniofacial Surgery.* 2010; 21 (1): 79-82.
11. Yau G. S. K. et al. Postoperative enophthalmos correction and secondary midfacial reconstruction after complex orbital-maxillary fracture repair. *Asian J Ophthalmol.* 2015; 4: 088-092.
12. Guo L. et al. Reconstruction of orbital floor fractures: comparison of individual prefabricated titanium implants and calvarial bone grafts. *Annals of plastic surgery.* 2009; 63 (6): 624-631.
13. Prowse S. J. B. et al. Orbital floor reconstruction: a case for silicone. A 12 year experience. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery.* 2010; 63 (7): 1105-1109.
14. Salmi M. et al. Patient-specific reconstruction with 3D modeling and DMLS additive manufacturing. *Rapid Prototyping Journal.* 2012; 18(3): 209-214.
15. Butsan S. B., Khokhlachov S. B., Iigitaliev S. N., Zakin J. A. Possibilities of 3D modeling in reconstructive surgery of the orbit.

Bulletin of ophthalmology. 2012; 128 (2): 20-26. (in Russian).

16. Khodiachiy A. E., Perfiliev A. S., Nadtochiy A. G., Khokhlov S. B. *Design of the postoperative appearance of the maxillo-facial region of a patient in a reconstructive treatment on the*

basis of MSCT data. Oncosurgery, Proceedings of the I Interdisciplinary Congress on diseases of the head and neck. 2013; 5 (1): 149. (in Russian).

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА В ОЦЕНКЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ СОСТОЯНИЙ ПРИ ТРАВМАХ ОРБИТЫ

Павлова О.Ю.¹, Серова Н.С.¹, Давыдов Д.В.², Шилова М.В.¹

Цель. Совершенствование лучевой диагностики при обследовании пациентов с травмой средней зоны лица на послеоперационном этапе лечения. **Материалы и методы.** С 2015 по 2018 года в Российско-Японском центре визуализации Первого МГМУ им. И.М. Сеченова было обследовано 72 пациента, поступивших после получения травмы лица. У всех пациентов диагностировано повреждение средней зоны лица.

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) на предоперационном этапе проводилась всем пациентам сразу после поступления и после хирургического лечения. Исследование было выполнено на аппарате Toshiba Aquilion One 640 в объемном режиме, с толщиной среза 0,5 мм, в режимах костной и мягкотканной реконструкции.

Результаты. По данным МСКТ в послеоперационном периоде у 48 пациентов (64%) костные границы орбит были восстановлены, объем поврежденной орбиты был симметричен при сравнении с не травмированной контралатеральной стороной.

У 24 пациентов (33%) объем поврежденной орбиты не был восстановлен, при этом в 19 случаях (26%) определялось пролабирование мягких тканей в верхнечелюстной синус вследствие сохраняющегося костного дефекта нижней стенки орбиты.

Неудовлетворительная установка имплантатов нижней стенки орбиты встречалась у 7 пациентов (10%).

Вывод. МСКТ является методом выбора обследования пациентов с травмами средней зоны лица. Компьютерная томография позволяет провести детальный анализ проведенного хирургического лечения, выявить возможные послеоперационные осложнения и оценить динамику состояния на отдаленных этапах.

Ключевые слова: МСКТ, компьютерная томография, травма орбиты, послеоперационный экзофтальм, хирургическое лечение.

Контактный автор: Павлова О.Ю., e-mail: dr.olgapavlova@gmail.com.

Для цитирования: Павлова О.Ю., Серова Н.С., Давыдов Д.В., Шилова М.В. Лучевая диагностика в оценке послеоперационных состояний при травмах орбиты. REJR 2018; 8(3):149-154. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-149-154.

Статья получена: 05.06.18

Статья принята: 06.07.18

RADIOLOGY OF POSTOPERATIVE PERIOD IN PATIENTS WITH ORBITAL TRAUMA

Pavlova O.Yu.¹, Serova N.S.¹, Davydov D.V.², Shilova M.V.¹

Purpose. To assess the possibilities of radiology diagnostics in patients with orbital trauma in postoperative period.

Materials and methods. From 2015 to 2018 years in the clinic of Sechenov University 72 patients (100%) with traumatic injuries were examined. All patients (n = 72, 100%) were diagnosed with orbital trauma.

After the admission all patients (n = 72, 100%) underwent multispiral computed tomography (MSCT) before and after the operation using Toshiba Aquilion One 640 modality, volume mode, slice thickness – 0.5 mm, bone and soft tissue reconstruction.

Results. According to MSCT data in postoperative period with orbital volumes were reconstructed and symmetrical compared to the other side in 48 patients (64%). In 24 cases (33%) orbital volumes weren't reconstructed with remaining prolapse of orbital soft tissue

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

2 - Peoples' Friendship University of Russia. Moscow, Russia.

structures in the maxillary sinus through the inferior orbital wall defect. Insufficient implantation of the inferior orbital wall prosthesis occurred in 7 patients (10%).

Conclusion. MSCT is a method of choice in examining the patients with injuries of the midface. Computed tomography allows detailed determination of performed surgical treatment, to reveal the risk of postoperative complications and assess the dynamic of a patient in late periods.

Keywords: MSCT, orbital trauma, soft tissue injury of the orbit, preoperative planning.

Corresponding author: Pavlova O.Yu., e-mail: dr.olgapavlova@gmail.com.

For citation: Pavlova O.Yu., Serova N.S., Davydov D.V., Shilova M.V. Radiology of post-operative period in patients with orbital trauma. REJR 2018; 8 (3):149-154. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-149-154.

Received: 05.06.18

Accepted: 06.07.18

В настоящее время проблема повреждений средней зоны лицевого скелета не теряет своей актуальности [1, 3, 5, 8, 12]. Это объясняется обширным и сочетанным характером повреждений данной области вследствие увеличения удельного веса транспортных, бытовых, взрывных и огнестрельных ран [2, 8, 14]. Среди пострадавших преобладают лица трудоспособного возраста (в промежутке от 20 до 50 лет), что также указывает на важность проблемы, так как инвалидизация при данном виде травм достигает 23,5 % [3, 4, 11, 13]. Черепно-лицевые переломы составляют около 40% от общего числа травматизма по данным ВОЗ от 2013 года, из них 3,5-8,0% приходится на повреждения костей челюстно-лицевой области (ЧЛО), таким образом, в структуре заболеваемости взрослого населения РФ травмы ЧЛО находятся на 10-м месте [1, 3, 6, 7]. Для корректного предоперационного планирования и снижения риска послеоперационных осложнений необходима точная диагностика повреждений орбиты с выбором наиболее чувствительной лучевой методики как на до-, так и на послеоперационном этапах.

Цель.

Совершенствование лучевой диагностики при обследовании пациентов с травмой орбиты на послеоперационном этапе лечения.

Материалы и методы.

С 2015 по 2018 года в Сеченовском Университете было обследовано 72 пациента (100%), поступивших после получения травмы лица. У всех пациентов диагностировано повреждение средней зоны лица. Группа пациентов состояла из 63 мужчин (87%) и 9 женщин (13%) в возрасте от 18 до 59 лет. Большинство пациентов получили травму вследствие ДТП (n=48, 66%), у 18 пациентов – уличная и бытовая травма (26%) и в 6 случаях (8%) – спортивная травма. Значительно преобладали односторонние повреждения (n=60, 83%), в 12 случаях

(17%) наблюдались двусторонние повреждения вследствие тяжелых ДТП.

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) на предоперационном этапе проводилась всем пациентам сразу после поступления. Исследование было выполнено на аппарате Toshiba Aquilion One 640 в объемном режиме, с толщиной среза 0,5 мм, в режиме костной и мягкотканной реконструкции.

Послеоперационное МСКТ исследование проводилось в течение недели после хирургического лечения на аппарате Toshiba Aquilion One 640 в объемном режиме, с толщиной среза 0,5 мм, в режиме костной и мягкотканной реконструкции. Исследование дополнялось мультипланарными и трехмерными реконструкциями.

Всем пациентам (n=72; 100%) проводилась дополнительная обработка МСКТ данных на рабочих станциях с целью объемного измерения орбит до и после хирургического лечения для оценки восстановления костных границ.

Всем пациентам (n=72; 100%) было выполнено хирургическое лечение с целью восстановления костных и мягкотканых структур средней зоны лица. Эндопротезирование дна орбиты проводилось с помощью сетчатого имплантата из титана у 63 пациентов (87%), хирургическое лечение дополнялось металлоостеосинтезом (МОС) подглазничного края и скулолобного шва титановыми микропластинами у 45 пациентов (62%). В 2 случаях (3%) для закрытия костного дефекта нижней стенки орбиты применялся аутоотрансплантат из теменной кости.

Результаты.

По данным МСКТ в послеоперационном периоде у 48 пациентов (64%) костные границы орбит были восстановлены, объем поврежденной орбиты был симметричен при сравнении с не травмированной контралатеральной стороной. У данных пациентов не наблюдалось пролабирования мягких тканей орбиты в верхнечелюстную пазуху.

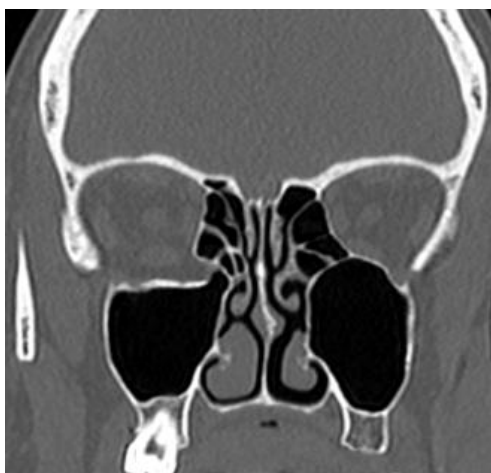


Рис. 1 а (Fig. 1 a)

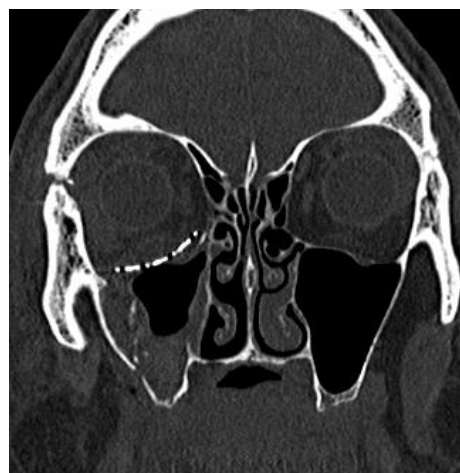


Рис. 1 б (Fig. 1 b)

Рис. 1. МСКТ, корональные реконструкции

Режим «костного окна». Реконструкция нижней стенки орбиты с применением костного аутографтата (а) и сетчатого титана (б).

Fig. 1. MSCT, coronal reconstruction.

Bone window. Reconstruction of inferior orbital wall with the usage of bone autograft (a) and mesh titanium (б).

люстной синус.

При помощи МСКТ были выявлены послеоперационные осложнения, заключающиеся в неудовлетворительной установке имплантатов нижней стенки орбиты: у 2 пациентов (3%) задний край имплантатов пролабировал кверху с повреждением нижней прямой глазодвигательной мышцы. В 5 случаях (7%) имплантаты пролабировали в верхнечелюстной синус вместе с мягкими тканями орбиты.

У 24 пациентов (33%) объём поврежденной орбиты не был восстановлен. В 19 случаях (26%) определялось смещение мягких тканей в верхнечелюстной синус вследствие сохраняющегося костного дефекта нижней стенки орбиты. Жировая клетчатка орбиты пролабировала в верхнечелюстной синус у всех 19 пациентов (26%). У 10 пациентов (14%) отмечалось пролабирование нижней прямой глазодвигательной мышцы, изменение формы мышцы и ее утолщение вдвое при сравнении со здоровой стороной. У 15 пациентов (21%) отмечалось также смещение зрительного нерва и его извитой характер хода. В 10 случаях (14%) определялся послеоперационный экзофтальм.

Обсуждение.

При анализе данных компьютерной томографии у пациентов с травматическими повреждениями орбиты на послеоперационном этапе врачу рентгенологу необходимо знать анамнез пациента, механизм и срок получения травмы, ход и тип операции, операционные доступы, материалы, используемые при протезировании стенок орбиты (рис. 1). Для оценки по-

слеоперационных состояний у пациентов с травмой орбиты необходимым является выделение рентгенологических критериев удовлетворительно и неудовлетворительно проведенного хирургического лечения.

В послеоперационном периоде критериями оценки удовлетворительного результата хирургического лечения (рис. 2) по данным компьютерной томографии являлись:

- восстановление костных границ стенок орбит, полное закрытие костного дефекта стенок имплантатом,
 - отсутствие пролабирования мягкотканного компонента в верхнечелюстной синус,
 - симметричность костных границ орбиты при сравнении с контралатеральной стороной,
 - восстановление объёма поврежденной орбиты,
 - отсутствие повреждений мягкотканых структур имплантатами и элементами МОС.
- В случае неудовлетворительных результатов оперативного вмешательства анализ данных компьютерной томографии включал следующие признаки (рис. 3):
- несимметричность костных границ восстановленной орбиты и увеличенный орбитальный объём при сравнении с контралатеральной стороной,
 - сохраняющиеся костные дефекты стенок орбиты, их размеры, форма и положение,
 - пролабирование мягкотканного компонента (включая глазное яблоко, зрительный нерв и глазодвигательные мышцы) в верхнечелюстной синус,

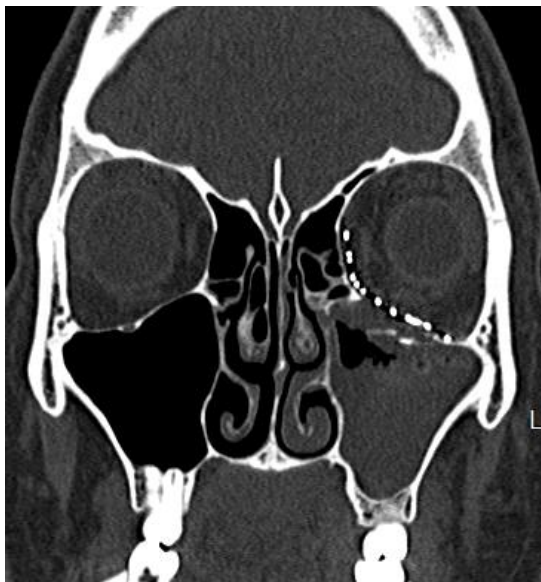


Рис. 2 а (Fig. 2 а)



Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2. МСКТ, корональная (а) и сагиттальная (б) реконструкции.

Режим «костного окна». Корректная реконструкция нижней стенки орбиты с переходом на медиальную стенку (а) с восстановлением орбитального объёма. Полное закрытие дефекта нижней стенки орбиты с восстановлением костной границы (б).

Fig. 2. MSCT, coronal (a) and sagittal (b) reconstruction.

Bone window. Correct reconstruction of inferior and medial orbital walls (a) with recovery of orbital volume. Full closure of the inferior wall defect with the reconstruction of the bone border (b).



Рис. 3 а (Fig. 3 а)



Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. МСКТ, корональная (а) и сагиттальная (б) реконструкции.

Режим «костного окна». Полное пролабирование имплантата нижней стенки орбиты в верхнечелюстной синус, сохраняющийся костный дефект нижней стенки орбиты (а, б).

Fig. 3. MSCT, coronal (a) and sagittal (b) reconstruction.

Bone window. Complete (a) with recovery of orbital volume. Complete prolapse of the inferior orbital wall implant into the maxillary sinus through the remaining inferior orbital wall defect (b).

- некорректное положение имплантатов стенок орбиты, пролабирование имплантатов кверху в полость орбиты или вниз в верхнечелюстной синус,
- повреждение имплантатами и элементами МОС мягкотканых структур орбиты.

Вывод.

МСКТ является методом выбора обследования пациентов с травмами средней зоны лица в послеоперационном периоде. Компьютерная томография позволяет провести детальный анализ проведенного хирургического лечения, выявить возможные послеоперационные осложнения и оценить динамику состояния пациента на отдаленных этапах. Предлагаемые

критерии оценки проведенного хирургического лечения мы рекомендуем включить в обязательный протокол МСКТ-обследования у всех пациентов с травмой орбиты и средней зоны лица.

Поддерживается "Проектом повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров".

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Дорожно-транспортные травмы. Информационный бюллетень №358 (Октябрь 2015). Доступно по: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/ru/>
2. Дубровин М.С., Копецкий И.С., Полуни В.С. Медико-социальная характеристика больных с повреждениями челюстно-лицевой области. Москва. Вестник Росздравнадзора. 2013; 2: 46-48.
3. Серова Н.С. Лучевая диагностика сочетанных повреждений костей лицевого черепа и структур орбиты. Канд.дисс. М., 2006. 130 с.
4. Wayne S. Kubal. RadioGraphics. 2008; 28: 1729-1739.
5. Давыдов Д.В., Левченко О.В., Михайлюков В.М Реконструктивная хирургия посттравматических дефектов и деформаций глазницы с использованием интраоперационной безрамной навигации. Вестник офтальмологии. 2014; 130 (2): 20-26.
6. Павлова О.Ю., Серова Н. С. Многосрезовая компьютерная томография в диагностике переломов глазниц. Вестник рентгенологии и радиологии. 2015; 3: 12-17.
7. Natri A.L., Gurney B. Current concepts in midface fracture management. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2016; 24 (4): 368-75. doi: 10.1097/MOO.0000000000000267.
8. Давыдов Д.В., Лежнев Д.А., Феденко И.А., Гвоздович В.А., Манакина А.Ю. Использование полимерных имплантатов

при изолированных повреждениях нижней стенки глазницы *Annals of plastic, reconstructive and aesthetic surgery*. 2014; 1: 20-25.

9. Pavlova O. Yu., Serova N.S., Davydov D.V., Peric B. Orbital volume assessment according to msct data in patients with mid-face trauma. REJR 2018; 8 (1): 29-39. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-1-29-39.
10. Павлова О.Ю., Серова Н.С. Протокол мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике травм средней зоны лица. REJR. 2016; 6 (3): 91-96. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3.
11. Кобзева И.В. Особенности диагностики и планирования лечения пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями средней зоны лица. Автореферат канд. дисс. Москва, 2013.
12. Николаенко В.П., Астахов Ю.С. Орбитальные переломы: руководство для врачей. Спб., Эко-Вектор, 2012. 436 с.
13. Сангаева А.М., Серова Н.С., Выклюк М.В., Буланова Т.В. Лучевая диагностика травм глаза и структур орбиты. Вестник рентгенологии и радиологии. 2007; 2: 60-64.
14. Серова Н.С. Дентальная объемная томография в решении некоторых задач стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Эндодонтия Today. 2010; 2: 55-57.

References:

1. Road traffic injuries. Fact sheet №358. Updated October 2015. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/ru/>
2. Dubrovin M.S., Kopetskiy I.S., Polunin V.S. Medical and social characteristics of patients with maxillofacial injuries. Vestnik roszdravnadzora. 2013; 2: 46-48 (in Russian).
3. Serova N.S. Radiology of combined fractures of facial and orbital structures. Cand. Diss. O., 2006. 130 p. (in Russian).
4. Wayne S. Kubal. RadioGraphics. 2008; 28: 1729-1739.
5. Davydov D.V., Levchenko O.V., Mikhaïliukov V.M. Surgical reconstruction of posttraumatic defects and deformities of the orbit using frameless navigation. The Russian Annals of Ophthalmology. 2014; 130 (2): 20-26 (in Russian).
6. Pavlova O.Yu., Serova N.S. Multislice computed tomography in the diagnosis of orbital fractures. Journal of radiology. 2015; 3:

12-17 (in Russian).

7. Natri A.L., Gurney B. Current concepts in midface fracture management. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2016; 24 (4): 368-75. doi: 10.1097/MOO.0000000000000267.
8. Davydov D.V., Lezhnev D.A., Fedenko I.A., Gvozdovich V.A., Manakina A.Yu. The use of polymeric implants for the correction of injured inferior orbital wall. Annals of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery. 2014; 1: 20-25.
9. Pavlova O. Yu., Serova N.S., Davydov D.V., Peric B. Orbital volume assessment according to msct data in patients with mid-face trauma. REJR 2018; 8 (1): 29-39. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-1-29-39.
10. Pavlova O.Yu., Serova N.S. MSCT protocol in midface trauma diagnostics. REJR. 2016; 6 (3): 48-53. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-48-53 (in Russian).

11. Kobzeva I.V. *The features of diagnostics and treatment planning with midface posttraumatic defects and deformations.* Cand.Diss. M., 2013. 23 p. (in Russian).

12. Nikolaenko V.P., Astakhov Yu.S. *Orbital fractures: guidance for doctors.* Spb., Eco-Vector, 2012. 436 p. (in Russian).

13. Sangaeva L.M., Serova N.S., Vykluk M.V., Bulanova T.V.

Radiology of globe and orbital trauma. Journal of radiology. 2007; 2: 60-64 (in Russian).

14. Serova N.S. *Dental volume tomography in solution of some tasks of dentistry and jaw and facial surgery.* *Endodontiya Today.* 2010; 2: 55-57 (in Russian).

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОПЛОСКОСТНЫХ РЕФОРМАЦИЙ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА ОСИ СЕРДЦА, В ДИАГНОСТИКЕ АТРЕЗИИ ЛЁГОЧНОЙ АРТЕРИИ ПРИ РЕНТГЕНОВСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Садыкова Г.К.^{1,2}, Труфанов Г.Е.², Ипатов В.В.³, Рязанов В.В.^{1,3}

Цель исследования. Представить возможности компьютерно-томографических (КТ) ангиографических многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике атрезии лёгочной артерии.

Материалы и методы. Ретроспективно проанализированы результаты КТ-ангиокардиографии 33 пациентов с атрезией лёгочной артерии, в возрасте от 1 дня жизни до 9 лет. При анализе многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, определяли расположение и морфологию предсердий и желудочков, впадение системных и лёгочных вен, места отхождения и взаимное расположение аорты и лёгочного ствола, визуализацию выходного отдела правого желудочка, митрально-полулуночное фиброзное продолжение, соотношение камер сердца, наличие коммуникаций (открытое овальное окно, дефект межжелудочковой перегородки, дефект межпредсердной перегородки), источники кровоснабжения лёгких, наличие сопутствующей патологии. Из 33 пациентов с атрезией лёгочной артерии вариант с дефектом межжелудочковой перегородки (ААА с ДМЖП) встречался у 21 пациента (пол: мужской – 8, женский – 13), с интактной межжелудочковой перегородкой (ААА с ИМЖП) – у 12 пациентов (пол: мужской – 9, женский – 3). Анализ последовательно построенных реконструкций, ориентированных на оси сердца, позволяет выявить характерные анатомические признаки атрезии лёгочной артерии, сопутствующую внутрисердечную и внесердечную патологию. Характерные анатомические признаки атрезии лёгочной артерии определяются в реформациях приточных отделов желудочков, по длинной оси левого желудочка, по короткой оси на уровне магистральных артерий.

Ключевые слова: врождённый порок сердца, конотрункальные пороки, атрезия лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой, атрезия лёгочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки, рентгеновская компьютерная томография, компьютерно-томографическая ангиокардиография, многоплоскостные реформации, ориентированные на оси сердца.

Контактный автор: Садыкова Г.К., e-mail: kokonya1980@mail.ru

Для цитирования: Садыкова Г.К., Труфанов Г.Е., Ипатов В.В., Рязанов В.В. Возможности применения многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике атрезии лёгочной артерии при рентгеновской компьютерной томографии. *REJR* 2018; 8(3):155-163. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-155-163.

Статья получена: 12.08.18

Статья принята: 30.08.18

1 - ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный педиатрический университет.
2 - ФГБУ Научно-исследовательский медицинский центр им. В.А. Алмазова Минздрава России.
3 - ФГБОУ ВО Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова Минобороны России.
г. Санкт-Петербург, Россия.

THE POSSIBILITIES OF USING COMPUTED TOMOGRAPHY HEART-AXIS-ORIENTED MULTIPLANAR REFORMATIONS IN DIAGNOSTICS OF PULMONARY ARTERY ATRESIA

Sadykova G.K.^{1,2}, Trufanov G. E.², Ipatov V.V.³, Ryazanov V. V.^{1,3}

Purpose. The aim of the study was to present the possibilities of heart-axis-oriented computed tomography (CT) angiographic multiplanar reformations in diagnostics of pulmonary artery atresia. Results of CT-angiocardiology of 33 patients with pulmonary artery atresia aged from 1st day-of-life to 9 years old were retrospectively observed and analyzed. Analysis of heart-axis-oriented multiplanar reformations included atria and ventricles localization and morphology, system and pulmonary veins inflows, aorta and pulmonary trunk origins and relative position, visualization of the output portion of the right ventricle, mitral-semilunar fibrous prolongation, proportion of the heart chambers, presence of communications (opened oval window, interatrial and/or interventricular septum defect), the sources of lung perfusion, presence of concomitant pathologies. Of 33 patients with pulmonary artery atresia variation with interventricular septum defect was detected in 21 patient (9 boys and 13 girls), with intact interventricular septum – in 12 patients (9 boys and 3 girls). Analysis of consequently performed heart-axis-oriented multiplanar reformations allows to detect peculiar anatomic signs of pulmonary artery atresia, concomitant intracardial and extracardial pathologies. The most valuable signs of pulmonary artery atresia are detected in followed reformations: supply ventricle division reformation, left ventricle long-axis reformation and short axis reformation at the level of main arteries.

Keywords: congenital heart disease, conotruncal defects, pulmonary artery atresia with intact intraventricular septum, pulmonary artery atresia with interventricular septum defect, computed tomography, computed tomographic angiocardiology, heart-axis-oriented multiplanar reformations.

Corresponding author: Sadykova G.K., e-mail: kokonya1980@mail.ru,

For citation: Sadykova G.K., Trufanov G.E., Ipatov V.V., Ryazanov V. V. The possibilities of using computed tomography heart-axis-oriented multiplanar reformations in diagnostics of pulmonary artery atresia. REJR 2018; 8 (3):155-163. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-155-163.

Received: 12.08.18

Accepted: 30.08.18

Атрезия лёгочной артерии (АЛА) – это порок, характеризующийся отсутствием сообщения лёгочной артерии с желудочками сердца. Атрезия лёгочной артерии бывает двух типов:

- 1) с дефектом межжелудочковой перегородки (ДМЖП),
- 2) с интактной межжелудочковой перегородкой (ИМЖП).

При атрезии с интактной межжелудочковой перегородкой атрезия клапана лёгочной артерии может быть истинно мышечной либо в виде клапанной мембраны с различимыми синусами и комиссурами [1, 5]. Порок сопровождается разными изменениями правых отделов сердца [1, 2, 3, 5, 9, 12]. Правый атриовентрикулярный клапан трёхстворчатый, всегда изменен, при этом створки утолщены и деформиро-

ваны. При гипоплазии трёхстворчатого клапана правый желудочек всегда уменьшен в размерах с толстыми стенками, часто с обширным фиброэластозом эндокарда. Правый желудочек полностью и правильно сформирован, но из-за гипертрофии миокарда трабекулярный отдел может облитерироваться [1, 2, 5, 12].

При аномалии развития правого атриовентрикулярного клапана с его недостаточностью правый желудочек и правое предсердие увеличены в размерах [2, 5]. Дилатация и гипертрофия полости правого предсердия зависит также и от того, насколько рестриктивно сообщение между предсердиями. В большинстве случаев правое и левое предсердия сообщаются через открытое овальное окно, редко через вторичный дефект межпредсердной перегородки [1, 2, 3, 5, 12].

1 - Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «St. Petersburg State Pediatric Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation.
2 - Federal State Budgetary Institution «Almazov National Medical Research Centre» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation.
3 - Federal State Budgetary Military Educational Institution of Higher Education «Military Medical Academy named by S.M. Kirov» of the Ministry of Defense of the Russian Federation.
St. Petersburg, Russia.

Вне зависимости от характера изменений правого предсердия и правого желудочка, лёгочный ствол и ветви лёгочной артерии развиты достаточно для обеспечения лёгочного кровотока, благодаря широкому открытому артериальному потоку.

Характерными анатомическими признаками атрезии лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой являются [1, 2, 3, 5, 9,12]:

- 1) атрезия клапана лёгочной артерии,
- 2) интактная межжелудочковая перегородка,
- 3) разная степень гипоплазии трикуспидального клапана и правого желудочка.

При атрезии лёгочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки внутрижелудочковые изменения обусловлены расхождением конусной перегородки и бульбовентрикулярной складки, вследствие этого наджелудочковый гребень отсутствует и определяется большой дефект межжелудочковой перегородки [1, 6].

Инфундибулярный отдел правого желудочка из-за гипоплазии конусной перегородки может быть сужен или не сформирован.

При этом варианте атрезии встречаются нарушения вентрикулярно-артериальных соединений в виде транспозиции и отхождения магистральных артерий от одного желудочка [6, 12].

Остальные отделы сердца сформированы нормально.

Атрезия лёгочно-артериального русла может быть на разных уровнях: от выходного отдела правого желудочка, включая ветви лёгочных артерий [1, 2, 3, 6, 12, 16, 18]. Часто этот порок сопровождается гипоплазией всего лёгочно-артериального дерева.

Источниками кровоснабжения лёгких могут быть: открытый артериальный проток, большие аорто-лёгочные коллатеральные артерии, бронхиальные коллатеральные артерии, медиастинальные коллатеральные артерии, фистулы между коронарными и лёгочными артериями [3, 6, 12].

Характерными анатомическими признаками атрезии лёгочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки являются [1, 2, 3, 6, 9,12]:

- 1) отсутствие сообщения правого желудочка с лёгочно-артериальным руслом, обусловленное атрезией от инфундибулярного отдела правого желудочка;
- 2) большой дефект межжелудочковой перегородки;
- 3) декстропозиция аорты;
- 4) источник коллатерального кровоснабжения лёгких.

Для определения наиболее успешной стратегии коррекции атрезии лёгочной артерии

необходимо детально установить все вышеописанные анатомические особенности. В настоящее время КТ-коронарография является наиболее перспективным неинвазивным лучевым методом для достижения данной цели. Мы предлагаем анализировать данные КТ-кардиоангиографии путём построения многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца. Это позволит не только сократить время анализа изображений при КТ-кардиоангиографии, но и сопоставлять результаты КТ-исследования с эхокардиографическими исследованиями и МРТ.

Цель исследования: представить возможности компьютерно-томографических (КТ) ангиографических многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, в диагностике атрезии лёгочной артерии.

Материалы и методы. Ретроспективно проанализированы результаты КТ-ангиокардиографии 33 пациентов с атрезией лёгочной артерии, в возрасте от 1 дня жизни до 9 лет. На основе данных КТ-ангиокардиографии были построены многоплоскостные реформации, ориентированные на оси сердца. При анализе многоплоскостных реформаций, ориентированных на оси сердца, определяли: расположение и морфологию предсердий и желудочков, впадение системных и лёгочных вен, места отхождения и взаимное расположение аорты и лёгочного ствола, визуализацию выходного отдела правого желудочка, митрально-полулунное фиброзное продолжение, соотношение камер сердца, наличие коммуникаций (открытое овальное окно, дефект межжелудочковой перегородки, дефект межпредсердной перегородки), источники кровоснабжения лёгких, наличие сопутствующей патологии. В наше исследование не включены случаи, когда атрезия лёгочной артерии является одним из компонентов сложных врождённых пороков сердца: аномалия Эбштейна, полная форма атриовентрикулярного канала, единственный желудочек, митральная атрезия, трикуспидальная атрезия, корригированная транспозиция магистральных артерий.

Результаты и обсуждение.

В реформации по длинной оси приносящего тракта правого желудочка при атрезии лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой (АЛА с ИМЖП) при гипоплазии правого желудочка в одном срезе видны все три отдела (n=11).

В реформации приточных отделов желудочков при АЛА с ИМЖП визуализируется гипоплазированный правый желудочек (n=7) (рис. 1 а), увеличение правого желудочка и правого предсердия при недостаточности аномального правого атриовентрикулярного клапана (n=4) (рис. 1 б).

В реформации приточных отделов желудочков при атрезии лёгочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки (АЛА с ДМЖП) визуализируется нормально развитый правый желудочек, чаще наблюдается увеличение правых отделов относительно левых отделов ($n=12$), реже преобладают размеры левых отделов ($n=7$), редко правые отделы равны левым ($n=2$).

В реформации по длинной оси сосуда хорошо визуализируется открытый артериальный проток (рис. 2 а). В случаях праворасположенной дуги аорты открытый артериальный проток лучше виден в реформации приточных отделов желудочков.

При АЛА с ДМЖП наличие и ход коллатеральных артерий можно определить в реформации по длинной оси сосуда (рис. 2 б), в реформации приточных отделов желудочков.

В реформации по длинной оси левого желудочка при АЛА с ИМЖП визуализируется целая межжелудочковая перегородка, митрально-аортальное фиброзное продолжение (рис. 3 а). В реформации по длинной оси левого желудочка при АЛА с ДМЖП визуализируется дефект межжелудочковой перегородки, митрально-аортальное фиброзное продолжение (рис. 3 б).

В реформации по короткой оси сердца на уровне желудочков при АЛА с ИМЖП взаимное расположение желудочков зависит от степени гипоплазии правого желудочка. При выраженной гипоплазии правого желудочка отмечается зигзагообразная деформация межжелудочковой перегородки (рис. 4).

При атрезии лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой (АЛА с ИМЖП) в реформации по короткой оси на уровне магистральных артерий во всех случаях определяется выходной отдел правого желудочка (рис. 5 а), хорошо развитые лёгочный ствол и ветви лёгочных артерий, визуализируется широкий открытый артериальный проток, расположенный кнаружи от левой лёгочной артерии (рис. 5 б). В этой реформации удалось визуализировать клапан лёгочной артерии с хорошо различимыми синусами и комиссурами, с расположенной в центре уплотнённой точки (рис. 5 в).

При КТ-ангиокардиографии возможно косвенно судить об отсутствии прямого кровотока из правого желудочка в лёгочную артерию и, соответственно, о ретроградном заполнении лёгочного ствола, ветвей лёгочной артерии по плотности контрастного вещества в лёгочном стволе, в ветвях лёгочных артерий в сравнении с правыми и левыми отделами сердца. Это возможно при разной плотности контрастного ве-

щества в правых и в левых отделах сердца (рис. 6 а) и невозможно при одинаковой плотности (рис. 6 б). Так при атрезии лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой плотность контрастного вещества в лёгочной артерии и в ветвях лёгочной артерии одинаковая с левыми отделами сердца, аортой. Это объясняется ретроградным заполнением лёгочного ствола, ветвей лёгочной артерии из аорты через открытый артериальный проток.

При атрезии лёгочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки (АЛА с ДМЖП) в реформации по короткой оси на уровне магистральных артерий возможны три варианта визуализации выходного отдела правого желудочка:

1) визуализируется без признаков стенозирования ($n=6$) (рис. 7 а), при этом атрезия определялась на уровне клапана лёгочной артерии ($n=3$), на уровне клапана лёгочной артерии, проксимальной части лёгочного ствола ($n=2$), на уровне лёгочной артерии и обеих лёгочных артерий ($n=1$);

2) визуализируется с признаками стенозирования ($n=4$) (рис. 7 б), при этом атрезия определялась на уровне клапана лёгочной артерии ($n=2$), на уровне клапана лёгочной артерии, лёгочного ствола с наличием конfluence ветвей ($n=2$);

3) не визуализируется ($n=11$) (рис. 7 в), при этом атрезия в большинстве случаев определялась на уровне клапана лёгочной артерии, лёгочного ствола с наличием конfluence ветвей ($n=8$); на уровне клапана лёгочной артерии ($n=3$).

Оценить сужение лёгочных артерий возможно в реформации приточных отделов желудочков, по короткой оси на уровне магистральных артерий.

Выводы.

Анализ последовательно построенных реконструкций, ориентированных на оси сердца, позволяет выявить характерные анатомические признаки атрезии лёгочной артерии, сопутствующую внутрисердечную и внесердечную патологию. Характерные анатомические признаки атрезии лёгочной артерии определяются в реформациях приточных отделов желудочков, по длинной оси левого желудочка, по короткой оси на уровне магистральных артерий.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

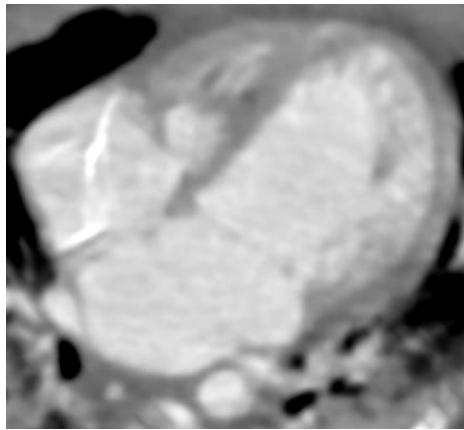


Рис. 1 а (Fig. 1 а)

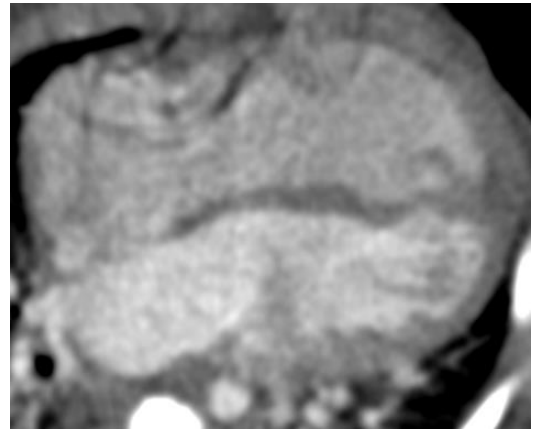


Рис. 1 б (Fig. 1 в)

Рис. 1. Реформация приточных отделов желудочков.

Атрезия лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой.

а – Гипоплазия правого желудочка, б – увеличенные правые отделы сердца.

Fig. 1. Supply ventricle division reformation.

Pulmonary artery atresia with intact intraventricular septum: a - hypoplasia of the right ventricle, b - increased right heart chambers.



Рис. 2 а (Fig. 2 а)

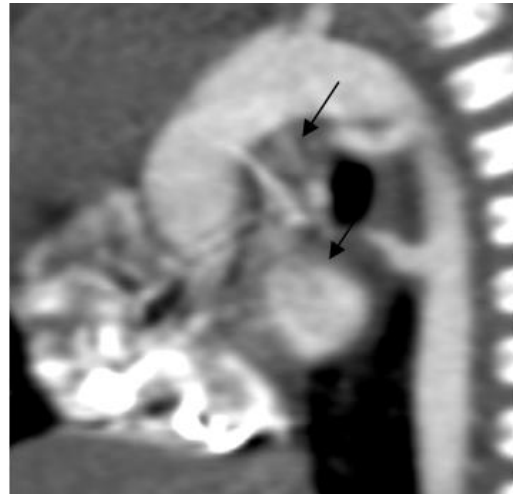


Рис. 2 б (Fig. 2 в)

Рис. 2. Реформация по длинной оси сосуда.

а – Открытый артериальный проток (стрелка), б – большие аорто-лёгочные коллатерали (стрелки).

Fig. 2. Long vessel axis reformation.

a - opened arterial duct, b - great aorto-pulmonar collaterals (arrows).

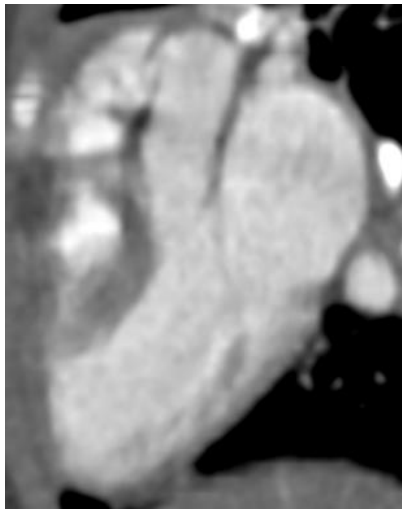


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

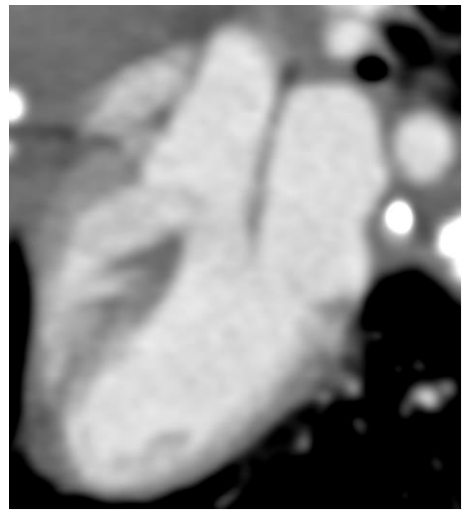


Рис. 3 б (Fig. 3 в)

Рис. 3. Реформация по длинной оси сосуда левого желудочка.

а – При атрезии лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой, б – при атрезии лёгочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки.

Fig. 3. Long heart axis reformation of the left ventricle in pulmonary artery atresia.

a - with intact intraventricular septum, b - with intraventricular septum defect

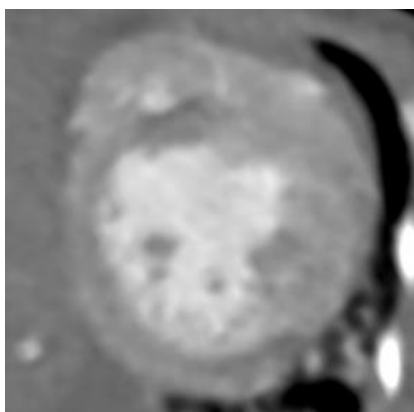


Рис. 4 а (Fig. 4 а)



Рис. 4 б (Fig. 4 в)

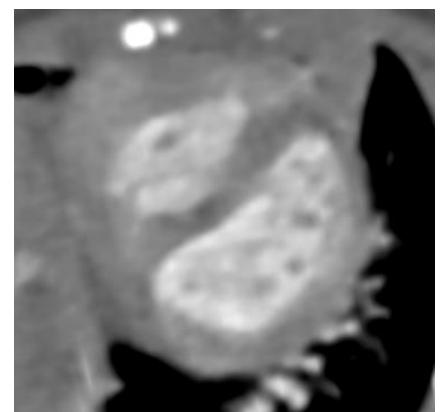


Рис. 4 в (Fig. 4 с)

Рис. 4. Реформация по короткой оси сердца.

Атрезия лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой при гипоплазии правого желудочка.

Fig. 4. Short heart axis reformation

Pulmonary artery atresia with intact intraventricular septum and right ventricle hypoplasia.

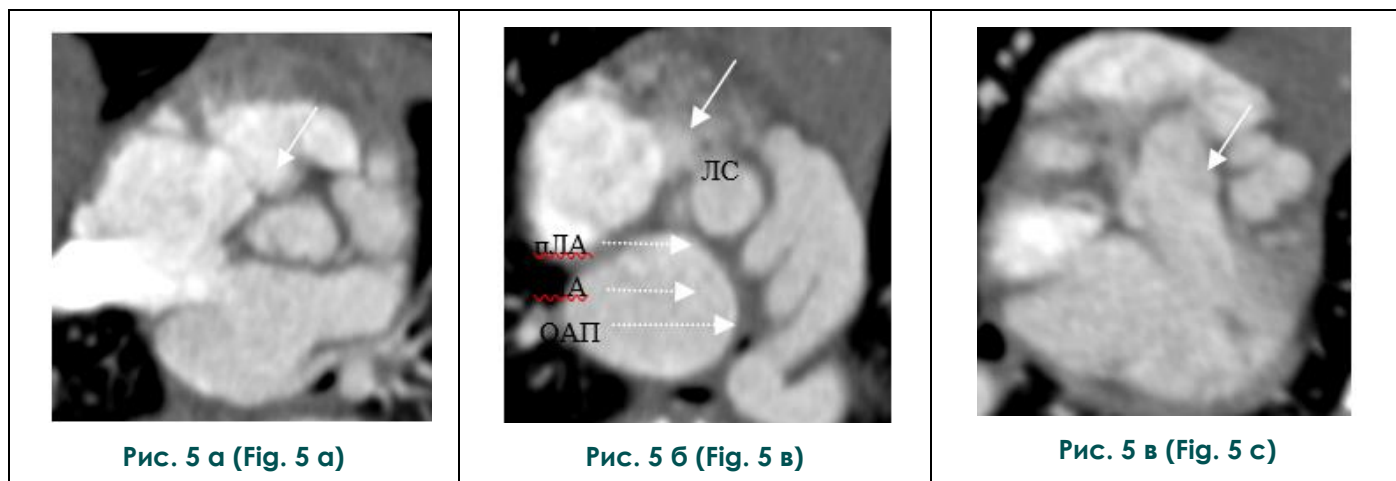


Рис. 5. Реформация по короткой оси на уровне магистральных артерий.

Атрезия лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой. Клапан лёгочной артерии указан стрелкой, ЛС – лёгочный ствол, лЛА – левая лёгочная артерия, пЛА – правая лёгочная артерия, ОАП – открытый артериальный проток.

Fig. 5. Short axis reformation on the level of great arteries.

Pulmonary artery atresia with intact intraventricular septum. The valve of the pulmonary artery is marked with the arrow. ЛС – pulmonary trunk, лЛА – left pulmonary artery, пЛА – right pulmonary artery, ОАП – opened arterial duct.

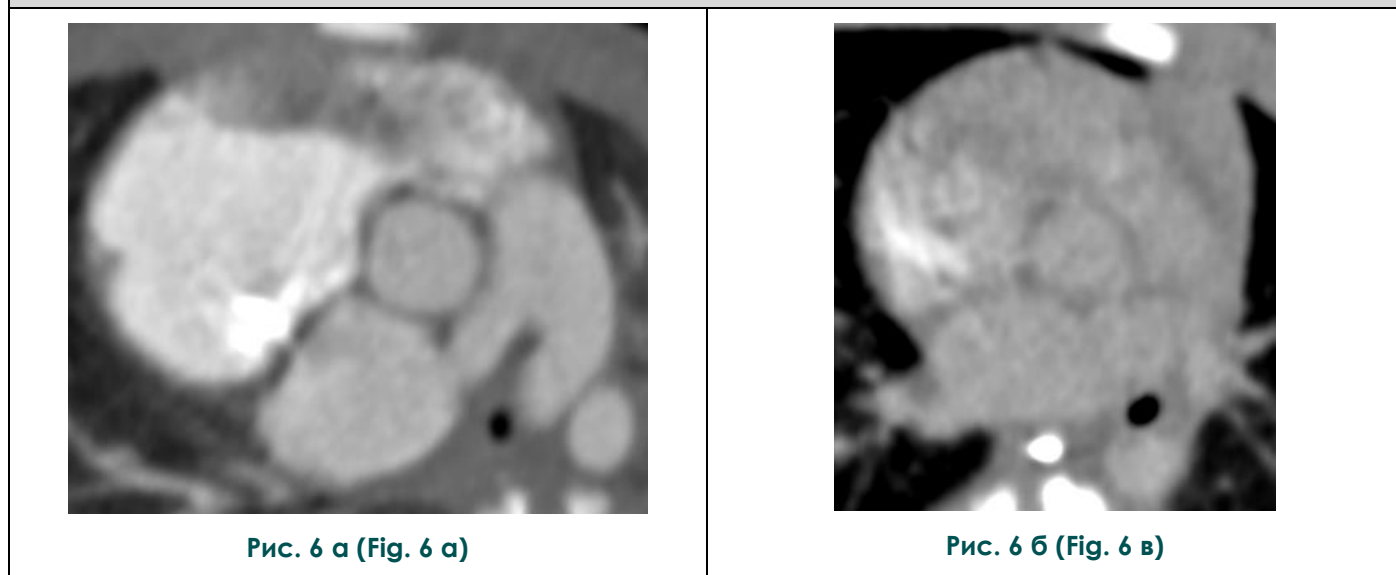


Рис. 6. Реформация по короткой оси на уровне магистральных артерий при атрезии лёгочной артерии с интактной межжелудочковой перегородкой.

а – Разная плотность контрастного вещества в правых и в левых отделах сердца, б – равная плотность контрастного вещества в правых и в левых отделах сердца.

Fig. 6. Short axis reformation on the level of great arteries in pulmonary artery atresia with intact intraventricular septum

a - different density of contrast agent in right and left chambers; b - equal density of contrast agent in right and left chambers.

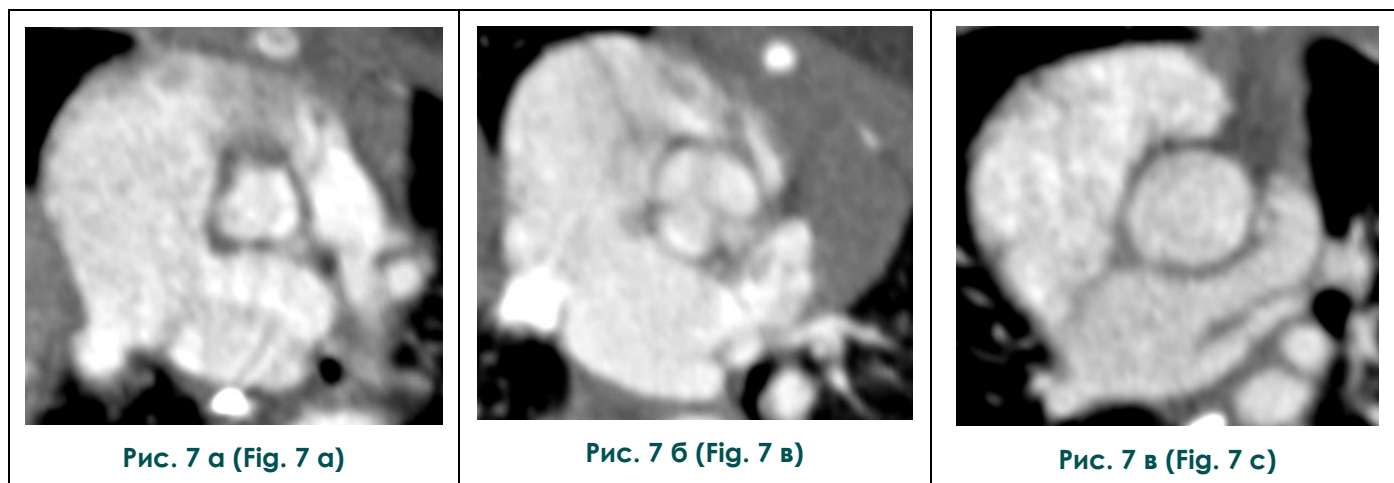


Рис. 7 а (Fig. 7 а)

Рис. 7 б (Fig. 7 в)

Рис. 7 в (Fig. 7 с)

Рис. 7. Реформация по короткой оси на уровне магистральных артерий при атрезии лёгочной артерии с дефектом межжелудочковой перегородки.

а – Выходной отдел правого желудочка без признаков стенозирования, б – выходной отдел правого желудочка со стенозом; в – выходной отдел правого желудочка не визуализируется.

Fig. 7. Short axis reformation on the level of great arteries in pulmonary artery atresia with intraventricular septum defect.

a - output portion of the right ventricle is without signs of stenosing; b - output portion of the right ventricle is stenosed; c - output portion of the right ventricle is not visualized.

Список литературы:

1. Андерсон Р.Г. Хирургическая анатомия сердца по Уилкоксу: пер. с англ. Москва, Логосфера, 2015. 456 с.
2. Банкл Г. Врождённые пороки сердца и крупных сосудов: пер. с англ. Москва, Медицина, 1980. 312 с.
3. Белоконь Н.А., Подзолков В.П. Врождённые пороки сердца. Москва, Москва, 1990. 352 с.
4. Бокерия Л.А. Хирургическая анатомия сердца, 2-е изд., испр. и доп. Москва, НЦССХ им. Бакулева РАМН, 2009. Т. 1. 406 с.
5. Бокерия Л.А. Хирургическая анатомия сердца, 2-е изд., испр. и доп. Москва, НЦССХ им. Бакулева РАМН, 2009. Т. 2. 400 с.
6. Бокерия Л.А. Хирургическая анатомия сердца, 2-е изд., испр. и доп. Москва, НЦССХ им. Бакулева РАМН, 2009. Т. 3. 312 с.
7. Воробьев А.С. Амбулаторная эхокардиография у детей: руководство для врачей. Санкт-Петербург. СпецЛит, 2010. 543 с.
8. Зиньковский М.Ф. Врождённые пороки сердца. Киев, Книга плюс, 2008. 1168 с.
9. Митина И.Н., Бондарев Ю.И. Неинвазивная ультразвуковая диагностика врожденных пороков сердца. Москва, Видар-М, 2004. 304 с.
10. Мутафьян О.А. Пороки сердца у детей и подростков. Руководство для врачей. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2009. 560 с.
11. Новиков В.И., Новикова Т.Н. Методика эхокардиографии. Санкт-Петербург, 2012. 96 с.
12. Шарыкин А.С. Врождённые пороки сердца. Руководство для педиатров, кардиологов, неонатологов, 2-е изд. Москва: Издательство БИНОМ, 2009. 394 с.
13. Bu G., Miao Y., Bin J. Comparison of 128-slice low-dose prospective ECG-gated CT scanning and trans-thoracic echocardiography for the diagnosis of complex congenital heart disease. *PLoS One*. 2016; 11(10):e0165617.
14. Buwler B.E., Rivero J.M. *The transthoracic examination*. Jones and Bartlett Publishers, LLC, Boston, 2011. 336 p.
15. Goitein O. The Role of Cardiac Computed Tomography in Infants with Congenital Heart Disease. *IMAJ*. 2014;16. – P. 147-152.
16. Lin M.T. Detection of pulmonary arterial morphology in tetralogy of Fallot with pulmonary atresia by computed tomography: 12 years of experience. *Eur J Pediatr*. 2012;171(3):579-586.
17. Listijono D.R., Rubens M.B., Rigby M.L. Complementary use of imaging modalities in diagnosis of complex congenital heart disease. *ASEAN Heart Journal*. 2014;22:1.
18. Liu J. [et al.]. Complete Preoperative Evaluation of Pulmonary Atresia with Ventricular Septal Defect with MultiDetector Computed Tomography. *PLoS ONE*. 2016;11(1):1-12.
19. Long Y.G. Role of Multi-slice and Three-dimensional Computed Tomography in Delineating Extracardiac Vascular Abnormalities in Neonates. *Pediatr Neonatol*. 2010;51(4):227-234.
20. Otto C.M. *Textbook of clinical echocardiography: 5th ed.* Elsevier, Philadelphia, 2013. 538 p.
21. Prakash A., Powell A.J., Geva T. Multimodality noninvasive imaging for assessment of congenital heart disease *Circ. cardiovasc. imaging*. 2010; 3:112-125.
22. Roest A.A., de Roos A. Imaging of patients with congenital heart disease. *Nat. rev. cardiol*. 2012;9:101-115.
23. Schallert E.K., Danton G.H., Kardon R., Young D.A. Describing congenital heart disease by using three-part segmental nota-

tion. *Radiographics*. 2013;33:E33–46.

24. Ho S.Y., Rigby M.L., Anderson R.H. *Echocardiography in congenital heart disease made simple*. Imperial College Press, London, 2006. 248 p.

References:

1. Anderson R.G. *Wilcocks Surgical heart Anatomy: translated into Russian*. Moscow, Logosphaera, 2015. 456 p. (in Russian).
2. Bankle G. *Congenital diseases of the heart and main vessels: translated into Russian*. Moscow, Medicina, 1980. 312 c. (in Russian).
3. Belokon' N.A., Podzolkov V.P. *Congenital heart abnormalities*. Moscow, Moskva, 1990. 352 c. (in Russian).
4. Bokeriya L.A. *Surgical anatomy of the heart, 2nd edition*. Moscow, A.N. Balulev NMRCCS, 2009. Vol. 1. 406 p. (in Russian).
5. Bokeriya L.A. *Surgical anatomy of the heart, 2nd edition*. Moscow, A.N. Balulev NMRCCS, 2009. Vol. 2. 400 p. (in Russian).
6. Bokeriya L.A. *Surgical anatomy of the heart, 2nd edition*. Moscow, A.N. Balulev NMRCCS, 2009. Vol. 3. 312 p. (in Russian).
7. Vorob'ev A.V. *Ambulatory echocardiography in children*. Saint-Petersburg, SpecLit, 2010. 543 p. (in Russian).
8. Zinkovskiy M.F. *Congenital heart diseases*. Kiev, Kniga Plus, 2008. 1168 p. (in Russian).
9. Mitina I.N., Bondarev Yu.I. *Non-invasive ultrasound diagnostics of congenital heart diseases*. Moscow, Vidar-M, 2004. 304 p. (in Russian).
10. Mutafyan O.A. *heart abnormalities of children and adolescents*. Moscow, GEOTAR-Media, 2009. 560 p. (in Russian).
11. Novikov V.I., Novikova T.N. *Methodics of echocardiography*. Saint-Petersburg, 2012. 96 p. (in Russian).
12. Sharykin A.S. *Congenital heart diseases. Teaching manual for pediatricists, cardiologists and neonathologists, 2nd ed*. Moscow: BINOM, 2009. 394 p. (in Russian).
13. Bu G., Miao Y., Bin J. *Comparison of 128-slice low-dose prospective ECG-gated CT scanning and trans-thoracic echocardiography for the diagnosis of complex congenital heart disease*. *PLoS One*. 2016; 11(10): e0165617.

25. Uemura H., Ho S.Y., Devine W.A. *Atrial appendages and venoatrial connections in hearts with patients with visceral heterotaxy*. *Ann. thorac. surg.* 1995. 7:98–116.

14. Buwler B.E., Rivero J.M. *The transthoracic examination*. Jones and Bartlett Publishers, LLC, Boston, 2011. 336 p.
15. Goitein O. *The Role of Cardiac Computed Tomography in Infants with Congenital Heart Disease*. *IMAJ*. 2014;16. – P. 147–152.
16. Lin M.T. *Detection of pulmonary arterial morphology in tetralogy of Fallot with pulmonary atresia by computed tomography: 12 years of experience*. *Eur J Pediatr*. 2012;171(3): 579–586.
17. Listijono D.R., Rubens M.B., Rigby M.L. *Complementary use of imaging modalities in diagnosis of complex congenital heart disease*. *ASEAN Heart Journal*. 2014; 22:1.
18. Liu J. [et al.]. *Complete Preoperative Evaluation of Pulmonary Atresia with Ventricular Septal Defect with MultiDetector Computed Tomography*. *PLoS ONE*. 2016;11(1): 1–12.
19. Long Y.G. *Role of Multi-slice and Three-dimensional Computed Tomography in Delineating Extracardiac Vascular Abnormalities in Neonates*. *Pediatr Neonatol*. 2010;51(4): 227–234.
20. Otto C.M. *Textbook of clinical echocardiography: 5th ed*. Elsevier, Philadelphia, 2013. 538 p.
21. Prakash A., Powell A.J., Geva T. *Multimodality noninvasive imaging for assessment of congenital heart disease*. *Circ. cardiovasc. imaging*. 2010; 3: 112–125.
22. Roest A.A., de Roos A. *Imaging of patients with congenital heart disease*. *Nat. rev. cardiol*. 2012; 9: 101–115.
23. Schallert E.K., Danton G.H., Kardon R., Young D.A. *Describing congenital heart disease by using three-part segmental notation*. *Radiographics*. 2013; 33: 33–46.
24. Ho S.Y., Rigby M.L., Anderson R.H. *Echocardiography in congenital heart disease made simple*. Imperial College Press, London, 2006. 248 p.
25. Uemura H., Ho S.Y., Devine W.A. *Atrial appendages and venoatrial connections in hearts with patients with visceral heterotaxy*. *Ann. thorac. surg.* 1995. 7:98–116.

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОЙ БЛЯШКИ ПО ДАННЫМ МСКТ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ НА ФОНЕ ТЕРАПИИ АТОРВАСТАТИНОМ

Ел Манаа Х.Э.¹, Шабанова М.С.², Гогниева Д.Г.¹, Ломоносова А.А.¹,
Щекочихин Д.Ю.¹, Рожков А.Н.¹, Шария М.А.^{1,2}, Терновой С.К.^{1,2}, Копылов Ф.Ю.¹,
Сыркин А.Л.¹

Цель исследования. Оценить динамику показателей нестабильности атеросклеротических бляшек по данным мультиспиральной компьютерной томографии коронарных артерий (КТ-КА) на фоне терапии аторвастатином в дозе 40 мг в течение 10-12 месяцев у пациентов со стенокардией напряжения.

Материалы и методы. В исследование проспективно включено 74 пациента, не принимавших статины, с клиникой стабильной стенокардии. Всем пациентам выполнена КТ коронарных артерий. Для дальнейшего наблюдения отобраны 30 пациентов, имеющих нестабильные атеросклеротические поражения. Назначена терапия аторвастатином в дозе 40 мг. Через 10-12 месяцев проведена повторная КТ коронарных артерий. Анализ изображений выполнен с помощью рабочей станции «Vitrea» «слепым» методом. Статистическая обработка выполнена с помощью программного обеспечения SPSS версии 11.5 (Биостат).

Результаты. Выявлено статистически незначимое уменьшение: общего объема бляшки – с $188,64 \pm 35,8$ до $184,96 \pm 34,45$ мм³, объема компонентов низкой плотности в бляшке – с $60,46 \pm 12,87$ до $57,06 \pm 12,34$ мм³, степени стеноза – с $41,6 \pm 3,16\%$ до $40,65 \pm 3,26\%$, микрокальцинатов – с $86,0\%$ до 90% , индекса ремоделирования – с $1,25 [1,0; 1,4]$ до $1,1 [1,0; 1,4]$, кольцевидного контрастирования – с $69,76\%$ до 60% , неровности контура – с $79,1\%$ до 65% . Наблюдалось снижение уровня ЛПНП – с $3,23 \pm 0,33$ до $2,76 \pm 0,27$ ммоль/л и статистически значимое снижение общего холестерина – с $5,75 \pm 0,45$ до $4,42 \pm 0,57$ ммоль/л.

Также была продемонстрирована статистически значимая положительная корреляция между снижением уровня ЛПНП и уменьшением общего объема бляшки ($R=0.51$, $P=0.002$), преимущественно за счет компонентов низкой рентгеновской плотности.

Выводы. Исследование демонстрирует редкий опыт применения КТ коронарных артерий с целью неинвазивного отслеживания динамики показателей нестабильности атеросклеротических бляшек (АСБ) и наглядно показывает их стабилизацию на фоне длительного приема статинов.

1 - ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России.
2 - ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России.
г. Москва, Россия.

Ключевые слова: компьютерная томография коронарных артерий, ишемическая болезнь сердца, нестабильные атеросклеротические бляшки, статины.

Контактный автор: Ел Манаа Хуссем Эддин, e-mail: dr.housseem@hotmail.com

Для цитирования: Ел Манаа Х.Э., Шабанова М.С., Гогниева Д.Г., Ломоносова А.А., Щекочихин Д.Ю., Рожков А.Н., Шария М.А., Терновой С.К., Копылов Ф.Ю., Сыркин А.Л. Оценка динамики показателей нестабильности атеросклеротической бляшки по данным мскт коронарных артерий на фоне терапии аторвастатином. REJR 2018; 8(3):164-173. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-164-173.

Статья получена: 07.07.18

Статья принята: 26.07.18

ASSESSING THE DYNAMICS OF VULNERABILITY OF ATHEROSCLEROTIC PLAQUES IN PATIENTS ON ATORVASTATIN THERAPY BASED ON CORONARY COMPUTED TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY (CCTA) DATA

El Manaa H.E.¹, Shabanova M.S.², Gognieva D.G.¹, Lomonosova A.A.¹, Shchekochikhin D.Yu.¹, Rozhkov A.N.¹, Shariya M.A.^{1,2}, Ternovoy S.K.^{1,2}, Kopylov Ph.Y.¹, Syrkin A.L.¹

Purpose. Assessing the dynamics of vulnerability of atherosclerotic plaques in patients with angina pectoris on atorvastatin therapy (40 mg for 10-12 months) based on coronary computed tomography angiography (CCTA) data.

Materials and methods. The study prospectively enrolled 74 patients with angina pectoris not medicated with statins. All patients underwent CCTA. 30 patients with vulnerability of atherosclerotic plaques were selected for further observation and atorvastatin was administered to them at dose of 40 mg. Repeated tomography scans were recorded 10-12 months later. Images were analyzed by "Vitrea" workstation in a blind manner. Statistical processing was performed on SPSS version 11.5 software (BioStat).

Results. Statistically insignificant decrease in: total plaque volume (from 188.64 ± 35.8 to 184.96 ± 34.45 mm³), low-attenuation plaque (from 60.46 ± 12.87 to 57.06 ± 12.34 mm³), degree of stenosis (from 41.6 ± 3.16 to $40.65 \pm 3.26\%$), spotty calcification (from 86.0 to 90%), remodeling index (from 1.25 [1,0;1,4] to 1.1 [1,0;1,4]), napkin-ring sign (from 69.76 to 60%), irregularity of the contour (from 79.1 to 65%). LDL levels decreased from 3.23 ± 0.33 to 2.76 ± 0.27 mmol/L. Statistically significant decrease of total cholesterol was from 5.75 ± 0.45 to 4.42 ± 0.57 mmol/L.

The study also revealed statistically significant positive correlation between decrease of LDL levels and total plaque volume decrease ($R=0.51$, $P=0.002$), mainly because of low-attenuation components.

Conclusion. We review our experience of using CCTA for noninvasive monitoring of vulnerability of atherosclerotic plaques in dynamics and show that atherosclerotic plaques stabilize on long-term atorvastatin treatment.

Keywords: coronary computed tomography angiography, coronary artery disease, vulnerable atherosclerotic plaques, statins.

Corresponding author: H.E. El Manaa, e-mail: dr.housseem@hotmail.com

For citation: El Manaa H.E., Shabanova M.S., Gognieva D.G., Lomonosova A.A., Shchekochikhin D.Yu., Rozhkov A.N., Shariya M.A., Ternovoy S.K., Kopylov Ph.Y., Syrkin A.L. Assessing the dynamics of vulnerability of atherosclerotic plaques in patients on atorvastatin therapy based on coronary computed tomography angiography (CCTA) data. REJR 2018; 8 (3):164-173. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-164-173.

Received: 07.07.18

Accepted: 26.07.18

Одним из ключевых моментов первичной и вторичной профилактики неблагоприятных сердечно-сосудистых событий является своевременное назначение гиполипидемической терапии, прежде всего ингибиторов коэнзим-А-редуктазы – статинов. Эффективность и безопасность данной группы препаратов была продемонстрирована в большом количестве исследований и не вызывает сомнений [1 - 3].

Благодаря современным методам визуализации, мы получили уникальную возможность визуализировать изменения, происходящие в сосудистой стенке, и пронаблюдать за ними на

фоне применения статинов. Так, исследования с использованием коронарного внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) показали стабилизацию роста и даже уменьшение размеров уже существующих атеросклеротических бляшек на фоне приема статинов [4 - 6]. Однако в связи с инвазивным характером исследования и высокой стоимостью рутинное применение ВСУЗИ в клинической практике невозможно.

Единственным более доступным неинвазивным методом, способным дать схожую информацию о структуре бляшки и локализации поражений, является мультиспиральная ком-

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Ministry of Healthcare of the Russian Federation,
2 - Federal State budgetary organization "National medical research center of cardiology" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

пьютерная томография коронарных артерий (КТ-КА) [7]. Данный метод требует меньших затрат, при этом современное программное обеспечение позволяет проводить полуавтоматическую оценку характеристик атеросклеротических бляшек (АСБ), что обеспечивает относительно высокую диагностическую точность и лучшую воспроизводимость исследования [8, 9].

Результаты КТ коронарных артерий также позволяют идентифицировать «мягкие» атеросклеротические поражения, ассоциированные с повышенным риском развития острого коронарного синдрома [10, 11]. К основным признакам нестабильности относятся: низкая плотность бляшек <40 HU, наличие включений микрокальцинатов в виде депозитов размерами менее 3 мм, неровность контура сосудистой стенки, положительное ремоделирование коронарных артерий и «кольцевидное контрастирование» по периферии бляшки, плотность которого не превышает 130 HU [12, 13].

В представленном исследовании мы оценивали динамику показателей нестабильности «мягких» атеросклеротических бляшек по данным КТ-КА на фоне терапии аторвастатином в дозе 40 мг у пациентов с атеросклерозом коронарных артерий.

Материалы и методы.

Выполнено проспективное исследование, в которое с сентября 2015 г. по июль 2017 г. было включено 74 пациента, не принимавших статины и описывавших клинику стабильной стенокардии, персистирующей не менее 3 недель до момента включения.

Критериями исключения из исследования были: возраст младше 18 лет, беременность, аллергические реакции на йодсодержащие вещества в анамнезе, наличие абсолютных противопоказаний к назначению статинов, постоянная терапия статинами на момент включения, СКФ <45 мл/мин/1,73м², тахисистолическая форма фибрилляции предсердий, ожирение III-IV степени, невозможность регулярного посещения исследовательского центра на протяжении 365 дней после включения в исследование.

Исследование было одобрено локальным этическим комитетом. Пациенты были проинформированы о предполагаемом обследовании, получено их добровольное согласие.

Всем пациентам была выполнена КТ коронарных артерий с применением 640-срезового мультиспирального компьютерного томографа Aquilion ONE (Toshiba, Japan), который позволяет получить одновременно 640 томограмм с минимальной толщиной среза 0,5 мм за один оборот рентгеновской трубки (0,275 с). Для урежения частоты сердечных сокращений (ЧСС) с целью получения изображений оптимального качества всем пациентам, имевшим ЧСС более 60 уд/мин, назначался дополнитель-

ный прием β -адреноблокатора метопролола-тарtrate в дозе 50 мг за час до исследования. Пациентам, имевшим давление более или равное 110/70 мм рт. ст., назначался сублингвальный прием 0,5 мг нитроглицерина за 5 минут до процедуры. Исследование проводилось согласно стандартному протоколу в нативную и артериальную фазы контрастного усиления. Нативная фаза выполнялась с проспективной ЭКГ-синхронизацией для оценки выраженности кальциноза коронарных артерий и подсчета коронарного кальциевого индекса. При выполнении артериальной фазы использовалась ретроспективная ЭКГ-синхронизация. Через периферический венозный катетер (размер 18 и 20 G, в зависимости от веса пациента) с помощью автоматического шприца болюсно вводились последовательно йодсодержащий рентгеноконтрастный препарат «Ультравист 370», в дозе из расчёта 1 мл на кг массы тела и 100 мл физиологического раствора со скоростью 4,5 мл/с. При достижении рентгеновской плотности в нисходящей аорте 180-200 HU автоматически начиналась артериальная фаза исследования. Средняя эффективная доза облучения составила 10-15 мЗв.

Анализ КТ-изображений выполнялся с помощью рабочей станции «Vitrea», использовалось программное обеспечение для определения коронарных артерий с возможностью самостоятельной коррекции данных.

Для дальнейшего наблюдения были отобраны пациенты с нестабильными бляшками.

При анализе КТ-изображений проводилась оценка следующих показателей.

Степень стеноза определялась по стандартным ангиографическим критериям как отношение диаметра просвета пораженного сосуда в месте максимального сужения к диаметру непораженного сегмента этого сосуда, расположенного дистальнее. При оценке степени тяжести стеноза гемодинамически незначимым считался стеноз <50%, пограничным – от 50% до 69%, значимым – $\geq 70\%$.

Средняя плотность бляшки рассчитывалась в поперечных срезах коронарной артерии. При этом выделялась «зона интереса» – мягкотканый компонент бляшки, не содержащий включения кальция, в котором выполнялось 5 автоматических измерений в различных участках с расчетом среднеарифметического значения.

Общий объем бляшки, объем компонентов низкой плотности (липиды), средней (фиброзная ткань) и высокой плотности (включения кальция) в бляшке оценивался с помощью рабочей станции «Vitrea».

Оценка ремоделирования сосуда проводилась на основании расчета отношения диаметра наружного контура сосуда в месте располо-

жения бляшки к диаметру его проксимального сегмента.

Для таких критериев, как неровный контур, включения микрокальцинатов, «кольцевидное контрастирование» и положительное ремоделирование (индекс ремоделирования $>1,1$), оценивалось только их наличие при первичном и повторном исследовании.

Всем пациентам, включенным в исследование, был назначен аторвастатин в дозе 40 мг, через 6 месяцев проводилась однократная заочная консультация для уточнения динамики состояния.

Спустя 10-12 месяцев 30 пациентам, имевшим нестабильные атеросклеротические поражения, не требующие реваскуляризации, была выполнена повторная КТ коронарных артерий для оценки динамики состояния показателей нестабильности. Также было выполнено повторное определение уровня общего холестерина и ЛПНП в крови.

Статистический анализ.

Сплошные переменные представлены как средние (со стандартным отклонением) или как медианы (с 25 и 75 перцентилями). Дискретные переменные представлены как частоты (с процентами). Нормальность распределения проверяли с помощью теста Колмогорова-Смирнова. Для сплошных переменных различие между группами определяли при помощи t-теста Стьюдента при нормальном распределении, при помощи метода суммы рангов Уилкоксона и теста Манна-Уитни для ненормального распределения, а также методом хи-квадрат и точным методом Фишера для дискретных переменных. Статистическая обработка ретроспективной части выполнена на программном обеспечении SPSS версии 11.5 (Биостат). Различия считали статистически значимыми при $p < 0.05$.

Результаты.

Исходно в исследование были включены 74 пациента, по результатам обследования были выделены четыре группы пациентов (табл. №1).

Для дальнейшего наблюдения были отобраны пациенты с мягкими бляшками и назначена терапия аторвастатином в дозе 40 мг.

В дальнейшем по данным КТ-КА была выделена группа пациентов, имеющих нестабильные атеросклеротические поражения, – всего 33 человека. Характеристика пациентов при включении в исследование представлена в таблице №2.

Группы достоверно не различались, $p > 0,05$ по всем параметрам.

В связи с тем, что в ходе исследования у трех пациентов были выявлены гемодинамически значимые атеросклеротические поражения, и они были направлены на реваскуляризацию, в исследовании продолжили участие 30 пациентов. Спустя 10-12 месяцев всем пациентам

была выполнена повторная КТ-КА. В таблице №3 представлены данные, полученные в ходе первичного и повторного обследования. Произведена оценка динамики показателей в сравнении с исходными данными.

Видно, что на фоне липидоснижающей терапии произошло снижение выраженности основных показателей нестабильности: общего объема бляшки, индекса ремоделирования, кольцевидного контрастирования, неровности контура, содержания включений низкой плотности в бляшке и степени выраженности стеноза. Кроме того, наблюдалось увеличение микрокальцинатов, что может быть связано со стабилизацией бляшек на фоне терапии. Однако данные показатели уменьшились статистически недостоверно.

Несмотря на это, выявлено достоверное снижение уровня общего холестерина и достоверная положительная корреляция между снижением уровня ЛПНП и уменьшением общего объема бляшки (рис. 1).

Представлены исходные КТ-изображения пациента, имевшего стеноз среднего сегмента передней нисходящей артерии 65%. Общий объем бляшки у данного пациента составлял 241 мм³, а объем компонентов низкой плотности – 77,8 мм³ (рис. 2 А). На рисунке 2 В приведены данные повторного КТ-исследования того же пациента после двенадцатимесячного приема аторвастатина. Видно, что произошло уменьшение общего объема бляшки с 241 мм³ до 183 мм³, преимущественно за счет снижения объема компонентов низкой плотности, уменьшившегося с 77,8 мм³ до 53,7 мм³.

Обсуждение.

Целью нашего исследования являлась оценка динамики показателей нестабильности «мягких» атеросклеротических бляшек по данным МСКТ-коронарографии на фоне терапии аторвастатином в дозе 40 мг в течение 10-12 месяцев у пациентов со стенокардией напряжения.

Статины являются наиболее изученной и широко применяемой группой гиполипидемических препаратов. Они доказали свою эффективность и безопасность как в первичной, так и во вторичной профилактике ишемической болезни сердца. В метаанализе Baigent С. и соавт. Cholesterol Treatment Trialists (СТТ), в который вошли 26 рандомизированных клинических исследований с участием 170000 пациентов, изучалась эффективность и безопасность статинов для разных групп пациентов. Было обнаружено, что понижение уровня липопротеидов низкой плотности на 1 ммоль/л на фоне терапии статинами приводит к снижению смертности от всех причин на 10%, смертности от сердечно-сосудистых заболеваний на 20%, на 23% уменьшает риск развития коронарных событий

Таблица №1. Распределение пациентов по характеру поражения коронарных артерий.

	Кальцинированные бляшки	Мягкие бляшки	Артерии без признаков атеросклероза	Выраженный кальциноз
Количество больных, N (%)	16 (21,6)	33 (44,6)	19 (25,7)	6 (8,1)

Таблица №2. Клиническая характеристика всех пациентов (n=74) и пациентов, имеющих «мягкие бляшки» (n=33).

Количество пациентов	n=74	n=33
Возраст (лет)	63,9 ± 10,4	64,2 ± 2,9
Женщины, n (%)	28 (37,8)	13 (39,4)
ИМТ (кг/м ²)	28±4,2	28,53 ± 0,9
Ожирение до III степени (%)	58,8	12 (36,3)
Курение, n (%)	40 (54,1)	18 (54,5)
Артериальная гипертензия, n (%)	52 (70,3)	25 (75,5)
Сахарный диабет, n (%)	12 (16,2)	6 (18,2)
Общий холестерин, ммоль/л	5,56 ± 1,68	5,62 ± 0,48
ЛПНП, ммоль/л	3,23± 0,33	2,92 ± 0,36

Группы достоверно не различались, p> 0,05 по всем параметрам.

Таблица №3. Сравнение показателей, полученных в ходе первичной и повторной КТ-КА.

Параметр	Исходное значение	Значение через 10-12 месяцев	P
Степень стеноза, %	41,6 ± 3,16	40,65 ± 3,26	>0,05
Общий объем бляшки, мм ³	188,64 ± 35,8	184,96 ± 34,45	>0,05
Микрокальцинаты, %	86,0%	90%	>0,05
Индекс ремоделирования	1,25 [1,0;1,4]	1,1[1,0;1,4]	>0,05
Кольцевидное контрастирование, %	69,76%	60%	>0,05
Неровные контуры, %	79,1%	65%	>0,05
Содержание включений низкой плотности в бляшке, мм ³	60,46 ± 12,87	57,06 ± 12,34	>0,05
Содержание включений средней плотности в бляшке, мм ³	87,93 ± 20,12	87,68 ± 19,38	>0,05
Содержание включений высокой плотности в бляшке, мм ³	40,50 ± 8,11	38,76 ± 6,8	>0,05
Общий холестерин, ммоль/л	5,75 ± 0,45	4,42 ± 0,57	<0,05
ЛПНП, ммоль/л	3,23 ± 0,33	2,76 ± 0,27	>0,05

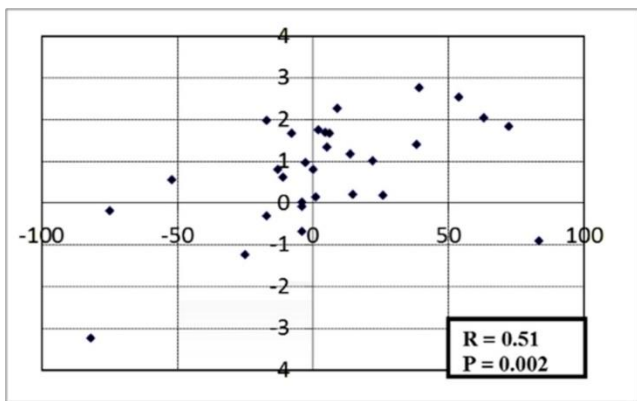


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Диаграмма.

Корреляция между снижением уровня ЛПНП и уменьшением общего объема бляшки (R=0.51, P=0.002).

Fig. 1. Diagram.

Correlation between reduction in LDL and a decrease in the overall volume of the plaque (R=0.51, P=0.002).



Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. КТ-коронарография.

Изображения обработаны с помощью рабочей станции «Vitrea» с использованием программного обеспечения для определения коронарных артерий с возможностью самостоятельной коррекции данных. Исследуемая коронарная артерия (ПНА) выделена зеленым цветом, зона интереса (средний сегмент) ограничена горизонтальными голубыми линиями. Цветовыми обозначениями представлены различные компоненты бляшки: зеленый цвет – просвет сосуда, красный – компоненты низкой плотности (липиды), синий – компоненты средней плотности (фиброзная ткань), желтый – компоненты высокой плотности (кальций). Общий объем бляшки у данного пациента исходно составлял 241 мм³, объем компонентов низкой плотности – 77,8 мм³.

Fig. 2. CT-coronary angiography.

The images were processed with the help of the "Vitrea" workstation with the use of software for determining coronary arteries with the possibility of self-correction of data. The investigated coronary artery (LAD) is highlighted in green, the area of interest (middle segment) is limited by horizontal blue lines. Color coding represents the various components of plaque: green – the lumen of the vessel, the red components of low density (lipid), blue – components of the average density (fibrous tissue), and yellow components of high density (calcium). The total volume of the plaque in this patient was initially 241 m³, the volume of low-density components was 77.8 m³.



Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. КТ-коронарография.

Отмечается уменьшение общего объема бляшки с 241 мм³ до 183 мм³, преимущественно за счет снижения объема компонентов низкой плотности, уменьшившегося с 77,8 мм³ до 53,7 мм³.

Fig. 3. CT-coronary angiography.

There is a decrease in the total volume of plaque from 241 m³ to 183 m³, mainly due to a decrease in the volume of low-density components, which decreased from 77.8 mm³ to 53.7 mm³.

и на 17% снижает риск возникновения инсульта [1].

Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов и Европейского общества атеросклероза по диагностике и лечению дислипидемий от 2016 года, целевым уровнем ЛПНП для пациентов очень высокого риска по шкале SCORE является 1,8 ммоль/л и ниже, а для пациентов высокого риска – менее 2,6 ммоль/л [14]. В нашем исследовании большая часть пациентов (90,9%) относилась к группе очень высокого риска. В связи с этим нами была выбрана высокоинтенсивная гиполипидемическая стратегия с использованием аторвастатина в дозе 40 мг в сутки.

МСКТ-коронарография.

Мультиспиральная компьютерная томография коронарных артерий с контрастированием является единственной широко распространенной, доступной неинвазивной методикой, позволяющей одновременно оценивать степень стенотического поражения и состав атеросклеротической бляшки в сосудах более диаметром 1,5 мм, где обычно и располагается большинство бляшек [15, 16]. Возможности данной методики в диагностике наличия атеросклеротических поражений сопоставимы с ВСУЗИ, отрицательная прогностическая значимость достигает 100% даже в отдаленном периоде [17 - 19]. Несмотря на то, что КТ-КА не позволяет определить толщину покрышки бляшки, с помощью этого метода с достаточно высокой точностью можно диагностировать различные признаки нестабильности, которые были приведены выше, и, к примеру, обнаружить фиброатерому с тонкой покрышкой (ФАТК), особенно опасную с точки зрения возникновения эрозий и разрывов [7].

В связи с этим, перспективной является оценка динамики атеросклеротического поражения по данным КТ-КА на фоне терапии. К настоящему времени опубликовано несколько работ, посвященных этой проблеме.

В проспективном нерандомизированном исследовании Inoue K. и соавт. КТ-КА была выполнена у 32 пациентов, после исследования 24 пациентам был назначен флувастатин в дозе 20 мг [20]. В качестве группы контроля выступили оставшиеся 8 пациентов, отказавшиеся от приема статинов. Повторное КТ-КА было выполнено через 12 месяцев. Определялись такие показатели, как общий объем бляшки, объем компонентов низкой плотности в бляшке, объем просвета и индекс ремоделирования.

В группе пациентов, принимавших флувастатин, общий объем бляшки и объем компонентов низкой плотности в бляшке значительно уменьшились с течением времени с $92,3 \pm 37,7$ до $76,4 \pm 26,5$ мм³, $p = 0,01$ и с $4,9 \pm 7,8$ до $1,3 \pm 2,3$ мм³, $p = 0,01$ соответственно. В группе па-

циентов, не получавших терапию, значимая положительная динамика вышеуказанных показателей отсутствовала ($94,4 \pm 21,2$ против $98,4 \pm 28,6$ мм³, $p = 0,48$) и ($2,1 \pm 3,0$ против $2,3 \pm 3,6$ мм³, $p = 0,91$) соответственно. Не наблюдалось значимых изменений в объеме просвета сосуда как в группе терапии ($63,9 \pm 25,3$ против $65,2 \pm 26,2$ мм³, $p = 0,59$), так и в группе контроля ($80,5 \pm 20,7$ против $75,0 \pm 16,3$ мм³, $p = 0,26$). Показатели динамики индекса ремоделирования тоже значимо не различались между группами ($2,4 \pm 6,8\%$ против $0,3 \pm 6,5\%$, $p = 0,53$). Уменьшение общего объема бляшек происходило в большей степени за счет снижения объема компонентов низкой плотности в бляшке ($R = 0,83$, $p = 0,01$) и не коррелировало с изменениями объема просвета сосуда ($R = 0,21$, $p = 0,24$) [20].

В ретроспективном исследовании Zeb I. и соавт. 100 пациентов без анамнеза ИБС были разделены на две группы: принимающие статины и группа контроля – 60 и 40 человек соответственно [21]. Всем было выполнено КТ-КА первично, при включении пациентов в исследование, и повторно, в динамике. Средний период наблюдения составил 406 ± 92 дня. Оценивались динамика объема компонентов низкой, средней и высокой плотности в бляшке.

У пациентов, принимавших статины, наблюдалось значимое замедление прогрессирования роста бляшек ($-33,3$ мм³ \pm $90,5$ против $31,0$ мм³ \pm $84,5$, $p = 0,0006$). Происходило уменьшение объема компонентов средней и низкой плотности бляшек ($-47,7$ мм³ \pm $71,9$ против $13,8$ мм³ \pm $76,6$, $p < 0,001$) и ($-12,2$ мм³ \pm $19,2$ против $5,9$ мм³ \pm $23,1$, $p < 0,0001$) соответственно. При сравнении динамики индекса ремоделирования статистически значимых различий между группами обнаружено не было ($p = 0,25$), также, как и для объема компонентов высокой плотности в бляшке ($29,3$ мм³ \pm $67,9$ против $10,0$ мм³ \pm $53,2$, $p = 0,133$) [21].

Наконец в 2018 году был опубликован систематический обзор и метаанализ Andelius L. и соавт., в нем изучались данные двенадцати исследований с участием 792 пациентов [22]. Пациенты были разделены на три группы: группа интенсивной липидоснижающей терапии – 199 человек, группа терапии средней интенсивности – 404 человека и группа контроля – 189 человек (без терапии статинами). Средний период наблюдения составил $14,5 \pm 9,5$ месяцев. Метаанализ показал, что в группе интенсивной терапии происходило значимое уменьшение общего объема бляшки на $20,87$ мм³ [95% ДИ – $31,17$, – $10,56$; $p < 0,001$], в то время как терапия средними дозами снижала данный показатель на $1,67$ мм³ (95% ДИ – $9,99$, $6,65$; $p = 0,69$). В противоположность этому, показатель общего объема бляшки в группе, не принимавшей ста-

тины, возрос на 14,96 мм³ (95% ДИ 5,28, 24,64; $p = 0,002$). Процент регрессии среднего объема был - 3,6% и - 0,7% в группе интенсивной и умеренной терапии соответственно. В противоположность этому, в группе контроля наблюдалось прогрессирование среднего объема на + 5,8%. Терапия статинами приводила к уменьшению объема некальцинированных бляшек на - 7,62 мм³ (95% ДИ - 17,38, 2,13; $p = 0,124$) и снижению объема компонентов низкой плотности в бляшке на - 5,84 мм³ (95% ДИ - 8,02, - 3,66; $p < 0,001$). Кроме того, в группах, принимавших статины, объём кальциевого компонента в бляшке возрос на 11,83 мм³ (95% ДИ 3,37, 20,29; $p = 0,006$), плотность кальциатов увеличилась на 21,99 HU (95% ДИ 9,2, 34,8; $p < 0,001$). К недостаткам проведенного метаанализа можно отнести то, что все исследования имели разный дизайн, только два исследования были рандомизированными, остальные носили observational характер, при этом 5 из них - без групп контроля [22].

Как уже было отмечено выше, в нашем исследовании наблюдалась тенденция к уменьшению основных показателей нестабильности атеросклеротических бляшек, не достигшая статистической достоверности, что, по всей видимости, связано с малым размером выборки и непродолжительным периодом наблюдения. Однако была выявлена значимая корреляция между снижением уровня ЛПНП и уменьшением общего объёма бляшки, что указывает на возможные перспективы достижения статистической значимости при увеличении выборки и длительности наблюдения. Еще одним направлением, способным повысить качество данного

исследования, могла бы стать оценка приверженности пациентов к лечению, так как оценка комплаенса в условиях данного исследования не проводилась, нельзя с полной уверенностью говорить о том, что все включенные пациенты действительно принимали препарат в соответствии с данными рекомендациями.

Ограничение работы.

К основным недостаткам нашей работы относятся: ограниченный размер выборки, односторонней и нерандомизированный характер исследования. Анализ КТ-изображений проводился одним специалистом лаборатории лучевой диагностики, что делает возможным субъективную оценку данных, хотя следует отметить, что обработка данных осуществлялась слепым методом, без указания личных данных пациентов.

Выводы.

Данное исследование демонстрирует редкий опыт применения мультиспиральной компьютерной томографии с целью неинвазивного отслеживания динамики показателей нестабильности АСБ и наглядно показывает уменьшение и стабилизацию атеросклеротических бляшек, что способно внести определенный вклад в наше понимание механизмов улучшения исходов и снижения рисков на фоне длительного приема статинов.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие интересов, о которых необходимо сообщить. Работа поддержана грантом РФФИ 18-54-53036.

Список литературы:

1. Baigent C., Blackwell L., Emberson J. et al. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170, 000 participants in 26 randomized trials. *Lancet*. 2010; 376: 1670-81. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)61350-5.
2. Chou R., Dana T., Blazina I., Daeges M., Jeanne T.L. Statins for Prevention of Cardiovascular Disease in Adults: Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. *JAMA*. 2016; 316 (19): 2008-2024. DOI: 10.1001/jama.2015.15629.
3. Reiner Z., Catapano A.L., Backer G.D. et al. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias. The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Atherosclerosis Society (EAS). *Eur Heart J*. 2011; 32: 1769-1818. DOI:10.1093/eurheartj/ehr158.
4. Nicholls S.J., Tuzcu E.M., Sipahi I. et al. Statins, high-density lipoprotein cholesterol, and regression of coronary atherosclerosis. *JAMA*. 2007; 297: 499-508 doi:10.1001/jama.297.5.499.
5. Nicholls S.J., Ballantyne C.M., Barter P.J. et al. Effect of two intensive statin regimens on progression of coronary disease. *N Engl J Med*. 2011; 365: 2078-87. DOI: 10.1056/NEJMoa1110874.
6. Otagiri K., Tsutsui H., Kumazaki S. et al. Early intervention with rosuvastatin decreases the lipid components of the plaque in acute coronary syndrome: analysis using integrated backscatter IVUS (ELAN study). *Circ J*. 2011; 75 (3): 633-41.
7. Stefanadis Ch., Antoniou Ch.K., Tsiachris D., Pietri P. Coronary Atherosclerotic Vulnerable Plaque: Current Perspectives. *J Am Heart Assoc*. 2017; 6:e005543. DOI: 10.1161/JAHA.117.005543.
8. Boogers M.J., Broersen A., van Velzen J.E. et al. Automated quantification of coronary plaque with computed tomography: comparison with intravascular ultrasound using a dedicated registration algorithm for fusion-based quantification. *Eur Heart J*. 2012; 33: 1007-16. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr465.
9. Schuhbaeck A., Dey D., Otaki Y. et al. Interscan reproducibility of quantitative coronary plaque volume and composition from CT coronary angiography using an automated method. *Eur Radiol*. 2014; 24 (9): 2300-8. DOI: 10.1007/s00330-014-3253-3.
10. Барышева Н.А., Меркулова И.Н., Шабанова М.С., Гаман С.А., Веселова Т.Н.,

Сухина Т.С., Миронов В.М., Шария М.А. Оценка состояния атеросклеротических

бляшек у больных с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST. Кардиология. 2015; 55 (8): 5-11. DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/cardio.2015.8.5-1>.

11. Веселова Т.Н., Меркулова И.Н., Барышева Н.А., Терновой С.К., Шария М.А., Руда М.Я. Сравнение особенностей атеросклеротических бляшек в коронарных артериях у больных с острым коронарным синдромом и стабильной формой ишемической болезни сердца по данным мультиспиральной компьютерной томографии. Кардиология. 2013; 53 (12): 14-20.

12. Терновой С.К., Веселова Т.Н. Выявление нестабильных бляшек в коронарных артериях с помощью мультиспиральной компьютерной томографии. REJR. 2014; 4 (1): 7-13.

13. Терновой С.К., Шабанова М.С., Гаман С.А., Меркулова И.Н., Шария М.А. Роль компьютерной томографии в выявлении нестабильных атеросклеротических бляшек коронарных артерий: сопоставление результатов компьютерной томографии и внутрисосудистого ультразвукового исследования. REJR. 2016; 6 (3): 68-79. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-3-68-79.

14. Алексеева И. А., Сергиенко И.В. Роль аторвастатина во вторичной профилактике сердечно-сосудистых заболеваний в свете современных рекомендаций. Атеросклероз и Дислипидемии. 2017; 3: 23-32.

15. Rodriguez-Granillo G.A., Carrascosa P., Bruining N., Waksmann R., Garcia-Garcia H.M. Defining the non-vulnerable and vulnerable patients with computed tomography coronary angiography: evaluation of atherosclerotic plaque burden and composition. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2016; 17: 481-491.

References:

1. Baigent C., Blackwell L., Emberson J. et al. Efficacy and safety of more intensive lowering of LDL cholesterol: a meta-analysis of data from 170, 000 participants in 26 randomized trials. Lancet. 2010; 376: 1670-81. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)61350-5.

2. Chou R., Dana T., Blazina I., Daeges M., Jeanne T.L. Statins for Prevention of Cardiovascular Disease in Adults: Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. JAMA. 2016; 316 (19): 2008-2024. DOI: 10.1001/jama.2015.15629.

3. Reiner Z., Catapano A.L., Backer G.D. et al. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias. The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Atherosclerosis Society (EAS). Eur Heart J. 2011; 32: 1769-1818. DOI:10.1093/eurheartj/ehr158.

4. Nicholls S.J., Tuzcu E.M., Sipahi I. et al. Statins, high-density lipoprotein cholesterol, and regression of coronary atherosclerosis. JAMA. 2007; 297: 499-508 doi:10.1001/jama.297.5.499.

5. Nicholls S.J., Ballantyne C.M., Barter P.J. et al. Effect of two intensive statin regimens on progression of coronary disease. N Engl J Med. 2011; 365: 2078-87. DOI: 10.1056/NEJMoa1110874.

6. Otagiri K., Tsutsui H., Kumazaki S. et al. Early intervention with rosuvastatin decreases the lipid components of the plaque

DOI: 10.1093/ehjci/jew012.

16. Wang J.C., Normand S.L., Mauri L., Kuntz R.E. Coronary artery spatial distribution of acute myocardial infarction occlusions. Circulation. 2004; 110: 278-284. DOI: 10.1161/01.CIR.0000135468.67850.F4.

17. Voros S., Rinehart S., Qian Z. et al. Coronary atherosclerosis imaging by coronary CT angiography: current status, correlation with intravascular interrogation and meta-analysis. JACC Cardiovasc Imaging. 2011; 4:537-548. DOI: 10.1016/j.jcmg.2011.03.006.

18. Andreini D., Pontone G., Mushtaq S. et al. A long-term prognostic value of coronary CT angiography in suspected coronary artery disease. JACC Cardiovasc Imaging. 2012; 5: 690-701. DOI: 10.1016/j.jcmg.2012.03.009.

19. Motoyama S., Ito H., Sarai M. Plaque characterization by coronary computed tomography angiography and the likelihood of acute coronary events in mid-term follow-up. J Am Coll Cardiol. 2015; 66: 337-346. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.05.069.

20. Inoue K., Motoyama S., Sarai M. et al. Serial coronary CT angiography-verified changes in plaque characteristics as an end point: evaluation of effect of statin intervention. JACC Cardiovasc Imaging. 2010; 3 (7): 691-8. DOI: 10.1016/j.jcmg.2010.04.011.

21. Zeb I., Li D., Nasir K. et al. Effect of statin treatment on coronary plaque progression - a serial coronary CT angiography study. Atherosclerosis. 2013; 231 (2): 198-204. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2013.08.019.

22. Andelius L., Mortensen M.B., Nørgaard B.L., Abdulla J. Impact of statin therapy on coronary plaque burden and composition assessed by coronary computed tomographic angiography: a systematic review and meta-analysis. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2018; 0: 1-9. DOI: 10.1093/ehjci/jey012.

in acute coronary syndrome: analysis using integrated backscatter IVUS (ELAN study). Circ J. 2011; 75 (3): 633-41.

7. Stefanadis Ch., Antoniou Ch.K., Tsiachris D., Pietri P. Coronary Atherosclerotic Vulnerable Plaque: Current Perspectives. J Am Heart Assoc. 2017; 6:e005543. DOI: 10.1161/JAHA.117.005543.

8. Boogers M.J., Broersen A., van Velzen J.E. et al. Automated quantification of coronary plaque with computed tomography: comparison with intravascular ultrasound using a dedicated registration algorithm for fusion-based quantification. Eur Heart J. 2012; 33: 1007-16. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr465.

9. Schuhbaeck A., Dey D., Otaki Y. et al. Interscan reproducibility of quantitative coronary plaque volume and composition from CT coronary angiography using an automated method. Eur Radiol. 2014; 24 (9): 2300-8. DOI: 10.1007/s00330-014-3253-3.

10. Barysheva N.A., Merkulova I.N., Shabanova M.S., et al. Assessment of Coronary Plaques in Patients with Acute Coronary Syndrome without Persistent ST-Segment Elevation. Kardiologiia. 2015; 55(8):5-11. (in Russian). DOI: <https://dx.doi.org/10.18565/cardio.2015.8.5-1>.

11. Veselova T.N., Merkulova I.N., Barysheva N.A., Ternovoy S.K., Shariya M.A., Ruda M.Ya. Comparison of characteristics of atherosclerotic plaques in patients with acute coronary syndrome and stable ischemic heart disease: data of multispiral computed tomography. Kardiologiia. 2013;53(12):14-20. (in Rus-

sian).

12. Ternovoy S.K., Veselova T.N. MDCT in detection of unstable coronary plaques. *REJR*. 2014; 4 (1): 7-13. (in Russian).

13. Ternovoy S.K., Shabanova M.S., Gaman S.A., Merkulova I.N., Shariya M.A. Role of computed tomography in detection of vulnerable coronary plaques in comparison with intravascular ultrasound. *REJR*. 2016; 6 (3): 68-79. (in Russian). DOI: 10.21569/2222-7415-2016-6-3-68-79.

14. Alekseeva I.A., Sergienko I.V. Atorvastatin in secondary prevention of cardiovascular diseases in the light of modern recommendations. *Ateroskleroz i Dislipidemii*. 2017; 3: 23-32. (in Russian).

15. Rodriguez-Granillo G.A., Carrascosa P., Bruining N., Waksman R., Garcia-Garcia H.M. Defining the non-vulnerable and vulnerable patients with computed tomography coronary angiography: evaluation of atherosclerotic plaque burden and composition. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016; 17: 481-491. DOI: 10.1093/ehjci/jew012.

16. Wang J.C., Normand S.L., Mauri L., Kuntz R.E. Coronary artery spatial distribution of acute myocardial infarction occlusions. *Circulation*. 2004; 110: 278-284. DOI: 10.1161/01.CIR.0000135468.67850.F4.

17. Voros S., Rinehart S., Qian Z. et al. Coronary atherosclerosis imaging by coronary CT angiography: current status, correlation with intravascular interrogation and meta-analysis. *JACC Car-*

diovasc Imaging. 2011; 4:537-548. DOI: 10.1016/j.jcmg.2011.03.006.

18. Andreini D., Pontone G., Mushtaq S. et al. A long-term prognostic value of coronary CT angiography in suspected coronary artery disease. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2012; 5: 690-701. DOI: 10.1016/j.jcmg.2012.03.009.

19. Motoyama S., Ito H., Sarai M. Plaque characterization by coronary computed tomography angiography and the likelihood of acute coronary events in mid-term follow-up. *J Am Coll Cardiol*. 2015; 66: 337-346. DOI: 10.1016/j.jacc.2015.05.069.

20. Inoue K., Motoyama S., Sarai M. et al. Serial coronary CT angiography-verified changes in plaque characteristics as an end point: evaluation of effect of statin intervention. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2010; 3 (7): 691-8. DOI: 10.1016/j.jcmg.2010.04.011.

21. Zeb I., Li D., Nasir K. et al. Effect of statin treatment on coronary plaque progression - a serial coronary CT angiography study. *Atherosclerosis*. 2013; 231 (2): 198-204. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2013.08.019.

22. Anelius L., Mortensen M.B., Nørgaard B.L., Abdulla J. Impact of statin therapy on coronary plaque burden and composition assessed by coronary computed tomographic angiography: a systematic review and meta-analysis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018; 0: 1-9. DOI: 10.1093/ehjci/jey012.

КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ И АНАТОМО-ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОЙ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЫ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА И ПРОКСИМАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА (КЛИНИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Николенко В.Н.^{1,2}, Чехонацкий А.А.³, Осадчук М.А.¹, Илясова Е.Б.³,
Осадчук А.М.⁴, Чехонацкий В.А.⁵, Решетников А.Н.³,
Левченко К.К.³, Бахтеева Н.Х.³

Цель исследования. Рационализировать клиничко-рентгенологическую диагностику возможного повреждения седалищного нерва при травме тазобедренного сустава, основанную на особенностях анатомо-топографических взаимоотношений его проксимальной части и вертлужной впадины, для оптимизации тактики лечения и последующей реабилитации пациентов с комбинированной травмой сустава.

Материалы и методы. Клиническая часть исследования: 41 пациент с повреждением седалищного нерва вследствие перелома вертлужной впадины. Экспериментальная часть исследования: 20 трупов взрослых людей, умерших от причин, не связанных с заболеваниями периферической нервной системы или травмой опорно-двигательного аппарата.

Результаты. С анатомо-топографических позиций близость седалищного нерва к тазобедренному суставу обуславливает высокий риск его повреждения при переломах вертлужной впадины и особенно её задне-верхнего края в результате прямого воздействия костных отломков, образовавшейся гематомы и формирующихся в последствии рубцов.

Заключение. Особенности анатомо-топографических взаимоотношений вертлужной впадины и седалищного нерва являются потенциально опасными для возможного их одновременного повреждения при травме тазобедренного сустава. Поэтому при переломах вертлужной впадины следует проводить комплекс специальных исследований по оценке анатомической целостности и функционального состояния седалищного нерва.

Ключевые слова: анатомо-топографические взаимоотношения, клиника, лечение, вертлужная впадина, перелом, седалищный нерв, тазобедренный сустав, травма.

Контактный автор: Чехонацкий А.А. e-mail: fax-1@yandex.ru

Для цитирования: Николенко В.Н., Чехонацкий А.А., Осадчук М.А., Илясова Е.Б., Осадчук А.М., Чехонацкий В.А., Решетников А.Н., Левченко К.К., Бахтеева Н.Х. Клиничко-рентгенологические обоснования возможной сочетанной травмы тазобедренного сустава и проксимальной части седалищного нерва (клиничко-экспериментальное исследование). REJR 2018; 8(3):174-180. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-174-180.

Статья получена: 06.09.18

Статья принята: 20.09.18

CLINICAL AND RADIOLOGICAL MANIFESTATIONS AND ANATOMICAL AND TOPOGRAPHICAL RATIONALE FOR A POSSIBLE COMBINED INJURY OF THE HIP JOINT AND PROXIMAL PART OF THE SCIATIC NERVE (CLINICAL AND EXPERIMENTAL STUDY)

Nikolenko V.N.^{1,2}, Chekhonatskiy A.A.³, Osadchuk M.A.¹, Ilyasova E.B.³,
Osadchuk A.M.⁴, Chekhonatskiy V.A.⁵, Reshetnikov A.N.³, Levchenko K.K.³,
Bahteeva N.H.³

1 - I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
2 - Lomonosov Moscow State University. Moscow, Russia.
3 - V.I. Razumovsky Saratov State Medical University. Saratov, Russia.
4 - Samara State Medical University. Samara, Russia.
5 - Russian Medical Academy of Postgraduate Education. Moscow, Russia.

Purpose. To study peculiarities of clinico-radiological and anatomico-topographic relationship of sciatic nerve and acetabulum.

Materials and Methods. Two stages experimental research was conducted in vitro on 20 human corpses, died due to various reasons. Clinico-radiological study was carried out in vivo on 41 patients with injuries of sciatic nerve and acetabulum.

Results. Research data can confidently state that topographic proximity of sciatic nerve to acetabulum especially to its posterior-upper edge determines high risk of nerve lesion at acetabulum fractures due to influence of bone fragments, formed hematoma, forming scars.

Conclusion. Acetabulum fractures are potentially dangerous for possibility of simultaneous injury of sciatic nerve; in this case a patient has to be subjected to special examination with the purpose of his sciatic nerve status evaluation.

Keywords: acetabulum, fracture, sciatic nerve, diagnosis, clinic, treatment, acetabulum, sciatic nerve, trauma.

Corresponding author: Chekhonatskiy A.A., e-mail: fax-1@yandex.ru

For citation: Nikolenko V.N., Chekhonatskiy A.A., Osadchuk M.A., Ilyasova E.B., Osadchuk A.M., Chekhonatskiy V.A., Reshetnikov A.N., Levchenko K.K., Bahteeva N.H. Clinical and radiological manifestations and anatomical and topographical rationale for a possible combined injury of the hip joint and proximal part of the sciatic nerve (clinical and experimental study). REJR 2018; 8 (3):174-180. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-174-180.

Received: 06.09.18

Accepted: 20.09.18

В общей структуре травматизма удельный вес повреждений нервов конечностей достаточно высок и составляет, по данным различных авторов, 9-20% [1]. Однако ряд аспектов, касающихся особенностей патогенеза, клиники, диагностики и лечения больных с сочетанными повреждениями костных структур и нервов нижней конечностей, остаются мало изученными либо требуют уточнения и междисциплинарного подхода к выбору лечебно-диагностической тактики с участием травматологов, неврологов и нейрохирургов [2]. Это целиком относится к группе больных с переломами костей таза и, в частности, вертлужной впадины, нередко сочетающихся с вывихом головки бедренной кости. Данную проблему обострил быстро меняющийся технологический уклад жизни и труда, который закономерно привел к изменению частоты, характера и структуры травматизма. Так, за последние два десятилетия количество пациентов с указанными переломами возросло; они составляют уже

весьма существенный сегмент (0,08-0,31%) среди всех травм [3, 5]. Между тем, в литературе вопросы клинических проявлений, диагностики и лечения поражений седалищного нерва при переломах вертлужной впадины освещены явно недостаточно для принятия оптимального решения относительно тактики ведения таких больных. Имеются лишь отдельные сообщения по проблеме сочетанной костно-нервной травмы нижних конечностей [2, 6]. Показано, что нарушение проводимости седалищного нерва может стать самостоятельной причиной значительного ограничения функции конечности и стойкой инвалидизации больного даже при условии успешно выполненной реконструктивной операции на костных структурах [4]. К сожалению, даже в этих работах приводятся единичные наблюдения, вскользь упоминаются особенности таких вариантов комбинированного повреждения, остаются нераскрытыми диагностические аспекты, включая рентгенодиагностику, и специфика лечебной тактики. Практически отсутствуют работы специально

рассматривающие анатомо-топографические предпосылки и механизмы возможного поражения седалищного нерва при переломах вертлужной впадины, а также причины поздней несвоевременной диагностики комбинированной травмы [7]. Приведенные факты свидетельствуют об актуальности проблемы, обозначенной в нашей работе.

Цель работы.

Рационализировать клинко-рентгенологическую диагностику возможного повреждения седалищного нерва при травме тазобедренного сустава, основанную на особенностях анатомо-топографических взаимоотношений его проксимальной части и вертлужной впадины, для оптимизации тактики лечения и последующей реабилитации пациентов с комбинированной травмой сустава.

Материалы и методы. Исследование включало экспериментальную и клиническую части.

Экспериментальная часть исследования. Изучения анатомо-топографических взаимоотношений вертлужной впадины и седалищного нерва было выполнено на 20 трупах мужчин 20-40 лет, умерших от причин, не связанных с заболеваниями периферической нервной системы или травмой опорно-двигательного аппарата. Экспериментальная часть состояла из 2-х этапов.

На 1-м этапе задним доступом обнажали седалищный нерв на протяжении от его выхода из полости малого таза до верхней трети бедра. После выделения ствола седалищного нерва измеряли расстояния между ним и краями вертлужной впадины в трёх участках: на месте выхода нерва из полости малого таза, на уровне седалищной кости и на уровне задне-верхнего края впадины. Топометрию проводили с помощью инъекционной иглы длиной 5 см с надётым на неё фиксатором глубины погружения в ткани. Иглу вводили перпендикулярно по краю седалищного нерва до упора её в кость, после чего фиксатор перемещали по игле к наружной поверхности нерва. Удалив иглу из тела, измеряли расстояние от её кончика до фиксатора. По этим расстояниям была составлена топометрическая карта анатомо-топографических взаимоотношений седалищного нерва и вертлужной впадины. В месте перехода нерва в большое седалищное отверстие он лежит практически на кости, ограничиваясь от неё только соединительнотканью образованиями; на уровне седалищной кости это расстояние составило $3,2 \pm 0,4$ мм; на уровне задне-верхнего края вертлужной впадины оно увеличивается до $4,3 \pm 0,5$ мм.

На 2-м этапе экспериментальной части исследования проводили контрастирование ствола седалищного нерва рентгенконтрастным препаратом, вводя его внутривенно в объеме

20 мл через иглу с внутренним диаметром 0,1 мм и длиной 12 см и контрастируя нерв на протяжении 18-20 см. Использовали контрастные вещества "Триомбразт" (в 12-ти случаях), "Верографин 76%" (в 5-ти случаях), "Омнипак 240" (в 3-х случаях). Затем ткани ушивали наглухо и выполняли рентгенографию тазобедренного сустава на пленке, размером 30x40см, в двух проекциях - в прямой и «косой». Было установлено, что именно «косая», в $\frac{3}{4}$, проекция позволяет детализировать топометрические данные анатомо-топографических взаимоотношений седалищного нерва с костными структурами таза и элементами тазобедренного сустава, которые имеют клинко-диагностическое значение. Принципиальной разницы между использованными контрастными препаратами для визуализации седалищного нерва не выявлено.

Клиническая часть исследования.

Для определения симптомов и признаков клинко-рентгенологических проявлений наличия или отсутствия сочетанной травмы седалищного нерва и вертлужной впадины нами проведено обследование и лечение 41 пациента 18-68 лет (мужчин 30, женщин 11) с повреждением седалищного нерва, возникшим в результате перелома вертлужной впадины. Большинство пострадавших (22) были госпитализированы в сроки позже полугодия с момента травмы, что само по себе явилось одним из факторов, затруднивших последующую полноценную реконструкцию тазобедренного сустава и проведение эффективных манипуляций по восстановлению функций седалищного нерва. Ретроспективный анализ показал, что в основном именно этот фактор является причиной вынужденного специализированного нейрохирургического лечения в поздние сроки.

Ведущее место в диагностике переломов вертлужной впадины занимало рентгенологическое исследование. При рентгенографии тазобедренного сустава основным снимком принято считать прямой задний, производимый в положении пациента лежа на спине [5]. В ходе работы мы убедились, что такая традиционная рентгенография тазобедренного сустава не всегда позволяет выявить перелом вертлужной впадины и установить истинное расположение костных фрагментов. В связи с этим мы дополнительно использовали при рентгенографии косую проекцию тазобедренного сустава, что позволило более чётко визуализировать все отделы вертлужной впадины, особенно её задне-верхние отделы. Для этого больного укладывали на живот, приподнимая здоровую сторону туловища над столом так, чтобы линия, соединяющая верхние передние ости подвздошных костей, находилась под углом 45° к плоскости стола. Центральный луч направляли на середину

ягодичной складки поврежденной конечности под углом 10° в направлении изнутри – кзади. Это позволяло получить на рентгенограмме чёткое изображение заднего и верхнего краев вертлужной впадины без наслоения на нее тени костей тазового пояса, определить пространственное положение костных отломков, их величину и форму, более точно оценить положение головки бедренной кости (рис. 1).

Все количественные результаты исследования обработаны в среде Microsoft Excel, Statistica 6.0 методом вариационной статистики с вычислением средней арифметической, средней ошибки средней арифметической, среднего квадратичного отклонения.

Для вычисления средней вероятной ошибки ($\pm m$) прежде всего определяли среднеквадратичное отклонение (σ). Среднюю ошибку (m) определяли по формуле: $m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ или $m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$ (при числе наблюдений меньше 30). По таблице Стьюдента определяли значение вероятности (p). Полученные результаты считали достоверными при $p < 0,05$.




Результаты исследования.

При экспериментальной топографии седалищного нерва по отношению к вертлужной впадине получены следующие данные. В месте выхода из большого седалищного отверстия нерв лежит практически на кости, ограничиваясь только соединительнотканными образованиями; на уровне седалищной кости расстояние

составило 3-4 мм; на уровне задне-верхнего края вертлужной впадины оно достигало 4-5 мм.

Таким образом, выявлена анатомо-топографическая близость расположения седалищного нерва к вертлужной впадине, преимущественно к её задне-верхнему краю. Эта особенность является основным фактором, обуславливающим высокий риск поражения нерва при переломах вертлужной впадины, происходящим за счет непосредственного воздействия костных отломков, образовавшейся гематомы и формирующихся рубцов.

Рентгеноконтрастное изучение анатомо-топографических особенностей седалищного нерва и костных структур проводили по рентгенограммам тазобедренного сустава в передне-задней проекции (рис. 2). Для этого проводили линию, соединяющую на снимке наружно-верхний и внутренне-нижний края вертлужной впадины, и делили её пополам. Выявлено, что эта срединная точка проекционно соответствует месту прохождения седалищного нерва, причем перпендикуляр, восстановленный через эту точку из дна вертлужной впадины, практически совпадает с медиальным краем ствола нерва. К заднему краю вертлужной впадины седалищного нерва подходит отвесно из области верхне-наружного контура малого таза. Дальнейший ход нерва соответствует медиальному контуру шейки бедра, проекционно перекрывает область малого вертела и идет вдоль меди-

 <p style="text-align: center;">Рис. 1. (Fig. 1)</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 2. (Fig. 2)</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 3. (Fig. 3)</p>
<p>Рис. 1. Рентгенограмма правого тазобедренного сустава в косой проекции.</p> <p>Fig. 1. X-ray. Right hip joint in an oblique projection.</p>	<p>Рис. 2. Рентгенограмма тазобедренного сустава в прямой проекции с контрастированным седалищным нервом (данные экспериментальной части).</p> <p>Fig. 2. X-ray. Hip joint in a direct projection with a contrasted sciatic nerve (experimental data).</p>	<p>Рис. 3. Рентгенограмма тазобедренного сустава в косой проекции с контрастированным седалищным нервом (данные экспериментальной части).</p> <p>Fig. 3. X-ray. Hip joint in an oblique projection with a contrasting sciatic nerve (experimental data).</p>

ального края диафиза бедра.

В косой проекции на рентгенограмме тазобедренного сустава (рис. 3) проекция нерва соответствует заднему краю вертлужной впадины, распространяется вдоль заднего контура головки бедра, пересекает середину межвертельной области и продолжается, проекционно наслаиваясь, по середине верхней трети диафиза бедренной кости. В дальнейшем, косо отклоняясь кзади, нерв выходит за пределы рентгенологических контуров бедренной кости примерно на границе ее верхней и средней трети. Следует указать, что такая топография седалищного нерва имеется лишь при анатомической целостности тазобедренного сустава. В случае нарушения целостности какого-либо из компонентов сустава, особенно при смещении костных фрагментов, эти ориентиры могут не соответствовать реальной анатомической картине, что значительно снижает их практическую значимость. В этом случае они могут использоваться только как контрольные, для сравнения с нормальными соотношениями.

Для сопоставления клинических и рентгенологических данных использовали рентгенограммы в прямой и косой проекциях. Установ-

лено, что наиболее часто повреждения седалищного нерва наблюдаются при краевых переломах вертлужной впадины (переломы задне-верхнего края). Клинические варианты травмы нерва при данном переломе были весьма разнообразными. В исследованных нами группе больных повреждения седалищного нерва при других видах переломов вертлужной впадины встречались относительно редко.

Таким образом, клинико-рентгенологические сопоставления показали, что наиболее часты и в то же время наиболее variabelны повреждения седалищного нерва при переломах задне-верхнего края вертлужной впадины. Как показали результаты экспериментальной части нашего исследования, это объясняется расположением седалищного нерва непосредственно на задне-верхнем крае вертлужной впадины, почти вплотную (не далее 5 мм) к костным структурам.

При оценке клинических синдромов и рентгенологических данных нами была выявлена ещё одна важная для персонализации лечения особенность. В 8 наблюдениях степень нарушения нервной проводимости не соответствовала степени травмы тазобедренного су-



Рис. 4. (Fig. 4)

Рис. 4. Рентгенограмма тазобедренных суставов в прямой проекции.

Перелом справа на уровне границы подвздошной и лобковой костей с переходом на вертлужную впадину со значительным смещением фрагментов и неполным нарушением функции седалищного нерва. Наблюдение № 1, пациент Ф., 34 лет.

Fig. 4. X-ray. Right and left hip joint.

In a straight projection: a fracture to the right at the level of the border of the iliac and pubic bones with the transition to the acetabulum with a significant displacement of the fragments and a minor disruption of the sciatic nerve function. Observation №1, Patient F., 34 y.o.



Рис. 5. (Fig. 5)

Рис. 5. Рентгенограмма левого тазобедренного сустава.

Перелом костей таза на уровне границы подвздошной и лобковой костей с переходом на вертлужную впадину с незначительным смещением фрагментов без нарушения целостности кольца малого таза и полным нарушением функции седалищного нерва. Наблюдение № 2, пациент Б., 47 лет.

Fig. 5. X-ray. Left hip joint.

A fracture of the pelvic bones at the level of the border of the iliac and pubic bones with the transition to the acetabulum with a slight displacement of the fragments without disrupting the integrity of the pelvic ring and complete disruption of the sciatic nerve function. Observation № 2, Patient B., 47 y.o.

става. Так, у 3-х пациентов массивная травма опорно-двигательного аппарата с переломом костей таза, в том числе вертлужной впадины, и смещением костных фрагментов с нарушением целостности кольца малого таза, которые определяются на рентгенограмме в прямой проекции (рис. 4), сопровождалась незначительным нарушением функции нерва, тогда как в 5-ти других случаях весьма существенное нарушение проводимости седалищного нерва было отмечено в результате умеренных костных повреждений, которые при рентгенографии в прямой проекции проявлялись переломом костей таза и вертлужной впадины левого тазобедренного сустава с незначительным смещением фрагментов без нарушения целостности кольца малого таза (рис. 5).

Наблюдение 1. Б-й Б., 27 лет, поступил в клинику травматологии Саратовского НИИ травматологии и ортопедии. За два мес. до этого больной в автомобильной аварии получил перелом задне-верхнего края левой вертлужной впадины с незначительным смещением костного отломка, вывих головки бедренной кости, открытый перелом обеих костей левой голени. Пациенту было выполнено открытое вправление вывиха с остеосинтезом задне-верхнего края вертлужной впадины. Лечение перелома костей голени осуществлялось путем наложения гипсовой лонгеты. В послеоперационном периоде отмечался интенсивный болевой синдром в левой ноге, в связи с чем назначались большие дозы наркотических препаратов; движения в левом голеностопном суставе отсутствовали. При электронейромиографии диагностировано повреждение обеих ветвей седалищного нерва. Была проведена операция: ревизия седалищного нерва на протяжении от верхней трети бедра до выхода его из малого таза; удаление костного отломка, лежащего на нерве и компримирующего его; установка на нерве эпинеурально электродов для последующей электростимуляции.

Послеоперационное течение гладкое. Проводились прямая электростимуляция нерва в течение 21 дня, комплекс медикаментозного и физиофункционального лечения в течение 2 мес. Контрольный осмотр через 2 года: опорная функция конечности хорошая, боли не беспокоят, движения в конечности, в том числе и голеностопном суставе в полном объеме; Показатели электронейромиографии – денервационной активности в мышцах, иннервируемых седалищным нервом, не выявлено, регистрируются только потенциалы действия двигательных единиц.

Наблюдение 2. Б-й К., 18 лет, поступил в нейрохирургическую клинику Саратовского НИИ травматологии и ортопедии через 11 мес. после травмы. В результате дорожно-

транспортного происшествия получил ушиб головного мозга тяжелой степени с субарахноидальным кровоизлиянием, массивную травму скелета в виде перелома костей таза, разрыв левого крестцово-подвздошного сочленения с обширной забрюшинной гематомой, разрыв мочевого пузыря, также диагностировано повреждение седалищного нерва. При поступлении в клинику: уменьшение в объеме левой голени, нарушение чувствительности по ее наружно-боковой поверхности, на тыле стопы и в области 1-3 пальцев, отсутствие тыльного сгибания пальцев и стопы. Данные электронейромиографии: получен М-ответ с мышц стопы малой амплитуды, проводимость по нерву резко снижена; при исследовании передней группы мышц голени регистрируются как потенциалы денервации, так и полифазные, низкой амплитуды потенциалы действия двигательных единиц; реовазография-снижение пульсового кровенаполнения магистральных сосудов левой нижней конечности; тепловизионное исследование - снижение температуры кожи левой голени на 1-2 градуса. Учитывая повреждение только одной ветви седалищного нерва, наличие признаков восстановления нервной проводимости, решено провести консервативное лечение (медикаментозные препараты, ЛФК, массаж, физиолечение). Контрольный осмотр через 1 год: опорная функция конечности хорошая, ходит без опоры, в жесткой обуви походка практически не нарушена; возможно тыльное сгибание пальцев стопы. По данным контрольной электронейромиографии - потенциалы денервации не регистрируются, определяются только потенциалы действия двигательных единиц.

Обсуждение.

Прослеживаются чёткие особенности анатомо-топографических взаимоотношений проксимального отдела седалищного нерва и структур тазобедренного сустава, объясняющие частое несоответствие степени повреждения сустава и нерва. Зонай наибольшего риска поражения нервного ствола должны быть признаны переломы задне-верхнего края вертлужной впадины и центральной части её дна.

Основными факторами риска повреждения при этом седалищного нерва могут быть: смещение отломков вертлужной впадины, дислокация головки бедренной кости, неустраиваемая деформация и патологическая подвижность в области тазобедренного сустава, развитие грубого рубцово-спаечного процесса на месте травмы. Для уточнения степени смещения отломков перелома в зоне тазобедренного сустава, а также повреждения седалищного нерва, во всех случаях необходима рентгенография сустава в прямой задней и косой проекциях.

Степень повреждения нерва не всегда совпадает с массивностью травмы тазобедренного сустава: при незначительном смещении костных отломков может наблюдаться травма всего нервного ствола, в то же время при грубой деформации костных образований в области тазобедренного сустава повреждение нерва может быть минимальным или вообще отсутствовать. Переломы вертлужной впадины являются потенциально опасными в плане возможности одновременного повреждения седалищного нерва, и при обнаружении у пострадавшего такого перелома следует проводить комплекс специальных исследований для оценки состояния нерва.

Список литературы:

1. Дятлов М.М. Повреждения магистральных нервов таза (обзор литературы). *Проблемы здоровья и экологии*. 2005; 5: 44-49.
2. Чехонацкий, А.А. Диагностика и комплексное лечение поражений седалищного нерва при переломах вертлужной впадины. Канд. дисс. Саратов, 1996. 181 с.
3. Проценко О.Н., Шатохин В.Д., Музафаров В.И. Комплексный подход к лечению больных со сложными переломами костей таза аппаратом внешней фиксации. *Гений ортопедии*. 2001; 1: 78-81.
4. Ибрагимов Ф.И. Принципы оценки тяжести повреждений у больных с переломами костей таза после тяжелых сочетанных травм. *Вестник Авиценны*. 2015; 2 (63): 59-63.

References:

1. Dyatlov M.M. Damage to the main nerves of the pelvis (review of literature). *Health and environmental problems*. 2005; 5: 44-49 (in Russian).
2. Chekhonatskiy A.A. Diagnosis and complex treatment of sciatic nerve lesions in fractures of the acetabulum. *Kand.Diss. Saratov, 1996. 118 p. (in Russian)*.
3. Protsenko O.N., Shatokhin V.D., Muzafarov V.I. Complex approach to treatment of patients with complex pelvic bone fractures by external fixation device. *Genius of orthopedics*. 2001; 1: 78-81 (in Russian).
4. Ibragimov F.I. Principles for assessing the severity of injuries in patients with pelvic bone fractures after severe combined

Заключение.

Своевременное и целенаправленное применение апробированного нами комплекса диагностических и лечебных мероприятий у больных с поражением седалищного нерва при переломах вертлужной впадины обеспечивает благоприятные результаты у 87,9% больных.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

5. Шейх Ж.В., Араблинский А.В., Кармазановский Г.Г. Рентгенография и мультиспиральная компьютерная томография в диагностике травмы вертлужной впадины. *Медицинская Визуализация*. 2016; 1: С.113-122.
6. Хамзаев Р.И., Берснев В.П., Борода Ю.И. Диагностика повреждений седалищного нерва и его ветвей. *Бюллетень Сибирской медицины*. 2008; 7 (52): 457-460.
7. Николенко В.Н., Сперанский В.С., Бондарева Е.В. Морфогеометрический анализ параметров вертлужной впадины для проведения реконструктивных операций на тазобедренном суставе. *Астраханский медицинский журнал*. 2007; 2 (2): С. 131.

- injuries. *Avicenna's Herald*. 2015; 2 (63): 59-63 (in Russian).
5. Sheikh Sh.V., Arablinskiy A.V., Karmazanovskiy G.G. Radiography and multislice computed tomography in the diagnosis of injuries of the acetabulum. *Medical Imaging*. 2016; 1: С.113-122 (in Russian).
6. Hamzaev R.I., Bersnev V.P., Boroda Yu.I. Diagnosis of injuries of the sciatic nerve and its branches. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2008; 7 (52): 457-460 (in Russian).
7. Nikolenko V.N., Speranskiy V.S., Bondareva E.V. Morphometric analysis of parameters of acetabulum for reconstructive operations on the hip joint. *Astrakhan Medical Journal*. 2007; 2 (2): 131 (in Russian).

МУЛЬТИСПИРАЛЬНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ ЖИРОВЫХ АУТОТРАНСПЛАНТАТОВ В ОБЛАСТИ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ

Старцева О.И., Серова Н.С., Мельников Д.В., Кириллова К.А., Захаренко А.С.,
Бабкова А.А., Капанадзе Л.Б.

В пластической хирургии часто приходится сталкиваться с проблемами восстановления объема мягких тканей различной локализации врожденного и приобретенного характера, а также связанных с возрастными изменениями мягких тканей. Собственная жировая ткань по многим свойствам близка к идеальному наполнителю для коррекции контурных дефектов тела. Однако, несмотря на неоспоримые преимущества, данная безопасная малоинвазивная методика в течение длительного времени проигрывала более сложным методам реконструкции: пересадка лоскутов, использование имплантатов, имея главный существенный недостаток – непрогнозируемая и неэффективная приживаемость пересаженного жира (от 20 до 60 %, по данным различных авторов). В настоящее время активно изучаются факторы, которые могут повлиять на степень приживаемости жировой ткани и сделать ее более предсказуемой, в частности изучается влияние аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами.

Цель исследования. Доказать стабильность приживления пересаженных жировых аутоотрансплантатов с добавлением аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами, в пластической хирургии молочных желез с использованием МСКТ с расчетом скорости резорбции жировой ткани до пересадки в ранний и поздний послеоперационный периоды.

Материалы и методы.

В период с 2013 по 2016 гг. нами было прооперировано 48 пациенток, обратившихся в клинику пластической хирургии Первого МГМУ им. И. М. Сеченова с жалобами на неудовлетворительный внешний вид молочных желез. Пациенткам выполняли липофилинг в области молочных желез с целью коррекции контурных деформаций. Мониторинг жировых аутоотрансплантатов заключался в следующем: ВМСКТ было выполнено 12 пациенткам (5 пациенткам после трансплантации чистой жировой аутооткани и 7 пациенткам после трансплантации жировой ткани с добавлением АОТЛ).

Результаты.

При исследовании данных объемов и толщины мягких тканей после пересадки жировой ткани как с добавлением аутоплазмы обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами, так и без, у женщин с деформациями молочных желез по данным мультиспиральной компьютерной томографии, было выявлено устойчивое увеличение и толщины мягких тканей в области молочных желез, и увеличение объема в основной группе. Вместе с тем, у пациенток контрольной группы через три месяца отмечался совершенно противоположный результат: уменьшение и объема, и толщины мягких тканей в области молочных желез с дальнейшим истончением.

Выводы.

Результаты проведенного исследования показывают, что улучшение контура в области молочных желез после трансплантации жировой аутооткани, как с добавлением аутоплазмы обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами, так и без нее, у женщин с деформациями молочных желез было выявлено устойчивое увеличение толщины и объема мягких тканей в области молочных желез. Средняя потеря жировой аутооткани после трансплантации колеблется от 11,62 до 17,13%. Результаты подтверждают также, что МСКТ является адекватным методом визуализации жировых аутоотрансплантатов и объемных изменений, возникающих в позднем послеоперационном периоде.

Ключевые слова: Мультиспиральная компьютерная томография, жировые аутоотрансплантаты, аутоплазма, обогащенная тромбоцитами и лейкоцитами, молочная железа, резорбция жировой ткани.

Контактный автор: Кириллова К.А., e-mail: kira.kirillova2013@yandex.ru

Первый московский
государственный
медицинский
университет имени И.М.
Сеченова (Сеченовский
Университет).
Москва, Россия.

Для цитирования: Старцева О.И., Серова Н.С., Мельников Д.В., Кириллова К.А., Захаренко А.С., Бабкова А.А., Капанадзе Л.Б. Мультиспиральная компьютерная томография в оценке жировых аутотрансплантатов в области молочных желез. REJR 2018; 8(3):181-189. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-181-189.

Статья получена: 02.07.18

Статья принята: 23.07.18

MULTISPIRAL COMPUTER TOMOGRAPHY IN ASSESSMENT OF FAT AUTOTRANSPLANTATES OF MAMMARY GLAND

Startseva O.I., Serova N.S., Melnikov D.V., Kirillova K.A., Zakharenko A.S., Babkova A.A., Kapanadze L.B.

In plastic surgery we often have the need for soft tissue volume restoration of different localization, to close congenital or acquired defects as well as associated with age-related changes in soft tissue. Autologous adipose tissue in many properties is the ideal filler for the correction of the body contour defects. However, despite its advantages, this minimally invasive technique has been secondary to more complex methods of reconstruction – flap transplantation. The main significant drawback of fat grafting is the unpredictable and ineffective survival of transplanted fat (20 to 60%, according to different authors). Currently, factors that can influence the degree of survival of adipose tissue and make it more predictable are being actively studied, in particular, the effect of Leucocyte and Platelet Rich Plasma (L-PRP).

Sechenov University.
Moscow, Russia.

Purpose. To prove the stability of transplanted adipose tissue survival with the addition of L-PRP in breast surgery via multisprial computed tomography (MSCT) with the calculation of resorption rate of adipose tissue before transplantation in the early and in late postoperative stages.

Materials and methods. In the period from 2013 to 2016, a total of 48 patients underwent surgery at the plastic surgery clinic in I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. All patients complained of dissatisfactory appearance of the breast. Patients underwent breast lipofilling in order to correlate contour deformities. Monitoring of adipose autografts consisted of the following methods: MSCT was performed in 12 cases (5 patients after transplantation of pure adipose tissue and 7 patients after transplantation of adipose tissue enriched with L-PRP).

Results. The study of the sample volumes and thickness of soft tissues after the transplantation was performed both with and without the addition of L-PRP. A steady increase in the soft tissue thickness in the breast region was revealed and an increase in volume was noted in the main group. At the same time, in patients of the control group three months after surgery a decrease in the volume and thickness of the breast soft tissues was revealed.

Conclusions. The results of the study show that the improvement of breast contour after transplantation of adipose tissue both with and without the addition of L-PRP provides a steady increase in the thickness and volume of breast soft tissues. The average loss of adipose tissue after transplantation ranges from 11.62% to 17.13%. The results also confirm that MSCT is an adequate method of visualization of adipose autografts and volumetric changes in the late postoperative period.

Keywords: multisprial computed tomography (MSCT), adipose tissue, Leucocyte and Platelet Rich Plasma (L-PRP), lipofilling, breast, resorption of adipose tissue.

Corresponding author: Kirillova K.A., e-mail: kira.kirillova2013@yandex.ru

For citation: Startseva O.I., Serova N.S., Melnikov D.V., Kirillova K.A., Zakharenko A.S., Babkova A.A., Kapanadze L.B. Multisprial computer tomography in assessment of fat autotransplantates of mammary gland. REJR 2018; 8 (3):181-189. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-181-189.

Received: 02.07.18

Accepted: 23.07.18

В пластической хирургии часто приходится сталкиваться с проблемами восстановления объема мягких тканей различной локализации врожденного и приобретенного характера, а также связанных с возрастными изменениями мягких тканей [1, 2, 3].

Собственная жировая ткань по многим свойствам близка к идеальному наполнителю: доступна в достаточном количестве, пластична, допускает возможность инъекционного введения и т.д. В целом, данная методика имеет два важных преимущества, одно из которых заключается в отсутствии выраженного рубцевания на участках забора и введения жира, а другое – в отсутствии риска иммунного отторжения и аллергических реакций. Однако, несмотря на неоспоримые преимущества, данная безопасная малоинвазивная методика в течение длительного времени проигрывала более сложным методам (пересадка лоскутов, использование имплантатов), имея главный существенный недостаток – непрогнозируемая и неэффективная приживаемость пересаженного жира (от 20 до 60 %, по данным различных авторов) [4, 5, 6].

В настоящее время, преимущественно, изучаются факторы, которые могут повлиять на степень приживаемости жировой ткани и сделать ее более предсказуемой. В поле зрения многих ученых – различные препараты аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами (АОТ), регенеративный потенциал которой зависит от уровня секреции белков (факторов роста), высвобожденных из альфы гранул тромбоцитов [7-12]. АОТ – это аутологичная плазма крови, в которой концентрация тромбоцитов превышает базовые показатели в 3-5 раз [13].

Было доказано, что за счет широкого спектра факторов роста, АОТ стимулирует образование коллагена, ускоряет регенерацию кожи и слизистых оболочек, индуцирует рост сосудов, эндотелия, обеспечивает гемостаз, уменьшает боль, обладает противовоспалительным эффектом, снижает риск инфекционных осложнений, предотвращает послеоперационные осложнения [14-16].

Аутоплазма, обогащенная тромбоцитами представляет большой практический интерес при пластических и реконструктивных операциях на молочной железе. Анализ имеющихся исследований по оценке клинической эффективности применения трансплантации жировой в области молочных желез, с добавлением АОТ немногочисленны, носят скорее противоречивый характер, не содержат четко сформулированных показаний к применению, а также данных о концентрации АОТ в жировых ауто трансплантатах [17-19].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) обладает способностью все компоненты мягких

тканей в области молочных желез [19]. МРТ можно использовать как подходящую методику для оценки эффективности приживаемости жирового трансплантата и объемных изменений, возникающих в послеоперационном периоде в области молочных желез после пересадки жировой ткани. Это исследование было разработано на основе стандартной хирургической техники по Collman с использованием Мультиспиральной Компьютерной Томографии (МСКТ) для определения резорбции жирового трансплантата в области молочных желез в раннем и позднем послеоперационном периоде, и корреляции с клиническими наблюдениями.

Цель исследования.

Доказать стабильность приживания пересаженных жировых ауто трансплантатов с добавлением аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами, в пластической хирургии молочных желез с использованием МСКТ с расчетом скорости резорбции жировой ткани до пересадки в ранний и поздний послеоперационный периоды.

Материалы и методы.

В период с 2013 по 2016 гг. нами было прооперировано 48 пациенток, обратившихся в клинику пластической хирургии Первого МГМУ им. И. М. Сеченова с жалобами на неудовлетворительный внешний вид молочных желез. Всем пациенткам был выполнен забор жировой ауто ткани из области живота, бедер, колен, с последующим выполнением контурной пластики в области молочных желез чистой аутологичной жировой тканью у 23 пациенток (пациентки группы А) и жировой тканью с добавлением аутоплазмы, обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами (АОТЛ) у 25 пациенток (пациентки группы Б). Мониторинг жировых ауто трансплантатов заключался в следующем: фотографирование, которое было выполнено всем пациенткам до трансплантации, через 2 недели, 1, 3, 6 и 12 месяцев после операции. МСКТ было выполнено 12 пациенткам (5 пациенткам после трансплантации чистой жировой ауто ткани и 7 пациенткам после трансплантации жировой ткани с добавлением АОТЛ). Каждая пациентка до операции была оценена клинически, а также было получено письменное информационное согласие до включения в исследование.

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) была выполнена 12 пациенткам (5 пациенткам из группы А и 7 пациенткам из группы Б) в области молочных желез в сроки до трансплантации жировой ауто ткани, через 2 недели, 3 и 6 месяцев после. Исследование выполняли на базе кабинета рентгеновской компьютерной томографии Российско-Японского центра визуализации в УКБ №1 ПМГМУ им. И.М. Сеченова на объемном мультиспиральном

томографе «Toshiba Aquilion ONE» 640, Япония по низкодозовому протоколу (1,5 мЗв). Укладка выполнялась при позиционировании пациентки на животе, при этом обе молочные железы располагались между двух валиков синтетического рентгенонегативного материала. Один валик находился над молочными железами и фиксировал верхнюю часть грудной клетки с подбородком, а другой находится под молочными железами на уровне эпигастрия, чтобы избежать любое сжатие молочных желез. Изображения были получены в аксиальной и сагиттальной плоскости. При выполнении МСКТ мы оценивали объем, толщину пересаженной жировой ткани в реципиентной области. Подсчет толщины и объема включал в себя измерение как трансплантированной жировой ткани, так и собственных тканей пациентки, в связи с невозможностью отдифференцировать два типа тканей. Измерения толщины выполнялась нами в трех произвольно выбранных точках: по медиальному краю; по центральной части соска; по латеральному краю молочной железы (рис. 1 а, б, в, г).

Методика трансплантации жировой аутожировой ткани: перед выполнением хирургического вмешательства пациенткам группы А была приготовлена АОТЛ методом двукратного центрифугирования объемом от 6 до 30 мл в зависимости от вводимого жирового ауотрансплантата. Операции проводилась под общей анестезией. Забор жировой ткани выполнялся методом шприцевой липосакции. Полученный липоаспират центрифугируют в течение 1 минуты со скоростью 1300 об./мин. Центрифугирование необходимо для седиментации липоаспирата и эффективной очистки перед введением. Затем в аутожировую ткань пациенткам группы А добавляли полученную ранее АОТЛ из расчета 10:1. Введение жировой ткани осуществляют специальными канюлями различной длины и диаметра 2 - 1,6 мм (ByronMedicalinc. Arizona, USA) по технике Coleman (ретроградно микрогранулами) с формированием нового контура молочной железы. Объем вводимого липоаспирата за одну процедуру варьирует в пределах от 20 до 250 мл исходя из емкости реципиентной зоны. Всегда область введения ограничивается подкожно-жировой клетчаткой.

Результаты исследования.

Объем жировых ауотрансплантатов, вводимых за одну процедуру в **Группе «А»** в среднем составил 88,7 мл (диапазон 20 мл до 155 мл в зависимости от степени контурной деформации в области молочных желез). Средний период наблюдений в данной группе составил 12 месяцев (диапазон от 6 до 24 месяцев). Из общего количества трансплантаций жировой аутожировой ткани 17 пациенткам (73,9% наблюдений) было достаточной лишь одной процедуры, пяти

пациенткам (21,7% наблюдений) понадобились повторные пересадки жировой аутожировой ткани с интервалом 3 - 6 месяца после первой процедуры. Одной пациентке (4,3% наблюдений) была необходима третья пересадка аутожировой ткани с интервалом между операциями 4 и 6 месяцев после предыдущих трансплантаций (табл. 1, рис. 2).

В группе «Б» в среднем было введено за одну процедуру 138,3 мл аутожировой ткани (диапазон от 30 мл до 250 мл) в зависимости от степени контурной деформации; количество плазмы, обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами, также варьировало от 3 до 30 мл. Средний период наблюдений в данной группе составил 12 месяцев (диапазон от 6 до 24 месяцев). Из общего количества выполненных трансплантаций жировой аутожировой ткани, 22 пациенткам (88%) хватило одной операции, трем пациенткам (12%) понадобились повторные пересадки жировой аутожировой ткани с интервалом 4 и 3 месяца после первой процедуры (табл. 1, рис. 2).

В течение всего периода исследования у 12 пациенток (25%) были зарегистрированы и изучены изменения МСКТ в диапазоне времени: до операции, через две недели, 3 и 6 месяцев после операции. В исследовании измеряли объем молочных желез в исследуемый период. Средний объем мягких тканей в области молочных желез до пересадки жировых ауотрансплантатов в группе А (n=5; 41,6%) без добавления АОТЛ составил $763 \pm 72,35$ мл (диапазон от 690,5 до 835,2 мл), через две недели после операции объем мягких тканей значительно увеличивается и составляет в среднем $813,25 \pm 97,8$ мл (диапазон от 715,45 до 911,05), через 3 месяца $794,99 \pm 88,7$ мл (от 706,29 до 883,69 мл) и через 6 месяцев $781,33 \pm 85,5$ мл (от 695,83 до 866,83) (рис. 3).

В группе Б (n=7; 58, 3%) мы наблюдали совершенно иную картину. До операции, средний объем мягких тканей в области молочных желез составил порядка $632,31 \pm 95,5$ мл (от 536,81 до 727,81 мл), через 2 недели после пересадки жировых ауотрансплантатов с добавлением АОТЛ был зафиксирован средний объем, который составлял $763,82 \pm 108,6$ мл (в диапазоне от 658,22 до 872,12 мл), через три месяца средний объем составил около $738,36 \pm 93,3$ мл (645,06 до 831,66 мл), через 6 месяцев $736,55 \pm 88,7$ мл (от 647,85 до 825,5 мл) (рис. 4).

В дальнейшем, сравнение наблюдений показало, что в течение шести месяцев у пациенток *группы Б* (жировые ауотрансплантаты с добавлением АОТЛ) отмечено устойчивое увеличение объема мягких тканей, в то время как у пациенток *группы А* (без добавления АОТЛ) через три месяца происходило его уменьшение (рис. 5).

После анализа были получены данные

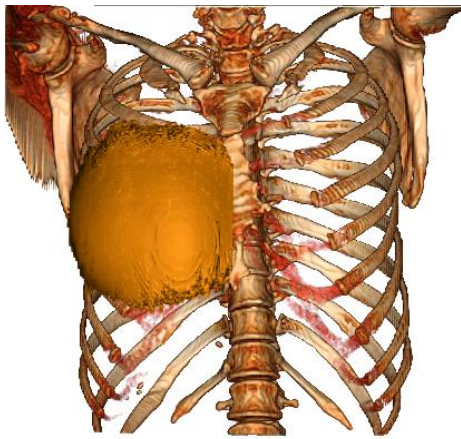


Рис. 1 а (Fig. 1 а)

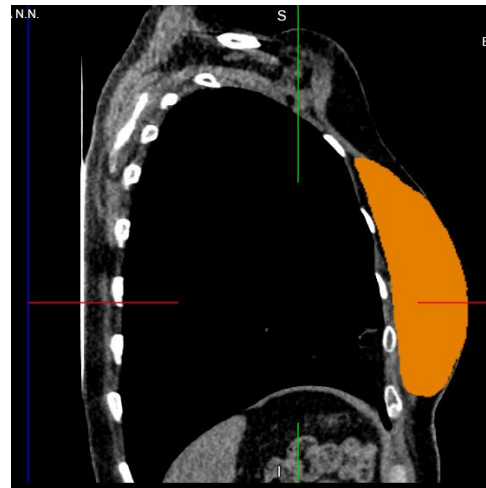


Рис. 1 б (Fig. 1 в)

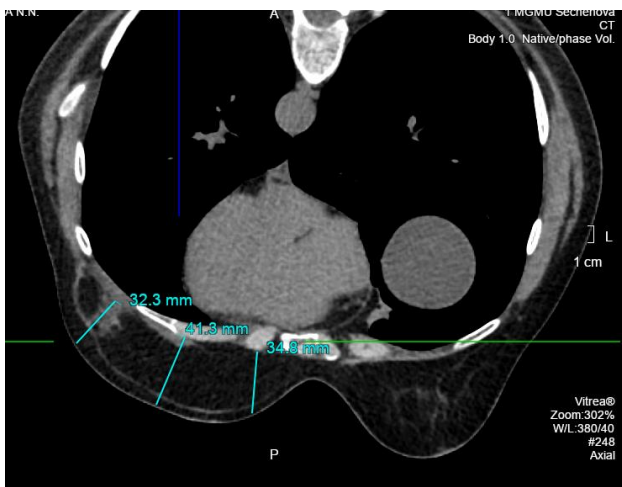


Рис. 1 в (Fig. 1 с)

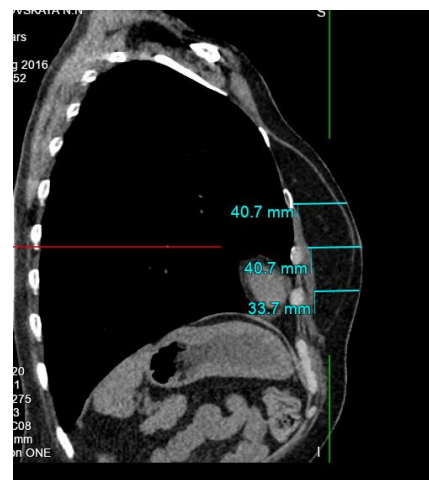


Рис. 1 г (Fig. 1 д)

Рис. 1. МСКТ, молочные железы, режим мягкотканного окна.

а, б – 3D реконструкция, сагиттальная реконструкция. Оценка объема молочной железы, в – аксиальная плоскость, измерение толщины всех слоев в области молочной железы, г – сагиттальная плоскость. измерение толщины всех слоев в области молочной железы.

Fig. 1. MSCT, breast, soft tissue window.

а, б – 3D and sagittal reconstruction, evaluation of the breast volume, в – axial reconstruction, measurement of the thickness layers in the breast area, г - sagittal reconstruction, measurement of the thickness layers in the breast area.

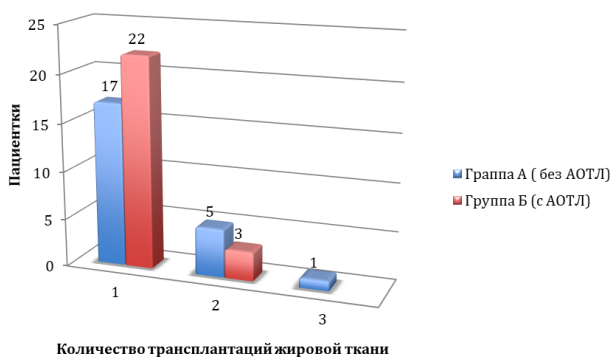


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Диаграмма.

Количество пересадок жировых аутографтов в области молочных желез в группе А и группе Б.

Fig. 2. Diagram.

The number of fatty autografts transplants in the breast area in group A and group B.

Таблица №1. Сравнительная таблица группы А и Б.		
Характеристики групп	Группа «А» жировые ауто-трансплантаты без АОТЛ	Группа «Б» жировые ауто-трансплантаты с добавлением АОТЛ
Количество пациенток	23	25
Средний объем вводимых трансплантатов жировой ткани	88,7 мл	138,3 мл
Диапазон вводимых жировых ауто-трансплантатов (от и до)	от 20 до 155 мл	от 30 до 250
Количество АОТЛ в мл	-	от 3 до 30 (в среднем 9,3 мл)
Одна трансплантация	17 пациенток (73,9%)	22 пациентки (88%)
Две трансплантации	5 пациенток (21,7%)	3 пациентки (12%)
Три трансплантации	1 пациентка (4,3%)	-

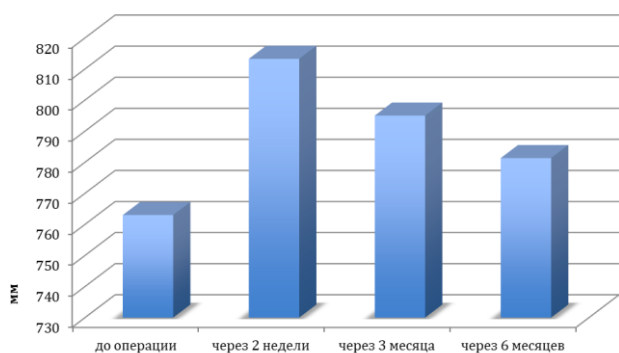


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Диаграмма.

Результаты изменение объема мягких тканей в области молочных желез в группе А (без добавления АОТЛ) до пересадки жировых ауто-трансплантатов, через две недели, 3 и 6 месяцев после.

Fig. 3. Diagram.

Results of the breast soft tissue volume change in Group A (without the addition of AOTL) before the transplantation of fat autografts in two weeks, after 3 and 6 months.

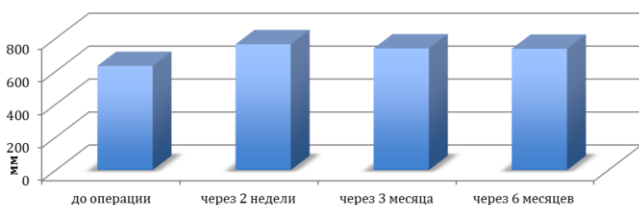


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Диаграмма.

Результаты изменение объема мягких тканей в области молочных желез в группе Б (с добавлением АОТЛ) до пересадки жировых ауто-трансплантатов, через две недели, 1, 3 и 6 месяцев после.

Fig. 4. Diagram.

Results of the breast soft tissue volume change in Group B (with the AOTL) before the transplantation of fat autografts in two weeks, after 3 and 6 months.

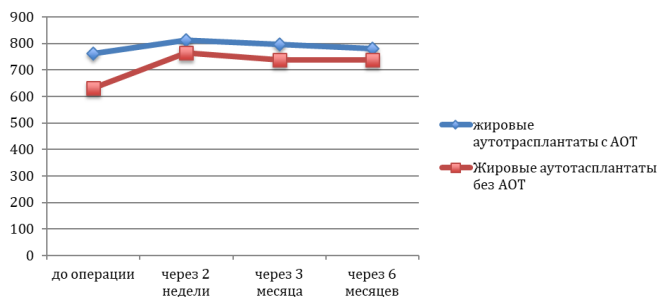


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. Диаграмма.

Динамика изменения объемов мягких тканей в области молочных желез группы А и группы Б по данным МСКТ.

Fig. 5. Diagram.

Dynamics of changes in breast soft tissue volumes in group A and group B according to MSCT data.

подсчета толщины мягких тканей в области молочных желез после трансплантации жировой ткани. В группе А средняя толщина мягких тканей в области молочных желез до операции составила в среднем $56,9 \pm 16,15$ мм (в диапазоне от 35,2 мм до 67,5 мм), через две недели после операции $62,64 \pm 14,15$ мм (в диапазоне от 42,1 мм до 70,4 мм), через 3 месяца после пересадки средняя толщина составила $63,03 \pm 10,85$ мм (от 52,2 мм до 73,9 мм), через 6 месяцев $61,9 \pm$ (от 42,6 мм до 73,9 мм).

В группе Б после пересадки жировых ауто трансплантатов с добавлением АОТЛ, средняя толщина мягких тканей в области молочных желез до операции составила $36,2 \pm 5,45$ мм (от 31,3 мм до 42,2 мм), через 2 недели после операции толщина мягких тканей значительно возрастает и в среднем составляет $49,8 \pm 13,25$ мм (в диапазоне от 33 мм до 59,5 мм), через три месяца средняя их толщина составила $46,5 \pm$ мм (от 34,9 мм до 63,5 мм) и через 6 месяцев $48,3 \pm$ мм (от 31,6 мм до 62,3 мм).

В последствии, была выявлена следующая динамика изменения толщины мягких тканей в области молочных желез: в течение шести месяцев у пациенток *группы Б* (жировые ауто трансплантаты с добавлением АОТЛ) отмечено увеличение толщины жирового слоя, в то время как у пациенток *группы А* (без добавления АОТЛ) через три месяца происходило уменьшение толщины мягких тканей в области молочных желез (рис.6).

Обсуждение.

Как в эстетической, так и в реконструктивной пластической хирургии, пластическим хирургам довольно часто приходится сталкиваться с недостаточностью объема в области молочных желез, с коррекцией контурных дефектов и деформаций в области молочных желез после операций. Реконструкция молочной железы может быть действительно успешно выполнена при помощи имплантов, трансплантации аутологичных тканей, или в их комбинации. Достаточно обширный опыт применения этих методов привел к их закономерным усовершенствованиям, а это, в свою очередь, вывело эстетический стандарт для восстановленной груди на новый, более высокий уровень. Сейчас уже ни пациентов, ни хирургов не удовлетворяет простой «холмик», аллогенного или аутологичного происхождения. На сегодняшнем современном этапе развития пластической хирургии, реконструкция груди должна обеспечить действительно естественный контур, размер и проекцию молочной железы. Кроме того, при односторонней реконструкции, оперированная грудь должна совпадать с контралатеральной железой как по размеру, так и по степени птоза. Для достижения превосходного и более совершенного эстетического результата, а

также симметрии молочных желез хирурги все больше прибегают к вторичным операциям (20). Например, с целью улучшения контуров, исправления дефектов и возникших деформаций оперированной груди, а также улучшения эстетического результата Spear S.L. с соавторами (2005) рекомендуют пересадку жировой ауто ткани – липофилинг (21). Так, по данным статистики Международного Общества Эстетической Пластической хирургии, за 2015 год во всем мире было выполнено 113189 тыс. трансплантаций жировой ауто ткани в области молочных желез. Например, в США – 18785 тыс.; в Бразилии – 7205 тыс.; в Южной Корее – 3150 тыс.; в Индии – 5375 тыс.; в Мексике – 4061 тыс.; в Германии – 6749 тыс.; во Франции – 4123 тыс. и в Италии – 1656 тыс. (22).

Одной из главных проблем пересадки жировой ткани является резорбция жирового трансплантата и не прогнозируемость результата (23, 24, 25), по данным литературы показатели резорбции за первый год колеблются от 20 до 90 % (в диапазоне между 4 и 6 месяцев после трансплантации) (26, 27). Однако до сих пор многие исследования приживаемости жировой ткани в области молочных желез основываются на удовлетворенности пациентов и оценки хирургов (24, 28). В исследовании, где объемы молочных желез рассчитывали по томографии с использованием трехмерной программы, показали резорбцию около 47,5% за 9 месяцев об этом своей статье сообщил Amar O. с соавторами в 2008 году (29).

Последовательное проведение МСКТ позволило нам оценить степень резорбции пересаженного жирового ауто трансплантата по средством вычисления объема с использованием программы ... , что составило в группе А (без добавления АОТЛ) 17,13%, в группе Б (с добавлением АОТЛ) – 11,62% через 6 месяцев после трансплантации жировой ткани. Оценка жирового трансплантата через 2 недели и 3 месяца на наш взгляд является крайне ранней и не отражает полную картину резорбции.

В момент сравнения объема молочных желез в течение трех вышеуказанных изученных периодов, мы обнаружили следующий промежуточный результат: достигнутое увеличение жировой ткани в объеме было максимальным именно через 2 недели после трансплантации – в сравнении с объемом в 3 и 6 месяцев. Данное обстоятельство можно объяснить следующими причинами:

- объем самого введенного ауто трансплантата;
- наличие естественного отека окружающей ткани в области молочных желез, вследствие хирургических манипуляций в данной области;

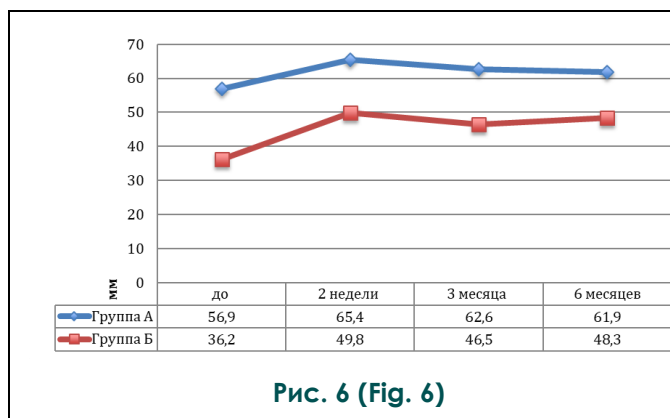


Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. Диаграмма.

Динамика изменения толщины мягких тканей в области молочных желез в группе А (без добавления АОТЛ) и группе Б (с добавлением АОТЛ) по данным МСКТ

Fig. 6. Diagram.

Dynamics of thickness changes in breast soft tissue in group A (without AOTL addition) and group B (with addition of AOTL) according to MSCT data.

Вместе с тем, как сообщает в своей статье Fiaschetti V. с соавторами (2013), средний процент резорбции жировых аутографтов составляет 15,36 % через 6 месяцев и 28,23 % через 12 месяцев (2).

Таким образом, достигнутые нами результаты, являются более значимыми, так как в процессе проведения операции мы не только добавляли к жировым аутографтам аутоплазму, обогащенную тромбоцитами и лейкоцитами (как указанные выше авторы статьи), но, что немаловажно, провели еще и подробный сравнительный анализ полученных нами результатов с чистой жировой тканью.

К сожалению, в научной литературе отсутствуют публикации, в которых авторы сравнивали бы степень резорбции в двух различных группах жировых аутографтов (чистых, а также с добавлением АОТЛ) и, оценивали бы в дальнейшем, полученные результаты с помощью МСКТ - с изложением соответствующих выводов.

Заключение.

Результаты показывают, что улучшение контура в области молочных желез после трансплантации жировой аутографты, как с добавле-

нием аутоплазмы обогащенной тромбоцитами и лейкоцитами, так и без, у женщин с деформациями молочных желез было выявлено устойчивое увеличение толщины и объема мягких тканей в области молочных желез. Результаты подтверждают, что МСКТ является подходящим методом визуализации жировых аутографтов и объемных изменений, возникающих в позднем послеоперационном периоде. Средняя потеря жировой аутографты после трансплантации колеблется от 11,62 до 17,13%. Настоящая статья, может служить справочным материалом для будущих исследований толщины мягких тканей, у женщин с контурными деформациями в области молочных желез. Мы признаем необходимость долгосрочной оценки, которая отсутствует в представленной статье, но нынешнее исследование было разработано для оценки отдаленного послеоперационного периода сроком 6 месяцев.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

References:

1. Rigotti G., Marchi A., Galie M., Baroni G., Benati D., et al. Clinical Treatment of Radiotherapy Tissue Damage by Lipoaspirate Transplant: a Healing Process mediated by Adipose-derived Adult Stem Cells. *Plast. Reconstr. Surg.* 2007; 119: 1409-1422.
2. Fiaschetti V., Pistolese C.A., Fornari M., Liberto V., Cama V., Gentile P., Floris M., Floris R., Cervelli V., Simonetti G. Magnetic resonance imaging and ultrasound evaluation after breast autologous fat grafting combined with platelet-rich plasma. *Plast Reconstr Surg.* 2013; 132 (4): 498-509.
3. Hillard C., Fowler J., Barta R., Cunningham B. Silicone breast implant rupture: a review. *Gland Surg.* 2017; 6 (2): 163-168. doi: 10.21037/g.s.2016.09.12.
4. Brown S.A., Levi B., Lequex C., Wong V.W. Basic Science Review on Adipose Tissue for Clinicians. *Plast. Reconstr. Surg.* 2010; 126 (6): 1409-1422.
5. Coleman S.R. Structural fat grafting: more than a permanent-filler. *Plant Reconstr Surg.* 2006; 118: 108-120.
6. Boschert M.T., Beckert B.W., Puckett C.L., Concannon M.J. Analysis of lipocyte viability after liposuction. *Plast Reconstr*

7. Barry L., Eppley W., Pietrzak M., et al. Platelet-Rich plasma: a review of biology and applications in plastic surgery. *Plastic Reconstructive Surgery.* 2006; 118 (6): 147-159.
8. Planat-Benard V., Silvestre J., Cousin B, et al. Plasticity of human adipose lineage cells toward endothelial cells: Physiological and therapeutic perspectives. *Circulation,* 2004; 109 (5): 656-663.
9. Man D, Plosker H., Winland-Brown JE., et al. Use autologous platelet-rich plasma and autologous platelet-poor plasma in cosmetic surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2001; 107 (1): 229-237.
10. Everts P.E., Hoogbergen M.M., Weber T.A., et al. In the use of autologous Platelet-Rich Plasma Gel in gynecologic, cardiac, and general, reconstructive surgery beneficial. *Curr Pharm Biotechnol.* 2012; 13 (7): 1163-117.
11. Weibrich G., Kleis W.K., Hafner G., Hitzler W.E. Growth factor levels in platelet-rich plasma and correlations with donor age, sex, and platelet count. *J Craniofac. Surg.*2002; 30 (2): 97-

102.

12. Eppley B. L., Woodell J. E., Higgins J. Platelet quantification and growth factor analysis from platelet-rich plasma: Implications for wound healing. *Plast. Reconstr. Surg.* 2004; 114: 1502.
13. Marx R. Platelet-rich plasma (PRP): What is PRP and what is not PRP? *Implant dent.* 2001; (10): 225-229. DOI:10.11607/jomi.te04
14. Marx R.E. Platelet-rich plasma: Evidence to support its use. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 2004; 62 (4): 489-496.
15. Marx R., Carlson E., Eichstaedt R., Schimmele S., Strauss J., Georgeff K. Platelet-rich plasma: growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1998; 85: 638-846.
16. Weiser L., Bhargava M., Attia E., et al. Effect of serum and platelet-derived growth factor on chondrocytes grown in collagen gels. *Tissue Eng.* 1999; 5: 533- 544.
17. Salgarello M., Visconti G., Rusciani A. Breast fat grafting with platelet-rich plasma: a comparative clinical study and current state of the art. *Plast Reconstr Surg.* 2011; 127 (06): 2176-2185.
18. Gentile P., De Angelis B., Pasin M., Cervelli G., Curcio C.B., Floris M., Di Pasquali C., Bocchini I., Balzani A., Nicoli F., Insalaco C., Tati E., Lucarini L., Palla L., Pascali M., De Logu P., Di Segni C., Bottini D.J., Cervelli V. Adipose-derived stromal vascular fraction cells and platelet-rich plasma: Basic and clinical evaluation for cell-based therapies in patients with scars on the face. *J Craniofac Surg.* 2014; 25 (1): 267–272.
19. Fiaschetti V., Pistolese C.A., Fornari M., Liberto V., Cama V., Gentile P., Floris M., Floris R., Cervelli V., Simonetti G. Magnetic resonance imaging and ultrasound evaluation after breast autologous fat grafting combined with platelet-rich plasma. *Plast Reconstr Surg.* 2013; 132 (4): 498-509.
20. Beahm E.K., Walton R.L. Revision in autologous breast reconstruction: Principles and approach. *Clin Plast Surg.* 2007; 34: 139–162

МРТ В ДООПЕРАЦИОННОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ РИСКА ЛИМФОГЕННОГО МЕТАСТАЗИРОВАНИЯ У БОЛЬНЫХ РАКОМ ЭНДОМЕТРИЯ I КЛИНИЧЕСКОЙ СТАДИИ

Очиров М.О.¹, Трухачева Н.Г.¹, Коломиец Л.А.^{1,2}, Фролова И.Г.¹, Чернов В.И.^{1,3}, Чернышова А.А.¹, Виллерт А.Б.¹, Молчанов С.В.¹, Чуруксаева О.Н.¹, Спирина Л.В.^{1,3}

Цель исследования. Разработать модель прогнозирования вероятности риска лимфогенного метастазирования у больных раком эндометрия первой клинической стадии с использованием методов лучевой диагностики.

Материалы и методы. В исследование включены 188 больных раком эндометрия. У 72% пациентов (n=100) выявлена I клиническая стадия рака эндометрия, у 60 из них оперативное лечение проведено в объеме тотальной гистерэктомии с билатеральной сальпингоовариоэктомией, тазовой лимфаденэктомией.

Результаты. Согласно рекомендованной модели прогноза, предложенной консенсусом (ESMO, ESGO, ESTRO 2015), низкий риск лимфогенных метастазов выявлен у 46% больных (n=28), промежуточный риск – 44% (n=26), высокий риск – у 10% пациентов (n=6). Удельный вес лимфогенных метастазов составил 10% (n=6), в том числе у больных с низким (n=2) и промежуточным (n=4) риском лимфогенного метастазирования.

Выводы. Разработанная математическая модель прогнозирования риска лимфогенного метастазирования у больных раком эндометрия I клинической стадии, включающая степень дифференцировки опухоли, глубину инвазии, а также дополнительные параметры: объем опухоли, толщина стенки матки и переходной зоны, наличие лимфаденопатии, позволяет объективизировать необходимость проведения лимфаденэктомии у больных низким и промежуточным риском. Чувствительность и специфичность полученной математической модели составила 93,7% и 62,5%, соответственно.

Ключевые слова: рак эндометрия, математическая модель, лимфогенные метастазы.

Контактный автор: Очиров Максим Олегович, e-mail: maksimmf@mail.ru

Для цитирования: Очиров М.О., Трухачева Н.Г., Коломиец Л.А., Фролова И.Г., Чернов В.И., Чернышова А.А., Виллерт А.Б., Молчанов С.В., Чуруксаева О.Н., Спирина Л.В. МРТ в дооперационном прогнозировании риска лимфогенного метастазирования у больных раком эндометрия I клинической стадии. REJR 2018; 8(3):190-204. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-190-204.

Статья получена: 10.07.18

Статья принята: 24.07.18

MRI IN PREOPERATIVE PREDICTION OF THE RISK OF LYMPH NODE METASTASIS IN PATIENTS WITH ENDOMETRIAL CANCER OF THE FIRST CLINICAL STAGE

M.O. Ochirov¹, N.G. Trukhacheva¹, L.A. Kolomiets^{1,2}, I.G. Frolova¹, V.I. Chernov^{1,3}, A.L. Chernyshova¹, A.B. Villert¹, S.V. Molchanov¹, O.N. Churuksaeva¹, L.V. Spirina^{1,3}

Purpose. To develop a model for predicting the possibility of lymph node metastasis risk in patients with endometrial cancer at the first clinical stage using methods of radiology.

Materials and methods. The study included 188 patients with endometrial cancer. In 72% of patients (n = 100), First clinical stage of endometrial cancer was detected, in 60 of them, operative treatment was performed in the volume of total hysterectomy with bilateral

1 - НИИ онкологии ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской Академии Наук».

2 - ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

3 - ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». г. Томск, Россия.

1-Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. Tomsk, Russia.

2-Siberian State Medical University. Tomsk, Russia

3-National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk Polytechnic University, TPU, Tomsk, Russia.

salpingoovariectomy, pelvic lymphadenectomy.

Results. According to the recommended prognosis model proposed by consensus (ESMO, ESMOP, ESTRO 2015), low risk of lymphogenic metastases was revealed in 46% (n=28) patients, intermediate risk – 44% (n=26), high risk in 6 patients (10%). The specific weight of lymphogenic metastases was 10% (n=6), including patients with low (n=2) and intermediate (n=4) risk of lymphogenic metastasis.

Conclusion. The developed mathematical model of prognosis predicting the risk of lymphogenic metastasis in patients with endometrial cancer of the 1st clinical stage, including the degree of tumor differentiation, the depth of invasion, as well as additional parameters: tumor volume, thickness of the uterus wall and transition zone, the presence of lymphadenopathy allows to objectify the need for lymphadenectomy in patients with low and intermediate risk. The sensitivity and specificity of the mathematical model obtained were 93.7% and 62.5%, respectively.

Keywords: endometrial cancer, mathematical model, lymphogenic metastasis.

Corresponding author: Ochirov Maksim Olegovich, e-mail: maksimmf@mail.ru

For citation: M.O. Ochirov, N.G. Trukhacheva, L.A. Kolomiets, I.G. Frolova, V.I. Chernov, A.L. Chernyshova, A.B. Villert, S.V. Molchanov, O.N. Churuksaeva, L.V. Spirina. MRI in pre-operative prediction of the risk of lymph node metastasis in patients with endometrial cancer of the first clinical stage. REJR 2018; 8 (3):190-204. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-190-204.

Received: 10.07.18

Accepted: 24.07.18

Рак тела матки занимает первое место в структуре онкогинекологической патологии в Российской Федерации и составляет 24422 новых случаев заболеваемости в год. Стандартизованный показатель – 17,5 на 100 тыс. женского населения. Прирост заболеваемости с 2005 по 2015 гг. составил 38%, что обусловлено увеличением продолжительности жизни, в первую очередь женского населения [1].

Примерно у 80% больных раком тела матки диагностируют эндометриоидную аденокарциному, которая характеризуется более благоприятным течением. Более 80% пациентов с данной патологией выявляются на начальной стадии заболевания, при этом 5-летняя выживаемость составляет от 80-90%. Однако при наличии метастатического поражения лимфатических узлов данный показатель не превышает 50% [2].

Существующие трудности оценки состояния лимфатических узлов, обусловленные малыми размерами в норме и на начальных этапах метастазирования, а также расположением их в анатомически труднодоступных областях, обосновывают внедрение таких современных неинвазивных высокоинформативных методов диагностики, как МРТ с применением функциональных методик [3].

При использовании магнитно-резонансной томографии (МРТ) нормальные лимфатические узлы рассматриваются как овальные образования с однородной структурой и промежуточной интенсивностью сигнала на T2-ВИ, с низкой интенсивностью сигнала на T1-ВИ и с высокой

интенсивностью сигнала на диффузно-взвешенных магнитно-резонансных изображениях (DWI); отмечается однородное усиление сигнала от неизменных узлов после внутривенного введения парамагнитного контрастного вещества.

Диффузионно-взвешенные магнитно-резонансные изображения способствуют выявлению небольших лимфатических узлов, однако до сих пор применение DWI не помогает различать нормальные и злокачественные узлы. В то же время, по мнению Lucas R. с соавторами (2015), комбинация изображений DWI и T2 более точна, чем только T2-изображения при выявлении инвазии опухоли в миометрий и распространении ее на серозный слой тела матки [4].

Общепризнанными МРТ критериями диагностики метастатического поражения тазовых лимфатических узлов является увеличение короткой оси лимфатического узла более 1 см. Вследствие чего, микрометастазы легко пропустить. Повысить чувствительность МРТ при распознавании метастазов лимфоузлов могут такие критерии, как округлая форма, неоднородная интенсивность сигнала. По данным разных исследователей, высокие значения точности МРТ при распознавании метастатических лимфатических узлов (около 90%) необходимо критически оценивать с учетом низкой исходной вероятности появления узловых метастазов; действительно, значения чувствительности в одних и тех же исследованиях различаются между 40% и 60%, тогда как специфичность приближается к 95% [5 - 8].

Объем опухоли является важным прогностическим фактором. Большой объем опухоли связан с большим местным распространением, вовлечением лимфоузлов. При этом он может быть недооценен, особенно при наличии миомы матки или гиперплазии эндометрия. МРТ позволяет достоверно определить размеры и объем опухоли, что способствует более точной оценке степени распространенности ее на миометрий, в полость матки и на наружный слой тела матки.

Несмотря на указанные сложности, по данным Sala E. et al., точность МРТ при оценке местной распространенности процесса колеблется от 88% до 97%, что значительно выше по сравнению с клиническим обследованием [8]. Другие авторы также отмечают, что при добавлении в клиническую оценку информации, полученной при проведении МРТ, прогностическая способность последнего значительно возрастает [9, 10].

Показанием для проведения лимфаденэктомии при раке тела матки является II-III, а клиническая стадия опухолевого процесса, серозный и светлоклеточный гистологический тип опухоли, карциносаркома и обнаружение макроскопически увеличенных регионарных лимфоузлов (RUSSCO, 2017). Хотя лимфаденэктомия является хорошим способом для оценки состояния лимфатических узлов, ее клиническое значение у больных раком эндометрия I клинической стадией процесса остается спорным. В двух рандомизированных клинических исследованиях не было показано увеличение выживаемости в данной группе пациентов [11, 12]. Многие специалисты считают, что риск осложнений после проведения лимфаденэктомии превалирует над пользой для пациентов. С другой стороны, прогноз у пациентов с метастатическим поражением лимфатических узлов хуже при неидентифицированных лимфатических узлах, а также если этим пациентам проводилась только гистерэктомия без лимфаденэктомии или послеоперационной лучевой терапии [13, 14].

В настоящее время биопсия «сигнальных» лимфоузлов (СЛУ) относится к методам диагностики поражения регионарных лимфоузлов (ЛУ) и может быть использована для определения степени распространенности процесса у больных раком молочной железы, рака шейки матки и рака гортани и гортаноглотки [15, 16, 17]. Несмотря на внедрение в клиническую практику данной методики, пока широкого распространения она не получила.

Таким образом, для того, чтобы точно оценить степень распространенности опухолевого процесса и адекватно провести лечение, важно найти способы правильно предсказать риск лимфогенных метастазов у пациентов до

операции.

В литературе встречаются исследования по разработке моделей для прогнозирования риска лимфогенных метастазов [18 - 22]. В них оценивается влияние онкомаркеров, размера опухоли, степени инвазии опухоли, гистологического типа рака, наличия лимфоваскулярной инвазии и параметров, полученных по данным магнитно-резонансной томографии на вероятность лимфогенного метастазирования у больных раком тела матки.

Первой моделью прогнозирования риска лимфогенного метастазирования у больных раком эндометрия была модель клиники Mayo Clinic, предложенная Mariani A. с соавторами [18, 19]. Данная модель основана на интраоперационной оценке 4 основных параметров, включающих глубину инвазии опухоли в миометрий более 50%, размер опухоли в полости матки более или равный 2 см, степень дифференцировки опухоли (умеренная или низкая) и гистологический тип опухоли (эндометриоидная аденокарцинома). При этом данный способ основан на интраоперационной оценке глубины инвазии, размеров опухоли и гистологического исследования опухоли в послеоперационном периоде. Чувствительность и специфичность способа составляет 87,5% и 36,2% соответственно.

Для азиатской популяции была разработана прогностическая модель, модифицированная из исследования корейской гинекологической онкологической группы, предложенная Kang с соавторами [1]. Она включает в себя определение трех параметров, выявленных по данным МРТ (глубина инвазии в миометрий, переход опухоли за пределы матки и увеличение лимфатических узлов) в сочетании с повышением уровня онкомаркера СА-125 в сыворотке крови, которые имели связь с наличием метастазов в лимфатические узлы и были окончательно выбраны в качестве предикторов. Данная модель была основана на анализе пациентов, включающих также II-IV клинические стадии рака эндометрия, то есть тех пациентов, у которых необходимость проведения лимфаденэктомии не вызывает сомнений.

Еще одна модель прогноза была предложена Yang с соавторами [23]. Способ основывается на измерении уровня онкомаркера СА-125 в сыворотке крови и определении иммуногистохимических маркеров рецептора прогестерона (РП) и Ki67. У пациентов со значением маркера СА-125 ниже 30 МЕ/мл, а также с положительным значением рецептора прогестерона, более чем в 50% клеток и Ki67 менее 40% клеток, определяются как низкий риск лимфогенного метастазирования. Хотя данный способ не учитывает такие важные параметры, как степень дифференцировки опухоли, степень

инвазии опухоли в миометрий, чувствительность и специфичность модели составили 84,6% и 67,4% соответственно. Также для использования данной модели необходимо проведение иммуногистохимического исследования с определением уровня рецепторов прогестеронов и Ki67, что не всегда является возможным на дооперационном этапе. Поиск дополнительных факторов риска лимфогенного метастазирования при раке эндометрия представляет практический интерес и позволяет оптимизировать показания к лимфаденэктомии при раке эндометрия I клинической стадии.

Согласно данным консенсуса ESGO, ESMO, ESTRO (2015 г.) показания к лимфодиссекции для эндометриоидного рака I клинической стадии определяются риском, оцениваемым по результатам предоперационного обследования. Выделяют три группы риска лимфогенного метастазирования, которые основаны на измерении 2-х параметров: степени дифференцировки эндометриальной аденокарциномы и глубине инвазии опухоли в миометрий. На основании данной градации определяют три степени риска лимфогенных метастазов: низкий риск (проведение лимфодиссекции не показано), промежуточный риск (проведение лимфодиссекции возможно для уточнения стадии) и высокий риск (показано проведение лимфодиссекции). Хотя данная модель позволяет разделить пациентов на группы риска, она не дает однозначный ответ о необходимости проведения им лимфаденэктомии. Имеется ряд наблюдений, когда у пациентов с низким и промежуточным риском лимфогенных метастазов, при проведении лимфаденэктомии определялись метастазы в лимфатические узлы, что говорит о необходимости дальнейших исследований в этом направлении для объективизации подходов в оценке рисков лимфогенного метастазирования [23].

Таким образом, **целью нашего исследования** явилась разработка модели прогнозирования вероятности риска лимфогенного метастазирования у больных раком эндометрия первой клинической стадии с использованием методов лучевой диагностики, которая может использоваться на дооперационном этапе для принятия объективных решений о необходимости проведения лимфаденэктомии.

Материалы и методы.

В исследование включено 188 больных раком тела матки, проходивших хирургическое лечение в условиях гинекологического отделения НИИ онкологии Томского НИМЦ за период с 2014 по 2017 г. с диагнозом рак тела матки. Средний возраст пациентов составил 57,6±9,8 лет. Всем пациентам на дооперационном этапе проводилось комплексное обследование, включающее в себя клинические и биохимические

анализы крови, общий анализ мочи, оценку свертывающей системы крови, рентгенографию органов грудной клетки, ультразвуковое исследование органов малого таза, органов брюшной полости и почек, магнитно-резонансную томографию органов малого таза с контрастированием для оценки степени распространенности опухоли, а также эзофагогастроуденоскопия, ультразвуковое исследование сосудов нижних конечностей и эхокардиография с оценкой функции выброса.

Диагноз был морфологически верифицирован у всех пациентов на дооперационном этапе. У 140 пациентов (74%) опухоль тела матки была представлена эндометриоидной аденокарциномой. Пациенты с неэндометриоидным раком тела матки были исключены из анализа. Стадия заболевания определялась по системам FIGO и TNM 7-го пересмотра, в 72% случаев (n=100) рак эндометрия был выявлен на I клинической стадии (T₁), пациенты со II-IV клиническими стадиями рака эндометрия были исключены из анализа. Оценка риска лимфогенного метастазирования проводилась с использованием рекомендаций consensus ESGO, ESMO, ESTRO. Всем больным вне зависимости от риска лимфогенного метастазирования была выполнена лимфаденэктомия.

Всем пациентам проводилось оперативное лечение в объеме тотальной гистерэктомии с билатеральной сальпингоовариоэктомией, тазовая лимфаденэктомия проводилась у 60 больных. Медиана числа удаленных лимфатических узлов составила 11 (5-35). Лимфогенные метастазы были выявлены у 6 пациентов (10%) с эндометриоидной аденокарциномой эндометрия.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета прикладных программ статистика 10.0 для количественного и качественного анализа. Проверка предположения о нормальности распределения признаков проводилась с использованием критериев согласия. Для оценки риска лимфогенного метастазирования у больных раком эндометрия I клинической стадией был проведен дискриминантный анализ. Результатом дискриминантного анализа является статистическая модель, представленная набором линейных дискриминантных функций, определяющих границы принятия решения в пользу той или иной группы, а именно, в группы с низким или высоким риском лимфогенных метастазов. Количество линейных дискриминантных функций равно количеству групп. Линейная дискриминантная функция представляет собой линейную комбинацию переменных, включенных в модель:

$$Y = a \cdot x + b, \text{ где}$$

Y – значение линейной дискриминантной функции;

x – определяющая переменная;

a – коэффициент при определяющей переменной;

b – независимая константа.

Всего было проанализировано 17 таких показателей, как распределение пациенток по возрастным группам (20-39 лет, 40-49 лет, 50-59 лет, 60-79 лет); жалобы на момент первичного обращения по поводу настоящего заболевания (кровянистые выделения из половых путей, болевой синдром, нерегулярный менструальный цикл или сочетание жалоб); МРТ-показатели: объем опухоли, интенсивность накопления контрастного вещества (сильное, среднее, слабое, нет накопления контрастного препарата), распределение контраста (равномерное, неравномерное, нет накопления контраста), глубина инвазии опухоли в миометрий (менее 1/2, более 1/2, до серозного слоя), оценка диффузионно-взвешенных изображений (высокий, низкий сигнал от опухоли), локализация опухоли в полости матки (в области дна, в области маточных труб, занимает 1/2 полости матки, занимает всю полость, опухоль доходит до внутреннего зева, область дна и маточных труб), толщина стенки матки и переходной зоны, локализация увеличенных лимфатических узлов (подвздошная, парааортальная, паховая, нет увеличенных ЛУ), количество лимфатических узлов по данным МРТ (единичные, множественные, «цепочкой»), размер лимфоузлов в максимальном измерении; сопутствующая патология в матке, распад опухоли.

МРТ выполнялась на МР-сканере MAGNETOM ESSENZA (Siemens, Германия) с напряженностью магнитного поля 1,5 Т. Исследование проводилось натощак, наполнение мочевого пузыря соответствовало умеренной степени. При выполнении магнитно-резонансной томографии для уменьшения артефактов от перистальтики кишечника пациенткам было рекомендовано воздерживаться от приема пищи в течение 5-6 ч до исследования с применением вечером перед исследованием антиперистальтических препаратов. Артефакты от дыхательных движений передней брюшной стенки устранялись программными средствами (с помощью полосы сатурации) или механической компрессией живота эластичным поясом.

Во время исследования пациентка находилась в положении лежа на спине головой в сторону апертуры магнита (Head first – supine), руки вдоль тела. Сагиттальная ось тела пациентки была ориентирована вдоль продольной оси стола томографа. Приемную радиочастотную катушку накладывали на область живота, центрируя посередине передней межкостной линии, соединяющей передние верхние ости подвздошных костей. Исследование начиналось с получения ориентировочных изображений в трех проекциях, обозначаемых в протоколе как

«Localizer».

Магнитно-резонансное исследование органов малого таза выполнялось в T2-взвешенных изображениях (T2-ВИ), T1-взвешенных изображениях (T1-ВИ) в аксиальной, коронарной, сагиттальной плоскостях. Основными в протоколе исследования являлись T2-ВИ, полученные с помощью импульсных последовательностей турбо- или быстрого спин-эхо (TSE, FSE), обеспечивающих хороший контраст между опухолью и окружающими тканями. На сагиттальных срезах оценивали распространение опухоли вдоль длинной оси матки. Аксиальные и коронарные срезы использовались для оценки перехода опухоли на стенки таза и визуализации лимфоузлов. Наилучшая визуализация параметральной инвазии достигалась с помощью косых аксиальных срезов, ориентированных перпендикулярно длинной оси шейки матки. Хороший контраст между лимфоузлами и окружающей жировой клетчаткой обеспечивал режим T1. При использовании T2-режима лимфоузлы лучше дифференцировались от скелетных мышц, яичников и сосудов. Преимуществом фронтальной плоскости являлась возможность исследовать забрюшинное пространство от лонного сочленения до уровня почечных сосудов. Для визуализации увеличенных парааортальных лимфоузлов были использованы сагиттальные и фронтальные изображения. Аксиальные срезы для адекватной оценки структуры лимфоузлов охватывали область от лонного сочленения до почечных сосудов. Для определения границ опухоли, уточнения ее распространенности и структуры применялось внутривенное болюсное введение парамагнетика (Омнискан) в дозе 2 мл/10 кг массы тела, с получением динамической серии срезов с интервалом 12-14 с и отсроченных сканов в стандартной T1-взвешенной последовательности. С целью оценки распространения опухоли за пределы стенки матки дополнительно проводилось исследование с программой «подавления» сигнала от жировой ткани (T2-FatSat или TIRM).

На основании морфологического исследования операционного материала все больные раком эндометрия были разделены на 2 группы: 1-я группа – пациенты с метастатическим поражением ЛУ; 2-я группа – без поражения ЛУ.

Клиническая оценка эффективности определения риска лимфогенного метастазирования у больных раком эндометрия I клинической группы на дооперационном этапе проводилась с помощью рекомендованной модели согласно consensus ESMO, ESGO, ESTRO 2015 г.

Результаты исследования.

На основании проведенного на дооперационном этапе комплексного исследования у 60

больных раком эндометрия I клинической стадии, у которых оперативное лечение было дополнено тазовой лимфаденэктомией, выявлено, что низкий риск лимфогенных метастазов, согласно данным консенсуса ESMO, ESGO, ESTRO, выявлен у 46% больных (n=28), промежуточный риск – 44% (n=26), высокий риск – у 10% пациентов (n=6). Лимфогенные метастазы были выявлены у 6 пациентов (10%), в том числе у больных с низким (n=2) и промежуточным (n=4) риском лимфогенного метастазирования.

На основании дискриминантного анализа были выявлены наиболее значимые прогностические показатели, влияющие на вероятность выявления поражения лимфоузлов: объем опухоли (рис. 1 а, б), глубина инвазии опухоли в миометрий (рис. 2), толщина стенки матки и переходной зоны (рис. 3 а, б), лимфаденопатия, выявленная при проведении МРТ с контрастированием (рис. 4), а также степень дифференцировки опухоли по данным гистологического исследования опухоли на дооперационном этапе (табл. №1).

Для оценки риска прогнозирования поражения лимфатических узлов нами были предложены дискриминантные функции:

$Y1 = 11,2 + 2,98 * X1 + 2,1 * X2 + 1,9 * X3 + 7,2 * X4 + (-0,38) * X5 + 1,5 * X6$ (группа больных с низким риском лимфогенного метастазирования),

$Y2 = -19,86 + 4,5 * X1 + 2,96 * X2 + (-0,1) * X3 + 11,4 * X4 + (-0,9) * X5 + 2,2 * X6$ (группа больных с высоким риском лимфогенного метастазирования), где

X1 – Объем опухоли по данным МРТ (см³) (1 – менее 25 см³, 2 – более 25 см³) (рис. 1 а, б).

X2 – Инвазия опухоли эндометрия по данным МРТ (0 – нет инвазии; 1 – менее ½ толщины миометрия; 2 – более ½ толщины миометрия; 3 – инвазия опухоли до серозного слоя; 4 – распространение опухоли за пределы серозного слоя) (рис. 2).

X3 – Толщина стенки матки в наибольшем измерении по данным МРТ (1 – менее 16 мм, 2 – более или равен 16 мм) (рис. 3).

X4 – Толщина переходной зоны в наибольшем измерении по данным МРТ (1 – менее 8 мм, 2 – более или равен 8 мм).

X5 – Лимфаденопатия по данным МРТ в максимальном размере (1 – менее 10 мм, 2 – более 10 мм).

X6 – Степень дифференцировки опухоли (1 – высокодифференцированная, 2 – умеренно дифференцированная, 3 – низкодифференцированная, 4 – недифференцированная, 5 – сочетание высоко и умеренно дифференцированной опухоли, 6 – сочетание низкой и умеренной степени дифференцировки).

Если значение $Y1 > Y2$ прогнозируют низкий риск лимфогенного метастазирования; если

$Y1 < Y2$, то прогнозируют высокий риск лимфогенного метастазирования.

Чувствительность и специфичность полученной дискриминантной модели составила 93,7% и 62,5% соответственно.

Клиническая апробация разработанной модели проведена на 5 пациентах, не вошедших в исследование при разработке математической модели.

Клинические примеры, иллюстрирующие возможность применения модели.

Клинический пример №1.

Больная М., 57 лет, с диагнозом «рак эндометрия T1 стадии». Больной проведено комплексное обследование, включающее клиничко-лабораторное обследование в стандартном объеме, дополненное проведением магнитно-резонансной томографии с контрастным усилением. Гистологическое заключение: эндометриальная аденокарцинома умеренной и высокой степени дифференцировки. На основании рекомендации consensus ESMO, ESGO, ESTRO (2015 г.) у пациентки выявлен низкий риск лимфогенного метастазирования. Пациентке было проведено уточнение риска лимфогенного метастазирования с помощью разработанной математической модели. У больной на дооперационном этапе с помощью магнитно-резонансной томографии с контрастированием было установлено, что объем опухоли матки равен 22,5 см³ (1) (рис. 6 а, б), инвазия опухоли менее ½ толщины миометрия (1), толщина стенки матки – 18 мм (2) (рис. 7 а), толщина переходной зоны – 8 мм (2) (рис. 7 б), лимфаденопатия в максимальном размере лимфатических узлов более 10 мм (2) (рис. 8). При гистологическом исследовании морфологическое строение опухоли соответствовало умеренной и высокодифференцированной эндометриоидной аденокарциноме (5).

Рассчитывались значения дискриминантных функций по формуле:

$Y1 = 11,2 + 2,98 * X1 + 2,1 * X2 + 1,9 * X3 + 7,2 * X4 + (-0,38) * X5 + 1,5 * X6 = -11,2 + 2,98 * 1 + 2,1 * 1 + 1,9 * 2 + 7,2 * 2 - 0,38 * 2 + 1,5 * 5 = 11,2 + 2,98 + 2,1 + 3,8 + 14,4 - 0,76 + 7,5 = 18,82$

$Y2 = -19,86 + 4,5 * X1 + 2,96 * X2 + (-0,1) * X3 + 11,4 * X4 + (-0,9) * X5 + 2,2 * X6 = -19,86 + 4,5 * 1 + 2,96 * 1 - 0,1 * 2 + 11,4 * 2 - 0,9 * 2 + 2,2 * 5 = -19,86 + 4,5 + 2,96 - 0,2 + 22,8 - 1,8 + 11 = 19,4$

Далее оценивался риск поражения лимфоузлов: $Y1 = 18,82$; $Y2 = 19,4$; $Y1 < Y2$.

На основании разработанной математической модели, включающей дополнительные факторы прогноза распространенности опухолевого процесса, у больной выявлен высокий

Таблица №1. Дискриминантный анализ по критериям.

Discriminant Function Analysis Summary No. of vars in model: 6; Grouping: метастаз в ЛУ (2 grps) Wilks' Lambda: ,67444 approx. F (6,75)=6,0340 p< ,0000						
	Wilks' - Lambda	Partial - Lambda	F-remove - (1,75)	p-level	Toler.	1-Toler. - (R-Sqr.)
Объем опухоли по данным МРТ (мм ³)	0,712615	0,946425	4,24561	0,042820	0,750918	0,249082
Инвазия опухоли эндометрия по данным МРТ	0,716780	0,940925	4,70880	0,033176	0,749468	0,250532
Толщина стенки матки	0,715628	0,942440	4,58068	0,035586	0,491744	0,508256
Толщина переходной зоны	0,837108	0,805675	18,08969	0,000060	0,419347	0,580653
Лимфаденопатия лимфоузлов	0,755453	0,892758	9,00934	0,003646	0,747236	0,252764
Степень дифференцировки	0,724154	0,931344	5,52880	0,021334	0,819372	0,180628

Примечание: Wilks Lambda – величина, отвечающая за выполнение условий о правомерности включения показателя в модель и значимости различий значений дискриминантной функции в группах, что является необходимым условием при создании модели; Toler. (толерантность) – величина, отражающая информативность переменной, которая является необходимым условием для включения переменной в модель; p-level – уровень значимости.

риск лимфогенного метастазирования. Больной было выполнено оперативное лечение в объеме: лапароскопия, экстирпация матки с придатками и тазовой лимфаденэктомией. При цитологическом экспресс-исследовании «сигнальных» лимфатических узлов в операционном материале выявлен метастаз. В связи с чем, у пациентки был расширен объем лимфодиссекции до парааортальной лимфаденэктомии. При плановом морфологическом исследовании удаленных лимфатических узлов метастатическое поражение лимфатических узлов было подтверждено.

Клинический пример №2.

Больная К., 59 лет, с диагнозом «рак эндометрия T1 стадии». Больной проведено комплексное обследование, включающее клиничко-лабораторное обследование в стандартном объеме, дополненное проведением магнитно-резонансной томографии с контрастным усилением. Гистология: эндометриальная аденокарцинома умеренной степени дифференцировки. На основании рекомендации consensus ESMO,

ESGO, ESTRO (2015 г.) у пациентки выявлен промежуточный риск лимфогенного метастазирования. Пациентке проведена оценка вероятности лимфогенного метастазирования с использованием разработанной математической модели. По данным магнитно-резонансной томографии с контрастированием на дооперационном этапе исследования было установлено, что объем опухоли матки равен 11,4 см³ (1) (рис. 9 а, б), инвазия опухоли вплоть до наружного слоя (3), толщина стенки матки 16 мм (2) (рис. 10 а), толщина переходной зоны 7 мм (1) (рис. 10 б), увеличение в максимальном размере лимфатических узлов менее 10 мм (1) (рис. 11). При гистологическом исследовании морфологическое строение опухоли соответствовало умеренно-дифференцированной эндометриоидной аденокарциноме (2).

Рассчитывалось значение дискриминантных функций по формуле:

$$Y1=11,2+2,98*X1+2,1*X2+1,9*X3+7,2*X4+(-0,38)*X5+1,5*X6=11,2+2,98*1+2,1*3+1,9*2+$$

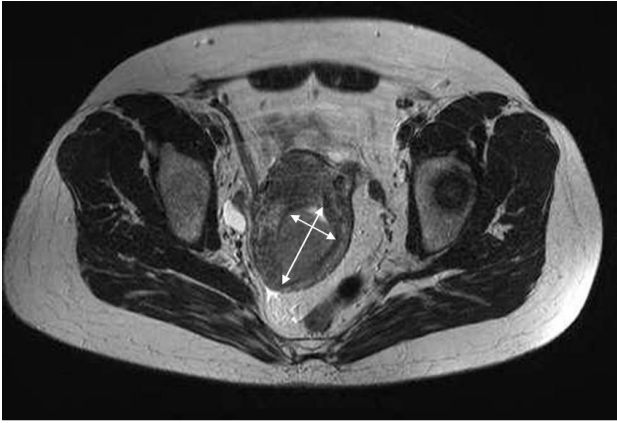


Рис. 1 а (Fig. 1 а)



Рис. 1 б (Fig. 1 в)

Рис. 1. МРТ малого таза.

а – T2-ВИ, аксиальная плоскость, измерение объема опухоли по данным МРТ (см3).

б – T2-ВИ, сагиттальная плоскость, измерение объема опухоли по данным МРТ (см3).

Fig. 1. Pelvic MRI.

а – T2-WI, axial view. Measurement of tumor volume on MRI (cm3).

в – Measurement of tumor volume according to MRI (cm3).

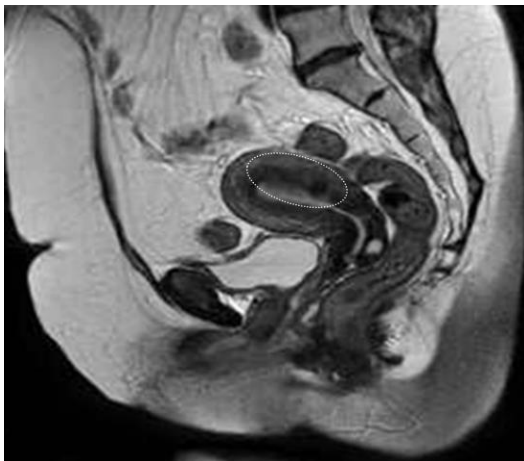


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. МРТ малого таза.

T2-ВИ, сагиттальная плоскость, определение инвазии опухоли эндометрия в миометрий.

Fig. 2. Pelvic MRI.

T2-WI, sagittal view. Determination of endometrial tumor invasion in the myometrium.



Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. МРТ малого таза.

T2-ВИ, сагиттальная плоскость, определение толщины стенки матки.

Fig. 3. Pelvic MRI.

T2-WI, sagittal view. Determination of the thickness of the uterus wall.



Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. МРТ малого таза.

T2-ВИ, сагиттальная плоскость, определение толщины переходной зоны.

Fig. 4. Pelvic MRI.

T2-WI, sagittal view. Determination of the thickness of the transition zone.

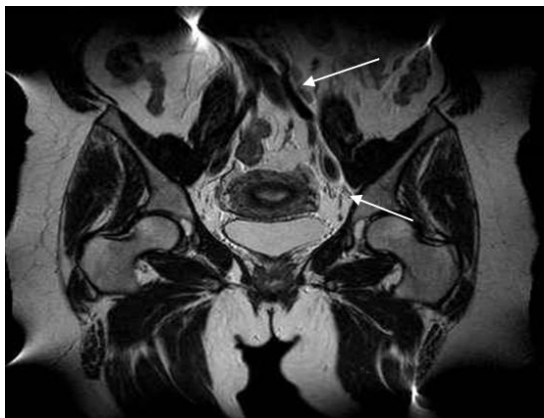


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. МРТ малого таза.

T2-ВИ, коронарная плоскость, измерение максимального размера регионарных лимфоузлов.

Fig. 5. Pelvic MRI.

T2-WI, coronal view. Measurement of the maximum size of regional lymph nodes.



Рис. 6 а (Fig. 6 а)

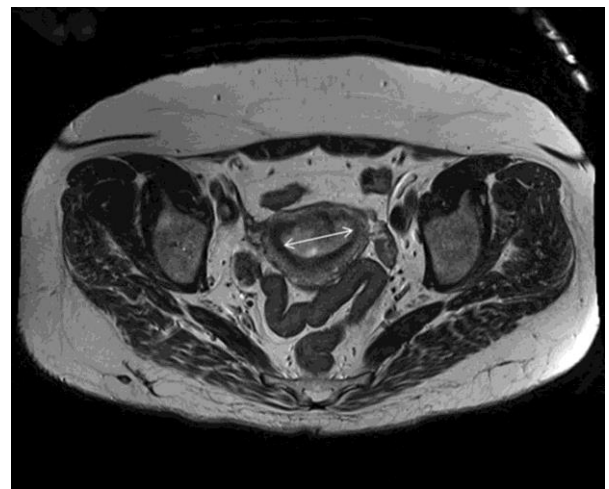


Рис. 6 б (Fig. 6 в)

Рис. 6. МРТ малого таза.

а – аксиальная плоскость, б – сагиттальная плоскость. Пациентка М., измерение объема опухоли эндометрия при помощи МРТ, объем опухоли составляет 22,5 см³.

Fig. 6. Pelvic MRI.

а – Axial view, б – sagittal view. Patient M., measurement of endometrial tumor volume by MRI, the tumor volume is 22.5 cm³.



Рис. 7 а (Fig. 7 а)



Рис. 7 б (Fig. 7 в)

Рис. 7. МРТ малого таза.

а – Сагиттальная плоскость. Пациентка М., измерение толщины стенки матки (18 мм). б – Сагиттальная плоскость. Пациентка М., измерение толщины переходной зоны (8 мм).

Fig. 7. Pelvic MRI.

а – Sagittal view. Patient M., measurement of uterine wall thickness (18 mm) based on MRI. в – Sagittal view. Patient M., measurement of the transition zone thickness (8 mm) based on MRI.

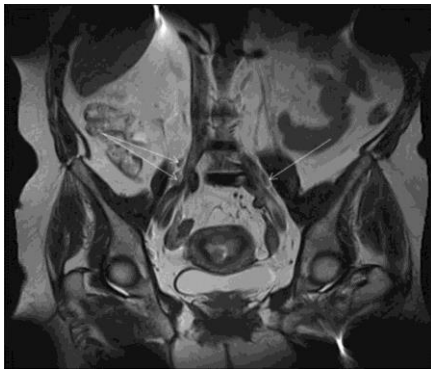


Рис. 8 (Fig. 8)

Рис. 8. МРТ малого таза.

Сагиттальная плоскость. Пациентка М., отмечается увеличение размера общих подвздошных лимфоузлов более 10 мм по длиннику.

Fig. 8. Pelvic MRI.

Sagittal view. Patient M., there is an increase in the size of the total iliac lymph nodes more than 10 mm in length.

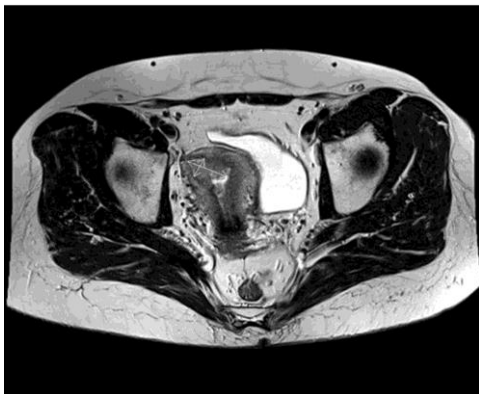


Рис. 9 а (Fig. 9 а)



Рис. 9 б (Fig. 9 в)

Рис. 9. МРТ малого таза.

а – аксиальная плоскость, б – сагиттальная проекция. Пациентка К., измерение объема опухоли эндометрия при помощи МРТ, объем опухоли составляет 22,5 см³.

Fig. 9. Pelvic MRI.

а – axial view, b – sagittal view. Patient K., measurement of endometrial tumor volume by MRI, the tumor volume is 22.5 cm³.

$$+7,2*1-0,38*1+1,5*2=$$

$$-11,2+2,98+6,3+3,8+7,2-0,38+3=11,7$$

$$Y2=-$$

$$19,86+4,5*X1+2,96*X2+(0,1)*X3+11,4*X4+(-$$

$$0,9)*X5+2,2*X6= -19,86+4,5*1+2,96*3--$$

$$0,1*2+11,4*1-0,9*1+2,2*2=-19,86+4,5+8,88-$$

$$0,2+11,4-0,9+4,4=8,22$$

Далее оценивали вероятность выявления поражения лимфоузлов: $Y1=11,7$; $Y2=8,22$; $Y1>Y2$.

На основании разработанной математиче-

ской модели, включающей дополнительные факторы прогноза распространенности опухолевого процесса, у больной выявлен низкий риск лимфогенного метастазирования. Пациентке было выполнено оперативное лечение в объеме: лапароскопия, экстирпация матки с придатками и тазовой лимфаденэктомией, с детекцией «сигнальных» лимфатических узлов (СЛУ). При цитологическом экспресс-исследовании в операционном материале не было выявлено метастатического поражения СЛУ, что было подтверждено и при плановом



Рис. 10 а (Fig. 10 а)



Рис. 10 б (Fig. 10 в)

Рис. 10. МРТ малого таза.

а – Сагиттальная плоскость. Пациентка К., измерение толщины стенки матки (16 мм).

б – Сагиттальная плоскость. Пациентка К., измерение толщины переходной зоны (7 мм).

Fig. 10. Pelvic MRI.

а – Sagittal view. Patient K., measurement of uterine wall thickness (16 mm) based on MRI.

в – Pelvic MRI. Sagittal view. Patient K., measurement of the transition zone thickness (7 mm) based on MRI.



Рис. 11 (Fig. 11)

Рис. 11. МРТ малого таза.

Сагиттальная плоскость. Пациентка К., размер подвздошных лимфоузлов менее 10 мм по длиннику.

Fig. 11. Pelvic MRI.

Coronal view. Patient K., according to MRI, the size of the iliac lymph nodes is less than 10 mm in length.

гистологическом исследовании удаленных лимфатических узлов.

Обсуждение.

Состояние регионарных лимфатических коллекторов при раке эндометрия I клинической стадии является важным прогностическим фактором, определяющим общую и безрецидивную пятилетнюю выживаемость [24]. Проведение системной лимфаденэктомии в данной группе пациентов позволяет определить состояние лимфатических коллекторов. Однако ряд рандомизированных исследований не показал увеличение общей пятилетней выживаемости у больных раком эндометрия I клинической стадии, но и показал увеличение количества осложнений, снижения качества жизни, что связано с выраженным коморбидным состоянием пациентов [11, 12, 25]. Таким образом, определение статусов лимфатических узлов является важным прогностическим фактором, улучшающим результаты лечения и позволяющим повлиять на прогноз больных раком эндометрия с метастазами в лимфатических узлах. Перспективным методом объективизации поражения ЛУ является интраоперационное определение «сторожевых» лимфатических узлов, но пока данный способ доступен к широкому применению только в ведущих хорошо оснащенных онкологических клиниках [26 - 29]. Поэтому поиск критериев, позволяющих объективизировать риск лимфогенных метастазов на дооперационном этапе, является важным как с научной, так и практической точки зрения. Выделение степени риска лимфогенного метастазирования на основании степени дифференцировки опухоли и глубине инвазии в миометрий не всегда отражает истинный статус лимфоузлов, особенно у больных с низким и промежуточным риском (ESGO, ESMO, ASCO consensus, 2015). Большинство больных относились к группе больных с низким и промежуточным риском лимфогенного метастазирования. Это группа больных, где проведение лимфаденэктомии является не обязательной. Таким образом, проведение лимфаденэктомии, согласно критериям консенсуса 2015 года, было показано лишь 10% пациентов. В то же время у 2-х пациентов (7%), относящихся к низкому риску лимфогенного метастазирования, и у 4 пациентов (9%), относящихся к промежуточному риску лимфогенно-

го метастазирования, было выявлено метастатическое поражение лимфатических узлов. Поэтому разработка математических моделей, включающих дополнительные факторы, характеризующие распространенность злокачественного процесса, поможет объективизировать риск лимфогенного метастазирования на дооперационном этапе.

Использование разработанной математической модели прогнозирования лимфогенного метастазирования, включающей дополнительные факторы прогноза распространенности опухолевого процесса, позволяет уточнить показания к лимфаденэктомии у больных низким и промежуточным риском лимфогенного метастазирования. Чувствительность и специфичность полученной математической модели составила 93,7% и 62,5% соответственно. Разработанная математическая модель прогноза риска лимфогенного метастазирования у больных раком эндометрия I клинической стадии на дооперационном этапе, дополнительно включающая кроме степени дифференцировки опухоли и глубины инвазии такие показатели, как объем опухоли, толщину стенки матки и переходной зоны, наличие лимфаденопатии, выявленных при проведении МРТ с контрастированием, которая входит в стандарты обследования пациентов, не требует дополнительных методов обследования.

Простота, доступность и эффективность использования разработанной математической модели прогнозирования риска лимфогенного метастазирования у больных раком эндометрия I клинической стадии на дооперационном этапе определяется возможностью ее широкого использования в лечебной практике там, где определение «сигнальных» лимфатических узлов является пока еще недоступным. Кроме того, данную математическую модель прогноза можно использовать для планирования научных исследований, где есть необходимость отбора пациентов с высоким риском лимфогенного метастазирования.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2015 году (заболеваемость и смертность). Москва, МНИОИ им. П.А. Герцена - филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017. 250 с. ISBN 978-5-85502-227-8.
2. Noone A.M., Howlander N., Krapcho M., Miller D., Brest A., Yu M., Ruhl J., Tatalovich Z., Mariotto A., Lewis D.R., Chen H.S.,

Feuer E.J., Cronin K.A. (eds). SEER Cancer Statistics Review, 1975-2015, National Cancer Institute. Available at: https://seer.cancer.gov/csr/1975_2015/. (accessed 7 may 2018).

3. Данилова О.С., Величко С.А., Коломиец Л.А., Фролова И.Г., Трухачева Н.Г. Возможности лучевой диагностики рака эндометрия у больных с метаболическим синдромом.

Сибирский Медицинский Журнал. 2012; (3): 97-103.

4. Lucas R., Lopes Dias J., Cunha T.M. Added value of diffusion-weighted MRI in detection of cervical cancer recurrence: comparison with morphologic and dynamic contrast-enhanced MRI sequences. *Diagn Interv Radiol.* 2015; 21: 368-375. DOI: 10.5152/dir.2015.14427.

5. Bipat S., Glas A.S., van der Velden J., Zwinderman A.H., Bossuyt P. M.M, Stoker J. Computed tomography and magnetic resonance imaging in staging of uterine cervical carcinoma: a systematic review. *Gynecol Oncol* 2003;91:59-66. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0090-8258\(03\)00409-8](https://doi.org/10.1016/S0090-8258(03)00409-8).

6. Balleyguier C., Sala E., Da Cunha T., Bergman A., Brkljacic B., Danza F. et al. Staging of uterine cervical cancer with MRI: guidelines of the European Society of Urogenital Radiology. *Eur Radiol* 2011; 21: 1102-10. DOI: 10.1007/s00330-010-1998-x.

7. Koyama T., Tamai K., Togashi K. Staging of carcinoma of the uterine cervix and endometrium. *Eur Radiol* 2007; 17: 2009-19. DOI: 10.1007/s11547-012-0861-3.

8. Sala E., Rockall A.G., Freeman S.J., Mitchell D.G., Reinhold C. The added role of MR imaging in treatment stratification of patients with gynecologic malignancies: what the radiologist needs to know. *Radiology* 2013; 266: 717-40. doi.org/10.1007/978-3-319-22497-8_7.

9. Freeman S.J., Aly A.M., Kataoka M.Y., Addley H.C., Reinhold C., Sala E. The revised FIGO staging system for uterine malignancies: implications for MR imaging. *Radiographics.* 2012; 32: 1805-1827. DOI: 10.1148/rg.326125519.

10. Bourgioti C., Chatoupis K., Rodolakis A., Antoniou A., Tzavara C., Koutoulidis V. et al. Incremental prognostic value of MRI in the staging of early cervical cancer: a prospective study and review of the literature. *Clin Imaging.* 2016; 40: 72-78. DOI: 10.1016/j.clinimag.2015.09.012.

11. Benedetti Panici P., Basile S., Maneschi F., Alberto Lissoni A., Signorelli M., Scambia G. et al. Systematic pelvic lymphadenectomy vs. no lymphadenectomy in early-stage endometrial carcinoma: randomized clinical trial. *Natl Cancer Inst.* 2008; 100 (23): 1707-16.

12. Kitchener H., Swart A.M., Qian Q., Amos C., Parmar M.K. Efficacy of systematic pelvic lymphadenectomy in endometrial cancer (MRC ASTEC trial): a randomised study. *ASTEC study group., Lancet.* 2009; 373 (9658): 125-36.

13. Walsh C.S., Karlan B.Y., Natl J. Lymphadenectomy's role in early endometrial cancer: prognostic or therapeutic? *Cancer Inst.* 2008; 100 (23): 1660-1.

14. Seamon L.G., Fowler J.M., Cohn D.E. Lymphadenectomy for endometrial cancer: the controversy.. *Gynecol Oncol.* 2010; 117 (1): 6-8.

15. Chernov V., Sinilkin I., Choyrnzonov E., Chijevskaya S., Tit-skaya A., Zelchan R. et al. Comparative evaluation of ^{99m}Tc-Al₂O₃ and ^{99m}Tc-Fitit nanocolloids for sentinel lymph nodes visualization in patients with cancer of larynx and hypopharynx. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging.* 2015; 42: 704.

16. Chernov V., Sinilkin I., Zelchan R., Medvedeva A., Lyapunov A., Bragina O. et al. Experimental study of ^{99m}Tc - aluminum oxide use for sentinel lymph nodes detection. *AIP Conference Proceedings.* 2016: 020012-020012-5.

17. Zahoor S., Haji A., Battoo A., Qurieshi M., Mir W., Shah M. Sentinel Lymph Node Biopsy in Breast Cancer: A Clinical Re-

view and Update. *Journal of Breast Cancer.* 2017; 20 (3): 217-227. doi:10.4048/jbc.2017.20.3.217.

18. Mariani A., Webb M.J., Keeney G.L., Haddock M.G., Calori G., Podratz K.C. Low-risk corpus cancer: is lymphadenectomy or radiotherapy necessary? *Am J Obstet Gynecol.* 2000; 182: 1506-1519. doi: 10.1067/mob.2000.107335

19. Mariani A., Dowdy S.C., Cliby W.A., Gostout B.S., Jones M.B., Wilson T.O. et al. Prospective assessment of lymphatic dissemination in endometrial cancer: a paradigm shift in surgical staging. *Gynecol Oncol.* 2008; 109: 11-18. doi: 10.1016/j.ygyno.2008.01.023

20. Kang S., Kang W.D., Chung H.H., Jeong D.H., Seo S.S., Lee J.M. et al. Preoperative identification of a low risk group for lymph node metastasis in endometrial cancer: a Korean gynecologic oncology group study. *J Clin Oncol.* 2012; 30: 1329-1334. doi: 10.1200/JCO.2011.38.2416

21. Ballester M., Canlorbe G., Cortez A., Gonin J., Laas E., Bendifallah S. et al. Histological and immunohistochemical profiles predict lymph node status in women with low-intermediate risk endometrial cancer *Gynecol Oncol.* 2013; 130: 457-462. doi: 10.1016/j.ygyno.2013.06.001

22. Mitamura T., Watari H., Todo Y., Kato T., Konno Y., Hosaka M. et al. Lymphadenectomy can be omitted for low-risk endometrial cancer based on preoperative assessments. *J Gynecol Oncol.* 2014.

23. Yang B., Shan B., Xue X. et al. Predicting Lymph Node Metastasis in Endometrial Cancer Using Serum CA125 Combined with Immunohistochemical Markers PR and Ki67, and a Comparison with Other Prediction Models. *Coppola D, ed. PLoS ONE.* 2016; 11 (5): e0155145. doi:10.1371/journal.pone.0155145.

24. Ferlay J., Soerjomataram I., Dikshit R., Eser S., Mathers C., Rebelo M. et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer.* 2015; 136 (5): 359-86. doi: 10.1002/ijc.29210.

25. Creutzberg C.L., van Putten W.L., Koper P.C., Lybeert M.L., Jobsen J.J., Wárlám-Rodenhuys C.C., et al. PORTEC (Post Operative Radiation Therapy in Endometrial Carcinoma) Study Group. Surgery and post-operative radiotherapy versus surgery alone for patients with stage-1 endometrial carcinoma: multicentre randomised trial. *Lancet.* 2000; 355: 1404-1411.

26. RCOG, Sentinel Lymph Node Biopsy in Endometrial Cancer, 2016.

27. Medvedeva A., Sinilkin I., Zelchan R., Chernov V., Lyapunov A., Bragina O. et al. The study of ^{99m}Tc-Aluminum oxide using for sentinel lymph nodes detection in experiment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 8. "VIII International Scientific Conference "Issues of Physics and Technology in Science, Industry and Medicine"". 2016: 012027.

28. Варламова Н.В., Скуридин В.С., Нестеров Е.А., Чернов В.И., Туцкая А.А. Исследование острой токсичности нового радиофармацевтического препарата «Нанокolloид, ^{99m}Tc-Al₂O₃» для диагностики в онкологии. *Экспериментальная и клиническая фармакология.* 2015; 78 (6): 26-29.

29. Чернышова А.А., Ляпунов А.Ю., Коломиец Л.А., Чернов В.И., Синилкин И.Г. Определение сторожевых лимфатических узлов при хирургическом лечении рака шейки матки // Сибирский онкологический журнал. 2012; 3: 28-33.

References:

1. Kaprin A. D., Starinskiy V. V., Petrova G. V. *Malignancies in Russia in 2015 (morbidity and mortality)* – Moscow, P. A. Herzen - FGBU "NERC" of Russian Ministry of Health, 2017. 250 p. ISBN 978-5-85502-227-8.
2. Noone A.M., Howlander N., Krapcho M., Miller D., Brest A., Yu M., Ruhl J., Tatalovich Z., Mariotto A., Lewis D.R., Chen H.S., Feuer E.J., Cronin K.A. (eds). *SEER Cancer Statistics Review, 1975-2015*, National Cancer Institute. Available at: https://seer.cancer.gov/csr/1975_2015/. (accessed 7 may 2018).
3. Danilova O. S., Velichko S. A., Kolomiets L. A., Frolova I. G., Trukhacheva N. D. Possibilities of radiation diagnosis of endometrial cancer in patients with metabolic syndrome. *Siberian Medical Journal*. 2012; (3): 97-103.
4. Lucas R., Lopes Dias J., Cunha T.M. Added value of diffusion-weighted MRI in detecton of cervical cancer recurrence: comparison with morphologic and dynamic contrast-enhanced MRI sequences. *Diagn Interv Radiol*. 2015; 21: 368-375. DOI: 10.5152/dir.2015.14427.
5. Bipat S., Glas A.S., van der Velden J., Zwinderman A.H., Bossuyt P. M.M, Stoker J. Computed tomography and magnetic resonance imaging in staging of uterine cervical carcinoma: a systematic review. *Gynecol Oncol* 2003;91:59–66. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0090-8258\(03\)00409-8](https://doi.org/10.1016/S0090-8258(03)00409-8).
6. Balleyguier C., Sala E., Da Cunha T., Bergman A., Brkljacic B., Danza F. et al. Staging of uterine cervical cancer with MRI: guidelines of the European Society of Urogenital Radiology. *Eur Radiol* 2011; 21: 1102–10. DOI: 10.1007/s00330-010-1998-x.
7. Koyama T., Tamai K., Togashi K. Staging of carcinoma of the uterine cervix and endometrium. *Eur Radiol* 2007; 17: 2009–19. DOI: 10.1007/s11547-012-0861-3.
8. Sala E., Rockall A.G., Freeman S.J., Mitchell D.G., Reinhold C. The added role of MR imaging in treatment stratification of patients with gynecologic malignancies: what the radiologist needs to know. *Radiology* 2013; 266: 717–40. doi.org/10.1007/978-3-319-22497-8_7.
9. Freeman S.J., Aly A.M., Kataoka M.Y., Addley H.C., Reinhold C., Sala E. The revised FIGO staging system for uterine malignancies: implications for MR imaging. *Radiographics*. 2012; 32: 1805-1827. DOI: 10.1148/rg.326125519.
10. Bourgioti C., Chatoupis K., Rodolakis A., Antoniou A., Tzavara C., Koutoulidis V. et al. Incremental prognostic value of MRI in the staging of early cervical cancer: a prospective study and review of the literature. *Clin Imaging*. 2016; 40: 72-78. DOI: 10.1016/j.clinimag.2015.09.012.
11. Benedetti Panici P., Basile S., Maneschi F., Alberto Lissoni A., Signorelli M., Scambia G. et al. Systematic pelvic lymphadenectomy vs. no lymphadenectomy in early-stage endometrial carcinoma: randomized clinical trial. *Natl Cancer Inst*. 2008; 100 (23): 1707-16.
12. Kitchener H., Swart A.M., Qian Q., Amos C., Parmar M.K. Efficacy of systematic pelvic lymphadenectomy in endometrial cancer (MRC ASTEC trial): a randomised study. *ASTEC study group., Lancet*. 2009; 373 (9658): 125-36.
13. Walsh C.S., Karlan B.Y., Natl J. Lymphadenectomy's role in early endometrial cancer: prognostic or therapeutic? *Cancer Inst*. 2008; 100 (23): 1660-1.
14. Seamon L.G., Fowler J.M., Cohn D.E. Lymphadenectomy for endometrial cancer: the controversy.. *Gynecol Oncol*. 2010; 117 (1): 6-8.
15. Chernov V., Sinilkin I., Choyzonov E., Chijevskaya S., Tit-skaya A., Zelchan R. et al. Comparative evaluation of ^{99m}Tc-Al₂O₃ and ^{99m}Tc-Fitac nanocolloids for sentinel lymph nodes visualization in patients with cancer of larynx and hypopharynx. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2015; 42: 704.
16. Chernov V., Sinilkin I., Zelchan R., Medvedeva A., Lyapunov A., Bragina O. et al. Experimental study of ^{99m}Tc – aluminum oxide use for sentinel lymph nodes detection. *AIP Conference Proceedings*. 2016: 020012-020012-5.
17. Zahoor S., Haji A., Battoo A., Qurieshi M., Mir W., Shah M. Sentinel Lymph Node Biopsy in Breast Cancer: A Clinical Review and Update. *Journal of Breast Cancer*. 2017; 20 (3): 217-227. doi:10.4048/jbc.2017.20.3.217.
18. Mariani A., Webb M.J., Keeney G.L., Haddock M.G., Calori G., Podratz K.C. Low-risk corpus cancer: is lymphadenectomy or radiotherapy necessary? *Am J Obstet Gynecol*. 2000; 182: 1506–1519. doi: 10.1067/mob.2000.107335
19. Mariani A., Dowdy S.C., Cliby W.A., Gostout B.S., Jones M.B., Wilson T.O. et al. Prospective assessment of lymphatic dissemination in endometrial cancer: a paradigm shift in surgical staging. *Gynecol Oncol*. 2008; 109: 11–18. doi: 10.1016/j.ygyno.2008.01.023
20. Kang S., Kang W.D., Chung H.H., Jeong D.H., Seo S.S., Lee J.M. et al. Preoperative identification of a low risk group for lymph node metastasis in endometrial cancer: a Korean gynecologic oncology group study. *J Clin Oncol*. 2012; 30: 1329–1334. doi: 10.1200/JCO.2011.38.2416
21. Ballester M., Canlorbe G., Cortez A., Gonin J., Laas E., Bendifallah S. et al. Histological and immunohistochemical profiles predict lymph node status in women with low-intermediate risk endometrial cancer *Gynecol Oncol*. 2013; 130: 457–462. doi: 10.1016/j.ygyno.2013.06.001
22. Mitamura T., Watari H., Todo Y., Kato T., Konno Y., Hosaka M. et al. Lymphadenectomy can be omitted for low-risk endometrial cancer based on preoperative assessments. *J Gynecol Oncol*. 2014.
23. Yang B., Shan B., Xue X. et al. Predicting Lymph Node Metastasis in Endometrial Cancer Using Serum CA125 Combined with Immunohistochemical Markers PR and Ki67, and a Comparison with Other Prediction Models. *Coppola D, ed. PLoS ONE*. 2016; 11 (5): e0155145. doi:10.1371/journal.pone.0155145.
24. Ferlay J., Soerjomataram I., Dikshit R., Eser S., Mathers C., Rebelo M. et al. Cancer incidence and mortality worldwide: sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. *Int J Cancer*. 2015; 136 (5): 359-86. doi: 10.1002/ijc.29210.
25. Creutzberg C.L., van Putten W.L., Koper P.C., Lybeert M.L., Jobsen J.J., Wárlám-Rodenhuis C.C., et al. PORTEC (Post Operative Radiation Therapy in Endometrial Carcinoma) Study Group. Surgery and post-operative radiotherapy versus surgery alone for patients with stage-1 endometrial carcinoma: multicentre randomised trial. *Lancet*. 2000; 355: 1404–1411.
26. RCOG, Sentinel Lymph Node Biopsy in Endometrial Cancer, 2016.
27. Medvedeva A., Sinilkin I., Zelchan R., Chernov V., Lyapunov A., Bragina O. et al. The study of ^{99m}Tc-Aluminum oxide using for sentinel lymph nodes detection in experiment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 8. "VIII Interna-

tional Scientific Conference "Issues of Physics and Technology in Science, Industry and Medicine". 2016: 012027.

28. Varlamov N. V., Skuridin V. S., Nesterov E. A., Chernov V. I., Titskaya A. A. Investigation of acute toxicity of a new radiopharmaceutical "Nanocolloid, $^{99m}\text{Tc-Al}_2\text{O}_3$ " for diagnosis in Oncology. *Experimental and clinical pharmacology*. 2015; 78 (6):

26-29.

29. Chernyshova A. L., Lyapunov A. Yu., Kolomiets L. A., Chernov V. I., I. G. Sinichkin the Definition of sentinel lymph nodes in surgical treatment of cervical cancer. *Siberian journal of Oncology*. 2012; 3: 28-33.

КОМПЛЕКСНАЯ ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА НА ДО- И ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ЭТАПАХ У ПАЦИЕНТОВ С РЕКОНСТРУКЦИЕЙ УРОГЕНИТАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МИКРОХИРУРГИЧЕСКОЙ АУТОТРАНСПЛАНТАЦИИ КОМПЛЕКСОВ ТКАНЕЙ

Щекотуров И.О., Истранов А.А., Серова Н.С., Терновой С.К.,
Бахтиозин Р.Ф., Адамян Р.Т., Матевосян А.В.

Цель исследования. Разработать методику проведения комплексной лучевой диагностики в сочетании с динамической микционной МСКТ-цистуретерографией у пациентов с реконструкцией уrogenитальной области, а также изучить возможности ее применения в клинической практике.

Материалы и методы. При помощи мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), в рамках до- и послеоперационного обследования, нами было исследовано 8 пациентов, все они были мужчинами с такими приобретенными и врожденными заболеваниями уrogenитальной области как: стриктура или облитерация уретры, а также гипоплазия полового члена. Возраст пациентов составил от 33 до 58 лет (средний 43,8 года). Исследования выполнялись на мультиспиральном компьютерном томографе Toshiba Aquilion One. Данный 640-срезовый компьютерный томограф обладает 320 рядами детекторов шириной по 0,5 мм, что позволяет детектору покрывать зону сканирования в 16 см за один оборот рентгеновской трубки.

Результаты. При изучении полученных данных в пяти случаях была выявлена гипоплазия полового члена. В трех случаях диагностирована облитерация уретры, определена ее причина и локализация. На до- и послеоперационном этапах оценена анатомия донорских и реципиентных сосудов, спланировано оперативное вмешательство, а динамическая микционная МСКТ-цистуретерография позволила избежать инвазивного исследования уретры. Метод МСКТ с внутривенным контрастированием в сочетании с динамической микционной МСКТ-цистуретерографией превосходит по точности и информативности стандартное рентгенологическое исследование, ультразвуковой метод, эндоскопическую уретроскопию. Кроме того, последние разобщены во времени и в технике выполнения, а большинство не физиологично.

Выводы. Анализируя полученные нами данные, можно утверждать, что МСКТ с внутривенным контрастированием показала свою высокую информативность в исследовании донорских и реципиентных сосудов, а в сочетании с динамической микционной МСКТ-цистуретерографией для оценки уретры пациента еще больше повышает информативность и ценность данного исследования. Доказанная эффективность разработанного метода дает основания предполагать, что он может широко использоваться в обследовании пациентов с заболеваниями уrogenитальной области.

ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).
Москва, Россия.

Ключевые слова: МСКТ, гипоплазия пениса, стриктура уретры, уретерография, облитерация уретры, микционная МСКТ-цистуретерография, аутоотрансплантат, реконструкция уrogenитальной области.

Контактный автор: Щекотуров И.О., e-mail: samaramail@bk.ru

Для цитирования: Щекотуров И.О., Истранов А.А., Серова Н.С., Терновой С.К., Бахтиозин Р.Ф., Адамян Р.Т., Матевосян А.В. Комплексная лучевая диагностика на до- и послеоперационном этапах у пациентов с реконструкцией уrogenитальной области с использованием метода микрохирургической аутоотрансплантации комплексов тканей. REJR 2018; 8(3):205-212. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-205-212.

Статья получена: 06.06.18

Статья принята: 06.07.18

COMPLEX RADIOLOGY DIAGNOSTIC AT THE PRE AND POSTOPERATIVE STAGES IN PATIENTS WITH THE RECONSTRUCTION OF THE UROGENITAL AREA USING THE METHOD OF MICROSURGICAL AUTOTRANSPLANTATION OF TISSUE COMPLEXES

Schekoturov I.O., Istranov A.L., Serova N.S., Ternovoy S.K.,
Bakhtiosin R.F., Adamyan R.T., Matevosyan A.V.

Purpose. To develop a technique for conducting of complex radiology diagnostics in combination with dynamic MSCT-cystureterography in patients with reconstruction of the urogenital area and to study the possibilities of its application in clinical practice.

Materials and methods. At the pre and postoperative stages 8 patients were examined by MSCT, from whom all men were presented with such acquired and congenital diseases of the urogenital area as followings: stricture or obliteration of the urethra, as well as hypoplasia of the penis. The age of the patients varied from 33 to 58 years with the average of 43.8 years. The studies were performed by a multispiral computer tomograph Toshiba Aquilion One. This 640-slice computer tomograph has 320 rows of detectors with 0.5 mm wide, which allows the detector to cover the scan zone at 16 cm by one rotation of the X-ray tube.

Results. By studying the data obtained in five cases, hypoplasia of the penis was revealed. In three cases urethral obstruction was diagnosed, its cause and localization were determined. At the pre and postoperative stages the anatomy of the donor and recipient vessels was assessed, surgical intervention was planned, and the dynamic MSCT-cystureterography method allowed avoiding invasive examination of the urethra.

The MSCT method with intravenous contrasting in combination with dynamic MSCT-cystureterography surpasses the standard X-ray examination, ultrasound method and endoscopic urethroscopy at terms of accuracy and informativeness. In addition, these methods are separated in time and in the implementation techniques and most of them are not physiological.

Conclusions. Analyzing the obtained data, we can confidently state that MSCT with intravenous contrast showed its high informative value in the study of donor and recipient vessels, and the combination with dynamic MSCT-cystureterography in order to assess the patient's urethra further increases the informativeness and value of this study. The proven effectiveness of the developed method suggests that it can become routine in examining patients with diseases of the urogenital area.

Keywords: MSCT, hypoplasia of penis, urethral stricture, ureterography, ureteral obliteration, MSCT-cystureterography, autograft, reconstruction of the urogenital area.

Corresponding author: Schekoturov I.O., e-mail: samaramail@bk.ru

For citation: Schekoturov I.O., Istranov A.L., Serova N.S., Ternovoy S.K., Bakhtiosin R.F., Adamyan R.T., Matevosyan A.V. Complex radiology diagnostic at the pre and postoperative stages in patients with the reconstruction of the urogenital area using the method of microsurgical autotransplantation of tissue complexes. REJR 2018; 8 (3):205-212. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-205-212.

Received: 06.06.18

Accepted: 06.07.18

На данный момент выделяют большое количество различных заболеваний уrogenитальной области как врожденного, так и приобретенного характера. Для лечения некоторых из них с хорошим эффектом применяются методы микрохирургической аутоотрансплантации ком-

плекса тканей. Такое заболевание, как врожденная гипоплазия пениса, может быть скорректировано заместительной интеграционной фаллопластикой свободным ревааскуляризованным и реиннервированным микрохирургическим торакодорсальным аутоотрансплантом. Стриктура и облитерация уретры – часто

I.M. Sechenov First
Moscow State Medical
University (Sechenov
University).
Moscow, Russia.

встречающиеся патологии, которые могут быть устранены при помощи заместительной интрауретральной уретропластики свободным ревазкуляризованным и реиннервированным микрохирургическим лучевым аутооттрансплантатом [1]. Так же возможно последовательное совмещение этих двух операций через определенный промежуток времени с целью создания функционирующей неоуретры в неофаллосе. Особенностью данного оперативного вмешательства является необходимость полного до-, интра- и послеоперационного обследования у пациентов с такой патологией.

Для диагностики заболеваний и планировании оперативного лечения с целью реконструкции уретры и полового члена, а также определения состояния аутооттрансплантата после операции используются многочисленные методы исследования, включающие клинические, лабораторные, лучевые, эндоскопические, уродинамические, которые сохраняют свою актуальность. Большое количество имеющихся методов исследования позволяет получить разностороннюю информацию, но при этом требует много временных и финансовых затрат. Более того, можно говорить о недостаточной информативности существующих методов визуализации мочеиспускательного канала и связанных с этим трудностями оценки характера морфологических и функциональных изменений в зоне сужения уретры [2]. Многих из этих недостатков лишена мультиспиральная компьютерная томография. Она позволяет выполнить исследование уретры с более точной визуализацией, возможностью 3D-моделирования и виртуализации просвета уретры [10].

Материалы и методы.

При помощи МСКТ, в рамках до- и послеоперационного обследования, нами было исследовано 8 пациентов, все они были мужчинами с такими приобретенными и врожденными заболеваниями урогенитальной области как: стриктура или облитерация уретры, а также гипоплазия полового члена. Возраст пациентов составил от 33 до 58 лет (средний 43,8 года).

Все пациенты были обследованы в кабинете рентгеновской компьютерной томографии российско-японского научно-образовательного центра визуализации и прооперированы в клинике реконструктивной и пластической хирургии на базе ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), УКБ № 1. Исследования выполнялись на мультиспиральном компьютерном томографе Toshiba Aquilion One. Данный 640-срезовый компьютерный томограф обладает 320 рядами детекторов шириной по 0,5 мм, что позволяет детектору покрывать зону сканирования в 16 см за один оборот рентгеновской трубки. Учитывая размеры мочевого пузыря,

половых органов и их расположение, такие технические параметры томографа позволяют проводить динамическое исследование всей интересующей области.

Исследования проводились в стандартной укладке на спине с заведенными за голову руками. Перед исследованием пациент выпивал до 500 мл питьевой воды для лучшего наполнения мочевого пузыря. При появлении достаточного позыва к мочеиспусканию больного укладывали на стол компьютерного томографа. Для дальнейшего сбора мочи использовался памперс. Учитывая тот факт, что мочеиспускание в положении лежа для некоторых пациентов представляет определенные сложности, за 1–2 дня до исследования больных учили мочиться лежа на спине [2]. Для внутривенного введения контрастного препарата предварительно устанавливается внутривенный катетер размером не менее 18G. Катетер соединяется с автоматическим инжектором. Для контрастирования используется йодсодержащий контрастный препарат Ультравист-370. Объем вводимого контрастного препарата рассчитывается исходя из веса пациента – 1,0 мл на килограмм массы. Скорость введения контрастного препарата не менее 4,0 мл/сек. Сразу же после окончания введения контрастного препарата внутривенно вводится физиологический раствор в объеме 50 мл.

Первым этапом выполняются две сканограммы – ориентировочные сканирования во фронтальной и сагиттальной плоскости, служащие для разметки будущего исследования.

Вторым этапом производится нативное исследование органов брюшной полости, малого таза и наружных половых органов.

Третьим этапом проводится трехфазное контрастное исследование, при этом в артериальную фазу захватываются органы грудной клетки до уровня проксимальной трети диафиза плечевой кости. Получаемые изображения в аксиальной плоскости обрабатываются с построением мультипланарных и трехмерных реконструкций. Особое место среди методов обработки изображения занимает мультипланарная реконструкция (МПР), основное преимущество которой – сохранение всех числовых значений каждого пикселя, т.е. серой шкалы в полном объеме. Не менее важен тот факт, что МПР в качестве базовой опции обработки изображения присутствует в любой комплектации компьютерного томографа. Показывая на экране монитора четыре связанные между собой изображения, при МПР используется весь набор КТ-данных. Отсутствие позиционных пропусков при объемном сканировании позволяет получить достоверную картину анатомии малого таза практически в любой плоскости [2]. В артериальной фазе контрастирования де-

тально оценивается правая и левая торакодорсальные артерии (рис. 1), одна из которых будет входить в состав торако-дорсального кожно-мышечного

аутогрантанта, сформированный затем в неофаллос (рис. 3-4). Оцениваются правая и левая нижние эпигастральные артерии (рис. 2), одна из которых будет анастомозировать с неофаллосом, (обычно левая), а контрлатеральная - с неоуретрой, которая будет сформирована из лучевого кожно-фасциального аутогрантанта при повторном оперативном вмешательстве через 6 месяцев. Определяется ход артерий, а также их диаметр в устьях, наличие стенотических изменений, анатомические особенности расположения указанных сосудов.

Четвертым этапом, при необходимости, проводится динамическая микционная МСКТ-цистуретерография. Данная часть обследования выполняется в объемном, динамическом режиме сканирования, без движения стола по отношению к детектору томографа, поэтому зона исследования ограничена шириной детектора томографа, т.е. 16 см. На сканограмме производится разметка таким образом, чтобы в зону исследования попали наружные половые органы и мочевого пузырь. К этому времени мочевого пузырь наполняется контрастной мочой, выделяемой почками, следовательно, дополнительных инвазивных процедур по введению контрастного препарата в мочевого пузырь не требуется. Обследование длится 10 секунд. По команде оператора пациент начинает мочиться в памперс.

Далее проводился поэтапный анализ полученных изображений в мультипланарных (рис. 5) и трехмерных (рис. 6) реконструкциях: измерение ширины просвета уретры во всех отделах, зон ее наибольшего сужения и их протяженность, состояние окружающих тканей в этих участках, степень раскрытия шейки мочевого пузыря во время микции [2]. При изучении полученных данных у большинства пациентов была установлена причина и локализация обструкции уретры (рис. 7) или иной патологии (рис. 8).

Обсуждение:

Современный стандарт обследования пациентов с заболеваниями урогенитальной области помимо рутинных методов урологического скрининга в качестве базового метода диагностики включает ретроградную уретрографию в сочетании с микционной цистуретерографией [9]. Эта методика позволяет определить локализацию и протяженность стриктуры уретры, которая не всегда приводит к значимому нарушению уродинамики и может длительно протекать бессимптомно [3]. Несмотря на свою высокую чувствительность (75-100%) и специфич-

ность (72-97%), уретрография имеет два существенных недостатка. Во-первых, при стандартной косой $\frac{3}{4}$ укладке пациента возникают проекционные искажения размеров уретры, что может стать причиной недооценки протяженности стриктуры, а, следовательно, и неверного выбора метода хирургического лечения. Во-вторых, ретроградная уретрография не дает представления о глубине и протяженности спонгиоза, который является важнейшим фактором в выборе лечебной тактики. Также следует отметить возможность различной интерпретации уретрографии рентгенологами и урологами [5].

С середины 1980-х годов большой интерес у исследователей вызвало появление соноуретрографии, предложенной J.W. McAninch [6]. Чувствительность этого метода диагностики уретральных стриктур колеблется в пределах 66-100%, а специфичность – 97-98%. При правильном выполнении ее информативность незначительно уступает традиционной уретрографии, при этом позволяет определить степень спонгиоза и выбрать оптимальную тактику лечения [11,12]. К сожалению, при выполнении данного исследования точность определения протяженности стриктуры лимитирована 3-5 см [7]. При этом ретроградное выполнение является неприятной и болезненной процедурой. Более предпочтительно проводить микционную соноуретрографию в режиме реального времени [11,12]. Также к недостаткам метода условно можно отнести то, что врач, производящий исследование, должен обладать высокой квалификацией как в методике его выполнения, так и в интерпретации полученных данных [8].

Метод МСКТ с внутривенным контрастированием в сочетании с динамической микционной МСКТ-цистуретерографией превосходит по точности и информативности стандартное рентгенологическое исследование, ультразвуковой метод, эндоскопическую уретроскопию. Кроме того, эти методы разобщены во времени и в технике выполнения, а большинство - не физиологично. Вместе с тем, очевидно, что объективно оценить характер изменений, лежащих в основе патологического процесса, можно только при комплексном анализе, в условиях, максимально приближенных к физиологическим, т.е. при мочеиспускании [2]. Преимуществом также является то, что контраст вводится внутривенно, через некоторое время мочевого пузырь в достаточной мере заполняется контрастной мочой, выделяемой почками. Таким образом, в ходе одного исследования возможны детальная и высокообъективная оценка зоны анастомоза сосудов торакодорсального лоскута

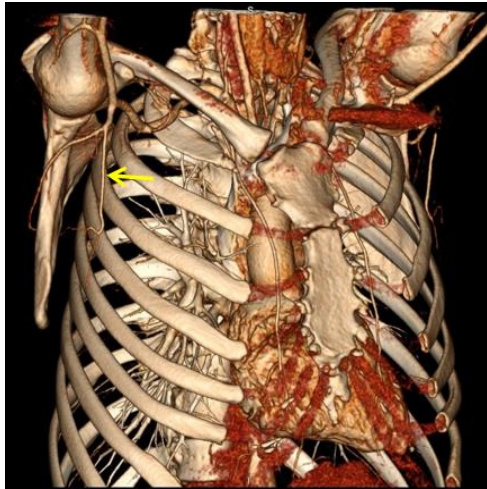


Рис. 1 (Fig. 1)

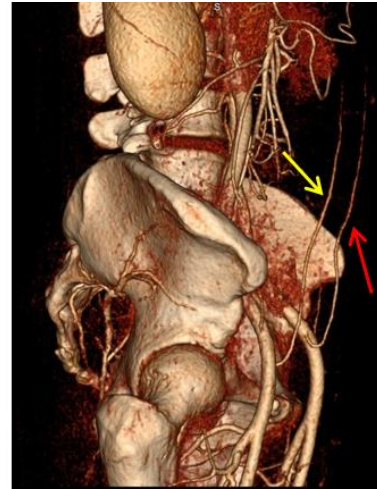


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 1. МСКТ, трехмерная реконструкция, артериальная фаза.

Желтая стрелка – торакодорсальная артерия.

Fig. 1. MSCT, 3D reconstruction, arterial phase.

Yellow arrow is thoracodorsal artery.

Рис. 2. МСКТ, трехмерная реконструкция, артериальная фаза.

Желтая стрелка – правая, нижняя эпигастральная артерия. Красная стрелка – левая, нижняя эпигастральная артерия.

Fig. 2. MSCT, 3D reconstruction, arterial phase.

Yellow arrow is right, lower epigastric artery. Red arrow is left, lower epigastric artery.

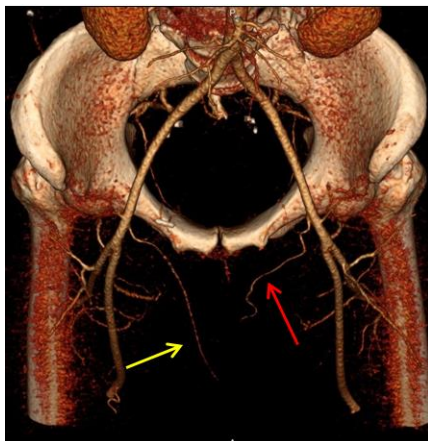


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. МСКТ, трехмерная реконструкция, артериальная фаза. Состояние после оперативного лечения.

Желтая стрелка – правая, нижняя эпигастральная артерия анастомозирующая с лучевой артерией, кровоснабжающей неоуретру. Красная стрелка – левая, нижняя эпигастральная артерия, анастомозирующая с торакодорсальной артерией, кровоснабжающей неофаллос.

Fig. 3. MSCT, 3D reconstruction, arterial phase. Condition after surgical treatment.

Yellow arrow - right, lower epigastric artery anastomosing with radial artery, which is blood supplying neourethra. Red arrow - left, lower epigastric artery, anastomosing with thoracodorsal artery, which is blood supplying neophallus.



Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. МСКТ, трехмерная реконструкция, артериальная фаза. Состояние после оперативного лечения.

Отмечается наличие неофаллоса.

Fig. 4. MSCT, 3D reconstruction, arterial phase. Condition after surgical treatment.

Neophallus is determined.

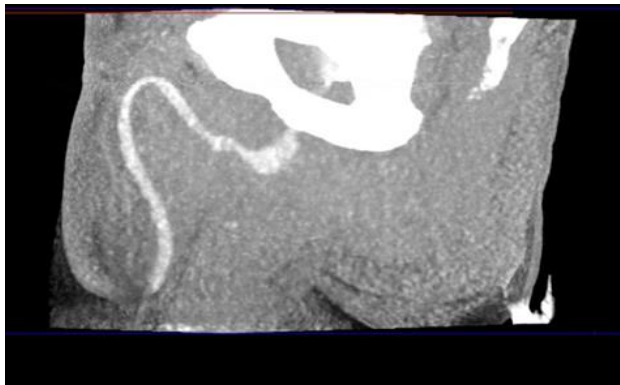


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. Динамическая микционная МСКТ - цистуретерография. Сагиттальная плоскость.

Во время микции визуализируется неоуретра на всем протяжении и часть мочевого пузыря, заполненные контрастной мочой.

Fig. 5. Dynamic micture MSCT-cystureterography. Sagittal plane.

During the urination act the neourethra is visualized all over length and part of the bladder, filled with contrast urine.



Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. Динамическая микционная МСКТ- цистуретерография. Трехмерная реконструкция.

Во время микции визуализируется неоуретра на всем протяжении и часть мочевого пузыря, заполненные контрастной мочой.

Fig. 6. Dynamic Micture MSCT-cystureterography. Three-dimensional reconstruction.

During the urination act the neourethra is visualized all over length and part of the bladder, filled with contrast urine.

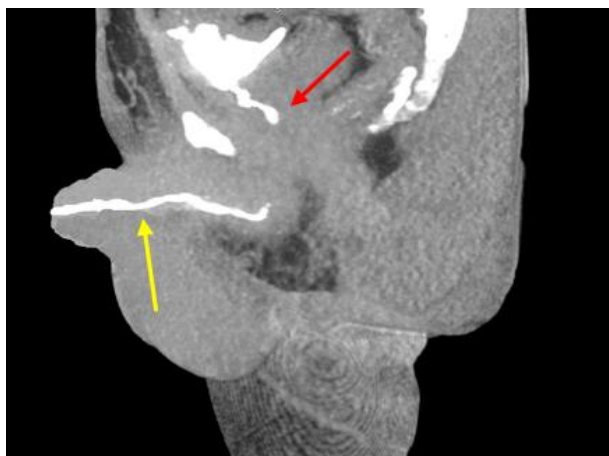


Рис. 7 (Fig. 7)

Рис. 7. Динамическая микционная МСКТ - цистуретерография. Сагиттальная плоскость.

Отмечается облитерация уретры на уровне простатического отдела. Красная стрелка – простатический отдел уретры, заполненный контрастной мочой во время микции, далее контрастная моча не определяется. Желтая стрелка – контраст, ретроградно введенный в уретру.

Fig. 7. Dynamic micture MSCT-cystureterography. Sagittal plane.

There is an obliteration of the urethra at the level of the prostatic part. Red arrow is the prostatic section of the urethra, filled with contrast urine during the urination act, further contrast urine is not determined. Yellow arrow is contrast, retrograde introduced into the urethra.

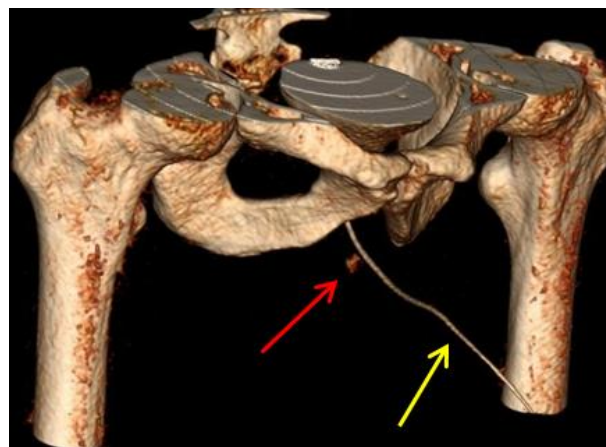


Рис. 8 (Fig. 8)

Рис. 8. Динамическая микционная МСКТ- цистуретерография. Трехмерная реконструкция.

Желтая стрелка - мочевого катетер в просвете неоуретры. Красная стрелка – затек контрастной мочи за пределы неоуретры.

Fig. 8. Dynamic micture MSCT-cystureterography. Three-dimensional reconstruction.

The yellow arrow is a urinary catheter in the neourethral lumen. Red arrow is swelling of the contrast urine beyond the neourethra.

вновь сформированной уретры, а также исследование анатомии малого таза после оперативного вмешательства. Недостатком метода является необходимость мочиться в положении лежа, что в наших исследованиях не получилось у одного пациента. Данная методика позволяет избежать традиционной эндоскопической уретроскопии, что чрезвычайно актуально в наше время, так как ятрогенное инфицирование мочевых путей

при эндоскопических манипуляциях по-прежнему достигает высоких цифр (8-34%) [4]. Кроме этого, динамическая микционная МСКТ-цистуретерография позволяет оценить состояние парауретральной ткани и окружающих органов, что доступно лишь некоторым инвазивным методам.

Выводы.

Анализируя полученные нами данные, в том числе интраоперационные, можно уверенно утверждать, что МСКТ с внутривенным контрастированием показала свою высокую информативность в детальном исследовании торакодорсального сосудистого пучка с обеих сторон, нижнего глубокого эпигастрального сосудистого пучка и бедренного сосудистого пучка на предмет наличия и состоятельности донорских и реципиентных сосудов, а сочетание с динамиче-

ской микционной МСКТ-цистуретерографией для оценки уретры пациента и выявления возможных осложнений (анатомических дефектов уретры таких, как стриктура, свищи, дивертикулы и т.д.) еще больше повышает информативность и ценность данного исследования. Важно подчеркнуть, что полученные данные отражают состояние новообразованной уретры в динамике, т.е. во время мочеиспускания. Вышеописанный метод позволяет получить подробную информацию о топографо-анатомических особенностях мочеиспускательного канала, а также установить локализацию и протяженность стриктуры, точно спланировать ход предстоящего оперативного пособия, что, в свою очередь, позволит улучшить результаты лечения. Доказанная эффективность разработанного метода дает основания предполагать, что он может стать рутинным в обследовании пациентов с заболеваниями урогенитальной области.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Истранов А.А., Старцева О.И., Гуляев И.В., Адамян Р.Т. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2012; 2: 70-76.
2. Аляев Ю.Г., Терновой С.К., Григорян В.А., Газимиев М.А., Савельев С.Н., Фоминых Е.В. *Современные возможности диагностики стриктур мочеиспускательного канала. Медицинская визуализация*. 2004; 1: 103-111.
3. Воробьев В.А., Белобородов В.А., Попов С.Л., Шумара М.А., Антипина И.В., Седых Е.А., Мамедов Э.Г., Бардонов Т.В. *Диагностика стриктурной болезни уретры. Сибирский медицинский журнал*. 2017; 4: 34-36.
4. Синельников Л.М., Протошак В.В., Шестаев А.Ю., Карпущенко Е.Г., Янцев А.А. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2016; 2: 213-230.
5. Meduri S., DePetri T., Modesto A., Moretti C.A. *Multislice CT: technical principles and clinical applications. Radiol. Med.* 2002; 103 (3): 143-157.
6. McAninch J.W., Laing F.C., Jeffrey R.B.Jr. *Sonourethrography in the evaluation of urethral strictures: a preliminary report. J Urol*. 1988; 139 (2): 294-297.

References:

1. Istranov A.L., Startseva O.I., Gulyaev I.V., Adamyan R.T. *Annals of plastic, reconstructive and aesthetic surgery*. 2012; 2: 70-76 (in Russian).
2. Alyaev Yu.G., Ternovoy S.K., Grigoryan V.A., Gazimiev M.A., Saveliev S.N., Fominikh E.V. *Modern possibilities of the urethra strictures diagnostic. Medical imaging*. 2004; 1: 103-111 (in

7. Maciejewski C., Rourke K. *Imaging of urethral stricture disease. TranslAndrolUrol* 2015; 4 (1): 2-9.
8. Brandes S.B., Morey A.F. *Advanced Male Urethral and Genital Reconstructive Surgery, 2-nd ed. NewYork: Springer, 2014. 751 p.*
9. Shahsavari R., Bagheri S.M., Iraj H. *Comparison of Diagnostic Value of Sonourethrography with Retrograde Urethrography in Diagnosis of Anterior Urethral Stricture. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2017; 5 (3): 335-339.
10. Feng C., Shen Y.L., Xu Y.M., et al. *CT virtual cystourethroscopy for complex urethral strictures: an investigative, descriptive study. Int Urol Nephrol*. 2014; 46 (5): 857-863.
11. Berná-Mestre J.D., Balmaceda T., Martínez D., et al. *Optimization of sonourethrography: the clamp method. Eur Radiol*. 2017.
12. Talreja S.M., Yadav S.S., Tomar V., et al. *'Real-time sonoe-lastography' in anterior urethral strictures: A novel technique for assessment of spongiofibrosis. Cent European J Urol*. 2016; 69 (4):417-424.

Russian).

3. Vorobiev V.A., Beloborodov V.A., Popov S.L., Shumara M.A., Antipina I.V., Sedykh E.A., Mamedov E.G., Bardonov T.V. *Diagnosis of urethral stricture. Siberian Medical Journal*. 2017; 4: 34-36 (in Russian).
4. Sinelnikov L.M., Protoshak V.V., Shestaev A.Yu., Karpush-

chenko E.G., Yantsev A.A. *Experimental and clinical urology*. 2016; 2: 213-230 (in Russian).

5. Meduri S., DePetri T., Modesto A., Moretti C.A. *Multislice CT: technical principles and clinical applications*. *Radiol. Med.* 2002; 103 (3): 143–157.

6. McAninch J.W., Laing F.C., Jeffrey R.B.Jr. *Sonourethrography in the evaluation of urethral strictures: a preliminary report*. *J Urol*. 1988; 139 (2): 294–297.

7. Maciejewski C., Rourke K. *Imaging of urethral stricture disease*. *TranslAndrolUrol* 2015; 4 (1): 2–9.

8. Brandes S.B., Morey A.F. *Advanced Male Urethral and Genital Reconstructive Surgery*, 2-nd ed. NewYork: Springer, 2014. 751 p.

9. Shahsavari R., Bagheri S.M., Iraj H. *Comparison of Diagnos-*

tic Value of Sonourethrography with Retrograde Urethrography in Diagnosis of Anterior Urethral Stricture. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*. 2017; 5 (3): 335-339.

10. Feng C., Shen Y.L., Xu Y.M., et al. *CT virtual cystourethroscopy for complex urethral strictures: an investigative, descriptive study*. *Int Urol Nephrol*. 2014; 46 (5): 857-863.

11. Berná-Mestre J.D., Balmaceda T., Martínez D., et al. *Optimisation of sonourethrography: the clamp method*. *Eur Radiol*. 2017.

12. Talreja S.M., Yadav S.S., Tomar V., et al. *'Real-time sonoe-lastography' in anterior urethral strictures: A novel technique for assessment of spongiofibrosis*. *Cent European J Urol*. 2016; 69 (4): 417-424.

ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ СВИЩЕЙ ПРЯМОЙ КИШКИ

Елигулашвили Р.Р.¹, Зароднюк И.В.¹, Шельгин Ю.А.^{1,2}, Костарев И.В.¹

Цель исследования. Определить диагностическую ценность магнитно-резонансной томографии при свищах прямой кишки криптогенного происхождения.

Материалы и методы. В исследование было включено 120 пациентов со свищами прямой кишки криптогенного происхождения в возрасте от 27 до 76 лет, средний возраст составил 44,2±3,4 года. Всем больным выполнена магнитно-резонансная томография органов малого таза с внутривенным контрастированием и диффузионно-взвешенными изображениями. Данные предоперационной МРТ сопоставлялись с данными интраоперационной ревизии по следующим критериям: наличие основного свищевого хода, тип свищевого хода, локализация внутреннего свищевого отверстия, наличие добавочных свищевых ходов и затеков различной локализации, вовлечение порций наружного сфинктера.

Результаты исследования. Чувствительность МРТ в диагностике основного свищевого хода составила 100%; чувствительность и специфичность в диагностике добавочного свищевого хода составили 95,0% и 97,0% соответственно; чувствительность и специфичность в диагностике паракишечных затеков – 87,1% и 90,0% соответственно; чувствительность и специфичность в диагностике внутреннего свищевого отверстия – 94,6% и 33,3% соответственно; чувствительность и специфичность в диагностике наружного свищевого отверстия составили 89,4% и 100% соответственно. Использование внутривенного контрастирования и диффузионно-взвешенных изображений не повышают диагностическую информативность МРТ при свищах прямой кишки криптогенного происхождения.

Выводы. 1. Магнитно-резонансная томография является высокоинформативным методом диагностики для обследования пациентов со свищами прямой кишки криптогенного происхождения. 2. Сравнительная оценка различных МР-последовательностей сканирования (T2-ВИ, T2-ВИ с жироподавлением, T1-ВИ с внутривенным контрастированием, ДВИ) не выявило между ними статистически значимых различий в выявлении основного свищевого хода, добавочного свищевого хода, внутреннего и наружного свищевых отверстий ($p \geq 0,0125$). T2-ВИ продемонстрировали более высокую диагностическую эффективность в оценке степени вовлечения наружного сфинктера и определении типа свищевого хода, по сравнению с T2-ВИ с жироподавлением, T1-ВИ с внутривенным контрастированием и ДВИ ($p < 0,0125$). 3. Основной МР-протокол сканирования для исследования больных со свищами прямой кишки криптогенного происхождения включает T2-ВИ, T2-ВИ с жироподавлением, ДВИ. При неоднозначной диагностической ситуации после нативного МР-исследования возможно добавление в протокол сканирования T1-ВИ с внутривенным контрастированием.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, свищи прямой кишки, внутривенное контрастирование, диффузионно-взвешенное изображение.

Контактный автор: Елигулашвили Р.Р., e-mail: revaz-el@yandex.ru,

Для цитирования: Елигулашвили Р.Р., Зароднюк И.В., Шельгин Ю.А., Костарев И.В.¹ Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике свищей прямой кишки. REJR 2018; 8(3):213-226. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-213-226.

Статья получена: 07.08.18

Статья принята: 29.08.18

MAGNETIC-RESONANCE TOMOGRAPHY IN DIAGNOSTICS OF PERIANAL FISTULAS

Eligulashvili R. R.¹, Zarodnyuk I. V.¹, Shelygin Y. A.^{1,2}, Kostarev I. V.¹

Purpose. To determine the diagnostic value of magnetic resonance imaging in cryptogenic perianal fistulas.

Materials and methods. In the study were included 120 patients with cryptogenic perianal fistulas, the average age was 44.2 ± 3.4 years. All patients underwent magnetic resonance imaging of the pelvic organs with intravenous contrast and diffusion-weighted images. The preoperative MRI data was compared with the intraoperative revision data according to the criteria: the presence of the main fistula tract, the type of fistula, the localization of the internal fistula opening, the presence of additional fistula tract and abscesses of various locations, the involvement of portions of the external sphincter.

Results. The sensitivity of MRI in diagnosis of the main fistula tract was 100%; sensitivity and specificity in the diagnosis of an additional fistula tract were 95.0% and 97.0%, respectively; sensitivity and specificity in the diagnosis of pararectal abscesses - 87.1% and 90.0%, respectively; sensitivity and specificity in the diagnosis of the internal fistula opening - 94.6% and 33.3%, respectively; sensitivity and specificity in the diagnosis of the external fistula opening were 89.4% and 100%, respectively. The use of intravenous contrast and diffusion-weighted images does not increase the diagnostic information of MRI in cryptogenic perianal fistulas.

Conclusions. 1. Magnetic resonance imaging is a highly informative diagnostic method for cryptogenic perianal fistulas. 2. Comparative evaluation of different MR scanning sequences (T2-WI, T2-WI with fat suppression, T1-WI with intravenous contrast, DWI) did not reveal statistically significant differences between them in detecting the main fistulas tract, additional fistula tract, internal and external fistulas opening ($p \geq 0.0125$). T2-WI demonstrated higher diagnostic efficacy in assessing the involvement of the external sphincter and in determining the type of fistulas tract, compared to T2-WI with fat suppression, T1-WI with intravenous contrast and DWI ($p < 0.0125$). 3. The main MRI scanning protocol for the study of patients with cryptogenic perianal fistulas includes T2-WI, T2-WI with fat-suppression, DWI. In ambiguous diagnostic situations, after a native MR study, it is possible to add T1-WI with intravenous contrast to the scanning protocol.

Keywords: magnetic resonance imaging, perianal fistulas, intravenous contrast, diffusion-weighted image.

Corresponding author: Eligulashvili R.R. e-mail: revaz-el@yandex.ru

For citation: Eligulashvili R.R., Zarodnyuk I. V., Shelygin Y.A., Kostarev I.V. Magnetic-resonance tomography in diagnostics of perianal fistulas. REJR 2018; 8 (3):213-226. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-213-226.

Received: 07.08.18

Accepted: 29.08.18

Заболеваемость свищами прямой кишки составляет 6-12 случаев на 100000 населения. Женщины болеют реже мужчин, соотношение варьируется от 1:2 до 7:1. Чаще страдает трудоспособное население в возрасте от 30 до 50 лет, что обуславливает социальную значимость данного заболевания [1]. По своей этиологии свищи прямой кишки подразделяются на: свищи травматической природы, свищи криптогенного происхождения, свищи при осложнениях бо-

лезни Крона, свищи, дренирующие параректальные кисты и другие [2]. Именно свищи прямой кишки криптогенного происхождения встречаются наиболее часто (до 90%), в то время как на остальные свищи суммарно приходится приблизительно 10% [3]. Причиной возникновения свища прямой кишки криптогенного происхождения является хронический воспалительный процесс в анальной крипте и межсфинктерном пространстве, в результате чего формируется ход свища [4]. Свищевой ход

1 - State Scientific Centre of Coloproctology,
2 - Russian Medical Academy of Postgraduate Education.
Moscow, Russia.

чаще всего открывается на коже промежности наружным свищевым отверстием, а при отсутствии адекватного дренирования могут формироваться добавочные затеки и свищевые ходы в прилежащих мягких тканях.

На сегодняшний день ведущим методом лечения свищей прямой кишки является оперативное вмешательство. Для хирурга перед операцией необходимо точно знать какие анатомические структуры вовлечены в патологический процесс и иметь четкое представление о ходе свища относительно запирающего аппарата прямой кишки. Тип свищевого хода, наличие дополнительных ходов и затеков, определяют объем оперативного вмешательства [5, 6, 7].

Первый этап диагностики свищей прямой кишки включает в себя сбор анамнеза, пальцевое ректальное исследование, зондирование свища и пробу с красителем. Однако данные исследования не позволяют детально оценить топографическую анатомию свищевого хода, судить о наличии дополнительных свищевых ходов и затеков [5].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является новым и перспективным методом диагностики свищей прямой кишки криптогенного происхождения [9, 10]. МРТ позволяет хорошо дифференцировать мягкие ткани перианальной области, при этом являясь неинвазивным, неионизирующим методом [11 - 14]. Возможности МРТ в визуализации свищей криптогенного происхождения, которые характеризуются выраженными клинко-анатомическими особенностями и имеют первостепенное значение для колопроктологов ввиду их распространенности, по данным мировой литературы изучены недостаточно. Ранее проведенные исследования оценивали возможности МРТ на неоднородной и малочисленной группе пациентов со свищами различной этиологии [15 - 18]. Помимо общей диагностической ценности МРТ при криптогенных свищах прямой кишки, остается актуальным вопрос о применении внутривенного контрастирования и определении оптимального МР-протокола сканирования [19].

Цель исследования.

Определить диагностическую ценность магнитно-резонансной томографии при свищах прямой кишки криптогенного происхождения.

Материалы и методы исследования.

В исследование было включено 120 пациентов со свищами прямой кишки криптогенного происхождения в возрасте от 27 до 76 лет, средний возраст составил $44,2 \pm 3,4$ года. Среди больных было 38 женщин (31,7%) и 82 мужчины (68,3%). Шестидесяти двум пациентам (51,7%) до поступления в клинику выполнялось вскрытие острого парапроктита в сроки от 5 до 52 дней до проведения МРТ.

МРТ выполнялась в отделении рентгенодиагностики, компьютерной и магнитно-резонансной томографии ФГБУ «ГНЦК им. А.Н. Рыжих» Минздрава России на высокопольной магнитно-резонансной системе Philips Achieva (Нидерланды) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Проведение магнитно-резонансной томографии органов малого таза не требовало специальной подготовки. Исследование проводилось с использованием матричной 16-канальной приемно-передающей катушки для тела SenseXLTorso. Далее выполняли МРТ малого таза по протоколу, с включением диффузионно-взвешенных изображений и T1-ВИ с внутривенным контрастированием (табл. №1).

Внутривенное введение контрастного вещества (использовался раствор гадопентетата dimeглумина в стандартной дозировке 0,1 ммоль/кг) проводилось с помощью автоматического иньектора. Постконтрастные T1-ВИ выполнялись в сагиттальной, коронарной и аксиальной проекциях.

Выявленные по данным МРТ свищевые ходы систематизированы согласно классификации, принятой Ассоциацией колопроктологов России [1, 2]:

- интрасфинктерный свищ прямой кишки (свищевой ход проходит в межсфинктерном пространстве и не вовлекает наружный сфинктер);
- трансфинктерный свищ прямой кишки (свищевой ход вовлекает любую порцию наружного сфинктера);
- экстрасфинктерный свищ прямой кишки (свищевой ход «оглабает» наружный сфинктер, вовлекая пуборектальную петлю или леватор).

Для локализации внутреннего свищевого отверстия по данным МРТ использовали принятый в хирургической практике «условный циферблат».

Всем пациентам, вошедшим в исследование, выполнялось оперативное лечение различного объема в зависимости от результатов предоперационного обследования. Данные интраоперационной ревизии сопоставлялись с данными магнитно-резонансной томографии по следующим критериям: наличие основного свищевого хода, локализация внутреннего свищевого отверстия, наличие добавочных свищевых ходов, наличие затеков различной локализации, тип свищевого хода, вовлечение порций наружного сфинктера свищевым ходом.

По данным интраоперационной ревизии в исследование вошло 55 трансфинктерных свищей, 25 интрасфинктерных и 40 экстра-

Таблица №1. Протокол МР-сканирования пациентов с диагнозом «свищ прямой кишки».

	T2W_TSE sag	T2W_TSE cor	T2W_TSE ax	T2W_SPIR Ax	DWI ax	T1W_FS_post contr (sag/cor/ax)
FOV (mm)	240x240x132	180x180x86	180x180x82	200x200x140	261x261x99	270x215x105
Voxel (mm)	0,75x0,75x3	0,7x0,7x3	0,7x0,7x3	0,8x0,8x4	2,32x2,34	1,05x1,04x2,5
Matrix (mm)	320x320	256x256	256x256	252x248	112x112	256x207
Gap (mm)	0,3	0,3	0,3	0,4	1	0
Slices (mm)	40	26	26	34	20	42

сфинктерных свищей. Осложнения, в виде 98 паракишечных затеков различной локализации, выявлены при интраоперационной ревизии у 70 пациентов (58,3%).

Статистическая обработка материала производилась с помощью математического пакета «Statistica for Windows, Release 10.0»® (STATISTIKA), на основе созданной базы данных в программе Excel, и включала определение чувствительности, специфичности, точности исследования, положительного прогностического значения, отрицательного прогностического значения.

Оценку различий проводили непараметрическим критерием χ^2 , для малых выборок – точным критерием Фишера.

Результаты.

МРТ является высокоинформативным методом для визуализации структур анального канала и перианальной области. Т2-взвешенные изображения высокого разрешения, благодаря хорошей мягкотканой контрастности, позволяют получить детальное изображение аноректальной области в различных проекциях, показательных как для рентгенолога, так и для хирурга (рис. 1).

Основной свищевой ход по данным МРТ был выявлен у всех 120 пациентов, вошедших в исследование. Свищевой ход визуализировался в виде гиперинтенсивного тяжа на Т2-ВИ, при внутривенном контрастировании отмечалось накопление контрастного препарата стенками свища, на диффузионно-взвешенных изображениях определялся гиперинтенсивный сигнал от его просвета (рис. 2).

Чувствительность, точность, положительная прогностическая ценность метода в выявлении основного свищевых ходов составили 100%. Сравнение отдельных МР-последовательностей не выявило между ними достоверных различий, а чувствительность их

колебалась от 94,2% до 100,0% и была максимальной на Т1 постконтрастных изображениях (табл. №2).

Ложноотрицательные результаты на Т2-ВИ и на Т2-ВИ с жироподавлением, вероятно, были обусловлены небольшой шириной свищевых ходов (менее 1 мм), или облитерацией свищевых ходов и невыраженной фиброзной стенкой хода. При Т1-ВИ с внутривенным контрастированием ложноотрицательных случаев мы не выявили. При ДВИ ложноотрицательные результаты можно объяснить невыраженными воспалительными изменениями в стенке свищевых ходов и отсутствием гнойного содержимого в просвете свища.

При анализе отдельных МР-режимов сканирования по критерию Фишера (df=1) статистически значимых различий в визуализации основного свищевых ходов выявлено не было.

Тип свища по данным МРТ, верно, классифицирован у 112 (93,3%) из 120 больных, а в 8 случаях (6,7%) отмечены расхождения с данными интраоперационной ревизии. В 3 случаях транссфинктерный свищ был ошибочно принят за интрасфинктерный, а в 2 наблюдениях интрасфинктерный свищевой ход принят за транссфинктерный. По-видимому, трудности диагностики в этих случаях заключались в сложности оценки вовлечения подкожной порции наружного сфинктера, располагающейся близко к межсфинктерному пространству. В 2 случаях экстрасфинктерный свищ был ошибочно принят за транссфинктерный, а в 1 случае транссфинктерный свищ был расценен нами как экстрасфинктерный (табл. №3). Вероятно, затруднения в интерпретации были вызваны близким расположением свищевых ходов к пуборектальной мышце и глубокой порции наружного сфинктера. При сравнении отдельных МР-последовательностей наибольшую эффективность в определении типа свищевых ходов



Рис. 1 а (Fig. 1 а)

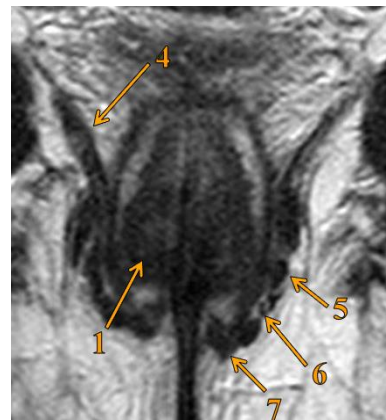


Рис. 1 б (Fig. 1 в)

Рис. 1. МРТ.

Строение анального канала.

а – T2-взвешенное изображение, аксиальная плоскость; б – T2-взвешенное изображение, коронарная плоскость.

1 – внутренний сфинктер, 2 – наружный сфинктер, 2 – ишио-анальная клетчатка, 4 – леватор, 5 – глубокая порция наружного сфинктера, 6 – поверхностная порция наружного сфинктера, 7 – подкожная порция наружного сфинктера.

Fig. 1. MRI.

Anatomy of the anal canal.

a – T2-weighted image, axial view; b – T2-weighted image, coronal view.

1 – internal sphincter, 2 – external sphincter, 2 – ischio-anal fossa, 4 – levator, 5 – deep portion of the external sphincter, 6 – surface portion of external sphincter, 7 – subcutaneous portion of external sphincter.

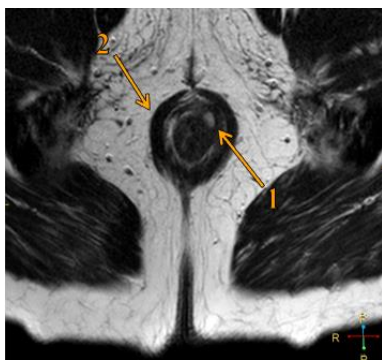


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

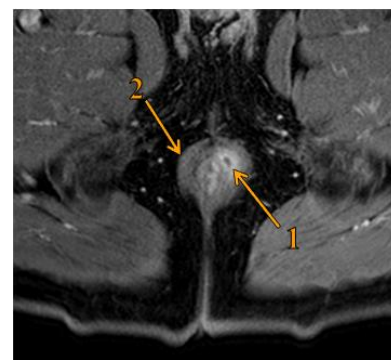


Рис. 2 б (Fig. 2 в)



Рис. 2 в (Fig. 2 с)

Рис. 2. МРТ.

Интрасфинктерный свищ прямой кишки. а – T2-взвешенное изображение, аксиальная плоскость; б – T1-взвешенное изображение с внутривенным контрастированием, аксиальная плоскость; в – диффузионно-взвешенное изображение. 1– Свищей ход, 2 – наружный сфинктер.

Fig. 2. MRI.

Intrasphincteric perianal fistula. а – T2-weighted image, axial view; б – T1-weighted image with contrast enhanced, axial view; с – diffusion-weighted imaging. 1– fistula, 2 – external sphincter.

да продемонстрировал режим Т2-ВИ. При сравнительном анализе по критерию Фишера выявленные между Т2-ВИ и другими МР-режимами сканирования различия статистически значимы ($p \leq 0,0125$) (табл. №4).

При трансфинктерных и экстрасфинктерных свищевых ходах особое значение имеет отношение свищевого хода к наружному сфинктеру, а при его вовлечении следует дифференцировать какая именно порция (глубокая, поверхностная, подкожная) поражена (рис. 3). У 101 пациента (84,2%) порции наружного сфинктера, вовлеченные в патологический процесс, определены, верно, а в 19 наблюдениях (15,8%) отмечено расхождение (табл. №5). Вероятно, ошибочная трактовка обусловлена пограничным прохождением свищевого хода между пучками/порциями наружного сфинктера или прохождением свища вблизи пуборектальной мышцы.

При анализе отдельных МР-последовательностей достоверно большую информативность продемонстрировали Т2-ВИ по сравнению с остальными МР-последовательностями (табл. №6).

У 19 (15,8%) из 120 пациентов по данным магнитно-резонансной томографии были выявлены добавочные свищевые ходы. У 2 пациентов (1,6%) не удалось визуализировать добавочный свищевой ход, обнаруженный при интраоперационной ревизии. Эти ложноотрицательные случаи можно объяснить малым диаметром (менее 2 мм) добавочного свищевого хода, что затруднило его дифференцировку от основного свищевого хода. Ложноположительные результаты отмечены в 3 наблюдениях и, вероятнее всего, обусловлены деформацией основного свищевого хода на фоне рубцовых изменений после вскрытия парапроктита. В отношении добавочного свищевого хода чувствительность МРТ составила 90,5%, специфичность – 97,0%, положительная прогностическая ценность – 86,4%, отрицательная прогностическая ценность – 98,0%, точность – 95,8%. Сравнение отдельных МР-последовательностей не выявило между ними достоверных различий (табл. №7).

По данным МРТ осложнения в виде затеков выявлены у 66 (55,0%) из 120 пациентов, при этом в общей сложности диагностировано 94 затека, так как у 11 больных имелось сочетание нескольких затеков различной локализации (табл. №8). На Т2-взвешенных изображениях и диффузионно-взвешенных изображениях затеки имели неоднородно гиперинтенсивный сигнал при наличии гнойного содержимого в просвете, а на Т1-взвешенных изображениях отмечалось накопление контрастного препарата стенками затека (рис. 3).

По данным МРТ, по сравнению с интраоперационной ревизией перианальной области,

отмечено 9 ложноотрицательных результатов (4 ишио-анальных и 5 межсфинктерных затеков) и 5 ложноположительных результатов (2 ишио-анальных и 3 межсфинктерных затека). Ложноотрицательные случаи при межсфинктерных затеках объясняются их малыми размерами (не более 0,3 см). В случае ложноположительных случаев локальное расширение свищевого хода в межсфинктерном или ишио-анальном пространствах ошибочно трактовалось как затек.

Чувствительность магнитно-резонансной томографии в диагностике затеков при свищах прямой кишки составила 87,1%, специфичность – 90,0%, положительная прогностическая ценность – 92,4%, отрицательная прогностическая ценность – 83,3%, точность – 88,3%

Все МР-последовательности продемонстрировали сопоставимую диагностическую информативность. Достоверных различий между отдельными МР-последовательностями не выявлено (табл. №9).

Внутреннее отверстие свищевого хода на Т2-ВИ и ДВИ визуализировалось в виде гиперинтенсивного включения в структуре внутреннего сфинктера, на постконтрастных Т1-ВИ отмечалось повышенное накопление контрастного препарата в проекции внутреннего отверстия (рис. 3). Внутреннее свищевое отверстие по данным МРТ верно выявлено у 105 пациентов (87,5%) (истинно-положительные результаты), при этом определена локализация согласно «условному циферблату». В 3 случаях (2,5%) ни при МРТ, ни при интраоперационной ревизии связи свищевого хода с просветом анального канала выявлено не было (истинноотрицательные результаты). Ложноположительные результаты отмечены в 6 наблюдениях и ложноотрицательные – еще у 6 пациентов. Ложноотрицательные случаи, вероятно, связаны с облитерацией внутреннего свищевого отверстия и рубцовыми изменениями, затрудняющими его визуализацию. Ложноположительные случаи можно объяснить близким расположением свища ко внутреннему сфинктеру в межсфинктерном пространстве. Чувствительность метода составила 94,6%, специфичность – 33,3%, положительная прогностическая ценность – 94,6%, отрицательная прогностическая ценность – 33,3%, точность – 90,0%. Достоверных различий между отдельными МР-последовательностями не выявлено (табл. №10).

По данным МРТ наружное свищевое отверстие верно выявлено у 76 (95,0%) из 80 пациентов. Трудности диагностики в 4 наблюдениях, вероятно, были обусловлены фиброзированием наружного свищевого отверстия и неоднозначной его интерпретацией. Чувствительность метода составила 89,4%, специфичность – 100,0%, положительная прогностическая ценность – 100,0%, отрицательная прогно-

Таблица №2. Диагностическая ценность различных МР-последовательностей в визуализации основного свищевого хода (n=120).

	ИП	ЛП	ИО	ЛО	n	Чувств.	Спец.	ППЦ	ОПЦ	Точность
T2w	113	0	0	7	120	94,2%		100%		94,2%
T2 SPIR	113	0	0	7	120	94,2%		100%		94,2%
T1w post contr	120	0	0	0	120	100%		100%		100%
DWI	118	0	0	2	120	98,3%		100%		98,3%

ИП – истинно-положительные результаты, ИО – истинно-отрицательные результаты, ЛП – ложноположительные результаты, ЛО – ложноотрицательные результаты, ППЦ – положительная прогностическая ценность, ОПЦ – отрицательная прогностическая ценность.

Таблица №3. Диагностическая ценность МРТ в визуализации трансфинктерных, интрасфинктерных, экстрасфинктерных свищей прямой кишки (n=120).

Тип свища	ИП	ЛП	ИО	ЛО	n	Чувств.	Спец.	ППЦ	ОПЦ	Точность
трансф.	51	4	61	4	120	92,7%	93,9%	92,7%	93,9%	93,3%
интрасф.	23	3	92	2	120	92,0%	96,8%	88,5%	97,9%	95,8%
экстрасф.	38	1	79	2	120	95,0%	98,8%	97,4%	97,5%	97,5%

ИП – истинно-положительные результаты, ИО – истинно-отрицательные результаты, ЛП – ложноположительные результаты, ЛО – ложноотрицательные результаты, ППЦ – положительная прогностическая ценность, ОПЦ – отрицательная прогностическая ценность.

Таблица №4. Сравнение информативности МР-последовательностей в определении типа свищевого хода по критерию Фишера (df=1)*.

МР-режимы сканирования	Число совпадений с интраоперационной ревизией	Критерий Фишера (p)
T2w vs T1w post contr	111 (92,5%) vs 95 (79,2%)	p=0,0049
T2w vs T2 spir	111 (92,5%) vs 82 (68,3%)	p=0,0001
T2w vs DWI	111 (92,5%) vs 55 (45,8%)	p=0,0001
T2w spir vs T1w post contr	82 (68,3%)vs95 (79,2%)	p=0,0779
T2 spir vs DWI	82 (68,3%)vs55 (45,8%)	p=0,0001
T1w post contr vs DWI	98 (81,7%)vs55 (45,8%)	p=0,0001

*учитывая эффект множественного сравнения внутри группы (поправка Бонферрони) статистически значимые различия соответствуют $p \leq 0,0125$.

Таблица №5. Диагностическая ценность МРТ в оценке вовлечения порций наружного сфинктера у больных свищами прямой кишки (n=120).

	ИП	ИО	ЛП	ЛО	n	Чувств.	Спец.	ППЦ	ОПЦ	Точность
глубокая	13	102	2	3	120	81,3%	98,1%	86,7%	97,1%	95,8%
поверхностная	25	86	5	4	120	86,2%	94,5%	83,3%	95,6%	92,5%
подкожная	21	94	1	4	120	84,0%	98,9%	95,5%	95,9%	95,8%

ИП – истинно-положительные результаты, ИО – истинно-отрицательные результаты, ЛП – ложноположительные результаты, ЛО – ложноотрицательные результаты, ППЦ – положительная прогностическая ценность, ОПЦ – отрицательная прогностическая ценность.

Таблица №6. Сравнение информативности МР-последовательностей в оценке вовлечения наружного сфинктера по критерию Фишера (df=1)* (n=120).

МР-режимы сканирования	Число совпадений с интраоперационной ревизией	Критерий Фишера (p)
T2w vs T1w post contr	99 (82,5%) vs 71 (59,2%)	p=0,0001
T2w vs T2 spir	99 (82,5%) vs 66 (55,0%)	p=0,0001
T2w vs DWI	99 (82,5%) vs 33 (27,5%)	p=0,0001
T2w spir vs T1w post contr	66 (55,0%) vs 71 (59,2%)	p=0,6020
T2 spir vs DWI	66 (55,0%) vs 33 (27,5%)	p=0,0001
T1w post contr vs DWI	71 (59,2%) vs 33 (27,5%)	p=0,0001

*учитывая эффект множественного сравнения внутри группы (поправка Бонферрони) статистически значимые различия соответствуют $p \leq 0,0125$.

Таблица №7. Сравнение информативности МР-последовательностей в визуализации добавочного свищевого хода по критерию Фишера (df=1)*.

Показатель	T2w vs T1w post contr	T2w vs T2 spir	T2w vs DWI	T2w spir vs T1w post contr	T2 spir vs DWI	T1w post contr vs DWI
Чувствительность	90,5% vs 85,7% p=0,9688	90,5% vs 90,5% p=1	90,5% vs 90,5% p=1	90,5% vs 85,7% p=0,9688	90,5% vs 90,5% p=1	85,7% vs 90,5% p=0,9688
Специфичность	97,9% vs 96,0% p=0,6785	97,9% vs 97,9% p=1	97,9% vs 97,9% p=1	97,9% vs 96,0% p=0,6785	97,9% vs 97,9% p=1	96,0% vs 97,9% p=0,6785
Точность	96,7% vs 95,2% p=0,5371	96,7% vs 96,7% p=1	96,7% vs 96,7% p=1	96,7% vs 95,2% p=0,5371	96,7% vs 96,7% p=1	95,2% vs 96,7% p=0,5371

*учитывая эффект множественного сравнения внутри группы (поправка Бонферрони) статистически значимые различия соответствуют $p \leq 0,0125$.

Таблица №8. Количество и локализация затеков, выявленных при МРТ у 66* больных свищами прямой кишки криптогенного происхождения.

Затеки	МРТ Абс. %
ишио-анальный	34 (36,2%)
межсфинктерный	21 (22,3%)
пельвио-ректальный	27 (28,7%)
подслизистый	8 (8,5%)
в ректо-вагинальной перегородке	1 (1,1%)
в мошонке	3 (3,2%)
всего	94 (100%)

* У 11 больных имелось сочетание нескольких затеков различной локализации.

стическая ценность – 79,6%, точность – 92,5%. Все МР-последовательности продемонстрировали сопоставимую диагностическую информативность (табл. №11).

Обсуждение.

Выбор тактики лечения свищей прямой кишки напрямую зависит от их этиологической природы [6]. Именно свищи прямой кишки криптогенного происхождения встречаются чаще всего (до 90%) в клинической практике колопроктолога, что обуславливает их социальную и медицинскую значимость. Клинико-анатомические особенности криптогенных свищей заставляют отдельно выделить данную группу пациентов для выбора тактики предоперационного обследования и хирургического лечения.

Наиболее распространенными методами диагностики свищей прямой кишки являются традиционная рентгенологическая фистулография и трансректальное ультразвуковое исследование (ТРУЗИ) [9]. Вместе с тем, фистулография не позволяет судить о топографической анатомии свищевого хода относительно запирающего аппарата прямой кишки и структур тазового дна, а особенности проведения метода не дают возможности использовать его при неполных внутренних свищах прямой кишки или при облитерации наружного свищевого отверстия. ТРУЗИ на сегодняшний день является высокоинформативным методом диагностики свищей прямой кишки, однако операторозависимость метода и невозможность его проведения при выраженном болевом синдроме и рубцовой деформации анального канала, ограничивают его применение в клинической практике.

Возможность использования МРТ в диагностике свищей прямой кишки криптогенного происхождения обусловлена высокой мягкотканной контрастностью метода, отсутствием ионизирующего излучения. Высокая диагностическая эффективность МРТ подтверждена различными авторами. Так, в исследовании Charple K.S. и соавторов чувствительность МРТ в

диагностике свищей прямой кишки составила 81,0%, специфичность – 73,0%, положительная прогностическая ценность – 75,0% [18]. Исследование Kulvider S. и соавторов продемонстрировало высокую диагностическую информативность МРТ как в выявлении основного свищевого хода с чувствительностью и специфичностью 95,56% и 80,0% соответственно, так и в диагностике затеков – 87,50% и 95,24% соответственно [16]. Однако все проведенные исследования отличаются небольшой выборкой пациентов (от 26 до 52 пациентов) и неоднородной группой выборки (в исследования включались как свищи криптогенного происхождения, так и другой этиологии), что не позволяет достоверно судить о диагностической ценности МРТ при свищах именно криптогландулярной природы [15, 16, 18]. Также остается нерешенным вопрос о целесообразности применения при МРТ внутривенного контрастирования и ДВИ у пациентов с диагнозом «свищ прямой кишки». Мы встретили только несколько работ, посвященных сравнению различных режимов МР-сканирования при свищах прямой кишки, причем одни авторы высказываются за применение внутривенного контрастирования, а другие – против [15 - 19].

В нашем исследовании по данным МРТ основной свищевой ход был диагностирован у всех 120 пациентов (чувствительность – 100%, точность – 100%). При этом все МР-последовательности продемонстрировали схожую высокую диагностическую ценность без достоверных статистических различий. Однако, следует отметить, что при облитерации основного свищевого хода или его диаметре менее 1 мм на T1-ВИ с внутривенным контрастированием свищ визуализировался во всех случаях, тогда как на T2-ВИ и ДВИ наблюдалось соответственно 7 и 2 ложноотрицательных случаев. Исходя из этого, мы рекомендуем следующий алгоритм проведения МР-исследования. После выполнения нативного исследования с включением T2-ВИ, T2-ВИ с жироподавлением, ДВИ, рентгенологу следует оценить информативность

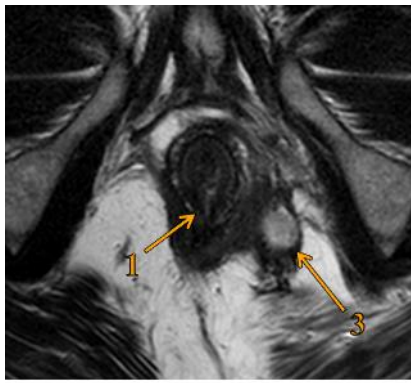


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

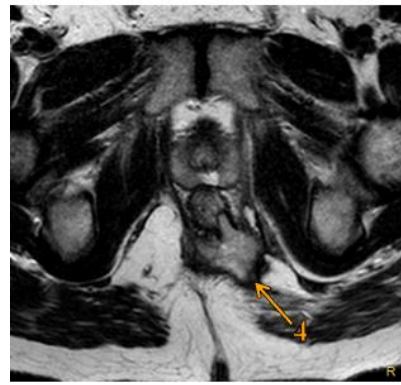


Рис. 3 б (Fig. 3 в)



Рис. 3 в (Fig. 3 с)

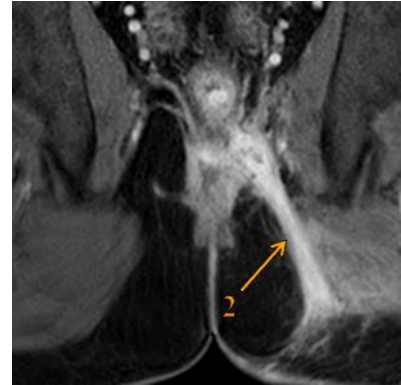


Рис. 3 г (Fig. 3 д)

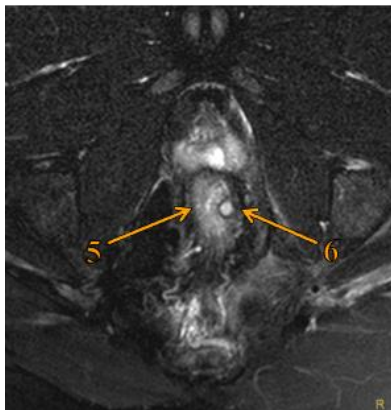


Рис. 3 д (Fig. 3 е)

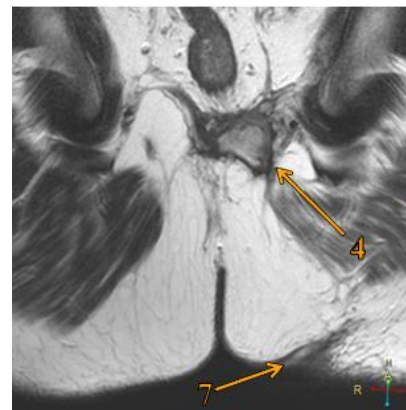


Рис. 3 е (Fig. 3 ф)

Рис. 1. МРТ.

Экстрасфинктерный свищ прямой кишки. а – T2-взвешенное изображение, аксиальная плоскость; б – T2-взвешенное изображение, аксиальная плоскость; в – T2-взвешенное изображение, коронарная плоскость; г – T1-взвешенное изображение с внутривенным контрастированием, коронарная плоскость; д – T2-взвешенное изображение с жироподавлением, аксиальная плоскость; е – T2-взвешенное изображение, коронарная плоскость. 1 – Внутреннее свищевое отверстие, 2 – свищевой ход, 3 – ишио-анальный затек, 4 – пельвио-ректальный затек, 5 – прямая кишка, 6 – подслизистый затек в стенке прямой кишки, 7 – наружное свищевое отверстие.

Fig. 1. MRI.

Extrasphincteric perianal fistula. а – T2-weighted image, axial view; б – T2-weighted image, axial view; в – T2-weighted image, coronal view; д – T1-weighted image with contrast enhanced, coronal view; е – T2-weighted image with fat saturation, axial view; ф – T2-weighted image, coronal view. 1 – internal opening, 2 – perianal fistula, 3 – ischio-anal abscess, 4 – pelvio-rectal abscess, 5 – rectum, 6 – submucosal abscess in the rectal wall, 7 – external opening.

Таблица №9. Сравнение информативности МР-последовательностей в визуализации за-теков по критерию Фишера (df=1)* (n=120).

Показатель	T2w vs T1w post contr	T2w vs T2 spir	T2w vs DWI	T2w spir vs T1w post contr	T2 spir vs DWI	T1w post contr vs DWI
Чувствительность	87,1% vs 91,4% p=0,9688	87,1% vs 87,1% p=1	87,1% vs 85,7% p=0,8765	87,1% vs 91,4% p=0,9688	87,1% vs85,7% p=1	91,4% vs85,7% p=0,9688
Специфичность	94,0% vs 94,0% p=1	94,0% vs 93,4% p=0,7645	94,0% vs 94,0% p=1	93,4% vs 94,0% p=0,7645	93,4% vs 94,0% p=0,7645	94,0% vs 94,0% p=1
Точность	90,0% vs 92,5% p=0,7871	90,0% vs 90,8% p=0,9846	90,0% vs 89,2% p=0,9886	90,8% vs 92,5% p=0,7653	90,8% vs 89,2% p=0,8854	92,5% vs89,2% p=0,6371

*учитывая эффект множественного сравнения внутри группы (поправка Бонферрони) статистически значимые различия соответствуют $p \leq 0,0125$.

Таблица №10. Сравнение информативности МР-последовательностей в визуализации внутренних свищевых отверстий по критерию Фишера (df=1)*.

Показатель	T2w vs T1w post contr	T2w vs T2 spir	T2w vs DWI	T2w spir vs T1w post contr	T2 spir vs DWI	T1w post contr vs DWI
Чувствительность	83,8% vs 89,2% p=0,1547	83,8% vs 83,8% p=1	83,8% vs 78,4% p=0,4172	83,8% vs 89,2% p=0,1547	83,8% vs 78,4% p=0,4172	89,2% vs 78,4% p=0,2975
Специфичность	33,3% vs 44,4% p=0,9510	33,3% vs 33,3% p=1	33,3% vs 44,4% p=0,5404	33,3% vs 44,4% p=0,5404	33,3% vs 44,4% p=0,5404	44,4% vs 44,4% p=1
Точность	80,0% vs 85,8% p=0,3963	80,0% vs 80,0% p=1	80,0% vs 75,8% p=0,2863	80,0% vs 85,8% p=0,3963	80,0% vs 75,8% p=0,2863	85,8% vs 75,8% p=0,0389

*учитывая эффект множественного сравнения внутри группы (поправка Бонферрони) статистически значимые различия соответствуют $p \leq 0,0125$.

Таблица №11. Сравнение информативности МР-последовательностей в визуализации наружных свищевых отверстий по критерию Фишера (df=1)*.

Показатель	T2w vs T1w post contr	T2w vs T2 spir	T2w vs DWI	T2w spir vs T1w post contr	T2 spir vs DWI	T1w post contr vs DWI
Чувствительность	89,5% vs 95,3% p=0,2492	89,5% vs 89,5% p=1	89,5% vs 83,6% p=0,3705	89,5% vs 95,3% p=0,2492	89,5% vs83,6% p=0,3705	95,3% vs83,6% p=0,0253
Специфичность	94,3% vs 97,2% p=0,9956	94,3% vs94,3% p=1	94,3% vs 94,3% p=1	94,3% vs 97,2% p=0,9956	94,3% vs 94,3% p=1	97,2% vs94,3% p=0,9956
Точность	90,8% vs 95,8% p=0,1964	90,8% vs90,8% p=1	90,8% vs 86,7% p=0,4144	90,8% vs 95,8% p=0,1964	90,8% vs 86,7% p=0,4144	95,8% vs86,7% p=0,0228

*учитывая эффект множественного сравнения внутри группы (поправка Бонферрони) статистически значимые различия соответствуют $p \leq 0,0125$.

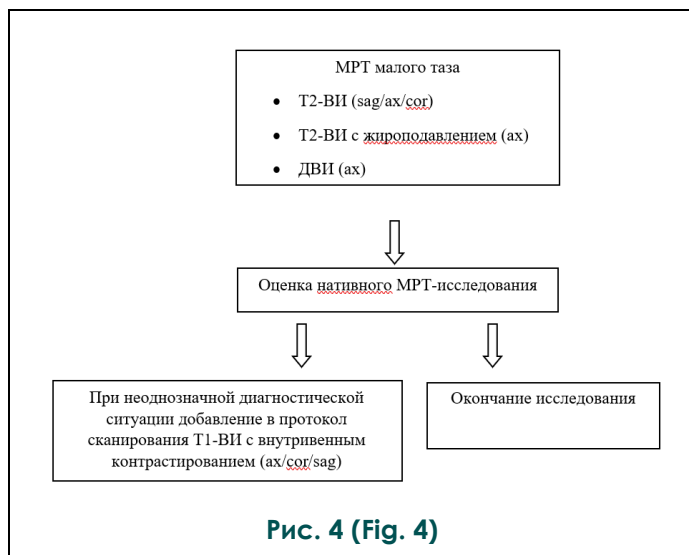


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Схема.

Алгоритм МР-сканирования пациентов со свищами прямой кишки криптогенного происхождения.

Fig. 4. Scheme.

Algorithm of MR-scan in patients with cryptogenic anal fistulas.

полученных данных. Если нативные МР-изображения позволяют полностью оценить распространенность воспалительного процесса, отчетливо визуализируется основной свищевой ход, то следует прекратить исследование. При неоднозначных клинических случаях (не визуализируется основной свищевой ход, затруднена дифференциальная диагностика облитерированного свища от рубцовых изменений) необходимо дополнить МР-исследование Т1-ВИ с внутривенным контрастированием.

Частота правильного определения типа свищевого хода при МРТ составила 93,3%. Среди отдельных МР-последовательностей сканирования достоверно большую диагностическую ценность показали Т2-ВИ по сравнению с Т2-ВИ с жироподавлением, Т1-ВИ с внутривенным контрастированием, ДВИ ($p < 0,0125$). Высокая диагностическая информативность Т2-ВИ объясняется высокой мягкотканной контрастностью, позволяющей лучше визуализировать запирательный аппарат прямой кишки, и мультипланарным изображением.

По данным МРТ порция наружного сфинктера, вовлеченная свищевым ходом в патологический процесс, верно, определена нами в 84,2% случаях. Сравняя отдельные МР-последовательности сканирования, мы выявили, что достоверно большую диагностическую ценность показали Т2-ВИ по сравнению с Т2-ВИ с жироподавлением, Т1-ВИ с внутривенным контрастированием, ДВИ ($p < 0,0125$).

Магнитно-резонансная томография в нашем исследовании продемонстрировала высокую диагностическую эффективность в выявлении добавочных свищевых ходов, паракишечных затеков, что имеет принципиальное значение для выбора объема оперативного вмешательства. При этом мы не выявили статистических значимых различий и явных преимуществ использования внутривенного контрастирования и ДВИ в диагностике как добавочных свищевых ходов, так и затеков ($p > 0,0125$, учитывая эффект множественного

сравнения внутри группы статистически значимые различия соответствуют $p \leq 0,0125$).

Высокая диагностическая информативность МРТ доказана нами и в выявлении внутренних и наружных свищевых отверстий, без статистически значимых различий между различными режимами сканирования.

Что касается диффузионно-взвешенных изображений, то по результатам нашего исследования ДВИ обладает сопоставимой диагностической эффективностью с другими МР-режимами сканирования (Т2-ВИ, Т2-ВИ с жироподавлением). В настоящее время ДВИ входит в стандартный протокол сканирования малого таза у пациентов с подозрением на патологические изменения органов малого таза. Использование ДВИ удлиняет исследование в среднем на 2 минуты, но не увеличивает стоимость проведения МРТ и может использоваться как дополнительный или уточняющий режим сканирования при облитерации свищевого хода (ограничение диффузии от воспалительного компонента стенки свищевого хода) или при свищах с минимальным диаметром просвета, но с жидкостным содержимым (ограничении диффузии от гнойного содержимого свища).

Таким образом, мы можем рекомендовать следующий МР- протокол сканирования для пациентов со свищами прямой кишки криптогенного происхождения (рис. 4).

Выводы.

1. МРТ является высокоинформативным методом диагностики для обследования пациентов со свищами прямой кишки криптогенного происхождения.
2. Сравнительная оценка различных МР-последовательностей сканирования (Т2-ВИ, Т2-ВИ с жироподавлением, Т1-ВИ с внутривенным контрастированием, ДВИ) не обнаружило между ними статистически значимых различий в выявлении основного свищевого хода, добавочного свищевого хода, внутреннего и наружного свищевых отверстий

($p \geq 0,0125$). Т2-ВИ продемонстрировало более высокую диагностическую эффективность в оценке степени вовлечения наружного сфинктера и определении типа свищевого хода, по сравнению с Т2-ВИ с жироводавлением, Т1-ВИ с внутривенным контрастированием и ДВИ ($p < 0,0125$).

3. Основной МР-протокол сканирования для исследования больных со свищами прямой кишки криптогенного происхождения включает Т2-ВИ, Т2-ВИ с жи-

риводавлением, ДВИ. При неоднозначной диагностической ситуации после нативного исследования возможно добавление в протокол сканирования Т1-ВИ с внутривенным контрастированием.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Аминов А.М. Руководство по проктологии. В 4 томах. Москва, МИА, 1973. Т. 3, 163-345 с.
2. Шельгин Ю.А., Благодарный Л.А. Справочник колопроктолога. Москва, Литтера, 2012. 115-126 с.
3. Parks A.G. Pathogenesis and treatment of fistula in-ano. *BMJ*. 1961; 1:463-469.
4. Дульцев, Ю. В., Саламов К. Н. Парaproктит. Москва, Медицина, 1981. 52-74 с.
5. Титов А.Ю., Костарев И.В., Аносов И.С., Фоменко О.Ю. Первый опыт применения метода перевязки свищевого хода в межсфинктерном пространстве (LIFT) в лечении пациентов с транс- и экстрасфинктерными свищами прямой кишки. *Колопроктология*. 2016; 4 (58): 47-54.
6. Мусин А. И., Костарев И.В. Особенности тактики лечения острого парaproктита. *Анналы хирургии*. 2017; 2 (22): 81-87.
7. Василенко Л.И., Шаламов В.И., Полунин Г.Е., Гюльмамедов В.А., Волков В.И. и др. К вопросу хирургического лечения свищей заднего прохода и прямой кишки. *Колопроктология*. 2017; 3 (61): 28-34.
8. Костарев И.В., Титов А. Ю., Мудров А. А., Аносов И. С. Результаты лечения экстрасфинктерных свищей прямой кишки методом переведения свищевого хода в межсфинктерное пространство. *Анналы хирургии*. 2016; 6 (21): 390-395.
9. Елигулашвили Р.Р., Зароднюк И.В. Магнитно-резонансная томография в диагностике свищей прямой кишки (обзор литературы). *Колопроктология*. 2015; 2 (52): 49-56.
10. Захьялова, М. Ю., Попов И.В., Гришин Ю. В. Роль магнитно-резонансной томографии в диагностике свищей прямой кишки. *Вестник хирургии Казахстана*. 2014; 2 (29): 13-15.

References:

1. Aminev A.M. Guide of proctology. In 4 vol. Moscow, MIA, 1973. T. 3, 163-345 p. (in Russian).
2. Shelygin Y.A., Blagodarnyi L.A. Handbook of proctologist. Moscow, Littera, 2012. 115-126 p. (in Russian).
3. Parks A.G. Pathogenesis and treatment of fistula in-ano. *BMJ*. 1961; 1:463-469.
4. Dultcev Ju. V., Salamov K. N. Paraproctitis. Moscow, Medicine, 1981. 52-74 p. (in Russian).
5. Titov A.Yu., Kostarev I.V., Anosov I.S., Fomenko O.Yu. The

11. Morris J., Spencer J.A., Ambrose N.S. MR imaging classification of perianal fistulas and its implications for patient management. *RadioGraphics*. 2000; 20 (3): 623-635.
12. Myles Joyce, Joseph C. Veniero, Ravi PokalaKiran. Magnetic Resonance Imaging in the Management of Anal Fistula and Anorectal Sepsis. *Clin Colon Rectal Surg*. 2008; 21: 213-219.
13. Criado J.M., Garcia del Salto L., Rivas P.F. MR Imaging Evaluation of Perianal Fistulas: Spectrum of Imaging Features. *Radio Graphics*. 2012; 32: 175-194.
14. Ryan B.O., Mahmoud M., Al-Hawary. Rectal Imaging: Part 2, Perianal Fistula Evaluation on Pelvic MRI—What the Radiologist Needs to Know. *AJR*. 2012; 199 (1): 43-53.
15. Yildirim N., Gökalp G., Öztürk E. Ideal combination of MRI sequences for perianal fistula classification and the evaluation of additional findings for readers with varying levels of experience. *Diagn Interv Radiol*. 2012; 18: 11-19
16. Kulvinder S., Navdeep S., Thukral C.L. Magnetic Resonance Imaging (MRI) Evaluation of Perianal Fistulae with Surgical Correlation. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014; 8 (6): RC01-RC04.
17. Dohan A., Eveno C., Oprea R. Diffusion-weighted MR imaging for the diagnosis of abscesscomplicating fistula-in-ano: preliminary experience. *European Radiology*. 2014; 24 (11): 2906-2915.
18. Chapple K.S., Spencer J.A., Windsor A.C. Prognostic value of magnetic resonance imaging in the management of fistula-in-ano. *Dis Colon Rectum*. 2000; 43 (4): 511-516.
19. Шельгин Ю. А., Елигулашвили Р. Р., Зароднюк И. В., Костарев И. В., Черножукова М.О. Применение магнитно-резонансной томографии у больных хроническим парaproктитом (предварительные результаты). *Медицинская визуализация*. 2017; 1 (21): 75-84.

first experience of the application of the fistula ligation method in the intersphincteric space (LIFT) in the treatment of patients with trans- and extra-sphincteric anal fistulas. *Coloproctology*. 2016; 4 (58): 47-54. (in Russian).

6. Musin A.I., Kostarev I.V. Features of the treatment tactics of acute paraproctitis. *Annals of surgery*. 2017; 2 (22): 81-87. (in Russian).
7. Vasilenko L.I., Shalamov V.I., Polunin G.E., Gylmamedov V.A., Volkov V.I. et al. To the question of surgical treatment of

- fistulas of the anus and rectum. *Coloproctology*. 2017; 3 (61): 28-34. (in Russian).
8. Kostarev I.V., Titov A. Yu., Mudrov A. A, Anosov I.S. The results of treatment of extrasphincteric fistulas of the rectum by the method of translating the fistulous into the intersphincter space. *Annals of surgery*. 2016; 6 (21): 390-395. (in Russian).
9. Eligulashvili R.R., Zarodnyuk I.V. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of fistula in ano (literature review). *Coloproctology*. 2015; 2 (52): 49-56. (in Russian).
10. Zavyalova, M. Yu., Popov IV, Grishin Yu. V. The role of magnetic resonance imaging in the diagnosis of fistulas of the rectum. *Bulletin of surgery of Kazakhstan*. 2014; 2 (29): 13-15. (in Russian).
11. Morris J., Spencer J.A., Ambrose N.S. MR imaging classification of perianal fistulas and its implications for patient management. *RadioGraphics*. 2000; 20 (3): 623-635.
12. Myles Joyce, Joseph C. Veniero, Ravi PokalaKiran. Magnetic Resonance Imaging in the Management of Anal Fistula and Anorectal Sepsis. *Clin Colon Rectal Surg*. 2008; 21: 213-219.
13. Criado J.M., García del Salto L., Rivas P.F. MR Imaging Evaluation of Perianal Fistulas: Spectrum of Imaging Features. *Radio Graphics*. 2012; 32: 175-194.
14. Ryan B.O., Mahmoud M., Al-Hawary. Rectal Imaging: Part 2, Perianal Fistula Evaluation on Pelvic MRI—What the Radiologist Needs to Know. *AJR*. 2012; 199 (1): 43-53.
15. Yıldırım N., Gökalp G., Öztürk E. Ideal combination of MRI sequences for perianal fistula classification and the evaluation of additional findings for readers with varying levels of experience. *Diagn Interv Radiol*. 2012; 18: 11-19
16. Kulvinder S., Navdeep S., Thukral C.L. Magnetic Resonance Imaging (MRI) Evaluation of Perianal Fistulae with Surgical Correlation. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014; 8 (6): RC01-RC04.
17. Dohan A., Eveno C., Oprea R. Diffusion-weighted MR imaging for the diagnosis of abscesscomplicating fistula-in-ano: preliminary experience. *European Radiology*. 2014; 24 (11): 2906-2915.
18. Chapple K.S., Spencer J.A., Windsor A.C. Prognostic value of magnetic resonance imaging in the management of fistula-in-ano. *Dis Colon Rectum*. 2000; 43 (4): 511-516.
19. Sheygin Y. A., Eligulashvili R. R, Zarodnyuk I. V, Kostarev I. V, Chernozhukova M. O. The use of magnetic resonance imaging in patients with chronic paraproctitis (preliminary results). *Medical imaging*. 2017; 1 (21): 75-84. (in Russian).

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА СЦИНТИГРАММ СКЕЛЕТА С ВИЗУАЛЬНОЙ ОЦЕНКОЙ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ

Бурков С.М.¹, Косых Н.Э.², Савин С.З.¹, Свиридов Н.М.¹

Цель исследования. является построение экспертной системы для компьютерного автоматизированного анализа сцинтиграмм скелета с визуализацией оценки качества медицинских изображений.

Материалы и методы. Метастатическое поражение скелета является одним из частых злокачественных новообразований. Посредством компьютерного автоматизированного анализа изучены планарные остеосцинтиграммы скелета больных, находящихся как в полной ремиссии, так и в фазе прогрессирования заболевания с метастазами в скелет. Для этого была разработана экспертная система, предназначенная для анализа планарных сцинтиграфических снимков скелета человека в двух проекциях (передней и задней), выполненных на одном и том же оборудовании: гамма-камере производства GE INFINIA HAWKEYE 4. В системе используются два режима обработки областей: режим обучения и нормальный режим. В нормальном режиме система классифицирует области по типу «норма/патология», используя настроенный заранее классификатор. Для реализации возможности оперативной настройки классификатора предусмотрен режим обучения экспертной системы. В КАД-системе использованы два классификатора, показавших лучшие результаты для передней и задней проекций соответственно. Оба классификатора настроены методом опорных векторов без учёта локализаций объекта интереса (ОИ) и по результатам тестирования имеют относительную частоту верной классификации 0.71 и 0.78 для передней и задней проекций соответственно.

Результаты. Рассмотрен ряд показательных результатов обработки нескольких реальных сцинтиграфических изображений при помощи созданной КАД-системы. Все рассмотренные примеры были выбраны случайным образом из тестовой и обучающей выборки. Выявлено, что в реальной врачебной практике излишняя оптимистичность классификаторов не идёт на пользу пациента и может послужить причиной скрытой патологии при диагностике.

Выводы. Анализ результатов обработки КАД-системой сцинтиграмм скелетов реальных пациентов с визуальной оценкой качества изображений (от хорошего до плохого) не позволил выявить явной зависимости результатов классификации от визуального качества изображений. В целом система показала хороший результат, однако для внедрения в учреждения здравоохранения требует дальнейшего совершенствования.

Ключевые слова: планарная остеосцинтиграмма, экспертная система, компьютерный автоматизированный анализ, скелетные метастазы, объект интереса (ОИ), очаг гиперфиксации радиофармпрепарата (ОГФ РФП).

Контактный автор: Савин С.З., e-mail: savin.sergei@mail.ru

Для цитирования: Бурков С.М., Косых Н.Э., Савин С.З., Свиридов Н.М. Экспертная система для компьютерного автоматизированного анализа сцинтиграмм скелета с визуальной оценкой качества изображений. REJR 2018; 8(3):226-247. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-227-248.

Статья получена: 10.06.18

Статья принята: 06.07.18

THE EXPERT SYSTEM FOR COMPUTER-AIDED ANALYSIS OF OSTEOSCINTIGRAMS WITH VISUAL ASSESSMENT OF IMAGE QUALITY

Burkov S.M.¹, Kosyh N.J.², Savin S. Z.¹, Sviridov n.M.¹

Purpose. The aim of the work is to build an expert system for computer-aided analysis of skeleton scintigrams with visualization of medical image quality assessment.

Materials and methods. Metastatic lesion of the skeleton is one of the most frequent tumor. The planar osteoscintigrams of the skeleton of patients who are in complete remission and in the phase of progression of the disease with metastases to the skeleton were studied by means of computer-aided analysis. For this purpose, an expert system was developed for the analysis of planar scintigraphic images of the human skeleton in two projections (front and back), made on the same equipment: gamma camera production GE INFINIA HAWKEYE 4. The system uses two modes of processing areas: learning mode and normal mode. In normal mode, the system classifications region of the type "normal/pathological" using pre-configured classifier. To allow operational settings of the classifier of the mode of training of the expert system. In the CAD-system, two classifiers were used, which showed better results for the anterior and posterior projections, respectively. Both classifiers are configured by the method of reference vectors without taking into account the localization of the OI and the test results have a relative frequency of correct classification 0.71 and 0.78 for the anterior and posterior projections, respectively.

Results. A number of illustrative results of processing of several real scintigraphic images by means of the created CAD-system are considered. All considered examples were chosen randomly from the test and training samples. It is shown that in real medical practice excessive optimism of classifiers does not benefit the patient and can serve as the reason of undeclared pathology at diagnostics.

Conclusion. Analysis of the results of CAD-system processing of scintigrams of skeletons of real patients with visual assessment of image quality (from good to bad) did not reveal the obvious dependence of the classification results on the visual quality of images. In General, the system has shown a good result, but for the introduction of health care institutions requires further improvement.

Keywords: plane osteoscintigraphy, expert system, computer automated analysis (CAD), skeletal metastases, the object of interest (OI), the focus of hyperfixation radiopharmaceutical (FMG RFP).

Corresponding author: Savin S.Z. e-mail: savin.sergei@mail.ru

For citation: Burkov S.M., Kosyh N.J., Savin S. Z., Sviridov N.M. The expert system for computer-aided analysis of osteoscintigrams with visual assessment of image quality. REJR 2018; 8 (3):227-248. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-227-248.

Received: 10.06.18

Accepted: 06.07.18

Одним из частых злокачественных новообразований является метастатическое поражение скелета [1]. При целом ряде новообразований проведение специальных методов противоопухолевой терапии позволяет существенно продлить жизнь больных с костными метастазами. Однако при этом важным условием является раннее выявление метастатического поражения [2].

Одним из методов диагностики костных метастазов является радионуклидное исследование скелета – планарная остеосцинтиграфия [3, 4]. Пациенту вводят радиофармпрепарат (РФП), состоящий из молекулы-вектора и радиоактивного маркера (изотопа), молекула-вектор поглощается определённой структурой организма (орган, ткань, жидкость), радиоактивная метка испускает гамма-лучи, которые

регистрируются гамма-камерой [5].

В случае с костной тканью РФП, представленный фосфатными комплексами, соединёнными с ^{99m}Tc , аккумулируется преимущественно в поражённых участках ткани, связываясь с кристаллами гидроксиапатита, которые в большом количестве присутствуют в зонах патологической регенерации кости. Такая патологическая регенерация наблюдается при костных метастазах, но может присутствовать при травмах и некоторых заболеваниях скелета. Поэтому результаты радионуклидных исследований скелета во многом являются неспецифичными, что существенно затрудняет постановку точного диагноза и выбор соответствующего метода лечения [6]. В целом диагностика скелетных метастазов, даже при нынешних высоких технологиях, является сложной задачей, качество решения которой напрямую зависит

1 - Pacific National University.

2 - General and clinical surgery, The Far-Eastern State Medical University of Ministry of health of the Russian Federation. Khabarovsk, Russia.

от «человеческого фактора» [7].

Диагностическая точность остеосцинтиграфии может быть улучшена при параллельном использовании компьютерных технологий анализа изображений [8, 9]. В связи с чем разработка экспертной системы в виде КАД-системы, которая, если и не выполнит всю диагностику за специалиста, то обязательно привлечёт его внимание к тому или иному очагу гиперфиксации (ОГФ) РФП, крайне актуальна. Правильно построенная система может повысить качество диагностики. Применение подобных систем, например, в области маммографии, позволяет повысить точность диагностики на 20% [5, 10]. Однако на данный момент работ по созданию КАД-систем для анализа планарных сцинтиграмм крайне мало, и они носят скорее исследовательский характер [2, 11, 12]. Таким образом, задача построения КАД-системы для анализа планарных сцинтиграмм скелета не является до конца решённой, несмотря на ее практическую актуальность.

Цель работы: построение экспертной системы для компьютерного автоматизированного анализа сцинтиграмм скелета с визуализацией оценки качества медицинских изображений.

Материалы и методы.

Нами была разработана экспертная система, предназначенная для анализа планарных сцинтиграфических снимков скелета человека в двух проекциях (передней и задней), выполненных на одном и том же оборудовании: гамма-камере производства GE INFINIA HAWKEYE 4 [13 - 16]. Применение единого типа медицинского оборудования позволяет сократить затраты, связанные с приемом, хранением данных и подготовкой к обработке [17]. Изображения, полученные в ходе обследования пациента, хранятся в файлах в формате DICOM [18]. Этот формат является отраслевым стандартом и весьма обширен, но для практического использования применительно к данному оборудованию достаточно изучения несколько его частей [19]. DICOM-файл имеет теговую структуру с указанием длины данных тега, что позволяет пропускать незнакомые теги, это очень важная особенность: согласно спецификациям, в формате могут встречаться пользовательские теги, не входящие в стандарт, поэтому их интерпретация может быть затруднена, теговая же структура позволяет легко пропустить такой блок данных.

Помимо самих изображений, в файле хранится служебная информация об обследовании, пациенте, лечащем враче, медицинском учреждении и прочее. Для рассматриваемого оборудования каждый DICOM-файл содержит изображения сразу двух проекций тела человека практически в полный рост в виде двух кадров: первый слайд – передняя проекция, второй –

задняя. Всего было обработано 98 файлов обучающая и 149 – тестовая выборка.

Само изображение такой проекции – растровое, каждый пиксель хранит в себе информацию об интенсивности излучения в виде 16-ти битного целого числа, в котором для рассматриваемого оборудования значимыми являются только первые 12 бит. Каждый пиксель изображения может быть представлен 4096 уровнями яркости. Размер кадра изображения 128 точек в ширину на 1024 точки по высоте.

Таким образом, исходной информацией для построения экспертной системы являются сцинтиграфические изображения, поступающие для анализа от медицинского оборудования, а также стандарты и форматы представления изображений.

Проведенные ранее исследования позволили выделить общие принципы построения КАД-систем для анализа медицинских изображений [20 - 23]. Подобную систему можно разделить на функциональные блоки (табл. №1).

Система должна поддерживать ввод изображения как из DICOM-файла, так и из архива. Под этой функцией понимается загрузка изображения и представление его в виде, удобном для дальнейшей обработки. Далее необходимо провести процесс сегментации изображения, если оно ещё не обрабатывалось. Этот процесс целесообразно разбить на два этапа: оконтуривание скелета и оконтуривание непосредственно самих областей интереса. На следующем шаге вычисляются числовые характеристики «областей интереса» (ОИ), они потребуются для дальнейшей работы системы [24, 25].

Обработка полученных областей интереса зависит от выбора режима работы. В системе используются два режима обработки областей: режим обучения и нормальный режим. В нормальном режиме система классифицирует области по типу «норма/патология», используя настроенный заранее классификатор. Для реализации возможности оперативной настройки классификатора предусмотрен режим обучения системы. В этом режиме эксперт оценивает области интереса и помечает их, как входящие или не входящие в обучающую выборку. Далее на основе обучающей выборки (в режиме обучения) строится классификатор. Завершает процесс обработки сохранение результата обработки изображения в архив.

Как видно из таблицы №1, практически на каждом шаге (этапе) обработки функции системы необходима соответствующая визуализация в виде дружественного графического интерфейса. Особо важную роль играет визуализация изображения во время сегментации, поскольку необходимо как можно более точно выделить все области интереса, что иногда затрудняется плохим качеством изображений.

Таблица №1. Схема работы САД-системы.

Визуализация	Ввод изображения и предварительная подготовка данных для обработки	
	Сегментация изображения	
	Вычисление числовых характеристик областей интереса	
	Обработка в зависимости от режима	
	Нормальный режим	Режим обучения
	Оценка классификатором	Оценка экспертом
		Создание классификатора
Сохранение в архиве		

Задача построения комплекса включает разработку и создание алгоритмических и программных средств обработки изображений на каждом этапе, создание средств формирования изображений (визуализации), обеспечивающих заданные требования к качеству изображения.

Ранее была сформулирована задача построения КАД-системы для анализа планарных сцинтиграмм и проведена её декомпозиция на ряд подзадач [26]. Это выделение ОИ – контура скелета и очага гиперфиксации (ОГФ), определение набора числовых характеристик ОИ (создание признакового пространства), выбор методов построения классификаторов, соответствующих выделенным ранее этапам обработки изображений в медицинских информационных системах (МИС). Показано, что автоматическое выделение контура скелета – очень сложная вычислительная задача, поэтому разумно применить ручное оконтуривание [16]. Для автоматического выделения очагов гиперфиксации был создан корректный алгоритм, хорошо работающий на большинстве изображений [22]. А в тех случаях, когда он даёт сбой, есть возможность применить ручное выделение ОГФ. В качестве признакового пространства использован набор из гистограммных, текстурных и морфометрических параметров, что дало возможность повысить качество проведения. В качестве основного классификатора решено использовать линейный классификатор на основе метода опорных векторов с простым стохастическим алгоритмом настройки [27 - 30]. В нашей КАД-системе использованы классификаторы, показавшие лучшие результаты для передней и задней проекций соответственно [26]. Оба классификатора настроены методом опорных векторов без учёта локализаций ОИ и по результатам тестирования имеют относительную частоту верной классификации 0.71 и 0.78 для передней и задней проекций соответственно.

Результаты исследований и обсуждение.

Рассмотрим некоторые наиболее показательные результаты обработки нескольких реальных сцинтиграфических изображений при помощи созданной КАД-системы. Все рассмотренные примеры были выбраны случайным образом из тестовой и обучающей выборок. Выделение скелета на всех сцинтиграммах вручную

проводил эксперт. Большинство очагов гиперфиксации (ОГФ) были выделены при помощи автоматической сегментации и оценены экспертом по принципу «норма/патология». Те случаи, где эксперт затруднялся с постановкой диагноза, КАД-системой не обрабатывались. Для очагов изображений, не входящих в обучающую выборку, были рассчитаны значения функции уверенности [31]. Диапазон её значений приведён в описаниях к изображениям. В исходных изображениях более яркие пиксели соответствуют более интенсивному излучению РФП в тканях. Для удобства восприятия изображений в полутоновом исполнении все цвета исходных изображений инвертированы. В цветной версии изображений патологические очаги окрашены в голубой, а здоровые – в сиреневый цвет. В полутоновом варианте все патологические ОГФ имеют более тёмный тон по сравнению со здоровыми очагами. Каждый пример представляет собой 6 изображений, первые 3 – передняя проекция, последующие 3 – задняя. На всех рисунках слева направо располагаются исходные изображения, результаты сегментации и оценки экспертом, результат оценки классификатором.

Визуально по качеству данное изображение можно оценить как среднее. Это изображение не входило в обучающую выборку, однако классификатор передней проекции уверенно справился со своей задачей. В результате из семи очагов все очаги были распознаны верно (рис.1). Следует также отметить значения функции уверенности, близкие к 1.

В случае задней проекции (рис. 2) патологический очаг ошибочно принят классификатором за здоровый. Всего обнаружено 5 очагов, а в результате уровень верного распознавания ОГФ составляет 0,8. В целом по пациенту результат получился весьма оптимистичный. Функция уверенности имела в среднем низкое значение 0,2-0,45.

Следующий пример, с точки зрения визуальной оценки качества изображения, можно оценить как хороший. Данный пример входил в обучающую выборку, однако классификаторы всё равно допустили ошибки. В случае передней проекции (рис. 3) из 9 очагов 2 ошибочно приняты за здоровые, при этом остальные очаги распознаны, верно. Таким образом, имеем

частоту верной классификации на уровне 0,78.

На задней проекции было выявлено 4 ОГФ, 3 из которых были, верно, распознаны классификатором как здоровые. Однако один патологический очаг был неверно классифицирован как здоровый, в результате частота верной классификации 0,75. В итоге применительно к данному пациенту классификаторы часто пропускали патологические ОГФ, относя их к здоровым.

Стоит заметить, что в реальной врачебной практике такая излишняя оптимистичность классификаторов не идёт на пользу пациента и может послужить причиной не выявления патологии при диагностике.

С точки зрения визуальной оценки следующее изображение можно оценить, как удовлетворительное. Данное изображение не входило в обучающую выборку. На передней проекции (рис. 5) было выделено 9 ОГФ, из них 2 было помечено экспертом как патологические. Классификатор, верно, распознал 7 очагов, включая один патологический, в итоге частота верной классификации по передней проекции составила 0,78. Значение функции уверенности колебалось от 0,2 до 0,8.

На задней проекции (рис. 6) было выделено 7 очагов, из них 3 эксперт оценил, как патологические. Классификатор допустил ошибки по всем патологическим очагам, в итоге относительная частота верной классификации 0,43, что недопустимо при реальной диагностике. При этом функция уверенности имела низкие значения, в среднем менее 0,2.

Следующий пример можно оценить как изображения хорошего визуального качества. Данное изображение не входило в обучающую выборку. На передней проекции (рис. 7) было зафиксировано 50 очагов гиперфиксации РФП, из них только 6 эксперт оценил как здоровые. Классификатор же, верно, распознав все здоровые очаги, допустил множество ошибок в случае патологических.

В результате такой классификации 32 очага из 50 классифицированы неверно, что даёт частоту верной классификации 0,36 – совершенно неприемлемый результат.

Схожий результат можно увидеть на задней проекции (рис. 8). Здесь было выявлено около 40 очагов фиксации РФП, каждый из которых был признан экспертом как патология. Классификатор правильно оценил лишь половину выявленных очагов, что является опять же неприемлемым результатом.

В целом качественное с точки зрения визуальной оценки изображение было классифицировано системой очень плохо. Функция уверенности в основном была выше 0,5 на верных очагах и ниже на ошибочных.

Изображение, представляющее следую-

щий пример, по качеству визуально можно оценить как среднее. Данный пример входил в обучающую выборку. На передней сцинтиграмме (рис. 9) было выявлено 22 очага гиперфиксации РФП, из них только 8 эксперт оценил как здоровые. Классификатор допустил 5 ошибок, неверно классифицировав патологические очаги.

В результате относительная частота верной классификации для передней проекции составила 0,77, что с одной стороны не плохой результат, но, с другой стороны, классификатор слишком оптимистичен.

На задней проекции (рис. 10) было выявлено 33 очага, 9 из которых получили статус здоровых от эксперта. Классификатор неверно оценил 7 очагов, 5 из которых неверно признал здоровыми, а 2 – патологическими. В результате частота верной классификации приближается к 0,79. В целом результат обработки примера можно считать удовлетворительным.

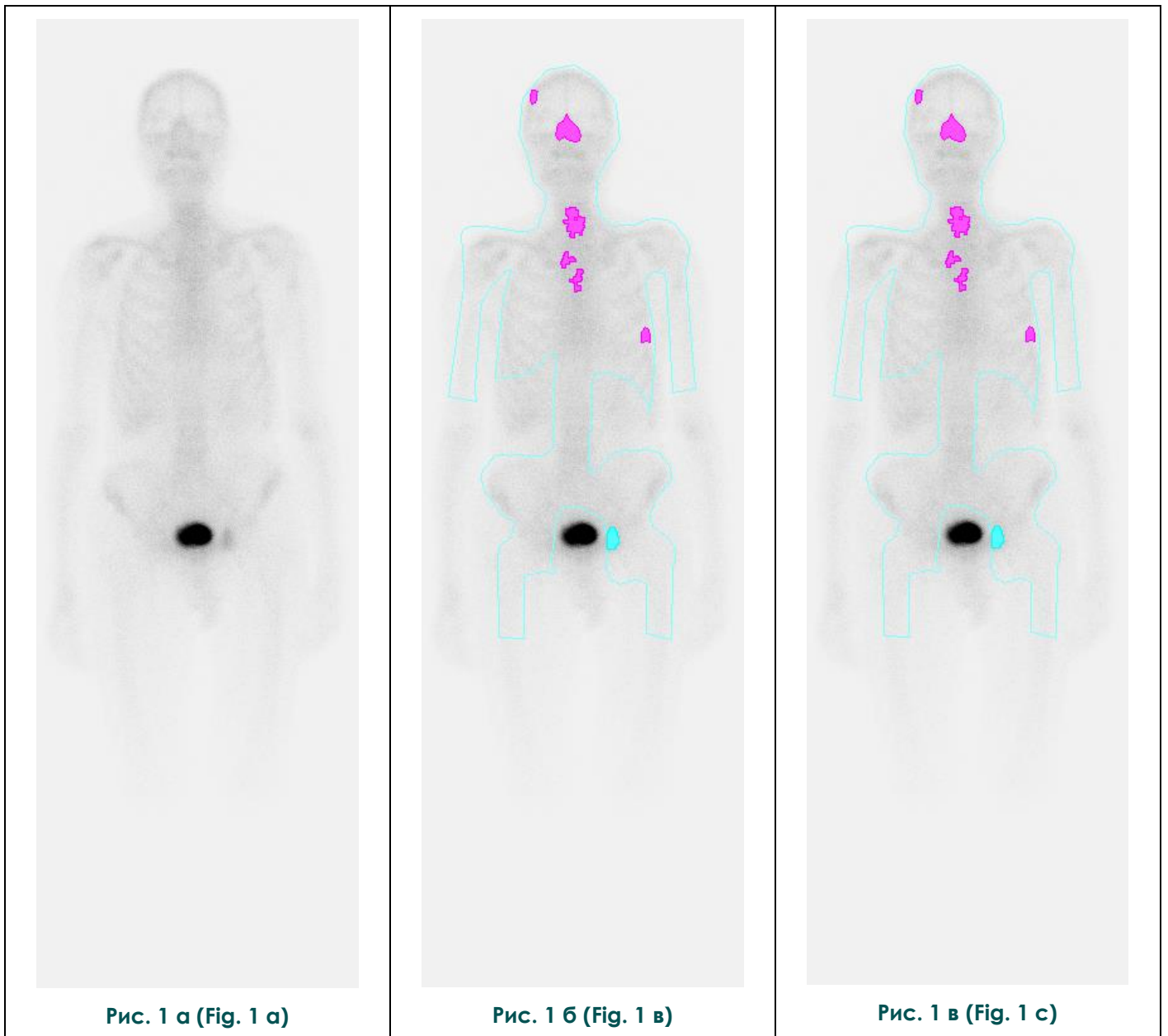
Изображения следующего примера можно признать изображениями удовлетворительного качества с точки зрения визуального восприятия. Данный пример входил в обучающую выборку, однако имеют место ошибки классификации. Так, в случае передней проекции (рис. 11) из 30 очагов гиперфиксации РФП неверно классифицированы 5 очагов, что даёт частоту верной классификации порядка 0,83.

Что касается характера ошибок классификатора, то они практически сбалансированы – 3 патологических очага неверно признаны здоровыми, и соответственно 2 здоровых признаны патологическими.

На задней проекции (рис. 12) было выявлено 17 очагов, 7 из которых были признаны экспертом патологиями. Классификатор, верно, распознал 9 очагов. В представленном случае в основном имели место ложнопатологические очаги. Таких очагов было выявлено 6, но также были выявлены 2 ложно здоровые очага. В итоге уровень верных классификаций низок – 0,52, что неприемлемо для применения на практике.

Последний пример не входил в обучающую выборку. Изображение визуально можно оценить как плохое. Однако классификатор передней проекции, верно, распознал все 9 очагов (рис. 13). Это очень хороший результат для изображения подобного качества. Функция уверенности преимущественно принимала значения выше 0,4.

Достаточно мало ошибок допустил и классификатор задней проекции (рис. 14) – из 7 очагов неверно классифицировано 2. Один здоровый очаг был помечен классификатором как патология, один патологический очаг ошибочно принят за здоровый. Частота верной классификации при этом составила порядка 0,78. Несмотря на плохое качество изображения, клас-

**Рис. 1. Сцинтиграфия.**

Передняя проекция. пример №1. а – исходное изображение, в – результаты сегментации и оценки экспертом, с – результат оценки классификатором. все очаги распознаны верно.

Fig. 1. Scintigraphy.

Frontal view. Example No. 1. a - the original image, b - results of segmentation and evaluation by an expert, c - the result of evaluation by the classifier. all the lesions are recognized correctly.

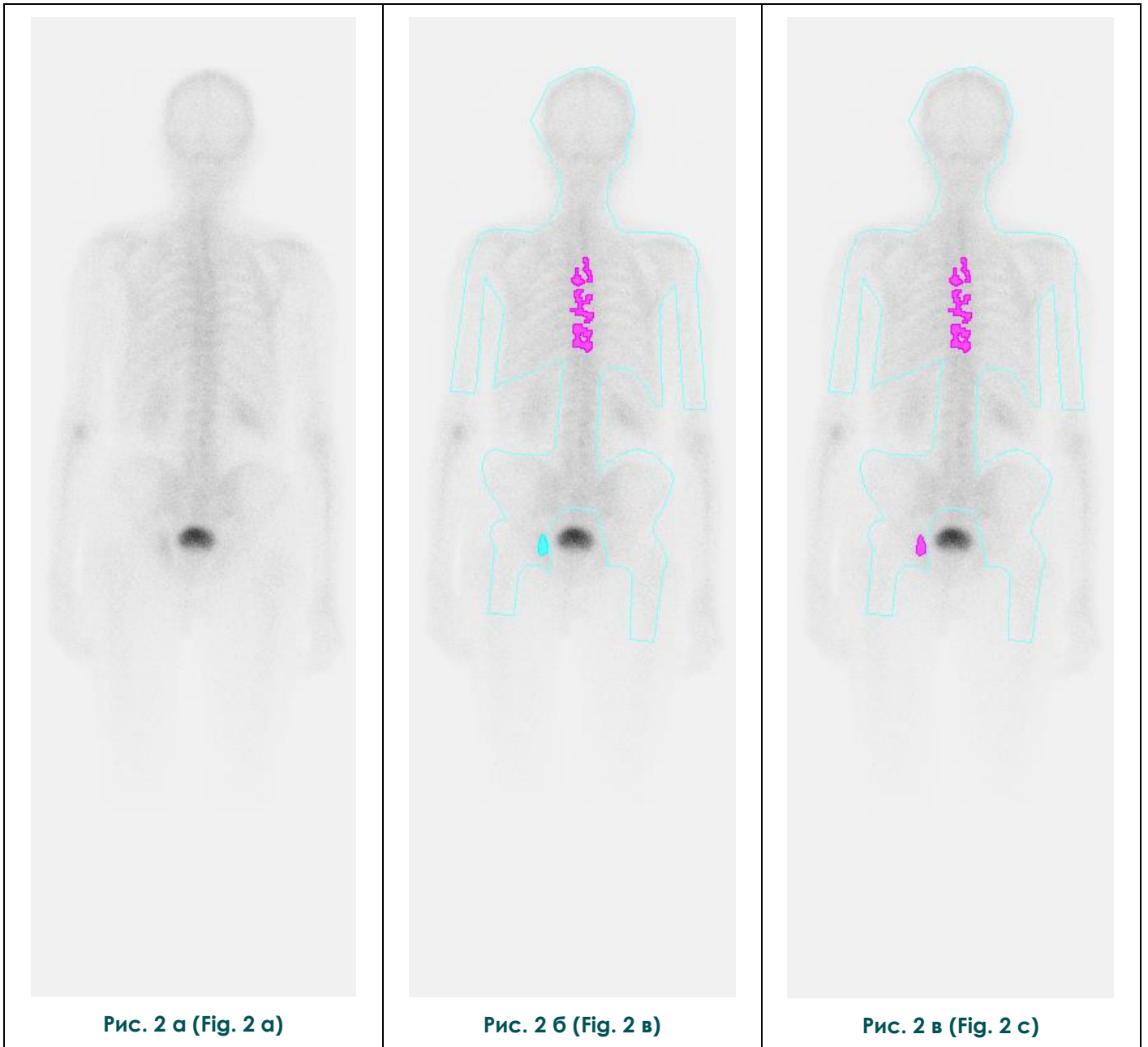


Рис. 2. Сцинтиграфия.

Задняя проекция. Пример №1. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, патологический очаг принят за здоровый.

Fig. 2. Scintigraphy.

Back view. Example No. 1. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by an expert, C – the result of evaluation by the classifier, the pathological focus is taken as healthy.

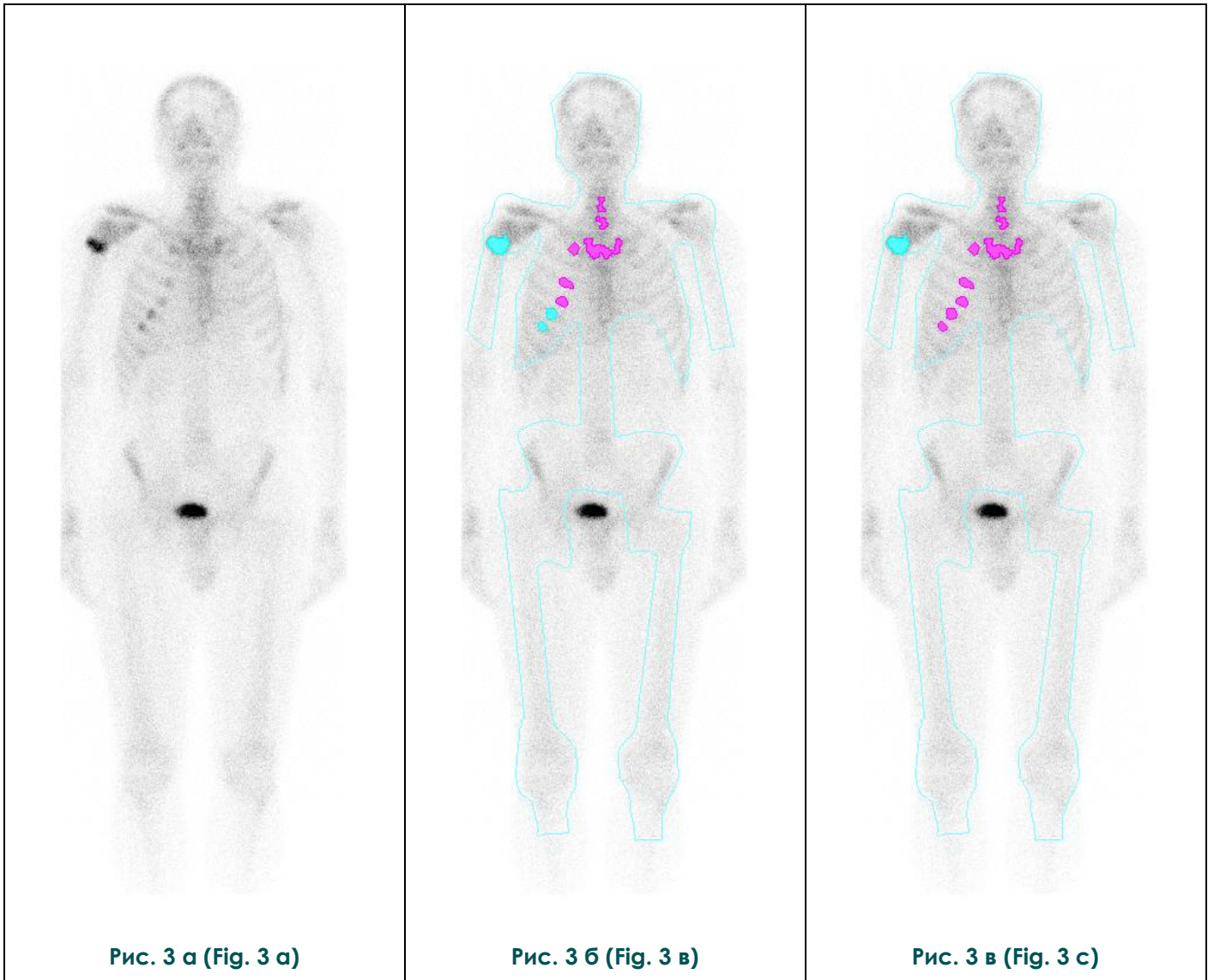


Рис. 3. Сцинтиграфия.

Передняя проекция. Обучающая выборка. Пример №2. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, 2 патологических очага приняты за здоровые.

Fig. 3. Scintigraphy.

Frontal view. Training sample. Example No. 2. A – original image, B - the segmentation results and evaluation by an expert, C - result of the evaluation of the classifier, 2 the pathological focus taken as healthy.

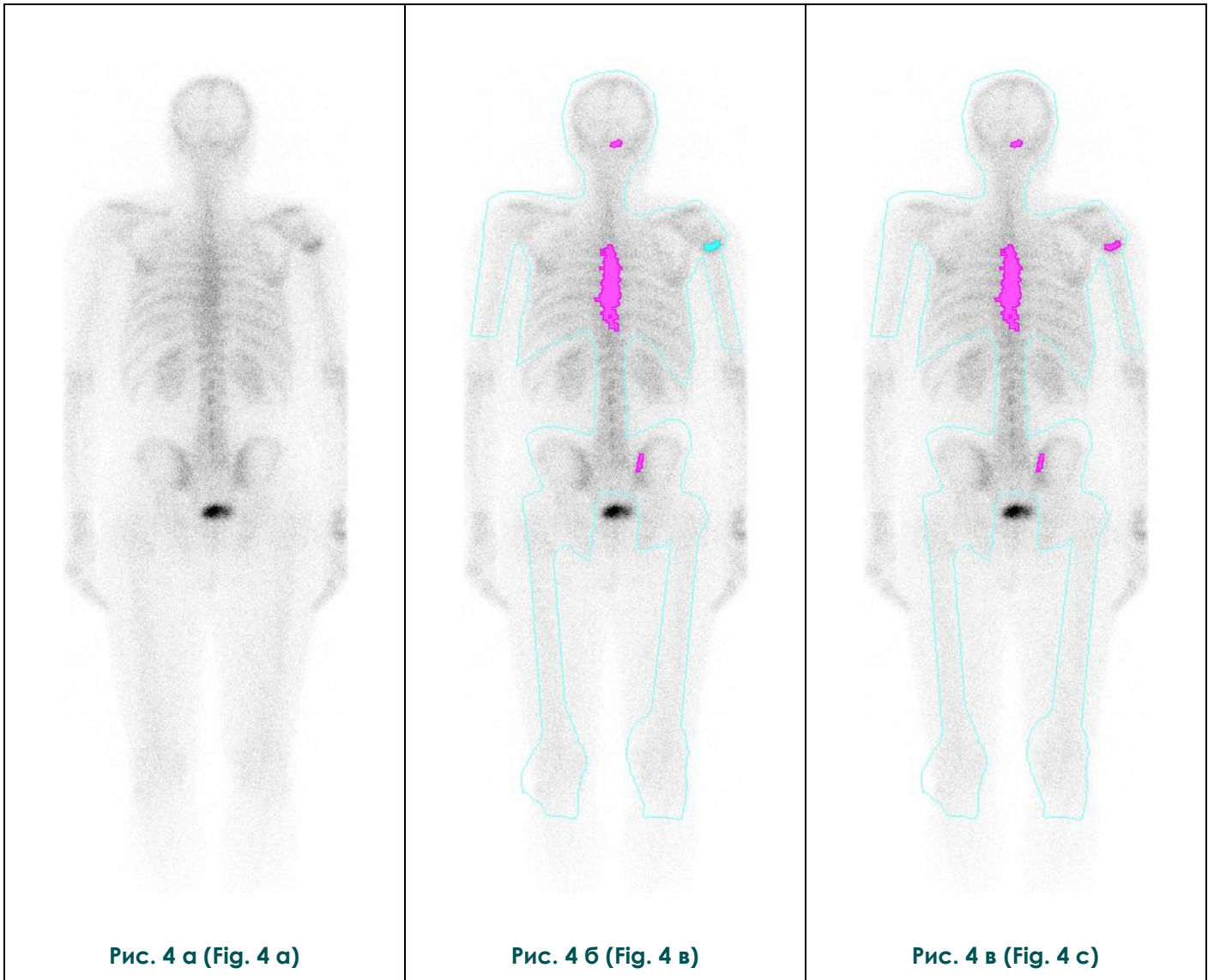


Рис. 4. Сцинтиграфия.

Задняя проекция. Обучающая выборка. Пример №2. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, 1 патологический очаг принят за здоровый.

Fig. 4. Scintigraphy.

Back view. Training sample. Example No. 2. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by an expert, C – the result of evaluation by the classifier, 1 pathological focus is considered healthy.

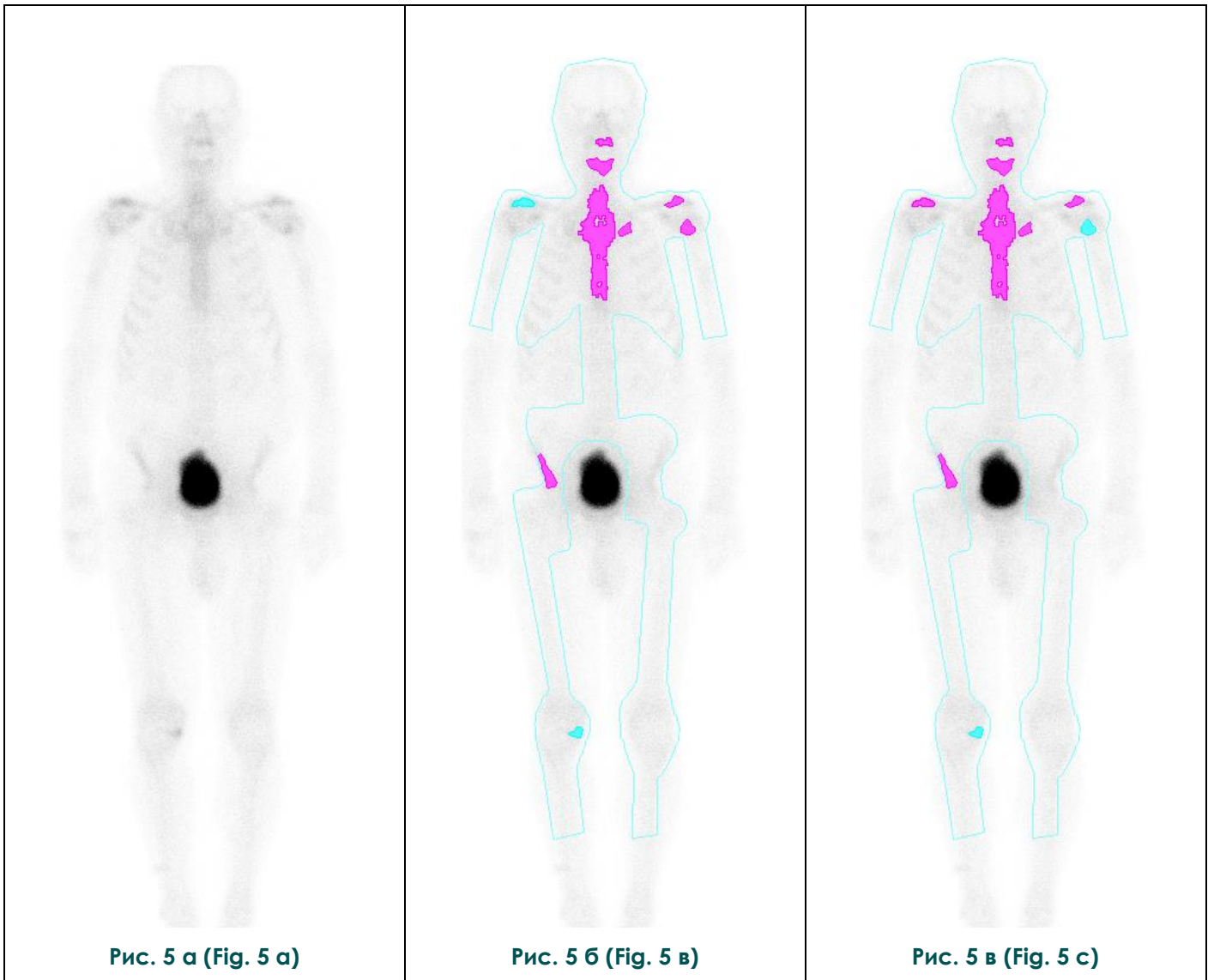


Рис. 5. Сцинтиграфия.

Передняя проекция. Пример №3. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, распознано верно 7 очагов из 9, из них 1 патологический.

Fig. 5. Scintigraphy.

Frontal view. Example No. 3. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by an expert, C – the result of evaluation by the classifier, 7 of 9 foci were correctly recognized, 1 of them is pathological.

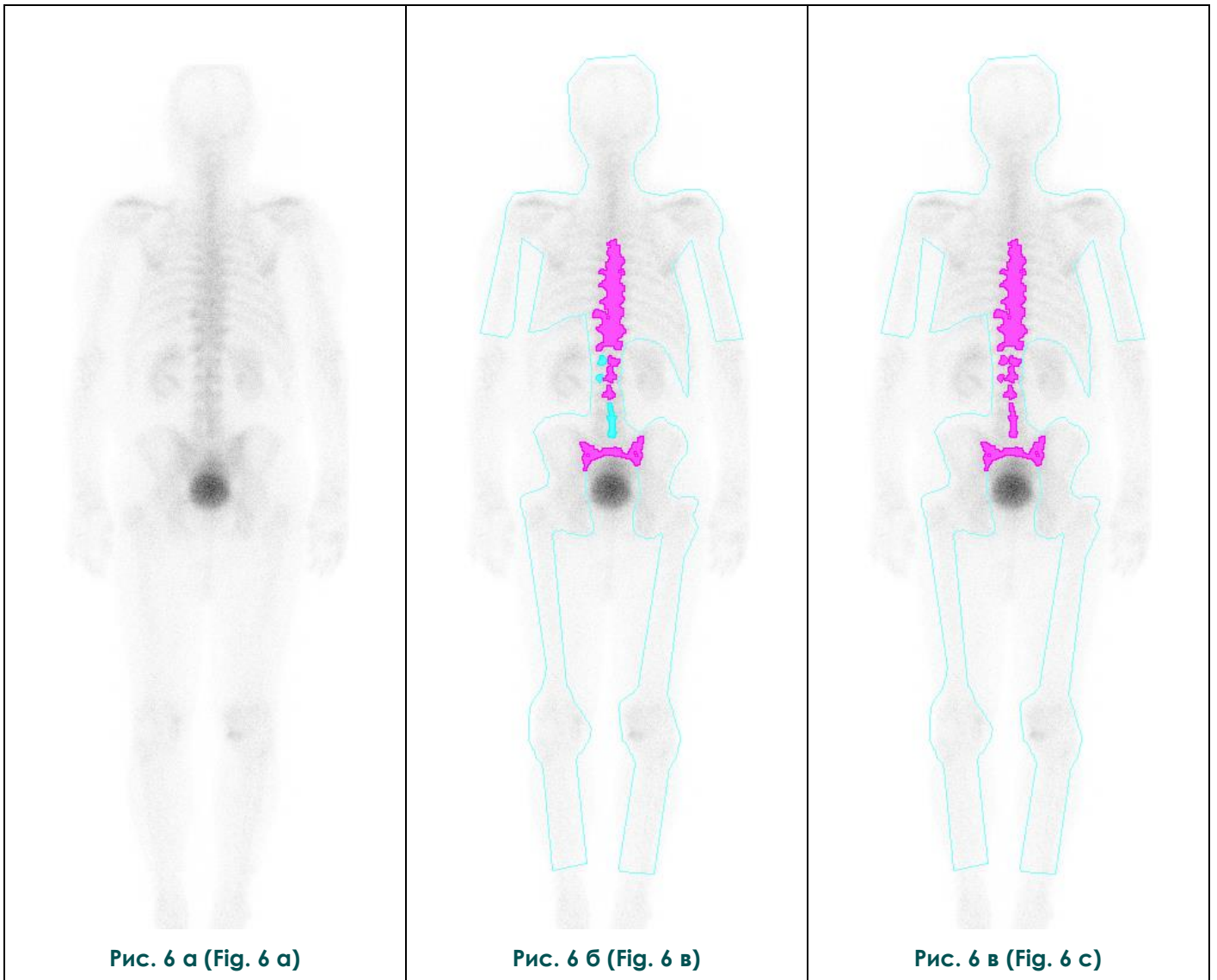


Рис. 6 а (Fig. 6 а)

Рис. 6 б (Fig. 6 в)

Рис. 6 в (Fig. 6 с)

Рис. 6. Сцинтиграфия.

Задняя проекция. Пример №3. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, ошибки по всем 3 патологическим очагам.

Fig. 6. Scintigraphy.

Back view. Example No. 3. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by an expert, C – the result of evaluation by the classifier, errors in all 3 pathological foci.

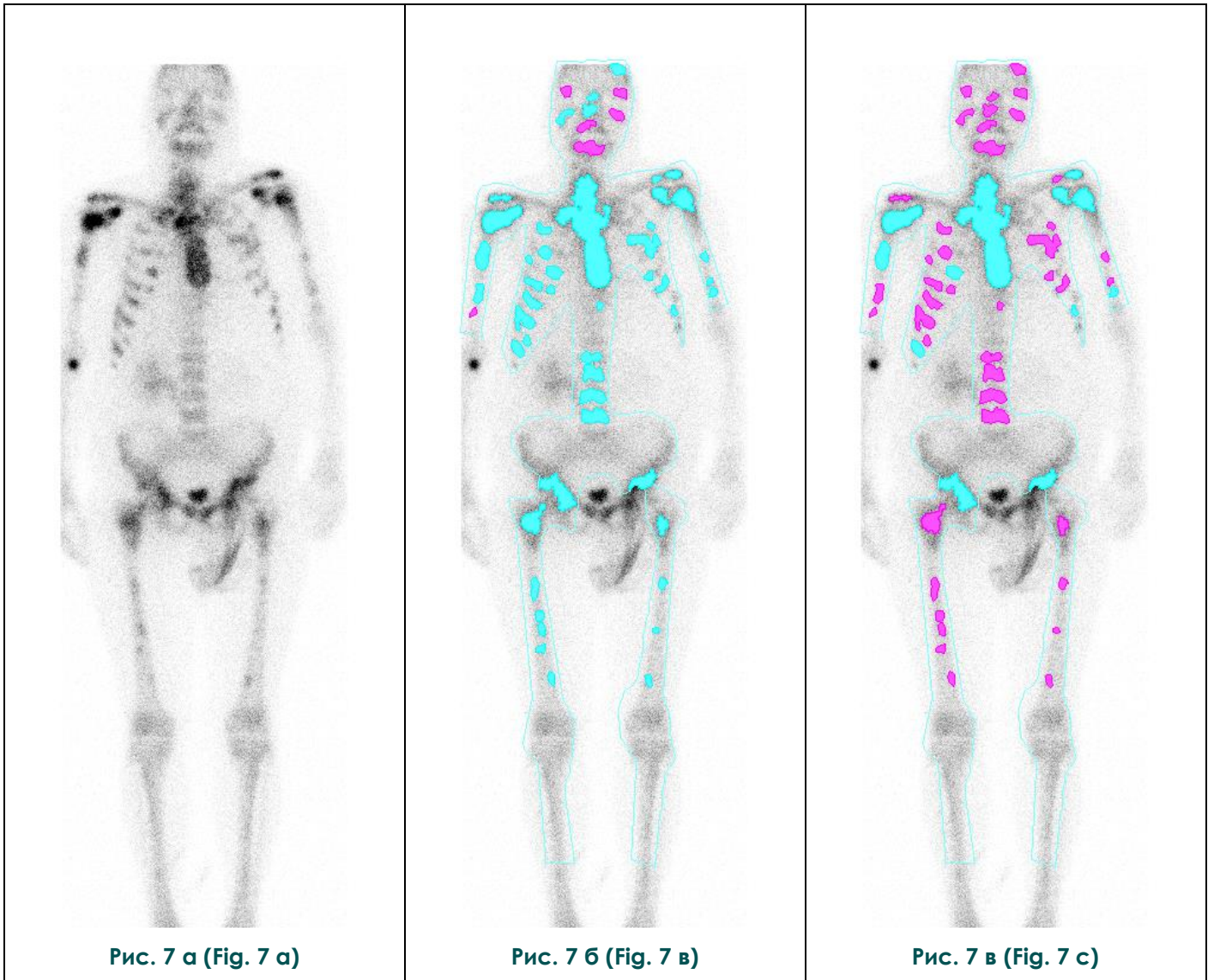


Рис. 7. Сцинтиграфия.

Передняя проекция. Пример №4. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, множественные ошибки.

Fig. 7. Scintigraphy.

Frontal view. Example No. 4. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by the expert, C - the result of evaluation by the classifier, multiple errors.

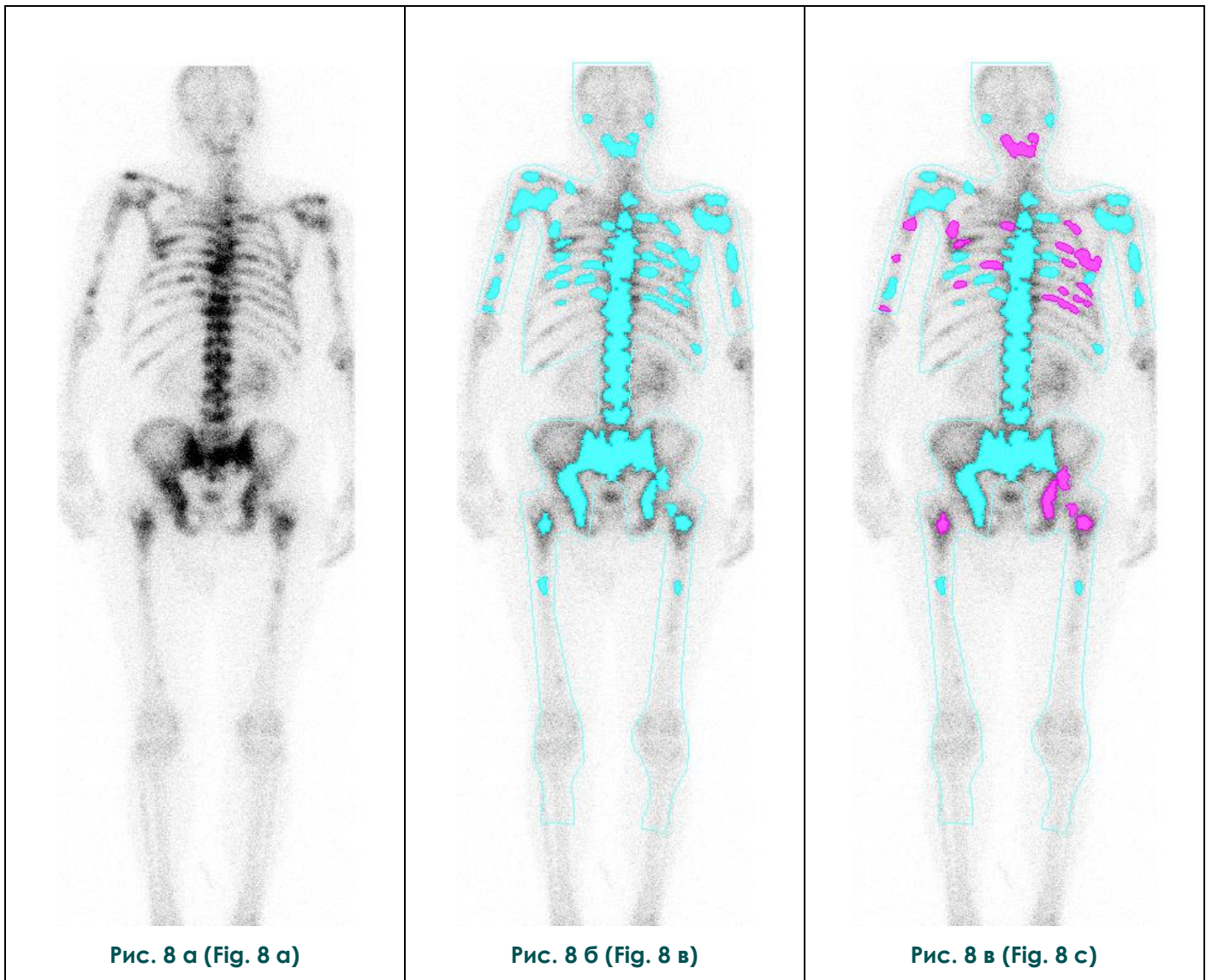


Рис. 8. Сцинтиграфия.

Задняя проекция. Пример 4. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, множественные ошибки.

Fig. 8. Scintigraphy.

Back view. Example 4. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by the expert, C - the result of evaluation by the classifier, multiple errors.

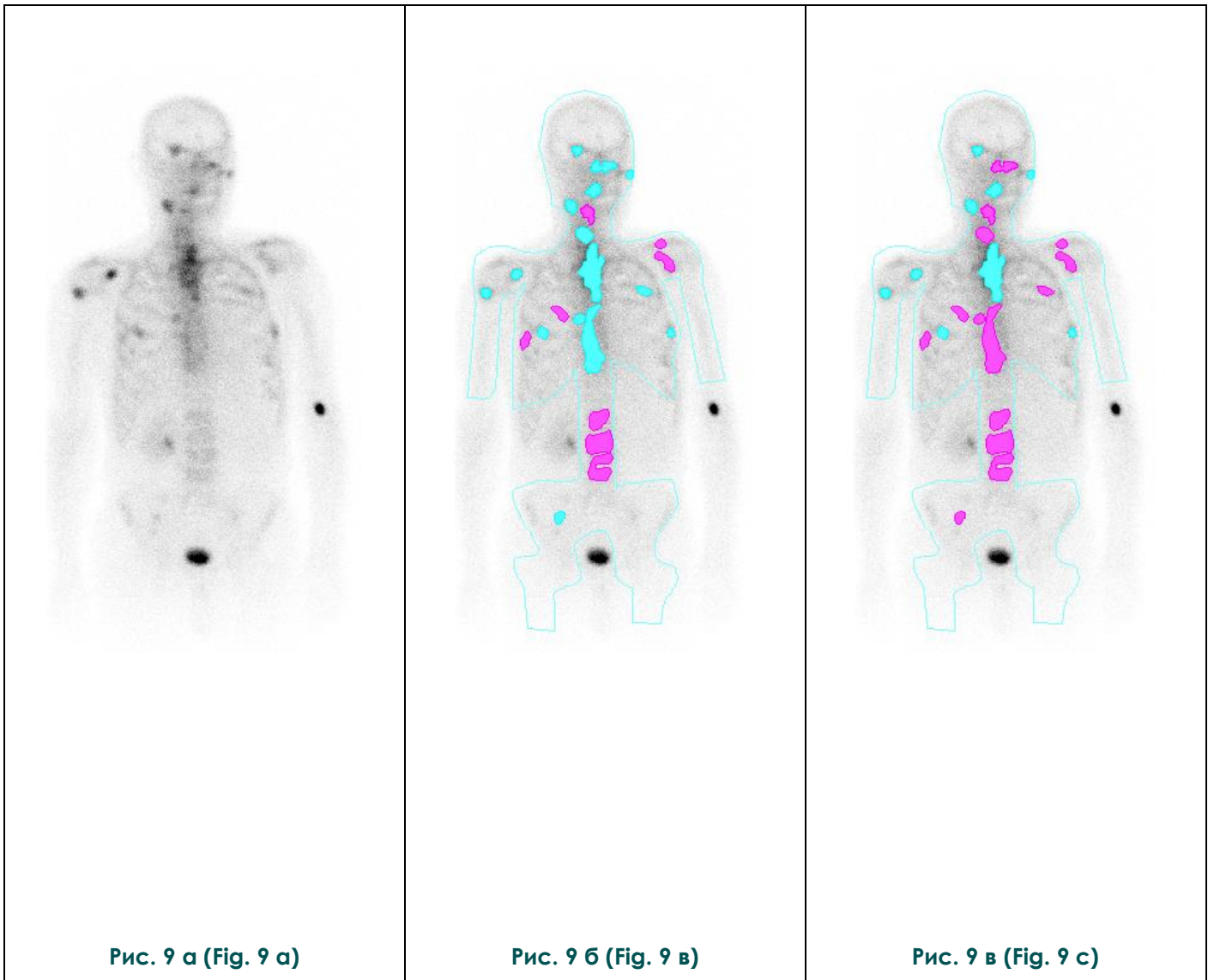


Рис. 9. Сцинтиграфия.

Передняя проекция. Пример №5. Обучающая выборка. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, 5 ошибок.

Fig. 9. Scintigraphy.

Frontal view. Example No. 5. Training sample. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by the expert, C - the result of evaluation by the classifier, 5 errors.

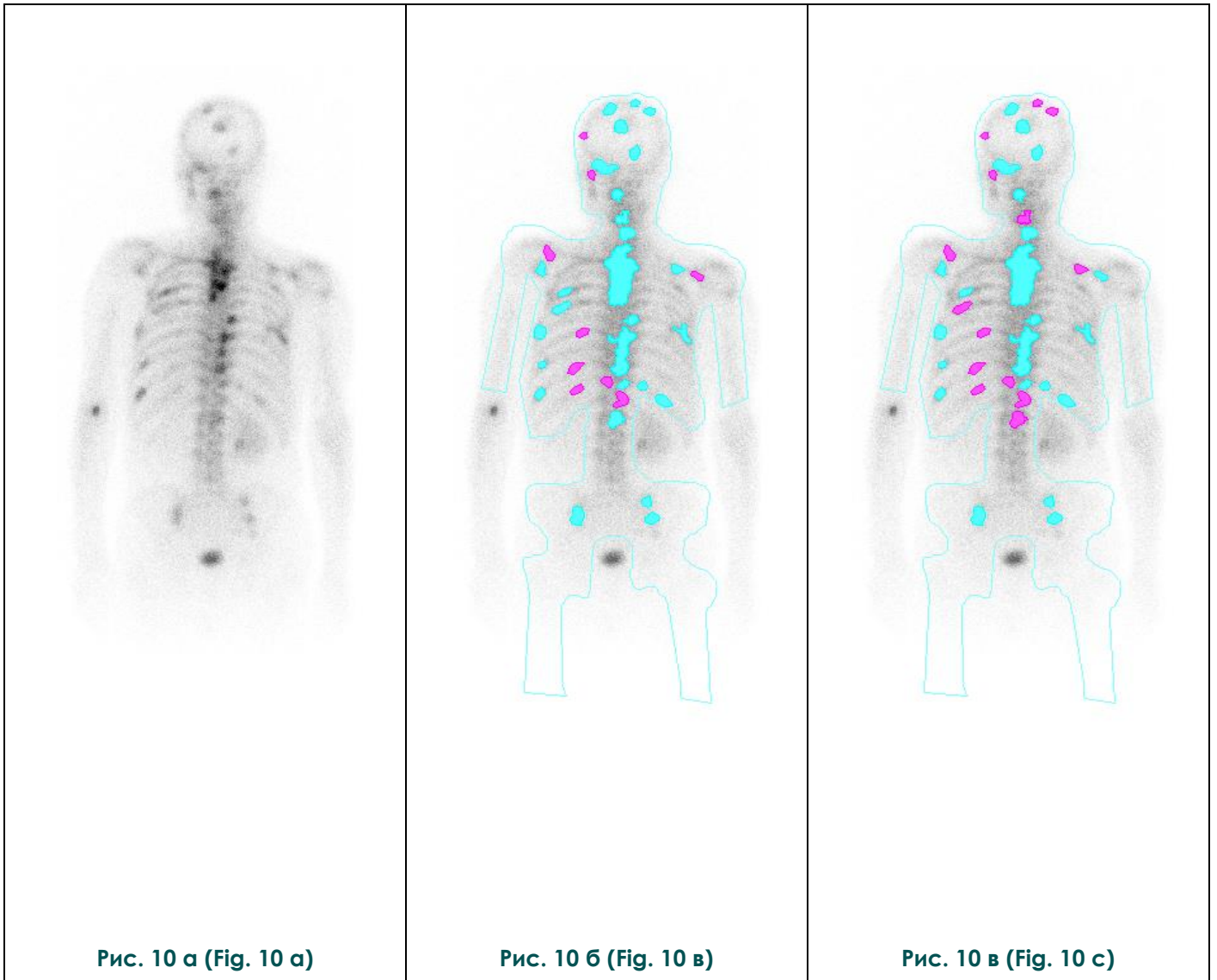


Рис. 10. Сцинтиграфия.

Задняя проекция. Пример №5. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, 7 ошибок.

Fig. 10. Scintigraphy.

Back view. Example No. 5. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by the expert, C - the result of evaluation by the classifier, 7 errors.

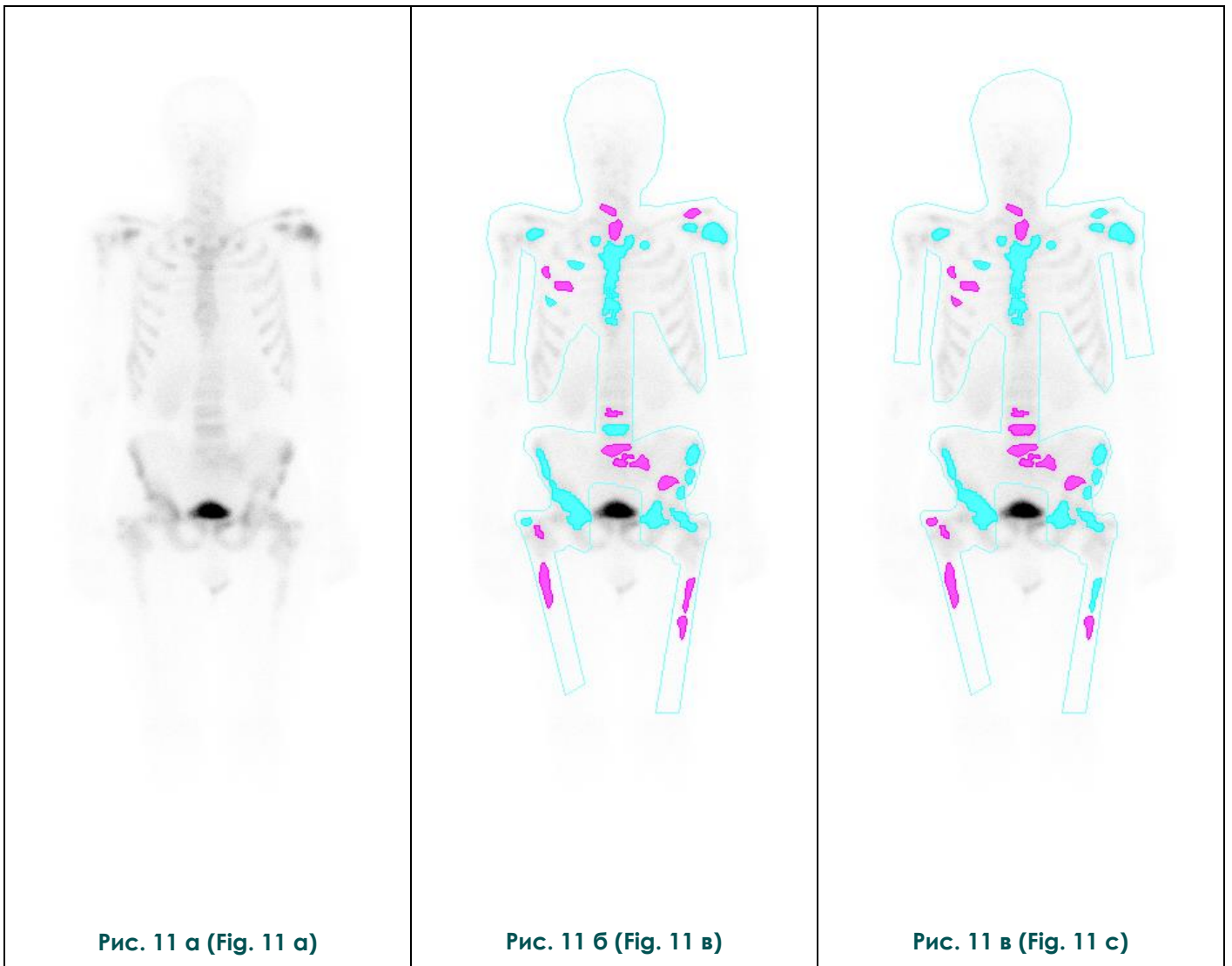


Рис. 11. Сцинтиграфия.

Передняя проекция. Пример №6. Обучающая выборка. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, 5 ошибок.

Fig. 11. Scintigraphy.

Frontal view. Example №6. Training sample. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by an expert, C - the result of evaluation by the classifier, 5 errors.

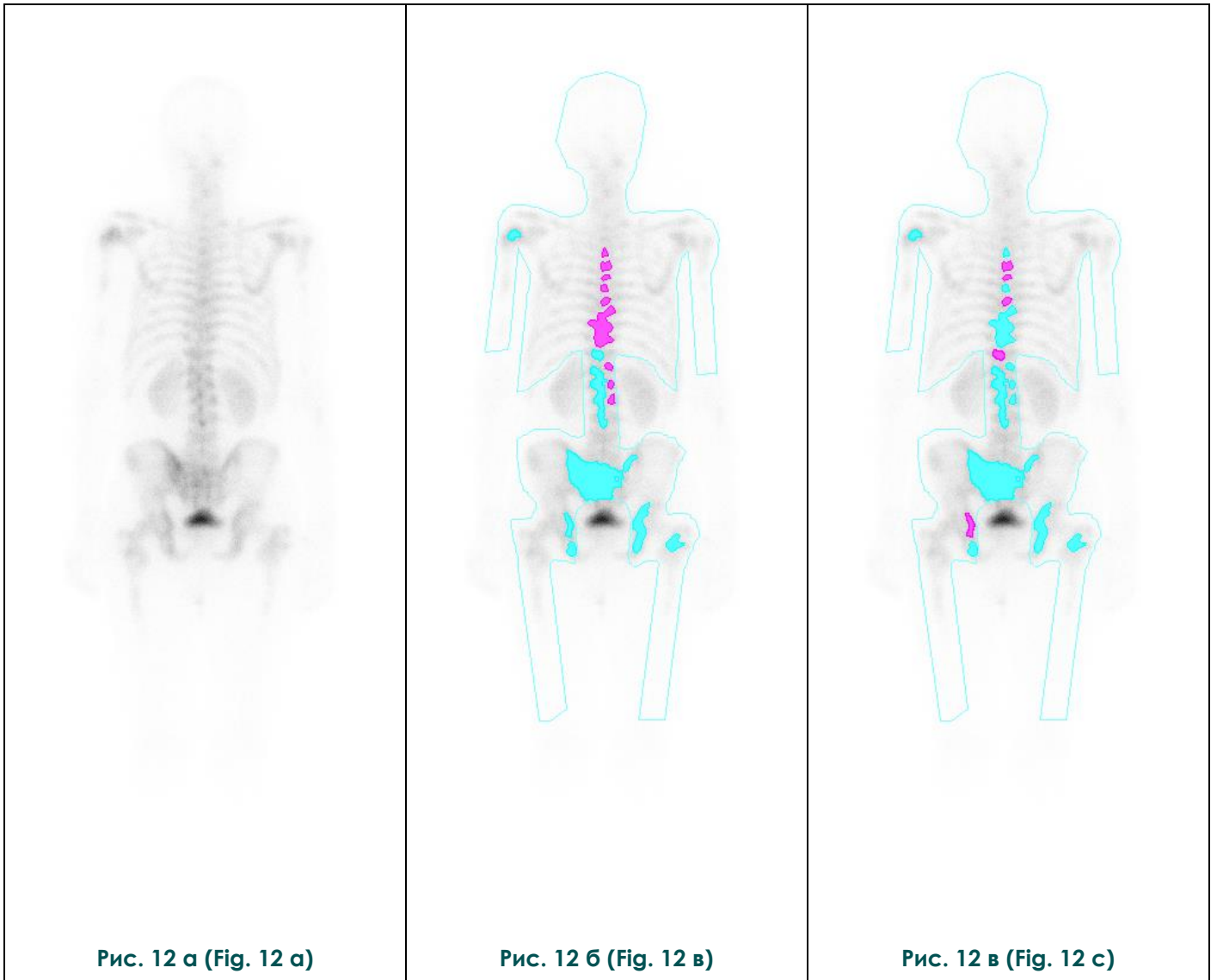


Рис. 12. Сцинтиграфия.

Задняя проекция. Пример №6. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором.

Fig. 12. Scintigraphy.

Back view. Example № 6. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by an expert, C - the result of evaluation by the classifier.



Рис. 13 а (Fig. 13 а)

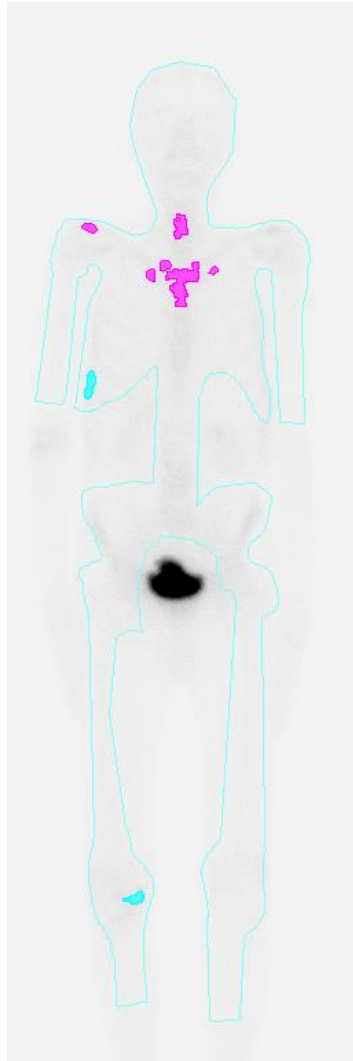


Рис. 13 б (Fig. 13 в)

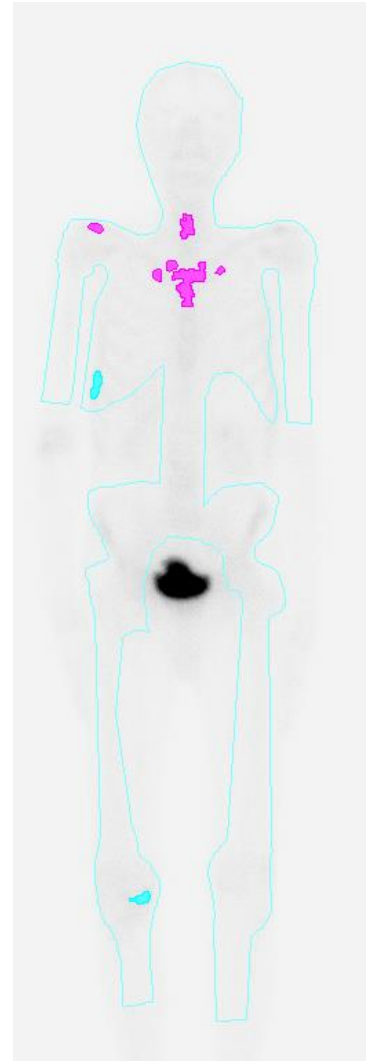


Рис. 13 в (Fig. 13 с)

Рис. 13. Сцинтиграфия.

Передняя проекция. Пример №7. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, все 9 очагов распознаны верно.

Fig. 13. Scintigraphy.

Frontal view. Example No. 7. A-the original image, B-the results of segmentation and evaluation by an expert, C – the result of evaluation by the classifier, all 9 foci are recognized correctly.



Рис. 14 а (Fig. 14 а)



Рис. 14 б (Fig. 14 в)



Рис. 14 в (Fig. 14 с)

Рис. 14. Сцинтиграфия.

Задняя проекция. Пример №7. А – исходное изображение, В – результаты сегментации и оценки экспертом, С – результат оценки классификатором, 2 ошибки.

Fig. 14. Scintigraphy.

Back view. Example No. 7. A-original image, B-results of segmentation and evaluation by an expert, C - result of evaluation by the classifier, 2 mistakes.

сификатор довольно хорошо справился со своей задачей. Функция уверенности снова принимала большие значения на верных примерах. Последний пример позволяет надеяться, что выбранные общие принципы построения КАД-системы в целом верны и при дальнейших исследованиях и её совершенствовании позволят добиться лучших результатов.

Выводы.

Таким образом, была сформулирована задача построения КАД-системы для анализа планарных сцинтиграмм, проведена её декомпозиция на ряд подзадач: выделение области интереса (ОИ) – контура скелета и очагов гиперфиксации (ОГФ), определение набора числовых характеристик ОИ (создание признакового пространства), выбор методов построения классификаторов, соответствующих выделенным ранее этапам обработки изображений в медицинских МИС. Было показано, что автоматическое выделение контура скелета – весьма сложная задача, поэтому разумно применить ручное оконтуривание. Для автоматического выделения ОГФ был создан алгоритм, хорошо работающий на большинстве изображений, а в тех случаях, когда он даёт сбой, есть возможность применить ручное выделение ОГФ. В качестве признакового пространства использован набор из гистограммных, текстурных и морфометрических параметров, что дало возможность повысить качество проведения. В качестве основного классификатора решено использовать линейный классификатор на основе метода опорных векторов с простым стохастическим

алгоритмом настройки. Как дополнительный (экспериментальный) классификатор решено использовать нелинейную решающую функцию, параметры которой должен определить разработанный эволюционный алгоритм.

Анализ результатов обработки КАД-системой сцинтиграмм скелетов реальных пациентов с визуальной оценкой качества изображений (от хорошего до плохого) не позволил выявить явной зависимости результатов классификации от визуального качества изображений. Анализ приведённых примеров показал, что классификатор в 4 задних проекциях проявляет склонность к ложноположительным исходам. Оценка частоты верной классификации рассмотренных примеров очень разная и составляет от 0,32 до 1, что позволяет сделать вывод о выборе правильной концепции данной КАД-системы. Значения функции уверенности были наибольшими, в случае верно классифицированных очагов, и, наоборот, в случае ошибки классификации преимущественно низкими, что говорит о её практической применимости для оценки качества классификации ОИ. В целом система показала хороший результат, однако для внедрения в практику учреждений здравоохранения требуется дальнейшее совершенствование КАД-системы.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Состояние онкологической помощи населению России в 2016 году. Москва, МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2017. 236 с.
- Tang J. Computer-Aided Cancer Detection and Diagnosis. Collection of Links of Free Medical Books 2013. 360 p.
- Паши С.П., Терновой С.К. Радионуклидная диагностика. Москва, ГЭОТАР-медиа, 2008. 204 с.
- Романчишен А.Ф., Жаринов Г.М. Курс онкологии. Санкт Петербург, Издание СПбГПМА, 1999. 252 с.
- Дабагов А. Р. Цифровая радиология и диагностика. Достижения и перспективы. Журнал радиоэлектроники. Москва: ИРЭ РАН [Электронный ресурс], 2009; 5: 140-52. Available at: <http://jre.cplire.ru/jre/may09/2/text.pdf>. (Дата обращения: 2018.02.18)
- Калантаров К.Д., Калашников С.Д., Костылев В.А., Кутузов С.Г., Марковский А.Е., Варкевич Б.Я., Пономарев В.В., Сошин А.Д. Аппаратура и методики радионуклидной диагностики в медицине. Москва, ВНИИМП-ВИТА, 2002. 122 с.
- Косых Н.Э., Брянцева А.И., Смирнов Д.В., Ткачев А.В., Винникова Л.Р. Анализ влияния комплекса медико-организационных факторов на эффективность оказания медицинской помощи онкологическим больным.

- Дальневосточный медицинский журнал, 2008; 4: 48-49.
- Gostuyshkin V.V., Kosykh N.E., Voroztsov I.V., Savin S.Z. Designing the systems of computer diagnostics of medical images. RPC 2010. 409-411 с.
 - Sadik M. Computer-Assisted Diagnosis for the Interpretation of Bone Scintigraphy A new approach to improve diagnostic accuracy. University of Gothenburg, 2009.
 - Baker J. A., Rosen E. L., Lo J. Y., Gimenez E.I., Walsh R., Soo M.S. et al. Computer-Aided Detection (CAD) in Screening Mammography: Sensitivity of Commercial CAD Systems for Detecting Architectural Distortion. American Journal of Roentgenology. 181: 1083-1088.
 - Manoj Kumar V., Sumithra M. G. Performance Comparison on Medical Image Segmentation Algorithms. International Journal of Image Processing and Vision Sciences (IJIPVS) 2012; 1 (3): 2278 – 1110.
 - Shalev-Shwartz S., Singer Y., Srebro N., Pegasos A.C. Primal Estimated sub-Gradient Solver for SVM. Available at: <http://www.cs.huji.ac.il/~shais/papers/ShalevSiSrCo10.pdf>
 - Косых Н.Э., Гостюшкин В.В., Потапова Т.П., Коваленко В.А. Метод автоматизированного компьютерного анализа планарных сцинтиграмм скелета. Бюллетень сибирской медицины. 2012; 11(5-1): 63-65.

14. Барабаш П.И., Гостюшкин В.В., Косых Н.Э., Мазур А.И., Савин С.З. Проблема оценки качества изображений в радионуклидной диагностике. *Вестник Тихоокеанского государственного университета*. 2013; 3 (30) 17-22.

15. Коваленко В.А., Косых Н.Э., Савин С.З., Гостюшкин В.В. Методы повышения эффективности компьютерных автоматизированных технологий в задачах радионуклидной диагностики. *Врач и информационные технологии*. 2013; 6: 42-48.

16. Гостюшкин В. В., Косых Н. Э., Савин С. З. Суперкомпьютеры в задачах ядерной медицины. *Хабаровск. Вычислительный центр ДВО РАН*, 2013. 163 с.

17. Паша С.П. Клиническая значимость радионуклидных методов визуализации парацитовидных желез при гиперпаратиреозе. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2015; 5 (3) 11-21.

18. *Digital Imaging and Communications in Medicine. DICOM Part5: Data Structures and Encoding*. Internet resource. Available at: http://medical.nema.org/Dicom/2011/11_05ru.pdf

19. *Digital Imaging and Communications in Medicine. DICOM Part6: Data Dictionary*. [Internet resource]. Available at: http://medical.nema.org/Dicom/2011/11_06ru.pdf

20. Косых Н.Э., Савин С.З., Потапова Т.П., Дороничева А.В. Метод компьютерного автоматического анализа планарных сцинтиграмм в диагностике метастатического поражения скелета. *Медицинская физика*. 2015; 4 (68): 55-59.

21. Косых Н.Э., Савин С.З., Коваленко В.А., Потапова Т.П., Литвинов К.А. Некоторые аспекты изучения изображений очагов гиперфиксации радиофармпрепарата на остеосцинтиграммах с помощью. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2016; 97 (2): 95-100.

22. Смагин С.И., Косых Н.Э., Савин С.З., Свиридов Н.М. Разработка классификаторов экспертной системы для анализа планарных сцинтиграмм. *Информатика и системы управления*. 2016; 2 (48): 115-126.

23. Косых Н.Э., Свиридов Н.М., Савин С.З., Потапова Т.П.

References:

1. Kaprin A.D., Starinskiy V. V., Petrova G. V. State of cancer care to the population of Russia in 2016. Moscow, P. A. Herzen branch of fgbu "NERC" of Minzdrav of Russia, 2017. 236 p. (in Russian).

2. Tang J. Computer-Aided Cancer Detection and Diagnosis. *Collection of Links of Free Medical Books*, 2013. 360 p.

3. Pasha, S. P., Ternovoy S. K. Radionuclide diagnostics. Moscow, GEOTAR-media, 2008. 204 p. (in Russian).

4. Romanchishen F. A., Zharinov G. M. a Course of Oncology. St. Petersburg, Spbspma Edition, 1999. 252 p.

5. Dabagov A. R. Digital radiology and diagnostics. Achievements and prospects. *Journal of radio electronics*. Moscow: IRE RAS [Electronic resource], 2009; 5: 140-52. Available at: <http://jre.cplire.ru/jre/may09/2/text.pdf> ahhh! (Accessed: 2018.02.18) (in Russian).

6. Kalantarov, K. D., Kalashnikov, S. D., Kostylev A. V., Kutuzov S. G., Markov A. E., Markevich B. Ya., Ponomarev V. V., Soshin A. D. Instrumentation and methods of radionuclide diagnostics in medicine. Moscow, VNIIMP-VITA, 2002. 122 p. (in Russian).

7. Kosikh N. E., Bryantseva A. I., Smirnov D. V., Tkachev A.V., Vinnikova L. R. Analysis of the influence of the complex of medical and organizational factors on the effectiveness of medical

Компьютерный автоматизированный анализ в задачах распознавания медицинских изображений на примере сцинтиграфии. *Компьютерные исследования и моделирование*. 2016; 8 (3): 541-548.

24. Косых Н.Э., Савин С.З., Потапова Т.П. Применение текстового анализа для оценки различий метастатических и не метастатических очагов на планарных остеосцинтиграммах. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2016; 6: 61-64.

25. Савин С.З., Косых Н.Э., Потапова Т.П., Еременко А.В. Проблемы экспертной балльной оценки метастазирования по сцинтиграммам скелета в сочетании с гистограммным и текстурным анализом. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2016; 6 (3): 80-87.

26. Смагин С.И., Косых Н.Э., Савин С.З., Свиридов Н.М. Исследование классификаторов распознавания медицинских изображений. *Информатика и системы управления*. 2016; 1 (47): 44-53.

27. Акулов А.Г., Харин Д.С., Муха Ю.П. Метод опорных векторов в задачах выявления состояний биологических систем. *Информатика и системы управления*. 2010; 2(24): 103-105.

28. Лепский А.Е., Броневич А.Г. Математические методы распознавания образов: Курс лекций. Таганрог, ТТИ ЮФУ, 2009. 155 с.

29. Canny J. A Computational Approach to Edge Detection *Transactions on Pattern Analysis And Machine Intelligence*. PAMI-8. 1986; 6: 679-698.

30. Van Der Laak J. Computer-aided Diagnosis: The Tipping Point for Digital Pathology. *Digital Pathology*. 04/27/201705/30/2017. Available at: <https://digitalpathologyassociation.org/blog/author/jeroen-van-der-laak/>.

31. Муромцев Д.И. Введение в технологию экспертных систем. Санкт Петербург, СПб ГУ ИТМО, 2005. 93 с.

care for cancer patients. *Far Eastern medical journal*, 2008; 4: 48-49. (in Russian).

8. Gostuyshkin V. V., Kosykh N.E., Vorozhtov I. V. Savin S. Z. Designing the systems of computer diagnostics of medical images. *RPC 2010*. 409-411 p.

9. Sadik M. Computer-Assisted Diagnosis for the Interpretation of Bone Scintigraphy A new approach to improve diagnostic accuracy. *University of Gothenburg*, 2009.

10. Baker J. A., Rosen E. L., Lo J. Y., Gimenez E.I., Walsh R., Soo M.S.et al. Computer-Aided Detection (CAD) in Screening Mammography: Sensitivity of Commercial CAD Systems for Detecting Architectural Distortion. *American Journal of Roentgenology*. 181: 1083-1088.

11. Manoj Kumar V., Sumithra M. G. Performance Comparison on Medical Image Segmentation Algorithms. *International Journal of Image Processing and Vision Sciences (IJIPVS)* 2012; 1 (3): 2278 – 1110.

12. Shalev-Shwartz S., Singer Y., Srebro N., Pegasos A.C. Primal Estimated sub-Gradient Solver for SVM. Available at: <http://www.cs.huji.ac.il/~shais/papers/ShalevSiSrCo10.pdf>

13. Kosikh N.E., Gostuyshkin V. V., Potapova T. P., Kovalenko V. L. method of automated computer analysis of planar scintigrams

of the skeleton. *Bulletin of Siberian medicine*. 2012; 11 (5-1): 63-65.

14. Barabash P. I., Gostyushkin V. V., Kosykh N. E., Mazur, Savin S. Z. The problem of image quality assessment in radionuclide diagnostics. *Bulletin of Pacific national University*. 2013; 3 (30) 17-22.

15. Kovalenko V. L., Kosykh N. E., Savin S. Z., Gostyushkin V. V. Methods of increase of efficiency of computer automated technologies in problems of radionuclide diagnostics. *Doctor and information technology*. 2013; 6: 42-48.

16. Gostyushkin V. V., Kosykh N. E., Savin S. Z. Supercomputers in problems of nuclear medicine. *Khabarovsk. Computing center of RAS*, 2013. 163 p.

17. Pasha S. P. Clinical significance of radionuclide imaging methods of parathyroid glands in hyperparathyroidism. *Russian electronic journal of radiology*. 2015; 5 (3) 11-21.

18. *Digital Imaging and Communications in Medicine. DICOM Part5: Data Structures and Encoding*. Internet resource. Available at: http://medical.nema.org/Dicom/2011/11_05pu.pdf

19. *Digital Imaging and Communications in Medicine. DICOM Part6: Data Dictionary*. [Internet resource]. Available at: http://medical.nema.org/Dicom/2011/11_06pu.pdf

20. Kosykh N. E., Savin S. Z., Potapova T. P., Doronicheva A. V. Method of computer automatic analysis of planar Scintigram in the diagnosis of metastatic lesions of the skeleton. *Medical physics*. 2015; 4 (68): 55-59.

21. Kosykh N. E., Savin S. Z., Kovalenko L. V., Potapova T. P., Litvinov K. A. Some aspects of studying the images hyperfixation foci of radiopharmaceutical in osteoscintigraphy with. *Vestnik roentgenologii y radiologii*. 2016; 97 (2): 95-100.

22. Smagin S. I., Kosikh N. E., Savin S. Z., Sviridov N. M. Development of expert system classifiers for the analysis of planar

scintigrams. *Computer science and control systems*. 2016; 2 (48): 115-126.

23. Kosykh N. E., Sviridov N. M. Savin S. Z., Potapova T. P. Computer automated analysis in pattern recognition of medical images, for example scintigraphy. *Computer research and modeling*. 2016; 8 (3): 541-548.

24. Kosykh N. E., Savin S. Z., Potapova T. P. Application of texture analysis to assess the differences between metastatic and not metastatic lesions on planar osteoscintigraphy. *Medical radiology and radiation safety*. 2016; 6: 61-64.

25. Savin S. Z., Kosykh N. E., Potapova T. P., Eremenko A. V. Problems of expert scoring of metastasis in scintigrammes skeleton in combination with the histogram and texture analysis. *Russian electronic journal of radiology*. 2016; 6 (3): 80-87.

26. Smagin S. I., Kosykh N. E., Savin S. Z., Sviridov N. M. The study of classifiers for the recognition of medical images. *Computer science and control systems*. 2016; 1 (47): 44-53.

27. Akulov L. G., Kharin D. S., Mucha J. P. support vector machine in the task of identifying the States of biological systems. *Computer science and control systems*. 2010; 2 (24): 103-105.

28. Lepsky, A. G., *The mathematical methods of pattern recognition: a Course of lectures*. Taganrog, TTI SFU, 2009. 155 p.

29. Canny J. a Computational Approach to Edge Detection *Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. PAMI-8*. 1986; 6: 679-698.

30. Van Der Laak J. *Computer-aided Diagnosis: The Tipping Point for Digital Pathology*. *Digital Pathology*. 04/27/201705/30/2017. Available at: <https://digitalpathologyassociation.org/blog/author/jeroen-van-der-laak/>.

31. Muromtsev D. I. *Introduction to the technology of expert systems*. St. Petersburg, SPb GU ITMO, 2005. 93 p.

ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ, ОЦЕНКЕ ОБЪЕМА РЕЗЕКЦИИ ЛЕГКОГО, ПЛАНИРОВАНИИ ТОРАКОПЛАСТИКИ И КОНТРОЛЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕННОГО ДЕСТРУКТИВНОГО ТУБЕРКУЛЕЗА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ С МНОЖЕСТВЕННОЙ ЛЕКАРСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ (МЛУ)

Гиллер Д.Б.¹, Ратобылский Г.В.², Никитин М.М.², Короев В.В.¹,
Фролова О.П.¹, Шехтер А.И.¹, Отс О.Н.¹, Григорьев Ю.Г.³, Лавров В.Н.⁴

Цель исследования. Демонстрация возможностей различных рентгенологических методов исследования в диагностике, оценке объема резекции легкого, планировании торакопластики и контроле эффективности хирургического лечения деструктивного туберкулеза (ТБ) органов дыхания с множественной лекарственной устойчивостью (МЛУ).

Результаты. Обзорная рентгенография органов грудной клетки позволила выявить распространенное туберкулезное воспаление в легких. С помощью КТ уточнен характер и распространенность поражения легочной паренхимы, определены показания и объем комплексного оперативного вмешательства, а также осуществлен контроль эффективности хирургического лечения. Методом цифрового томосинтеза уточнено состояние легкого после резекции, определен объем планируемой торакопластики.

Обсуждение. Учитывая заболеваемость туберкулезом легких в нашей стране, сходство его клинико-рентгенологической картины с рядом других патологических процессов, а также полиморфизм изменений, необходимо знать патоморфологические, клинические и рентгенологические проявления данного заболевания. Достоверная оценка состояния органов дыхания по данным рентгенографии имеет объективные пределы, обусловленные наличием суммационного эффекта и других факторов, в этой связи приоритетным методом в диагностике, оценке объема резекции легкого, планировании торакопластики и контроле эффективности хирургического лечения является КТ. За счет послойной визуализации метод цифрового томосинтеза позволяет получить дополнительную информацию, по сравнению с данными рентгенографии, в оценке состояния легочной паренхимы на до- и послеоперационном этапах, что свидетельствует о перспективности его использования в решении данной задачи.

Заключение. Благодаря современным лучевым методам исследования туберкулезного поражения органов дыхания, решается вопрос о целесообразности проведения оперативного вмешательства или отказа от такового в пользу консервативной терапии, что имеет особую актуальность у пациентов с МЛУ. Точное определение объема резекции легкого и торакопластики в значительной степени снижает риск послеоперационных осложнений, что способствует улучшению качества жизни пациента. Корректный контроль эффективности хирургического лечения туберкулеза органов дыхания с помощью КТ позволяет достоверно оценить состояние зоны интереса, своевременно выявить рецидив специфического процесса.

Ключевые слова: КТ, цифровой томосинтез, туберкулез легких, резекция легких, торакопластика.

Контактный автор: Ратобылский Г.В., e-mail: gratobylskyi@mail.ru

Для цитирования: Гиллер Д.Б., Ратобылский Г.В., Никитин М.М., Короев В.В., Фролова О.П., Шехтер А.И., Отс О.Н., Григорьев Ю.Г., Лавров В.Н. Лучевые методы исследования в диагностике, оценке объема резекции, планировании торакопластики и контроле эффективности хирургического лечения распространенного деструктивного туберкулеза органов дыхания с множественной лекарственной устойчивостью (МЛУ). REJR 2018; 8(3):249-258. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-249-258.

Статья получена: 10.06.18

Статья принята: 06.07.18

1 - ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М.

Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет).

2 - ФГБУ «НМИЦ ФПИ» Минздрава России.

г. Москва, Россия.

3 - Московский государственный

медико-

стоматологический

университет им.

А.И.Евдокимова

г. Москва, Россия.

4 - ФГБНУ «Центральный научно-

исследовательский

институт туберкулеза»

г. Москва, Россия.

RADIOLOGICAL METHODS IN DIAGNOSIS, EVALUATION OF THE LUNG RESECTION VOLUME, PLANNING OF THORACOPLASTY AND EFFICACY MONITORING OF THE SURGICAL TREATMENT OF EXPANDED DESTRUCTIVE PULMONARY MULTI-DRUG RESISTANT (MDR) TUBERCULOSIS

Giller D.B.¹, Ratobylsky G.V.², Nikitin M.M.², Korojev V.V.¹,
Frolova O.P.¹, Shekhter A.I.¹, Ots O.N.¹, Grigoriev Yu.G.³, Lavrov V.N.⁴

Purpose. Demonstration of various radiological methods possibilities in diagnosis, evaluation of the lung resection volume, planning of thoracoplasty and efficacy monitoring of the surgical treatment of destructive pulmonary multi-drug resistant (MDR) tuberculosis (TB).

Results. Plain chest film revealed a widespread pulmonary tuberculosis inflammation. With CT application, the nature and prevalence of pulmonary parenchymal involvement was clarified, indications and volume of complex surgical intervention were determined, and surgical treatment efficacy was controlled. Digital tomosynthesis application determined the state of the lung tissue after resection and the volume of the planned postponed thoracoplasty.

Discussion. Taking into account the incidence of pulmonary tuberculosis in our country, the similarity of its clinical and radiological picture with a number of other pathological processes, as well as the polymorphism of alterations, it is necessary to know the pathomorphological, clinical and radiological manifestations of this disorder. A reliable assessment of the respiratory organs state according to the radiography data has objective limits due to the presence of a cumulative effect and other factors. So, CT is the priority method in diagnosis, evaluation of lung resection volume, planning of thoracoplasty, and monitoring of surgical treatment efficacy. Due to layer-by-layer visualization, the method of digital tomosynthesis makes it possible to obtain additional information, in comparison with radiographic data, in pulmonary parenchyma state assessment at pre- and postoperative stages, which indicates the prospects of its application in solving this tasks.

Conclusion. Due to modern radiological methods in the study of respiratory organs TB, the question of the expediency of surgical treatment or refusal in favor of conservative therapy is solved, which is of particular relevance in patients with MDR TB. Accurate determination of lung resection and thoracoplasty volume significantly reduces the risk of postoperative complications, which contributes to improving the quality of life of the patient. A correct control of respiratory TB surgical treatment efficacy with CT application allows estimating the state of the zone of interest, and timely reveal the relapse of a specific process.

Keywords: CT, digital tomosynthesis, pulmonary tuberculosis, lung resection, thoracoplasty.

Corresponding author: Ratobylsky G.V., e-mail: gratobylskyi@mail.ru

For citation: Giller D.B., Ratobylsky G.V., Nikitin M.M., Korojev V.V., Frolova O.P., Shekhter A.I., Ots O.N., Grigoriev Yu.G., Lavrov V.N. Radiological methods in diagnosis, evaluation of the lung resection volume, planning of thoracoplasty and efficacy monitoring of the surgical treatment of expanded destructive pulmonary multi-drug resistant (MDR) tuberculosis.. REJR 2018; 8 (3):249-258. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-249-258.

Received: 10.06.18

Accepted: 06.07.18

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

2 - FSBI «SMIC FTI» Ministry of Healthcare. Moscow, Russia.

3 - A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Stomatology.

4 - Central Research Institute of Tuberculosis. Moscow, Russia.

По оценкам ВОЗ за 2016 г. во всем мире туберкулезом заболели 10,4 миллионов человек: 6,1 млн. мужчин (65%), 3,3 млн. женщин (25%) и 1,0 млн. детей (10%). Сообщается, что из 600 000 новых случаев туберкулеза с устойчивостью к рифампицину, предположительно возникших в 2016 г. (в том числе 490 000 с МЛУ), лишь 129 689 (22%) из них были выявлены и зарегистрированы [1]. Эпидемиологическая обстановка с туберкулезом в Российской Федерации постепенно улучшается, но остается весьма напряженной [7]. В 2016 г. продолжается увеличение заболеваемости туберкулезом с МЛУ к противотуберкулезным препаратам среди вставших на учет пациентов: 4,0 на 100 000 населения в 2009 г.; 5,2 на 100 000 населения в 2015 г. и 5,6 на 100 000 населения в 2016 г. Особую актуальность представляют деструктивные формы туберкулеза легких, так как именно эта группа пациентов является основным резервуаром туберкулезной инфекции. Деструктивные формы туберкулеза органов дыхания в последние годы составляют порядка 40%. Доля пациентов с МЛУ среди пациентов с туберкулезом органов дыхания, выделяющих микобактерии за данный период: соответственно 13,0%; 23,0% и 25,7% [3]. Важное значение также имеют распространенные двусторонние формы деструктивного туберкулеза органов дыхания в сочетании с МЛУ.

Определение эффективной тактики лечения в первую очередь зависит от рентгенологических данных. Процент двусторонних резекций в нашей стране не велик, составляет 4-6% [2]. На базе УКБ Фтизиопульмонологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М Сеченова в период с 2011 по 2017 гг. было прооперировано 511 больных с деструктивными формами туберкулеза, что составило 15,1% от всех прооперированных в данном учреждении.

Комплекс диагностических мероприятий при установлении диагноза туберкулеза должен включать в себя клинические методы, методы лучевой диагностики, методы этиологической диагностики, иммунологические методы, инструментальные и хирургические методы, функциональные методы, консультации специалистов [8]. Лучевые методы исследования позволяют установить локализацию туберкулезного процесса, его распространенность, клиническую форму и фазу заболевания, что важно для дальнейшего лечения [4, 5, 6].

Множественная и широкая лекарственная устойчивость являются достоверными факторами риска развития осложнений при выполнении двусторонних резекций [9]. В этой связи у пациентов с наличием лекарственно устойчивых штаммов микобактерий туберкулеза необходим индивидуальный подход в опре-

делении стратегии и тактики лечения. Случай успешного комплексного лечения распространенного деструктивного туберкулеза органов дыхания с МЛУ представлен ниже.

Клиническое наблюдение.

Больная Я., 36 лет, поступила в хирургическое отделение УКБ фтизиопульмонологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М Сеченова с жалобами на кашель, периодически с отделением слизисто-гноющей мокроты. Туберкулез легких впервые был выявлен в 1995 году (в 15 летнем возрасте), лечилась стационарно 7 месяцев, затем амбулаторно получала сезонные курсы химиотерапии. Рецидив туберкулеза наблюдался в 2010 году после родов, лечилась с диагнозом: левосторонний плеврит туберкулезной этиологии. Проведено стационарное лечение – 3 месяца, амбулаторное – 6 месяцев.

Ранее пациентка проходила ежегодное обследование органов грудной клетки (ОГК) методом рентгенографии – по данным выписок в легких без динамики (архив не предоставлен). За последние 2 года рентгенография ОГК не проводилась. В 2015 году была проведена операция: двухсторонняя маммопластика силиконовыми имплантами. Последнее ухудшение состояния отмечалось в 2016 году, когда появился сухой кашель. Кашель постепенно нарастал, через 1,5 месяца он стал постоянным, со слизисто-гноющей мокротой. Больная самостоятельно обратилась для обследования и лечения в УКБ фтизиопульмонологии. В клинике больной было проведено комплексное клиническое, рентгенологическое и инструментальное обследование.

На момент госпитализации общее состояние пациентки удовлетворительное. Кожные покровы обычной окраски, чистые. Аускультативно: дыхание везикулярное. ЧДД 14 в мин. Гемодинамика стабильная, АД 110/70, ЧСС 65. Живот б/б при пальпации, печень не выступает из под края реберной дуги. Симптом «поколачивания» отрицательный с обеих сторон. Физиологические отправления не нарушены. Клинические анализы крови и мочи без отклонений от показателей нормы. По данным фибробронхоскопии (ФБС) патологии бронхиального дерева не выявлено. Результаты спирометрии были в пределах нормы. ФВД составило 94%, ОФВ1 – 77%, индекс Тиффно 82%. Толерантность к физическим нагрузкам составила 540 метров (тест 6-и минутной ходьбы).

При рентгенографии органов грудной клетки в проекции верхней и средней зоны левого легкого отмечалось негетерогенное ограниченное затемнение с наличием кольцевидного просветления в его структуре (полость распада?) диаметром до 25 мм, а также фокусные тени в проекции хвоста корня правого легкого, имеющие гомогенную структуру и четкие ровные контуры (рис. 1).



Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Обзорная рентгенограмма органов грудной клетки, прямая проекция.

Ограниченное затемнение в проекции верхней и средней зоны левого легкого, неомогенной структуры за счет фокусов различной интенсивности. В субплевральных отделах верхней доли левого легкого кольцевидное просветление, диаметром 25 мм (полость распада?). Фокусная тень в проекции хвоста корня правого легкого с четкими ровными контурами. Базальные отделы обоих легких затемнены в результате наложения теней силиконовых имплантов молочных желез.

Fig. 1. Chest x-ray, frontal view.

Limited darkening in the projection of the upper and middle zone of the left lung, a non-homogeneous structure due to foci of varying intensity. Annular enlightenment in the subpleural parts of the left upper lobe, 25 mm in diameter (destruction cavity?). Focal shadow in the projection of the tail of the right lung hilum with clear contours. The basal parts of both lungs are darkened by the imposition of shadows of silicone breast implants.



Рис. 2 а (Fig. 2 а)



Рис. 2 б (Fig. 2 б)



Рис. 2 в (Fig. 2 с)

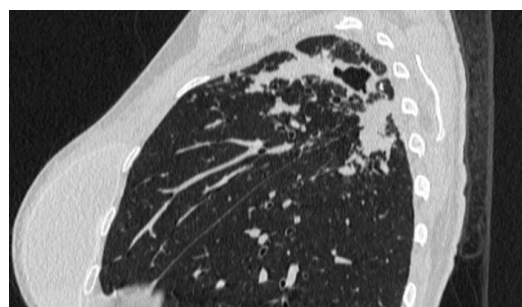


Рис. 2 г (Fig. 2 д)

Рис. 2. КТ органов грудной клетки. а, б – аксиальная плоскость; в – фронтальная реконструкция, г – сагиттальная реконструкция.

В уменьшенной верхней доле левого легкого отмечается несколько разновеликих хронических полостей распада (каверн) неправильной формы с различной толщиной стенок. В окружающей легочной ткани, S6 обоих легких, а также S2, 10 правого легкого – множественные разноплотностные конгломераты и очаги отсева, признаки фиброза.

Рис. 2. Chest CT scan in axial (а, б), frontal (с), sagittal (д) reconstruction.

There are several heterogeneous cavities of irregular shape with different wall thicknesses in the reduced left upper lobe. In the surrounding pulmonary tissue, S6 of both lungs, as well as S2, 10 of the right lung - multiple dissimilar conglomerates and seeding foci, signs of fibrosis.

При КТ органов грудной клетки в уменьшенной верхней доле левого легкого отмечается хроническая каверна неправильной формы. В окружающей легочной ткани, S6 обоих легких, а также S2, S10 правого легкого признаки фиброза, множественные разноплотностные конгломераты и очаги отсева (рис. 2).

После комплексного клинического, рентгенологического, лабораторного обследования был поставлен диагноз: фиброзно-кавернозный туберкулез легких в фазе обсеменения, МБТ (+), МЛУ. При определении лекарственной чувствительности методом ПЦР – сохранена чувствительность к Фторхинолону, имеется устойчивость к Рифампицину, Изониазиду.



Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Обзорная рентгенограмма органов грудной клетки, прямая проекция.

Состояние после VATS резекции S6, части S2, 10 правого легкого на 1-е сутки после операции. Легкие расправлены, в проекции тела и хвоста корня правого легкого отмечаются цепочки танталовых швов, пневматизация окружающей их легочной ткани снижена. Реберно-диафрагмальные синусы с обеих сторон свободны. Тень дренажа справа.

Fig. 3. Chest x-ray, frontal view.

The condition after the VATS S6, partial S2, 10 resection of the right lung in 1 day after the surgery. The lungs are expanded, the chains of tantalum sutures are marked in the projection of the body and tail of the right lung hilum, the pneumatization of the surrounding lung tissue is reduced. The rib-diaphragmatic sinuses on both sides are free. Drainage shadow on the right.

Больная была проконсультирована торакальным хирургом, в связи с неоднократными рецидивами в анамнезе показано этапное хирургическое лечение.

Первоначально проведена видеоассистент-торакоскопическая операция (ВАТС): резекция S6, части S2, 10 правого легкого. На прямой обзорной рентгенограмме органов грудной клетки, выполненной на 1-е сутки после операции, легкие расправлены. В области танталовых швов умеренное снижение прозрачности окружающей легочной ткани. Правый и левый реберно-диафрагмальные синусы свободны. Тень дренажа справа (рис. 3).

Послеоперационный период протекал без осложнений. Заживление раны per gramae. На 24-е сутки проведен следующий этап хирургического лечения – ВАТС верхняя лобэктомия с резекцией S6, части S10 левого легкого. Учитывая распространенность специфического процесса в легких, большой объем резекции, в раннем послеоперационном периоде накладывался пневмоперитонеум с целью предупреждения резкого перерастяжения малого объема легочной ткани. При рентгенографии органов грудной клетки на 5-е сутки после оперативного вмешательства – объем левого легкого выражено уменьшен, пневматизация его снижена. Верхние отделы левого гемиторакса негетогенно затемнены, с наличием газовых вакуолей. Достоверно оценить состояние легочной паренхимы по данным рентгенографии не представляется возможным (рис. 4). Методом цифрового томосинтеза уточнен объем оперированного легкого, отсутствие в нем очаговых и инфильтративных изменений.

В резецированной части легкого определяется система полостей распада с множественными плотными сливными очагами и фиброзом легочной ткани (рис. 5).

При контрольной рентгенографии органов грудной клетки на 14-е сутки после операции отмечается положительная динамика в виде увеличения прозрачности легочного поля слева, дальнейшее заполнение содержимым верхних отделов левого гемиторакса с уменьшением количества и размеров включений газа (рис. 6).

Через 1 месяц проведен следующий этап хирургического лечения – ВАТС отсроченная 5- и реберная торакопластика слева. На прямой обзорной рентгенограмме органов грудной клетки на 1-е сутки после операции: объем левого гемиторакса уменьшен, легкие расправлены. Реберно-диафрагмальные синусы с обеих сторон свободны. Тень дренажа слева. При контрольном исследовании на 1-е сутки после оперативного вмешательства: состояние после удаления дренажей, прозрачность левого легочного поля увеличилась. Реберно-диафрагмальные си-



Рис. 4 а (Fig. 4 а)



Рис. 4 б (Fig. 4 б)



Рис. 4 в (Fig. 4 с)

Рис. 4. Обзорная рентгенография органов грудной клетки.

Состояние после VATS верхней лобэктомии с резекцией S6, части S10 левого легкого на 5-е сутки после операции.

а - Прямая проекция. Объем левого легкого выражено уменьшен, пневматизация его снижена. Верхние отделы левого гемиторакса негомогенно затемнены, с наличием газовых вакуолей. Достоверно оценить состояние легочной паренхимы по данным рентгенографии не представляется возможным.

б - Цифровой томосинтез органов грудной клетки, прямая проекция. Верхний отдел левого гемиторакса заполнен содержимым на 1/2 объема, структура его неоднородная за счет воздушных вакуолей различного размера, имеющих горизонтальные уровни жидкости. Легкое уменьшено в размерах, расправлено до уровня Th5 позвонка, без очаговых и инфильтративных изменений. Искусственный пневмоперитонеум с обеих сторон.

в - Цифровой томосинтез органов грудной клетки, боковая проекция.

Fig. 4. Chest x-ray.

The condition after the VATS upper lobectomy with S6, partial S10 resection of the left lung on the 5th day after the surgery.

a - Frontal view. The volume and pneumatization of the left lung is reduced. The upper sections of the left hemithorax are inhomogeneously darkened, with the presence of gas vacuoles. It is not possible to assess the state of the pulmonary parenchyma reliably according the radiography data.

b - Digital tomosynthesis of thoracic organs, frontal view. The upper part of the left hemithorax is 1/2 filled with contents, its structure is inhomogeneous due to air vacuoles of various sizes having horizontal liquid levels. The lung is reduced in size, expanded to the Th5 level of the vertebra, without focal and infiltrative changes. Artificial pneumoperitoneum.

c - Digital tomosynthesis of thoracic organs, lateral view.



Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. Макропрепарат.

Удаленная часть левого легкого. На разрезе – фиброзные изменения, разновеликие участки уплотненных казеозных масс и полости распада.

Fig. 5. Gross specimen.

The excised part of the left lung. On a section - fibrous alteration, various sites of the condensed caseous masses and destruction cavity.



Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. Обзорная рентгенограмма органов грудной клетки, прямая проекция.

Состояние на 14-е сутки после операции. В динамике отмечается увеличение прозрачности легочного поля слева, дальнейшее заполнение содержимым верхних отделов левого гемиторакса с уменьшением количества и размеров включений газа. Искусственный пневмоперитонеум с обеих сохранен.

Fig. 6. Chest x-ray, frontal view.

The condition on the 14th day after the surgery. There is an increase in the transparency of the pulmonary field to the left, further filling of the upper sections of the left hemithorax with a decrease in the number and size of gas inclusions in dynamics. Artificial pneumoperitoneum is preserved.



Рис. 7 а (Fig. 7 а)



Рис. 7 б (Fig. 7 б)

Рис. 7. Обзорная рентгенография органов грудной клетки, прямая проекция.

а – Состояние после 5-реберной торакопластики слева на 1-е сутки после операции. Объем левого гемиторакса уменьшен, легкие расправлены. Реберно-диафрагмальные синусы с обеих сторон свободны. Тень дренажа слева.

б – Состояние после 5-реберной торакопластики слева на 7-е сутки после операции. При контрольном исследовании состояние после удаления дренажей, прозрачность левого легочного поля увеличилась. Реберно-диафрагмальные синусы с обеих сторон свободны.

Fig. 7. Chest x-ray, frontal view.

a - The condition after thoracoplasty with 5 ribs resection on the left 1 day after surgery. The volume of left hemithorax is reduced, the lungs are expanded. The rib-diaphragmatic sinuses on both sides are free. Shadow of drainage on the left.

b - 7 days after surgery. In the control study the condition after drainage removal, the transparency of the left pulmonary field increased. The rib-diaphragmatic sinuses on both sides are free.



Рис. 8 а (Fig. 8 а)

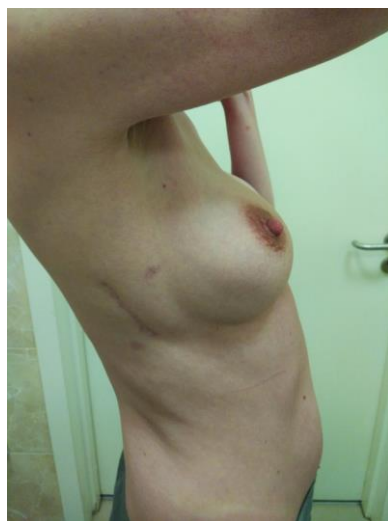


Рис. 8 б (Fig. 8 б)

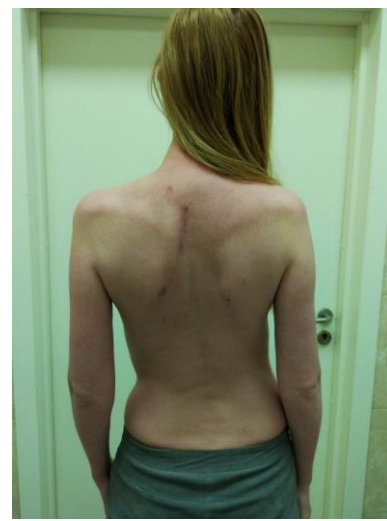


Рис. 8 в (Fig. 8 с)

Рис. 8. Фотографии.

Внешний вид больной после хирургических вмешательств. Вид слева (а), справа (б), сзади (в).

Fig. 8. Photos.

Appearance of the patient after surgeries. The view from the left (a), right (b), from behind (c).



Рис. 9 а (Fig. 9 а)



Рис. 9 б (Fig. 9 б)

Рис. 9. КТ органов грудной клетки. а - аксиальная плоскость, б - фронтальная реконструкция.

Состояние через 12 месяцев после комплексного хирургического лечения. Очаговых и инфильтративных изменений в легких не выявлено. Левое легкое полностью занимает объем уменьшенного левого гемиторакса, признаков перерастяжения легочной паренхимы не выявлено.

Fig. 9. CT scan of thoracic organs. a - axial view, b - frontal reconstruction.

Condition 12 months after complex surgical treatment. Focal and infiltrative alterations in the lungs are not revealed. The left lung completely occupies the volume of the reduced left hemithorax, signs of over-expansion of the pulmonary parenchyma are not revealed.

нусы с обеих сторон свободны (рис. 7).

Больная была выписана в удовлетворительном состоянии на 21-е сутки после торакопластики в терапевтическое отделение. Противотуберкулезное лечение назначено с учетом данных лекарственной чувствительности.

Внешний вид пациентки при выписке (рис. 8).

При КТ органов грудной клетки через 12 месяцев после торакопластики очаговых и инфильтративных изменений в легких не выявлено. Левое легкое полностью занимает объем уменьшенного левого гемиторакса, признаков перерастяжения легочной паренхимы не выявлено (рис. 9, 10).

Обсуждение.

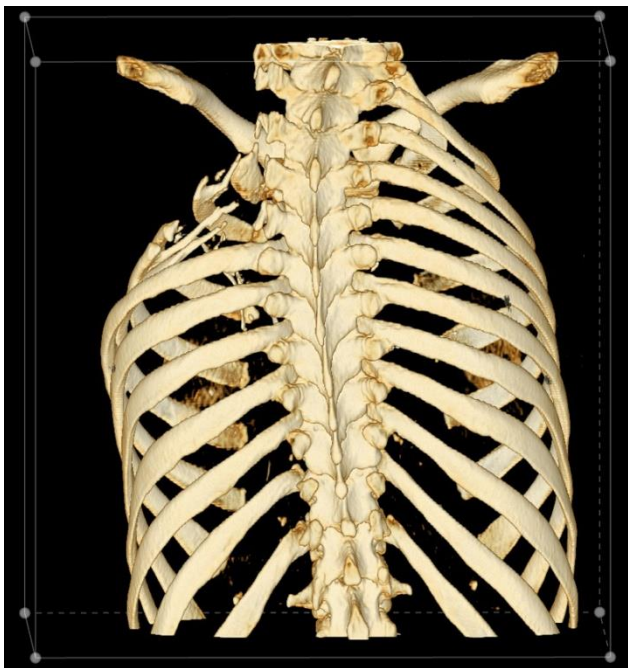


Рис. 10 (Fig. 10)

Рис. 10. КТ органов грудной клетки

3D-реконструкция с визуализацией костных структур. Для более наглядной оценки задних отрезков ребер виртуально удалены лопатки с обеих сторон. Состояние через 12 месяцев после 5-реберной торакопластики слева. Резецированные части ребер частично восстановились.

Fig. 10. Chest CT scan.

3D reconstruction with visualization of bone structures. Virtually removed both scapulas for better visual assessment of the posterior segments of the ribs. Condition 12 months after thoracoplasty with 5 ribs resection on the left. The resected parts of the ribs were partially restored.

Достоверная оценка состояния органов дыхания по данным рентгенографии имеет объективные пределы, обусловленные наличием суммационного эффекта и других факторов. Приоритетным методом в диагностике, оценке объема резекции легкого и контроле эффективности хирургического лечения является КТ. Послойная визуализация с помощью цифрового томосинтеза и КТ позволяет адекватно спланировать объем реберной декостации, целью которой является коррекция гемиторакса объема легочной ткани.

Заключение.

Благодаря современным лучевым методам исследования туберкулезного поражения орга-

нов дыхания, решается вопрос о целесообразности проведения оперативного вмешательства или отказа от такового в пользу консервативной терапии, что имеет особую актуальность у пациентов с МЛУ. На различных этапах диагностики, лечения описанной больной и последующего контроля терапии применены различные лучевые методы, использование которых дополнило друг друга.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ). Глобальный отчет по туберкулезу 2017. 2017. 249 p. Available at: http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/
2. Гиллер Д.Б., Гиллер Б.М., Гиллер Г.В. Двусторонние резекции легких в лечении туберкулеза и других заболеваний легких. IV съезд научно-медицинской ассоциации фтизиатров. Тезисы докладов. Йошкар-Ола. 1999 - С. 163.
3. Нечаева О.Б. Эпидемическая ситуация по туберкулезу в России. Аналитический обзор по туберкулезу. 2017. 69 с. Available at: <http://mednet.ru/images/stories/files/CMT/2016tb.pdf>
4. Никитин М.М. Возможности цифрового томосинтеза в диагностике различных форм туберкулеза легких. REJR. 2016; 6 (1):35-47 DOI:10.18411/a-2016-004
5. Об утверждении методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и лечения туберкулеза органов дыхания: Приказ Министерства здравоохранения РФ от 29.12.2014 г. № 951. Собрание законодательства РФ. 2013.

6. Тюрин И.Е., Нейштадт А.С., Черемисин В.М. Компьютерная томография при туберкулезе органов дыхания. Санкт-Петербург, 1998. 240 с.
7. Шилова М.В. Взгляд на эпидемическую ситуацию с туберкулезом в Российской Федерации (в современных социально-экономических условиях). Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики. 2014; 4 (1): 34-41.
8. Яблонский П.К. ред. Фтизиатрия. Национальные клинические рекомендации. Москва, 2016. 240 с.
9. Яблонский П.К., Васильев И.В., Кирюхина Л.Д. и др. Непосредственные результаты пневмонэктомий у больных с односторонней локализацией деструктивного туберкулеза легких. Результаты проспективного нерандомизированного исследования. Медицинский альянс. 2017; 4: 103-111.

References:

1. World Health Organization (WHO). Global TB report 2017. 249 p. Available at: http://www.who.int/tb/publications/global_report/en/
2. Giller D.B., Giller B.M., Giller G.V. Bilateral lung resections in the treatment of tuberculosis and other lung diseases. IV Congress of the Scientific and Medical Association of Phthisiatrists. Theses of reports. Yoshkar-Ola. 1999. 163 p. (in Russian).
3. Nechaeva O.B. The epidemiological situation of tuberculosis in Russia. Analytical review of tuberculosis. 2017. 69 p. Available at: <http://mednet.ru/images/stories/files/CMT/2016tb.pdf> (in Russian).
4. Nikitin M.M. Possibility of digital tomosynthesis in the diagnosis of various forms of pulmonary tuberculosis. REJR. 2016; 6 (1):35-47. DOI:10.18411/a-2016-004
5. On the approval of methodological recommendations for improving the diagnosis and treatment of respiratory tuberculosis: Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of December 29, 2014 No. 951. Collection of legislation of the Russian Federation. 2013. Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70749840/> (in Russian).
6. Tyurin I.E., Nejshtadt A.S., Cheremisin V.M. Computer tomography with tuberculosis of respiratory organs. St. Petersburg, 1998. 240 p. (in Russian).
7. Shilova M.V. The epidemiological situation of tuberculosis in the Russian Federation (in the current socioeconomic conditions). Russian Electronic Journal of Radiology. 2014; 4 (1): 34-41. (in Russian).
8. Yablonskij P.K. ed. Phthisiology. National clinical recommendations. Moscow, 2016. 240 p. (in Russian).
9. Yablonskij P.K., Vasil'ev I.V., Kiryuhina L.D. et. al. Immediate results of pneumonectomies in patients with unilateral localization of destructive pulmonary tuberculosis. Results of the prospective, non-randomized study. Medical alliance. 2017; 4: 103-111. (in Russian).

НЕКОМПАКТНЫЙ МИОКАРД: КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ

Стеклов В.И.¹, Ярош В.Б.², Яровой Ю.С.², Сухотерин А.Ф.², Пучек В.Д.²,
Мершинина Е.А.³, Войтенко А.Г.², Кузьменков Д.В.⁴

Цель исследования. Под некомпактной кардиомиопатией понимают редкое, генетически детерминированное заболевание с выраженной трабекулярно-стенной и глубокими межтрабекулярными полостями в толще миокарда левого и/или правого желудочка, часто в сочетании со вторым тонким компактным слоем миокарда, соседствующим с эпикардом. Основными клиническими признаками являются сердечная недостаточность, нарушения ритма, тромбоэмболические осложнения. Диагностика основана на результатах эхокардиографии (ЭхоКГ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ). Болезнь имеет неблагоприятное течение и прогноз.

Материалы и методы. Приведен клинический случай диагностики некомпактной кардиомиопатии левого желудочка у мужчины 21 года с клиническими проявлениями в виде нарушений ритма и сердечной недостаточности. Проведено обследование, включающее в себя ЭхоКГ, МРТ сердца.

Результаты и выводы. В ходе обследования были выявлены признаки некомпактного миокарда. После успешной радиочастотной абляции получен регресс клинических проявлений заболевания. Таким образом, для постановки диагноза «некомпактный миокард» целесообразно использовать не менее 2 инструментальных методов исследования (эхокардиография, мультиспиральная компьютерная томография, магнитно-резонансная томография), которые дополняют друг друга.

Ключевые слова: некомпактная кардиомиопатия левого желудочка, предсердная тахикардия, сердечная недостаточность, магнитно-резонансное исследование сердца, радиочастотная абляция.

Контактный автор: Кузьменков Д.В., e-mail: kuzmenkov1965@gmail.com

Для цитирования: Стеклов В.И., Ярош В.Б., Яровой Ю.С., Сухотерин А.Ф., Пучек В.Д., Мершинина Е.А., Войтенко А.Г., Кузьменков Д.В. Некомпактный миокард: клинический случай диагностики и лечения. REJR 2018; 8(3):259-267. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-259-267.

Статья получена: 04.09.18

Статья принята: 24.09.18

NONCOMPACT MYOCARDIUM: CLINICAL CASE OF DIAGNOSTICS AND TREATMENT

Steklov V.I.¹, Yarosh V.B.², Yarovoy Yu.S.², Suhoterin A.F.², Puchek V.D.²,
Mershina E.A.³, Voytenko A.G.², Kuz'menkov D.V.⁴

Materials and methods. A clinical case of noncompact left ventricular cardiomyopathy in a 21-year-old man with clinical manifestations of arrhythmias and heart failure is presented. Echocardiography and heart MRI were included in the examination.

Results and conclusions. The survey revealed signs of non-compact myocardium. After successful radiofrequency ablation, regression of the clinical manifestations was obtained.

Thus, for the diagnosis of "non-compact myocardium" it is advisable to use at least 2 instrumental methods of examination (echocardiography, multispiral computed tomography, magnetic resonance imaging), which complement each other.

1 - P.V. Mandryka
Central military clinical
hospital.

Moscow, Russia.

2 - A.A. Vishnevskiy
central military clinical
hospital.

Odintsovo, Russia.

3 - «Treatment and
rehabilitation
center».
Moscow, Russia.

Keywords: noncompact cardiomyopathy of the left ventricle, atrial tachycardia, heart failure, magnetic resonance imaging of the heart, radiofrequency ablation.

Corresponding author: Kuz'menkov D.V., e-mail: kuzmenkov1965@gmail.com

For citation: Steklov V.I., Yarosh V.B., Uarovoy Yu.S., Suhoterin A.F/, Puchek V.D., Mershina E.A., Voytenko A.G., Kuz'menkov D.V. Noncompact myocardium: clinical case of diagnostics and treatment. REJR 2018; 8 (3):259-267. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-259-267.

Received: 04.09.18

Accepted: 24.09.18

Некомпактный миокард (НКМ) – генетически гетерогенная первичная кардиомиопатия, характеризующаяся наличием в миокарде левого желудочка двух слоев: обычного и некомпактного («губчатого») с низкой сократительной активностью, а также повышенной трабекулярностью сердечной мышцы в сочетании с глубоко выстланными в эндокарде межтрабекулярными лакунами, не связанными с коронарным кровотоком [1].

Термин «некомпактный миокард» («губчатый» миокард) впервые появился в литературе около 30 лет назад [2, 3]. В последующие годы описано большое количество клинических наблюдений пациентов с данной патологией. Это послужило поводом для включения Всемирной организацией здравоохранения этого нового заболевания в группу «неопределенные кардиомиопатии» [4]. В классификации Европейского общества кардиологов это заболевание также включено в группу неклассифицируемых кардиомиопатий [5].

Патогенетические аспекты.

По распространенности заболевания, его течению и патогенезу у детей и взрослых имеются различия. Намного реже некомпактный миокард диагностируется у людей зрелого и пожилого возраста [6, 7]. Распространенность заболевания в детской популяции составляет 1,26%, у взрослых – 0,014% [8, 9]. Заболевание чаще встречается у мужчин – 56-82%, преимущественно у людей молодого возраста [10].

Известно, что НКМ является генетически гетерогенным заболеванием, в качестве механизма его развития рассматривается нарушение формирования нормального миокарда из эмбрионального губчатого, который в отсутствие коронарного кровотока кровоснабжается из полостей сердца [11]. Некоторые исследователи рассматривают НКМ у взрослых и пожилых пациентов как приобретенную кардиомиопатию [12]. Высокая частота семейных форм и раннее появление клинических симптомов свойственны для больных детского возраста. Напротив, у больных зрелого и пожилого возраста НКМ длительно может протекать благополучно, без явных клинических проявлений, что

свидетельствует о клиническом полиморфизме заболевания [13].

Клинические проявления и диагностика.

Основными синдромами НКМ, как и других кардиомиопатий, определяющими прогноз и качество жизни, являются сердечная недостаточность, нарушения ритма и проводимости, тромбоэмболические осложнения [14, 15].

Ведущим и самым распространенным клиническим синдромом у пациентов с НКМ является сердечная недостаточность (СН), нередко определяющая течение и прогноз заболевания. В основе этого симптомокомплекса лежит нарушение как систолической, так и диастолической функции левого желудочка (ЛЖ) по рестриктивному типу вследствие аномальной архитектоники миокарда в процессе эмбриогенеза и хронической микроциркуляторной ишемии миокарда. При прогрессировании заболевания происходит выраженное снижение сократительной способности миокарда, что напрямую связано с отсутствием адекватного сокращения некомпактного слоя миокарда [10, 16].

Аритмический синдром является вторым по частоте и значимости клиническим проявлением НКМ. В структуре аритмий ведущее место занимают желудочковые нарушения ритма. Они диагностируются у большинства больных с НКМ. Предсердные тахикардии, включая фибрилляцию предсердий, диагностируют в 25-32% случаев. У некоторых пациентов диагностируются нарушения проводимости в виде атриовентрикулярных блокад различных степеней, блокады ножек пучка Гисса вследствие прогрессирующего фиброза проводящей системы сердца [9, 15, 17].

Следующим клиническим синдромом НКМ является внутрисердечный тромбоз и тромбоэмболические осложнения. Согласно литературным данным, при НКМ внутрисердечный тромбоз диагностируют в 9-24% случаев, тромбоэмболия по большому кругу кровообращения – в 21% [9, 15, 18]. Основой для развития внутрисердечных тромбов являются наличие межтрабекулярных пространств, снижение сократительной способности миокарда и наруше-

ния сердечного ритма в виде фибрилляции предсердий.

Ввиду отсутствия четких клинических симптомов, характерных для НКМ, основными методами диагностики его являются эхокардиография и МРТ сердца. Как правило, диагноз НКМ устанавливается на основании полученных объективных данных при МРТ сердца. Поэтому метод остается сегодня «золотым» стандартом диагностики НКМ. МРТ сердца позволяет визуализировать двухслойную структуру миокарда с более высоким пространственным разрешением, чем рутинная эхокардиография [19]. Кроме того, исследование с использованием контрастного препарата позволяет выявить или исключить наличие участков фиброза, воспалительных или рубцовых изменений, а также внутрисердечных тромбов в глубоких межтрабекулярных полостях.

Этиотропного лечения НКМ нет. При асимптомном течении заболевания показано динамическое наблюдение, необходимо информировать пациентов о возможных клинических проявлениях заболевания. При возникновении клинических симптомов проводится патогенетическое лечение по поводу сердечной недостаточности, профилактика тромбоэмболических осложнений, антиаритмическая терапия. При фракции выброса левого желудочка ниже 35% или при наличии жизнеугрожающих аритмий показана имплантация кардиовертера-дефибриллятора. Трансплантация сердца показана пациентам при прогрессирующей, рефрактерной к лечению сердечной недостаточности [20]. Прогноз больных с НКМ зависит от количества пораженных сегментов, сократительной способности миокарда, выраженности сердечной недостаточности, жизнеугрожающих аритмий и тромбоэмболических осложнений.

Мы представляем анализ клинических проявлений синдрома НКМ левого желудочка у пациента 20 лет. Диагноз установлен на основании общепринятых визуальных критериев (отношение некомпактного и компактного слоев миокарда ≥ 60 , наличие межтрабекулярных лакун с затеканием крови в них).

Пациент Б., 20 лет, поступил на лечение в кардиологическое отделение филиала №3 ФГБУ «3 ЦВКГ имени А.А. Вишневого» МО РФ 3.07.15 г. с жалобами на головные боли, головокружения, колющие боли в левой половине грудной клетки, одышку, общую слабость, возникающие при физических нагрузках, предобморочные состояния, ощущения замирания в работе сердца, неритмичное сердцебиение. В связи с жалобами на головную боль и головокружения, пациент осматривался неврологом и в ходе обследования убедительных данных за наличие патологии центральной нервной системы не выявлено. По данным анамнеза: с дет-

ства описывается клиника непродолжительных приступов сердцебиений, на фоне которых появляется общая слабость, одышка. Наблюдался педиатром, кардиологом детской поликлиники по месту жительства. Выполнялась ЭхоКГ в 2008 г., по результатам которой выявлен пролапс митрального клапана I степени, аномальная трабекулярность МЖП. При призыве в Вооруженные Силы РФ жалоб не предъявлял, был признан годным к военной службе. Сразу после призыва, по прибытии в часть, на фоне возросших нагрузок, отметил учащение приступов аритмии, колющих болей, головокружений.

При объективном осмотре выявлялась: аритмичность пульса с ЧСС 90-102 в минуту, разного наполнения и аритмичность тонов сердца, АД 125/60 мм рт. ст.

По данным ЭКГ (рис. 1.): непрерывно рецидивирующая предсердная тахикардия с блокадой АВ проведения 2:1, с ЧСС 93 в мин.

По данным ЭхоКГ: КДД ЛЖ 5,7 см; КСД 4,4 см; ФИ 41%; СДУ 20%; диастолическая толщина МЖП 0,9 см; диастолическая толщина ЗСЛЖ 0,7 см; ПЖ 2,7 см; корень аорты 3,0 см; левое предсердие 3,0 см; расхождение створок аорты 2,3 см; ЛА 2,2 см. Систолическое давление в ЛА РГ тр. 18 мм рт. ст.; НВП диаметр 1,7 см, на вдохе спадается на более 50%. Апикальный доступ: ЛП 4,6*3,2 см, ПП 4,1*3,1 см, ПЖ 3,1 см. Заключение: створки клапанов тонкие, подвижные. Внутрисердечных шунтирующих потоков не выявлено. Выраженная асинергия МЖП. Миокард в области верхушки апикальных сегментов МЖП и боковой стенки ячеистой структуры, образует неравномерные утолщения (лакуны) – признаки некомпактного миокарда. Небольшое расширение полости левого желудочка. В полости ПП – сеть Хиари. Незначительные митральная, трикуспидальная и легочная регургитации. Признаков ЛГ нет. Систолическая функция ЛЖ умеренно снижена. Свободной жидкости в перикарде и плевральных полостях не выявлено.

По данным суточного мониторинга ЭКГ (рис. 2.) зарегистрировано и проанализировано 115733 QRS комплексов с частотой от 42 до 147 в минуту, средняя ЧСС 83 в мин. Выявлены непрерывно рецидивирующая пароксизмальная предсердная тахикардия, частая политопная наджелудочковая и желудочковая экстрасистолия, преходящая синоаурикулярная блокада 2 степени 1 типа (Мобитц 1).

По данным велоэргометрии при поступлении.

Проба с физической нагрузкой 50-100 вт. 5 мин. 57 сек. METS 5,2. Реакция АД адекватная. Толерантность к физической нагрузке низкая (исходно – АД 110/70 мм рт. ст., пульс 103 в минуту; на высоте пробы АД 140/70 мм рт. ст., ЧСС 137 в минуту). Расчетная субмакс-

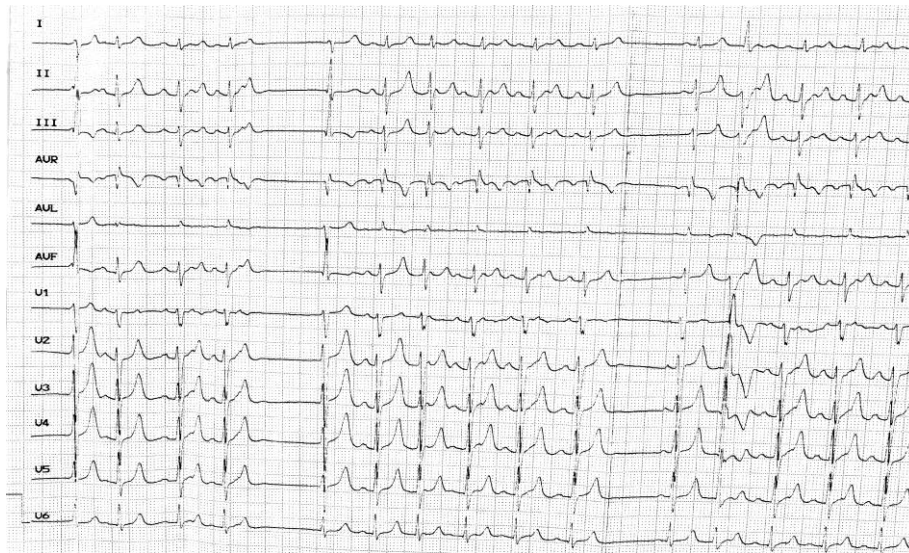


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. ЭКГ пациента при поступлении.

Fig. 1. ECG. Patient at admission.

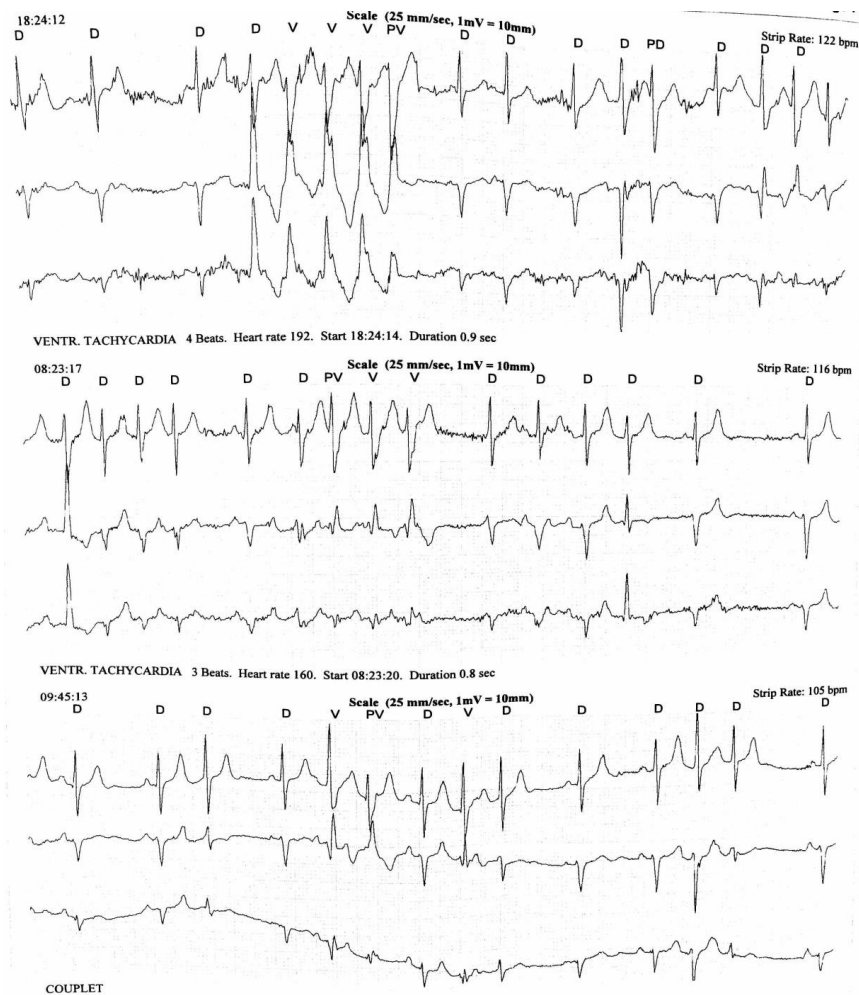


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Фрагмент суточного мониторинга ЭКГ.

Fig. 2. ECG. Fragment of daily monitoring.

симальная ЧСС 161 в минуту не достигнута. Жалобы на головокружение, перебои в работе сердца, колющие боли в области сердца – нагрузка прекращена. На исходной ЭКГ во время нагрузки регистрируются частые суправентрикулярные (парные, групповые) экстрасистолы. В восстановительном периоде – суправентрикулярные и левожелудочковые экстрасистолы, в том числе парные.

Учитывая выявленные признаки некомпактного миокарда левого желудочка при трансторакальной ЭхоКГ (ячеистая структура миокарда с неравномерными утолщениями (лакуны), повышенная трабекулярность), выполнена МРТ сердца (рис. 3 а - в) и выявлено умеренное расширение полости левого желудочка (КДР ЛЖ – 64-65 мм), повышенная трабекулярность миокарда ЛЖ в области верхушки, верхушечного и среднего сегментов передне-боковой стенки. Толщина некомпактного слоя составила 13-14 мм, компактного – 4-5 мм. Миокард ПЖ без особенностей. Участков локального выбухания, зон дискинеза свободной стенки правого желудочка не выявлено. Отмечается асинхронное движение МЖП в средней и верхушечной части. Фракция выброса ЛЖ 40%. После в/в введения контрастного препарата, в отсроченную фазу участков накопления контрастного препарата не выявлено. Аномальных потоков в полостях сердца не выявлено. Грудная аорта не расширена, имеет ровные контуры, сигнал от кровотока в ее просвете однородный. Легочная артерия и ее ветви не расширены.

Заключение: данных за аритмогенную дисплазию правого желудочка, поствоспалительные изменения миокарда не получено. Синдром некомпактного миокарда. Умеренная дилатация полости ЛЖ с умеренным снижением его сократительной способности. Можно думать о начальных проявлениях дилатационной кардиомиопатии.

Учитывая наличие у пациента аритмического синдрома в виде непрерывно рецидивирующей предсердной тахикардии, исключался миокардитический генез аритмии. Отсутствовала связь заболевания с перенесенной инфекцией, в анализах крови острофазовые показатели были в норме, что вкупе с результатами ЭхоКГ и МРТ сердца дало основание исключить острое воспалительное заболевание миокарда.

Для дальнейшего обследования и лечения 4.08.2015 года переведен в ФКУ «ЦВКГ имени П.В. Мандрыка» МО РФ, где была выполнена операция эндокардиального электрофизиологического исследования и радиочастотной абляции субстрата предсердной тахикардии и предсердной экстрасистолии в области устья правой верхней легочной вены. При контрольном эндокардиальном электрофизиологическом исследовании нарушений ритма и проводимости

не индуцировано. Послеоперационный период протекал без особенностей. При контрольной ЭКГ (рис. 4) и суточном мониторинге ЭКГ зарегистрировано 68 суправентрикулярных экстрасистол за сутки. В удовлетворительном состоянии 14.08.2015 года пациент переведен в кардиологическое отделение филиала №3 ФГБУ «3ЦВКГ имени А.А. Вишневецкого» МО РФ.

При выписке выполнена контрольная велоэргометрия: проба с физической нагрузкой 50-100-150 Вт. 8 мин. 58 сек. METS 7,3. Реакция АД адекватная. Толерантность к физической нагрузке высокая.

По результатам комплекса выполненных исследований установлен следующий диагноз: «Врожденная кардиомиопатия: некомпактный миокард левого желудочка. Непрерывно рецидивирующая форма предсердной тахикардии. Частая предсердная экстрасистолия из области устья правой верхней легочной вены. Преходящая синоатриальная блокада второй степени первого типа. Операция от 11.08.2015 года: эндокардиальное электрофизиологическое исследование и радиочастотная абляция субстрата предсердной экстрасистолии, предсердной тахикардии из устья правой верхней легочной вены. Сердечная недостаточность первого функционального класса».

В настоящее время состояние больного удовлетворительное. Жалобы он не предъявляет, ведет активную жизнь. Фармакологические лекарственные препараты не принимает.

Обсуждение.

В практической медицине термин «некомпактный миокард» используется в течение трех десятилетий. За этот короткий промежуток времени накоплено достаточное количество сведений. Из-за отсутствия специфических клинических признаков диагностика базируется на результатах инструментальных исследований – ЭхоКГ и МРТ сердца. Представленные различными авторами диагностические критерии остаются дискуссионными, поскольку основным отличительным признаком НКМ – наличие множества трабекул с образованием между ними глубоких межтрабекулярных пространств, выстланных изнутри эндокардом и сообщающихся с полостью левого желудочка, – еще остаются малоизвестным проявлением заболевания [10]. При недостаточной степени визуализации камер сердца используется ЧПЭхоКГ. Компьютерная томография и, особенно, МРТ сердца позволяют провести более надежную дифференциальную диагностику между различными заболеваниями миокарда и выставить правильный клинический диагноз. У представленного пациента при трансторакальной ЭхоКГ был заподозрен НКМ левого желудочка (ячеистая структура миокарда с неравномерными утолщениями (лакуны), повышенная трабеку-

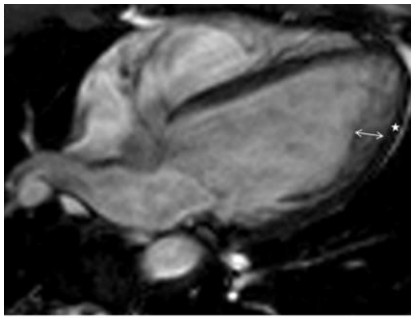


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

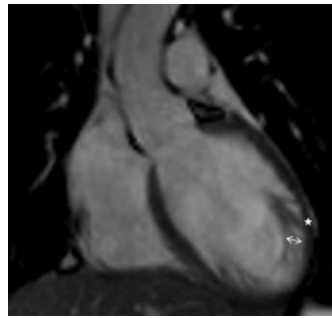


Рис. 3 б (Fig. 3 в)

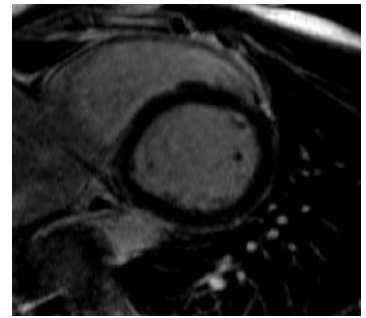


Рис. 3 в (Fig. 3 с)

Рис. 3. МРТ сердца.

а-4-х камерная проекция, длинная ось левого желудочка (стрелками указана толщина некомпактного слоя верхушечного сегмента переднебоковой стенки ЛЖ, звездочкой – толщина компактного слоя).

б-выносящий тракт левого желудочка (обозначения те же).

с-отсроченная фаза (10-15 минут) после внутривенного контрастирования. Интрамиокардиального фиброза не выявлено.

Fig. 3. MRI of the heart.

a-4-chamber projection, the long axis of the left ventricle (arrows indicate the thickness of the noncompact layer of the LV anterolateral wall, an asterisk indicates the thickness of the compact layer).

b-left ventricular outflow tract (the same designations).

c-the delayed phase (10-15 minutes) after intravenous enhancement. Intramyocardial fibrosis was not detected.

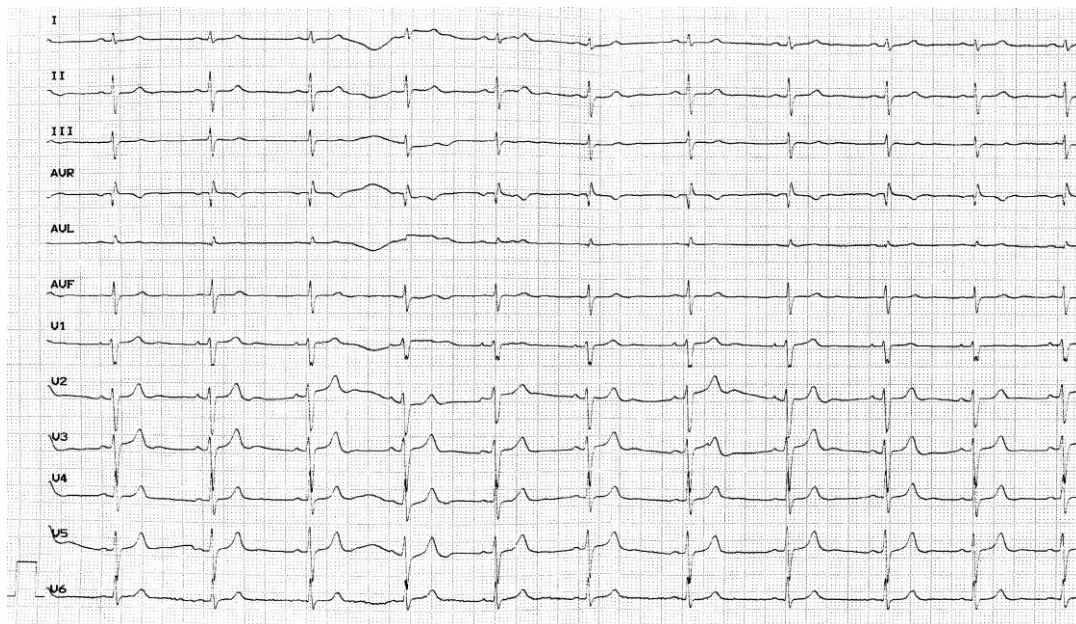


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. ЭКГ при выписке.

Fig. 4. ECG. Patient at discharge.

лярность), что послужило поводом для выполнения МРТ сердца. В результате чего выявлены признаки НКМ, разработанные В.Н. Макаренко с соавт. в 2011 г. [21]:

1. Повышенная трабекулярность миокарда ЛЖ в области верхушки, верхушечного и среднего сегментов переднебоковой стенки.

2. Наличие двух слоев миокарда – компактного и некомпактного.

3. Истончение компактного слоя миокарда. Толщина некомпактного слоя составила 4-5 мм.

4. Соотношение толщины некомпактного слоя (13-14 мм) и компактного более 2.

Таким образом, для постановки диагноза «некомпактный миокард» целесообразно использовать не менее 2 инструментальных методов исследования (эхокардиография, мультиспиральная компьютерная томография, магнитно-резонансная томография), которые дополняют друг друга.

У представленного больного ведущим клиническим синдромом явилась непрерывно рецидивирующая предсердная тахикардия, сопровождавшаяся сердечной недостаточностью. Успешно выполненная РЧА с элиминацией предсердного эктопического очага позволила своевременно (до развития аритмической кардиомиопатии) остановить патогенетический каскад возможного развития фатальных аритмий, развернутой клиники сердечной недостаточности и тромбоэмболических осложнений.

В литературе имеются публикации о случаях регрессии НКМ. По всей видимости, у части больных это заболевание может быть вторичной и приобретенной патологией. Описаны клинические примеры исчезновения признаков НКМ через несколько лет после имплантации CRT, при успешно леченном миокардите [22, 23]. Видимо, в представленном клиническом случае мы имеем дело со вторичной природой

НКМ, в пользу чего свидетельствовало исчезновение признаков НКМ, регресса СН после успешной катетерной аблации по поводу аритмического синдрома. При контрольной велоэргометрии перед выпиской пациента из госпиталя выявлено значительное повышение толерантности к физическим нагрузкам с METS 5,2 до METS 7,3.

Представленный нами клинический случай НКМЛЖ, выявленный у военнослужащего по призыву, свидетельствует об актуальности этой патологии не только для гражданского здравоохранения, но и для военной медицины, поскольку при данном заболевании существует высокий риск внезапной сердечной смерти, сердечной недостаточности, фатальных или инвалидизирующих тромбоэмболических осложнений. Отсутствие специфических проявлений у данной категории больных демонстрирует сложность диагностики НКМ, и только полноценное обследование (ЭхоКГ и МРТ с контрастированием сердца) позволили провести дифференциальную диагностику, на основании специфических диагностических критериев поставить диагноз «некомпактный миокард».

Неблагоприятный прогноз и высокая летальность в молодом возрасте от этого заболевания подчеркивают необходимость своевременной постановки диагноза, что позволяет назначать оптимальную терапию для профилактики осложнений, проводить интервенционное лечение нарушений сердечного ритма при наличии показаний, осуществлять диспансерное динамическое наблюдение за пациентами, в том числе и для определения показаний для трансплантации сердца.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Bhatia N. L., Tajik A. J., Wilansky S. et al. Isolated noncompaction of the left ventricular myocardium in adults: a systematic overview. *Journal of cardiac failure*. 2011; 17 (9): 771-778.
2. Jenni R., Goebel N., Tartini E. et al. Persisting myocardial sinusoids of both ventricles as an isolated anomaly. *Echocardiographic, angiographic and pathologic findings*. *Cardiovasc. Intervent. Radio*. 1986; 9 (3): 127-131.
3. Chin N., Perloff J., Williams R. et al. Isolated noncompaction of left ventricular myocardium. *Circulation*. 1990; 82 (2): 507-513. DOI: 10.1161/01.CIR.82.2.507.
4. McKenna W.J., Richardson P., Bristow M. Report of the 1995 WHO/ISFC task force on the definition and classification of cardiomyopathies. *Circulation*. 1996; 93: 841-2.
5. Elliott P., Andersson B., Arbustini E. et al. Classification of the cardiomyopathies: from the European Society of Cardiology working group on myocardial and pericardial diseases. *Eur. Heart J*. 2008; 29: 270-6.
6. Corrado G., Santarone M., Miglierina E., Beretta et al. Isolated noncompaction of the ventricular myocardium. A study in an adult male and literature review. *Ital. Heart. J*. 2000; 1 (5): 372-375.
7. Takashima A., Shimizu M., Tatsumi K. et al. Isolated left ventricular noncompaction in the elderly: a case report. *J. Cardiol*. 2004; 44 (1): 21-25.
8. Lilje C., Razek V., James J. et al. Complications of noncompaction of the left ventricular myocardium in a paediatric population: a prospective study. *Eur. Heart J*. 2006; 27 (15): 1855-60.
9. Oechslin E.N., Attenhofer Jost C.H., Rojas J.R. et al. Long-term follow-up of 34 adults with isolated left ventricular noncompaction: a distinct cardiomyopathy with poor prognosis. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2000; 36: 493-500.

10. Jenni R., Oechslin E. N., van der Loo B. Isolated ventricular noncompaction of the myocardium in adults. *Heart*. 2007; 93: 11–15.11.

11. Sedmera D., McQuinn T. Embryogenesis of the heart muscle. *Heart Fail Clin*. 2008; 4: 235-2345.

12. Stollberger C., Finsterer J. Left ventricular hypertrabeculation/noncompaction. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2004; 17: 91–100.

13. Sato Y., Matsumoto N., Matsuo S. et al. Isolated noncompaction of the ventricular myocardium in a 94-year-old patient: depiction at echocardiography and magnetic resonance imaging. *Int J Cardiol*. 2007; 119: e32-e34.

14. Голухова Е.З., Шوماхов Р.А. Некомпактный миокард левого желудочка. *Креативная кардиология*. 2013; 1: 35-45.

15. Благова, О. В., Недоступ, А. В., Седов В.П. и др. Некомпактный миокард как первичный феномен или следствие дисфункции миокарда: клинические маски синдрома. *Кардиология*. 2012; 52 (11): 17-26.

16. Мершина Е.А., Мясников Р.П., Куликова О.В. и др. Некомпактная кардиомиопатия левого желудочка: особенности клинического течения и возможности диагностики. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2015; 11 (6): 638-642.

17. Tsui K.L., Chan K.K., Leung T.C. et al. Isolated ventricular

noncompaction presenting with ventricular tachycardia. *Hong Kong Med. J*. 2003; 9: 137–40.

18. Комиссарова С., Севрук Т., Устинов И., Ковш Е. Некомпактный миокард левого желудочка: клинические проявления синдрома. *Врач*. 2015; 3: 75-77.

19. Oechslin E., Jenni R., Left ventricular noncompaction revisited: a distinct phenotype with genetic heterogeneity? *Eur Heart J*. 2011; 32: 1446-56.

20. Stanton C, Bruce C, Connolly H et al. Isolated left ventricular noncompaction syndrome. *Am. J. Cardiol*. 2009; 104: 1135–1138.

21. Макаренко В.Н., Александрова С.А., Дарий О.Ю. и др. Оценка структурно-функционального состояния миокарда с помощью магнитно-резонансной томографии у пациентов с синдромом «некомпактный миокард». *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2011; 2: 256.

22. Captur G., Nihoyannopoulos P. Left ventricular noncompaction: genetic heterogeneity, diagnosis and clinical course. *Int. J. Cardiol*. 2010; 140 (2): 145–153.

23. Bertini M., Ziacchi M., Biffi M. et al. Effects of cardiac resynchronisation therapy on dilated cardiomyopathy with isolated ventricular noncompaction. *Heart*. 2011; 97: 295-300.

References:

1. Bhatia N. L., Tajik A. J., Wilansky S. et al. Isolated noncompaction of the left ventricular myocardium in adults: a systematic overview. *Journal of cardiac failure*. 2011; 17 (9): 771-778.

2. Jenni R., Goebel N., Tartini E. et al. Persisting myocardial sinusoids of both ventricles as an isolated anomaly. *Echocardiographic, angiographic and pathologic findings. Cardiovasc. Intervent. Radio*. 1986; 9 (3): 127–131.

3. Chin N., Perloff J., Williams R. et al. Isolated noncompaction of left ventricular myocardium. *Circulation*. 1990; 82 (2): 507–513. DOI: 10.1161/01.CIR.82.2.507.

4. McKenna W.J., Richardson P., Bristow M. Report of the 1995 WHO/ISFC task force on the definition and classification of cardiomyopathies. *Circulation*. 1996; 93: 841–2.

5. Elliott P., Andersson B., Arbustini E. et al. Classification of the cardiomyopathies: from the European Society of Cardiology working group on myocardial and pericardial diseases. *Eur. Heart J*. 2008; 29: 270–6.

6. Corrado G., Santarone M., Miglierina E., Beretta et. al. Isolated noncompaction of the ventricular myocardium. A study in an adult male and literature review. *Ital. Heart. J*. 2000; 1 (5): 372–375.

7. Takashima A., Shimizu M., Tatsumi K. et al. Isolated left ventricular noncompaction in the elderly: a case report. *J. Cardiol*. 2004; 44 (1): 21–25.

8. Lilje C., Razek V., James J. et al. Complications of noncompaction of the left ventricular myocardium in a paediatric population: a prospective study. *Eur. Heart J*. 2006; 27 (15): 1855–60.

9. Oechslin E.N., Attenhofer Jost C.H., Rojas J.R. et al. Long-term follow-up of 34 adults with isolated left ventricular noncompaction: a distinct cardiomyopathy with poor prognosis. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2000; 36: 493–500.

10. Jenni R., Oechslin E. N., van der Loo B. Isolated ventricular noncompaction of the myocardium in adults. *Heart*. 2007; 93:

11–15.11.

11. Sedmera D., McQuinn T. Embryogenesis of the heart muscle. *Heart Fail Clin*. 2008; 4: 235-2345.

12. Stollberger C., Finsterer J. Left ventricular hypertrabeculation/noncompaction. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2004; 17: 91–100.

13. Sato Y., Matsumoto N., Matsuo S. et al. Isolated noncompaction of the ventricular myocardium in a 94-year-old patient: depiction at echocardiography and magnetic resonance imaging. *Int J Cardiol*. 2007; 119: e32-e34.

14. Golukhova E.Z., Shomakhov R.A. Noncompact myocardium of the left ventricle. *Creative cardiology*. 2013; 1: 35-45 (in Russian).

15. Blagova O.V., Nedostup A.V., Sedov V.P. et al. Non-compact myocardium as a primary phenomenon or a consequence of myocardial dysfunction: clinical masks of the syndrome. *Cardiology*. 2012; 52 (11): 17-26 (in Russian).

16. Mershina E.A., Myasnikov R.P., Kulikova O.V. et al. Noncompact cardiomyopathy of the left ventricle: features of the clinical course and diagnostic possibilities. *Rational pharmacotherapy in cardiology*. 2015; 11 (6): 638-642 (in Russian).

17. Tsui K.L., Chan K.K., Leung T.C. et al. Isolated ventricular noncompaction presenting with ventricular tachycardia. *Hong Kong Med. J*. 2003; 9: 137–40.

18. Komissarova S., Sevruk T., Ustinov I., Kovsh E. Non-compact left ventricular myocardium: clinical manifestations of the syndrome. *Doctor*. 2015; 3: 75-77 (in Russian).

19. Oechslin E., Jenni R., Left ventricular noncompaction revisited: a distinct phenotype with genetic heterogeneity? *Eur Heart J*. 2011; 32: 1446-56.

20. Stanton C, Bruce C, Connolly H et al. Isolated left ventricular noncompaction syndrome. *Am. J. Cardiol*. 2009; 104: 1135–1138.

21. Makarenko V.N., Alexandrova S.A., Dariy O.Yu. et al. As-

assessment of the structural-functional state of the myocardium using magnetic resonance imaging in patients with the syndrome of "non-compact myocardium." *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2011; 2: 256 (in Russian).

22. Captur G., Nihoyannopoulos P. Left ventricular noncompac-

tion: genetic heterogeneity, diagnosis and clinical course. *Int. J. Cardiol*. 2010; 140 (2): 145– 153.

23. Bertini M., Ziacchi M., Biffi M. et al. Effects of cardiac resynchronisation therapy on dilated cardiomyopathy with isolated ventricular noncompaction. *Heart*. 2011; 97: 295-300.

МР-ТОМОГРАФИЯ СЕРДЦА У ПАЦИЕНТА С ИЗОЛИРОВАННЫМ ИНФАРКТОМ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА

Стукалова О.В.¹, Меладзе Н.В.¹, Буторова Е.А.¹, Певзнер Д.В.¹, Терновой С.К.^{1,2}

Цель исследования. Целью настоящей работы является демонстрация эффективности магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца с контрастированием в диагностике редкой патологии сердца – изолированного инфаркта миокарда правого желудочка.

Материалы и методы. Демонстрация клинического случая диагностики изолированного инфаркта миокарда правого желудочка. Выполнены исследования: МСКТ-пульмонография, МРТ сердца с контрастированием, МСКТ-коронарография.

Результаты. С помощью МРТ сердца с контрастированием был выявлен изолированный инфаркт миокарда правого желудочка.

Заключение. МРТ сердца с внутривенным введением контрастного препарата является методом выбора в диагностике при подозрении на инфаркт миокарда правого желудочка.

Ключевые слова: сердце, инфаркт миокарда, правый желудочек, МРТ.

Контактный автор: Меладзе Н.В., e-mail: meladze_nina@mail.ru,

Для цитирования: Стукалова О.В., Меладзе Н.В., Буторова Е.А., Певзнер Д.В., Терновой С.К. МР-томография сердца у пациента с изолированным инфарктом правого желудочка. REJR 2018; 8(3):268-272. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-268-272.

Статья получена: 05.06.18

Статья принята: 06.07.18

CARDIAC MRI IN PATIENT WITH ISOLATED MYOCARDIAL INFARCTION OF THE RIGHT VENTRICLE

Stukalova O.V.¹, Meladze N.V.¹, Butorova E.A.¹, Pevzner D.V.¹, Ternovoy S.K.^{1,2}

Purpose. The aim of our work is demonstrating the efficacy of magnetic resonance imaging (MRI) of heart with gadolinium contrasting for diagnosis of rare cardiac pathology — isolated myocardial infarction of the right ventricle.

Materials and methods. The study of patient A. 46 years old, transferred to the intensive care unit of the Institute of Clinical Cardiology from the city hospital where he has hospitalized with a diagnosis — acute pneumonia. The following studies were carried such MSCT-pulmonography, MRI of the heart contrast enhancement, MSCT coronary angiography.

Results. Using MRI of the heart with contrast enhancement, an isolated myocardial infarction of the right ventricle has detected.

The conclusion. MRI of the heart with contrast enhancement is the method of choice in diagnosis for suspected myocardial infarction of the right ventricle

Keywords: heart, myocardial infarction, right ventricle, MRI.

Corresponding author: Meladze Nino, E-mail: meladze_nina@mail.ru.

For citation: Stukalova O.V., Meladze N.V., Butorova E.A. Pevzner D.V, Ternovoy S.K. Cardiac mri in patient with isolated myocardial infarction of the right ventricle. REJR 2018; 8 (3):268-272. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-268-272.

Received: 05.06.18

Accepted: 06.07.18

1 - Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии» Минздрава России.
2 - ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).
г. Москва, Россия.

1 - Myasnikov A.L. Institute of Clinical Cardiology, Russian Cardiology Centre.
2 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
Moscow, Russia

Частота встречаемости изолированного инфаркта миокарда правого желудочка (ИМПЖ) не превышает 5%. В большинстве случаев он сопутствует инфаркту нижней стенки левого желудочка (ЛЖ), поскольку нижняя стенка, как и правый желудочек (ПЖ), кровоснабжается из правой коронарной артерии (ПКА) [1, 2]. По данным патологоанатомического исследования, частота обнаружения изолированного ИМПЖ составляет не более 2-5%, распространение инфаркта ЛЖ на ПЖ наблюдается у 10-43% всех больных инфарктом [2]. Примерно в половине случаев инфаркт миокарда правого желудочка не определяется при жизни пациента. Это связано с тем, что начальные клинические проявления у больных инфарктом миокарда правого желудочка не имеют чётких специфических отличий от клинических проявлений инфаркта миокарда другой локализации.

Клинический пример.

Мужчина М., 46 лет, был переведен в блок интенсивной терапии Института клинической кардиологии из городской больницы, куда поступил накануне с диагнозом «острая пневмония».

Из анамнеза известно, что за две недели до госпитализации появились давящие боли в области эпигастрия, одышка при небольшой нагрузке и брадикардия. Пациент обследовался амбулаторно, был выявлен правосторонний гидроторакс и асцит. С диагнозом острая пневмония пациент был госпитализирован в городскую больницу, где в ходе обследования было выявлено повышение концентрации тропонина Т до 1,32 нг/мл (норма 0-0,08 нг/мл). Жалобы на дискомфорт в эпигастрии сохранялись. С диагнозом «инфаркт миокарда, ранняя постинфарктная стенокардия» пациент был переведен в Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова.

При поступлении мужчина предъявлял жалобы на слабость, одышку при нагрузке, некоторое увеличение живота в объеме. У пациента определялась брадикардия (ЧСС 37 в минуту), отмечалось набухание яремных вен. На электрокардиографии (ЭКГ) был зарегистрирован атриовентрикулярный ритм с ЧСС 40 в минуту. Сегмент ST-T, в том числе в правых грудных отведениях, на изолинии. В анализах крови выявлен повышенный уровень тропонина I 0,44 нг/мл (норма 0-0,3 нг/мл) и D-димера – 2310 нг/мл (референсные значения 583-654 нг/мл). При рентгенографии грудной клетки определялся гидроторакс, признаки венозного застоя по малому кругу кровообращения не определялись.

При выполнении ЭхоКГ выявлен гипокинез нижне-базального сегмента правого желу-

дочка и расширение его полости до 3,4 см (норма до 2,6 см). Объем правого предсердия также был увеличен до 82 мл при норме 22±6 мл. Левые отделы сердца оставались не расширенными, фракция выброса левого желудочка была снижена (60%). В полости перикарда определялось небольшое количество жидкости. Давление в легочной артерии было умеренно повышено.

По результатам обследования у больного выявлена недостаточность кровообращения по большому кругу, однако причина данного состояния была не ясна – проведена дифференциальная диагностика между тромбоэмболией легочной артерии (ТЭЛА) и инфарктом миокарда правого желудочка (ИМПЖ).

Для исключения ТЭЛА, как причины правожелудочковой недостаточности, была проведена мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) грудной клетки с контрастным усилением. При проведении МСКТ-ангиопульмонографии дефектов наполнения легочной артерии и её ветвей (до уровня субсегментарных) не выявлено. Легочный рисунок был не изменен. Просветы трахеи и крупных бронхов были свободны, корни легких структурны и не расширены. В обеих плевральных полостях определялась жидкость, справа толщина слоя была до 1,5 см, слева – до 0,7 см. Правые отделы сердца были умеренно расширены. В полости перикарда определялась толщина слоя 0,7 см.

Для оценки зоны локального нарушения сократимости правого желудочка и исключения очагового поражения миокарда правых отделов назначена магнитно-резонансная томография (МРТ) сердца с гадолинием.

Исследование проводили на сверхпроводящем МР-томографе Magnetom Avanto с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл, с использованием катушки Body Matrix и ретроспективной кардиосинхронизацией. Использовались последовательности «спин-эхо» (SE) и «градиентное-эхо» (GE). Кино-МРТ применялось для оценки функции сердца, T1-взвешенные и T2-взвешенные изображения для выявления отека и гиперемии миокарда, импульсные последовательности inversion-recovery с отсроченным контрастированием (для выявления патологического контрастирования миокарда). Для контрастирования использовался гадолиний-содержащий препарат в дозе 0,15 ммоль/кг, который вводили внутривенно, с последующей оценкой изображений, полученных через 10 минут после введения препарата.

В ходе исследования были получены срезы толщиной 4-6 мм по трем стандартным осям: четырехкамерная, длинная двухкамерная ось через левый желудочек и короткая ось. Для



Рис. 1 а (Fig. 1 а)

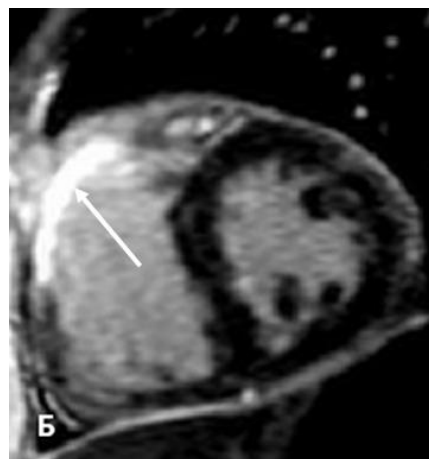


Рис. 1 б (Fig. 1 б)

Рис. 1. МРТ сердца.

Последовательность с отсроченным контрастированием. а – Четырехкамерная длинная ось ПЖ, б – короткая ось ПЖ. Пациент М., 46 лет, изолированный инфаркт миокарда правого желудочка. Стрелкой указано накопление контраста в зоне инфаркта.

Fig. 1. Heart MRI.

Late enhancement. а) long axis RV, б) short axis RV. Patient M., 46 y.o., with isolated myocardial infarction of the right ventricle. The arrow indicates the accumulation of contrast in the infarction zone.

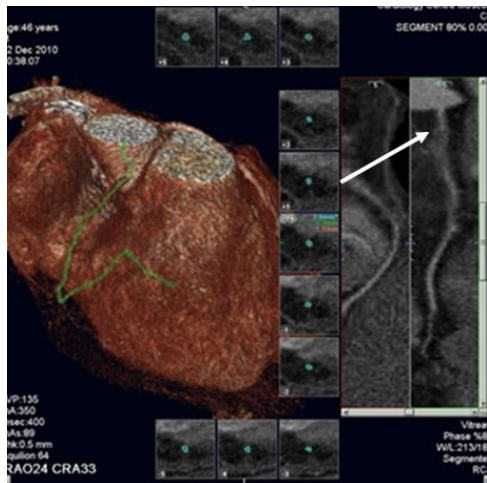


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. КТ сердца и коронарных артерий.

Правая коронарная артерия. Трехмерная и многоплоскостные реконструкции. Пациент М., 46 лет, изолированный инфаркт миокарда правого желудочка. Стрелкой указана окклюзия проксимального сегмента ПКА.

Fig. 2. Coronary CT angiography.

Right coronal artery. 3D and MPR reconstructions. Patient M, 46 y.o., with isolated myocardial infarction of the right ventricle. The arrow indicates occlusion of the proximal segment of the RCA.

более детальной оценки были выполнены наклонные срезы. На полученных изображениях камеры сердца в размерах были не увеличены. При выполнении кино-МРТ определялся акинез передней стенки правого желудочка в области базального и среднего сегментов. Нарушений глобальной и локальной сократимости миокарда левого желудочка не было выявлено. После введения контрастного препарата отмечалось его трансмуральное накопление в передне-базальном и передне-среднем сегментах миокарда правого желудочка (рис. 1). Участков очагового поражения миокарда левого желудочка выявлено не было. Легочная артерия и ее ветви не расширены.

Полученная МР-картина соответствовала

изолированному поражению миокарда правого желудочка передней локализации.

Для верификации поражения правой коронарной артерии была проведена МСКТ коронарных сосудов с кардиосинхронизацией. Была выявлена окклюзия правой коронарной артерии (ПКА) в проксимальном сегменте, фрагментарное заполнение артерии в среднем сегменте (рис. 2). Дистальный отдел ПКА контрастировался, заднебоковая ветвь (ЗБВ) и задне-межжелудочковая ветвь (ЗМЖВ) оставались не изменены. Ствол левой коронарной артерии, передняя нисходящая артерия и огибающая артерия заполнялись контрастом на всём протяжении без стенотических изменений. Правый тип кровоснабжения миокарда левого желудочка

ка.

Вероятно, особенности поражения правой коронарной артерии (ПКА) – окклюзия проксимального сегмента, отдающего ветви главным образом к правому желудочку, и интактные заднебоковая ветвь (ЗБВ) и задне-межжелудочковая ветвь (ЗМЖВ), кровоснабжающие задне-базальный сегмент левого желудочка, привели к развитию изолированного повреждения правого желудочка.

На основании данных МРТ и МСКТ коронарных артерий пациенту был поставлен диагноз – изолированный острый инфаркт миокарда правого желудочка.

Обсуждение.

Клинически инфаркт миокарда правого желудочка (ИМПЖ) проявляется симптомами острой правожелудочковой сердечной недостаточности: набуханием шейных вен, гепатомегалией. У некоторых больных наблюдается быстрое развитие правожелудочковой недостаточности без признаков острой левожелудочковой недостаточности и застоя крови в малом круге кровообращения [2, 3].

Типичным ЭКГ-симптомом ИМПЖ признан подъём сегмента ST выше изолинии в правых грудных отведениях, однако данный симптом у половины пациентов пропадает через 10 часов от начала заболевания, а у остальных приходит в норму в течение 24-48 часов.

Визуализация свободной стенки правого желудочка с помощью ЭхоКГ может быть затруднена в связи с плохим ультразвуковым «окном», особенностями формы правого желудочка [4]. Таким образом, стандартные методы обследования не всегда позволяют диагностировать ИМПЖ.

ИМПЖ чаще всего приходится дифференцировать с ТЭЛА. При ТЭЛА больные чаще всего жалуются на боль в грудной клетке и тахикардию, у них преобладают признаки легочной гипертензии, в то время как у пациентов с ИМПЖ на первый план выходит правожелудочковая недостаточность.

КТ-ангиопульмонография позволяет с высокой степенью достоверности исключить или

подтвердить диагноз ТЭЛА. Специфичных для ИМПЖ изменений на компьютерных томограммах выявить, как правило, не удается.

МРТ сердца с внутривенным введением контрастного препарата является одним из наиболее чувствительных методов диагностики очагового поражения миокарда. Методика позволяет визуализировать правый желудочек с высоким пространственным разрешением. При МРТ сердца возможна точная количественная оценка как локальной, так и глобальной сократительной способности обоих желудочков. МРТ с отсроченным контрастированием позволяет выявлять участки некроза и фиброза в миокарде, а также оценивать жизнеспособность миокарда. Субэндокардиальное или трансмуральное накопление контрастного препарата в миокарде в соответствии с бассейнами кровоснабжения сердца коронарными артериями характерно для ишемического повреждения миокарда. Оценка глубины накопления контрастного препарата в пораженном участке миокарда (от 0 до 100%) дает возможность судить о его жизнеспособности [5 - 8].

Таким образом, МРТ является методом выбора для визуализации правых отделов сердца, выявления инфаркта миокарда правого желудочка, определения его точной локализации и оценки жизнеспособности миокарда.

Заключение.

Изолированный инфаркт миокарда правого желудочка – чрезвычайно редкая патология, диагностика которой методом ЭКГ и ЭхоКГ представляет реальные сложности. МРТ сердца с отсроченным контрастированием является современным высокоинформативным и точным методом диагностики поражения правого желудочка и должна стать методом выбора у пациентов с подозрением на данную патологию.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Ghingina C., Caloianu G.A., Serban M., Dragomir D. Right ventricular myocardial infarction and pulmonary embolism differential diagnosis — a challenge for the clinician. *Journal of Medicine and Life*. 2010; 3 (3): 242-253.
2. Vargas-Barrón J., Romero-Cárdenas Á., Roldán F.J., Vázquez-Antona C.A. Acute right atrial and ventricular infarction. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*. 2007; 60 (1): 51-66.
3. Мазур Н.А. Практическая кардиология. Москва, Медпрактика-М, 2009. 616 с.
4. Рыбаков М.К., Алехин М.Н., Митьков В.В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография. Москва, Видар, 2008. 512 с.
5. Jensen C.J., Jochims M., Hunold P., Sabin G.V., Schlosser T., Bruder O. Right ventricular involvement in acute left ventricular myocardial infarction: Prognostic implications of MRI findings. *American Journal of Roentgenology*. 2010; 194 (3): 592-598. DOI: 10.2214/AJR.09.2829.
6. Ibrahim T., Schwaiger M., Schomig A. Images in cardiovascular medicine: assessment of isolated right ventricular myocardial infarction by magnetic resonance imaging. *Circulation*. 2006; 113 (6): e78-e79. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.536615.
7. Стукалова О.В. Магнитно-резонансная томография сердца с отсроченным контрастированием — новый метод диагностики заболеваний сердца. *Российский электронный журнал рентгенологии*.

журнал лучевой диагностики. 2013; 3: 7-18.

8. Kumar A., Abdel-Aty H., Kriedemann I., Schulz-Menger J., Gross C.M., Dietz R., Friedrich M.G. Contrast-enhanced cardio-

vascular magnetic resonance imaging of right ventricular infarction. *Journal of the American College of Cardiology*. 2006; 48 (10):1969–1976. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.05.078

References:

1. Ginghina C., Caloianu G.-A., Serban M., Dragomir D. Right ventricular myocardial infarction and pulmonary embolism differential diagnosis — a challenge for the clinician. *Journal of Medicine and Life*. 2010; 3 (3): 242-253.

2. Vargas-Barrón J., Romero-Cárdenas Á., Roldán F.J., Vázquez-Antona C.A. Acute right atrial and ventricular infarction. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*. 2007; 60 (1): 51-66

3. Mazur N.A. *Practical cardiology*. Moscow, Medpraktika-M, 2009. 616 p. (in Russian)

4. Rybakov M.K., Alekhin M.N., Mitkov V.V. *Practical guidance on ultrasound diagnostics. Echocardiography*. Moscow, Vidar, 2008. 512 p. (in Russian).

5. Jensen C.J., Jochims M., Hunold P., Sabin G.V., Schlosser T., Bruder O. Right ventricular involvement in acute left ventricular myocardial infarction: Prognostic implications of MRI findings. *American Journal of Roentgenology*. 2010; 194 (3): 592-598.

DOI: 10.2214/AJR.09.2829.

6. Ibrahim T., Schwaiger M., Schomig A. Images in cardiovascular medicine: assessment of isolated right ventricular myocardial infarction by magnetic resonance imaging. *Circulation*. 2006; 113 (6): e78-e79. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.536615.

7. Stukalova O.V. Magnetic resonance imaging of the heart with delayed contrast is a new method for diagnosing heart diseases. *Russian Electronic Journal of Radiation Diagnostics*. 2013; 3: 7-18 (in Russian).

8. Kumar A., Abdel-Aty H., Kriedemann I., Schulz-Menger J., Gross C.M., Dietz R., Friedrich M.G. Contrast-enhanced cardiovascular magnetic resonance imaging of right ventricular infarction. *Journal of the American College of Cardiology*. 2006; 48 (10):1969–1976. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.05.078.

НАРУШЕНИЕ ПЕРФУЗИИ МИОКАРДА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ НЕИЗМЕНЕННЫХ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЯХ ПО ДАННЫМ ОБЪЕМНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ, СОВМЕЩЕННОЙ С ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБОЙ АДЕНОЗИНТРИФОСФАТОМ

Соболева Г.Н.¹, Гаман С.А.¹, Терновой С.К.^{1,2},
Шария М.А.^{1,2}, Карпова И.Е.¹, Карпов Ю.А.¹

Цель исследования. Продемонстрировать диагностические возможности объемной компьютерной томографии (КТ) сердца в сочетании с фармакологической пробой вазодилататором аденозинтрифосфатом (АТФ) в оценке миокардиальной перфузии и выявлении ишемии миокарда левого желудочка (ЛЖ) при неизменных коронарных артериях (КА).

Материалы и методы. У пациентки 63 лет с неизменными коронарными артериями, верифицированными методом коронароангиографии (КАГ), была проведена объемная КТ сердца в покое и в сочетании с фармакологической пробой АТФ. В работе использовался объемный компьютерный томограф «Aqulion ONE 640 Vision Edition» (Toshiba, Япония). Вводился неионный йодсодержащий рентгеноконтрастный препарат Ультравист-370 (Bayer, Германия) в количестве 60 мл на каждом этапе в покое и при введении АТФ. Также представлены данные клинико-лабораторных и инструментальных методов исследований.

Результаты. Представленное клиническое наблюдение демонстрирует возможности диагностики ишемии миокарда левого желудочка методом объемной КТ в сочетании с фармакологической пробой АТФ при неизменных КА.

Заключение. Приведенный клинический пример показал эффективное использование объемной КТ сердца в сочетании с фармакологической пробой АТФ в выявлении ишемии миокарда при неизменных КА.

Ключевые слова: объемная КТ сердца, фармакологическая проба АТФ, миокардиальная перфузия, ишемия миокарда, коронарные артерии.

Контактный автор: Соболева Г.Н., e-mail: soboleva_galina@inbox.ru

Для цитирования: Соболева Г.Н., Гаман С.А., Терновой С.К., Шария М.А., Карпова И.Е., Карпов Ю.А. Выявление ишемии миокарда левого желудочка при неизменных коронарных артериях методом объемной компьютерной томографии, совмещенной с фармакологической пробой аденозинтрифосфатом. REJR 2018; 8(3):273-278. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-273-278.

Статья получена: 20.09.18

Статья принята: 04.10.18

DISTURBANCE OF MYOCARDIAL PERFUSION IN NON-OBSTRUCTIVE CORONARY ARTERIES BY VOLUME COMPUTED TOMOGRAPHY COMBINED WITH ADENOSINE TRIPHOSPHATE PHARMACOLOGICAL TEST

Soboleva G.N.¹, Gaman S.A.¹, Temovoy S.K.^{1,2}, Shariya M.A.^{1,2}, Karpova I.E.¹,
Karpov Y.A.¹.

Purpose. Presentation of diagnostic possibilities of volume computed tomography (VCT) of a heart combined with pharmacological vasodilation agent adenosine triphosphate (ATP) test in estimation of myocardial perfusion and detection of left ventricle myocardial ischemia diagnosis with non-obstructive coronary arteries.

Materials and methods. VCT combined with ATP test was performed at female 53-year-old patient with non-obstructive coronary arteries verified by coronary angiography.

1 - ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России.

2 - ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М.

Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).

г. Москва, Россия.

1 - Federal State Budget Institute «National medical research center of cardiology» Russian Federation, Moscow

2 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) Moscow, Russia.

The VCT «Aqulion ONE 640 Vision Edition» (Toshiba, Japan) was used. The non-ionic iodine-containing contrast agent Ultravist-370 (Bayer, Germany) was infused in a quantity of 60 ml at rest and during ATP test. The clinical and instrumental data were also performed.

Conclusion. The presented clinical case shows the possibilities in myocardial ischemia of the left ventricle in non-obstructive coronary arteries diagnostics by a volume CT combined with ATP pharmacological test.

Keywords: volume computed tomography, ATP pharmacological test, myocardial perfusion, myocardial ischemia, non-obstructive coronary arteries.

Corresponding author: Soboleva G.N., e-mail: soboleva_galina@inbox.ru

For citation: Soboleva G.N., Gaman S.A., Ternovoy S.K., Shariya M.A., Karpova I.E., Karpov Y.A. Disturbance of myocardial perfusion in non-obstructive coronary arteries by volume computed tomography combined with adenosine triphosphate pharmacological test. REJR 2018; 8 (3):273-278. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-273-278.

Received: 20.09.18

Accepted: 04.10.18

В настоящее время метод мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) коронарных артерий (КА) доказал высокую чувствительность и специфичность в выявлении атеросклеротических изменений КА у больных ИБС [1, 2]. Также была оценена возможность детализации морфологической структуры атеросклеротических бляшек и выявления дефектов контрастирования миокарда у пациентов инфарктом миокарда левого желудочка (ЛЖ) в анамнезе с помощью МСКТ [3, 4]. Последнее поколение томографов класса объемной КТ с высокой временной и пространственной разрешающей способностью позволяет оценить перфузию миокарда ЛЖ при проведении фармакологического теста, провоцирующего вазодилатацию КА, и выявить дефекты перфузии, как проявление ишемии миокарда в зонах, соответствующих бассейнам кровоснабжения определенных КА [5, 6]. Безопасность применения АТФ с целью верификации ишемии миокарда нами продемонстрирована в более ранних исследованиях [7]. В настоящей статье мы приводим клинический пример выявления дефекта перфузии миокарда, как проявления ишемии миокарда ЛЖ, методом объемной КТ, совмещенной с фармакологическим тестом аденозинтрифосфатом (АТФ) у пациентки с неизмененными КА.

Клиническое наблюдение.

Пациентка К., 63 года, поступила в отдел ангиологии в ноябре 2016 г. с жалобами на давящие боли за грудиной, возникающие при физических (при подъеме на 3-й этаж) и психоэмоциональных нагрузках, иррадиирующие в нижнюю челюсть, купирующиеся через 2-3 минуты после приема нитроглицерина, а также на одышку при физической нагрузке, сердцебиение, общую слабость.

Из анамнеза известно: в 2010 г. впервые эпизод одышки возник при психоэмоциональных и физических нагрузках. Пациентка амбу-

латорно обследовалась в медицинском центре «М», где по данным ЭхоКГ выявлено: пролапс митрального клапана 1 степени; зон нарушения локальной сократимости ЛЖ не выявлено, систолическая функция не нарушена. АД в пределах 120/80-132/84 мм рт. ст. По данным нагрузочной пробы от 25.06.2016 г.: проба отрицательная. По данным суточного холтеровского мониторирования ЭКГ: выявлены депрессии сегмента ST до 1 мм. Госпитализация в НМИЦ кардиологии в связи с ухудшением состояния, когда впервые с октября 2016 г. на фоне психоэмоционального стресса появились ангинозные боли за грудиной, купирующиеся после приема нитроглицерина, с целью обследования и определения дальнейшей тактики лечения. Поступает на терапии: лозартан 25 мг утром и вечером, аспирин 100 мг вечером, нолипрел 2,5 мг днем.

Сопутствующие заболевания: остеохондроз шейного отдела позвоночника. Цервикалгия. Грыжа шейного и пояснично-крестцового отдела позвоночника. Астено-депрессивный синдром. Диффузный пневмосклероз.

Объективный статус при поступлении: рост 160 см, вес 60 кг. Индекс массы тела: 23.

Состояние пациента: средней тяжести, положение: активное. Кожные покровы обычного цвета, слизистые оболочки бледно-розовые, чистые. Лимфоузлы не увеличены. Щитовидная железа без патологии. Отеков нет. Форма грудной клетки нормостеническая. Дыхание через нос свободное. ЧДД 18 в минуту. Обе половины грудной клетки участвуют в акте дыхания равномерно, пальпация грудной клетки безболезненна. Перкуторный звук над легочными полями ясный легочный. Аускультация легких: дыхание проводится во все отделы, везикулярное, хрипов нет. Область сердца визуально не изменена. Границы относительной сердечной тупости не изменены. Тоны сердца приглушены. Ритм правильный. ЧСС 60, АД на

правой и левой руке 110/70 мм рт. ст. Пульсация периферических сосудов не изменена. Живот при пальпации мягкий, безболезненный. Печень и селезенка не пальпируются. Органы мочевыделительной системы без изменений. Семейный анамнез не отягощен. Не курит. Менопауза 8 лет.

Данные лабораторно-инструментального обследования.

ЭКГ от 09.12.2016 г.: ритм синусовый, регулярный, ЧСС 67 уд/в минуту. Нормальное положение электрической оси сердца. Нарушение внутрижелудочковой проводимости по ПНПГ.

Биохимический анализ крови (29.11.2016 г.): АЛТ – 19,0 Ед/л (N: 3,0 - 29,0); билирубин общий – 8,8 мкмоль/л (N: 3,50 - 5,80); калий – 4,3 ммоль/л (N: 3,5 - 5,3); натрий – 142,0 ммоль/л (N: 138,0 - 153,0); креатинин – 67,5 мкмоль/л (N: 44,0 - 106,0); холестерин – 5,87 ммоль/л (N: 3,50 - 5,20); глюкоза – 5,24 ммоль/л (N: 3,9 - 6,1); мочевая кислота – 0,35 ммоль/л (N: 0,2 - 0,4); ферритин – 205 нг/мл (N: 30 - 300); триглицериды – 2,0 ммоль/л (N: 0,5 - 1,7); ЛПНП – 1,73 ммоль/л (N: 0,90 - 1,89).

Общий анализ крови (29.11.2016 г.): лейкоциты – $4,9 \cdot 10^9/\text{л}$ (N: 4,8 - 10,8); эритроциты – $4,17 \cdot 10^{12}/\text{л}$ (N: 4,20 - 5,40); гемоглобин – 13,20 г/дл (N: 12,00 - 16,00); гематокрит – 37,7 % (N: 37,0 - 47,0); тромбоциты – $244 \cdot 10^9/\text{л}$ (N: 130 - 400).

Рентгенография органов грудной клетки: умеренно выраженный диффузный пневмосклероз. Уплотнение аорты. Нарушений легочной гемодинамики не выявляется.

Эхокардиография комплексная (М- и В-режим, ЦДК, доплерография): аорта уплотнена, не расширена. Полости сердца не увеличены, стенки не утолщены. Сократимость ЛЖ удовлетворительная. Зон нарушения локальной сократимости не выявлено. Нарушение диастолической функции миокарда ЛЖ по 1 типу. Признаков легочной гипертензии нет. Гемодинамически незначимые клапанные регургитации.

Тредмил-тест: толерантность к физической нагрузке средняя. На фоне исходно сниженного сегмента ST-T до -0,8, на высоте нагрузки зарегистрировано увеличение депрессии до -1,4 мм, как медленно косовосходящего характера, так и с элементами горизонтальной депрессии в отведениях с V4-V6. Проба сомнительная. Жалобы на высоте нагрузки на дискомфорт за грудиной, который прошел в покое самостоятельно.

Учитывая жалобы, анамнестические данные и сомнительные результаты диагностических тестов, была выполнена диагностическая КАГ, по данным которой выявлены малоизмененные коронарные артерии (стенозы менее 20%).

Для верификации ишемии миокарда ЛЖ и уточнения диагноза ИБС при малоизмененных коронарных артериях, проведена объемная КТ сердца с перфузией миокарда ЛЖ, совме-

щенная с фармакологической пробой АТФ. Инфузия АТФ проводилась по протоколу, опубликованному нами ранее [7].

При данном исследовании выявлено: правый тип коронарного кровоснабжения. Ствол ЛКА широкий, имеет ровные контуры, заполняется контрастным препаратом без признаков гемодинамически значимого стеноза. ПНА нормального диаметра, извита, имеет ровные контуры, на всем протяжении заполняется контрастным препаратом без признаков гемодинамически значимого стенозирования. ОА и АТК малого калибра (менее 1 мм), слабо развиты. ИВКА, ИВЛ, ИВН, ИВЗ, ИВ4, ИВ5, ИВ6, ИВ7, ИВ8, ИВ9, ИВ10, ИВ11, ИВ12, ИВ13, ИВ14, ИВ15, ИВ16, ИВ17, ИВ18, ИВ19, ИВ20, ИВ21, ИВ22, ИВ23, ИВ24, ИВ25, ИВ26, ИВ27, ИВ28, ИВ29, ИВ30, ИВ31, ИВ32, ИВ33, ИВ34, ИВ35, ИВ36, ИВ37, ИВ38, ИВ39, ИВ40, ИВ41, ИВ42, ИВ43, ИВ44, ИВ45, ИВ46, ИВ47, ИВ48, ИВ49, ИВ50, ИВ51, ИВ52, ИВ53, ИВ54, ИВ55, ИВ56, ИВ57, ИВ58, ИВ59, ИВ60, ИВ61, ИВ62, ИВ63, ИВ64, ИВ65, ИВ66, ИВ67, ИВ68, ИВ69, ИВ70, ИВ71, ИВ72, ИВ73, ИВ74, ИВ75, ИВ76, ИВ77, ИВ78, ИВ79, ИВ80, ИВ81, ИВ82, ИВ83, ИВ84, ИВ85, ИВ86, ИВ87, ИВ88, ИВ89, ИВ90, ИВ91, ИВ92, ИВ93, ИВ94, ИВ95, ИВ96, ИВ97, ИВ98, ИВ99, ИВ100. ИВ101, ИВ102, ИВ103, ИВ104, ИВ105, ИВ106, ИВ107, ИВ108, ИВ109, ИВ110, ИВ111, ИВ112, ИВ113, ИВ114, ИВ115, ИВ116, ИВ117, ИВ118, ИВ119, ИВ120, ИВ121, ИВ122, ИВ123, ИВ124, ИВ125, ИВ126, ИВ127, ИВ128, ИВ129, ИВ130, ИВ131, ИВ132, ИВ133, ИВ134, ИВ135, ИВ136, ИВ137, ИВ138, ИВ139, ИВ140, ИВ141, ИВ142, ИВ143, ИВ144, ИВ145, ИВ146, ИВ147, ИВ148, ИВ149, ИВ150. ИВ151, ИВ152, ИВ153, ИВ154, ИВ155, ИВ156, ИВ157, ИВ158, ИВ159, ИВ160, ИВ161, ИВ162, ИВ163, ИВ164, ИВ165, ИВ166, ИВ167, ИВ168, ИВ169, ИВ170, ИВ171, ИВ172, ИВ173, ИВ174, ИВ175, ИВ176, ИВ177, ИВ178, ИВ179, ИВ180, ИВ181, ИВ182, ИВ183, ИВ184, ИВ185, ИВ186, ИВ187, ИВ188, ИВ189, ИВ190, ИВ191, ИВ192, ИВ193, ИВ194, ИВ195, ИВ196, ИВ197, ИВ198, ИВ199, ИВ200. ИВ201, ИВ202, ИВ203, ИВ204, ИВ205, ИВ206, ИВ207, ИВ208, ИВ209, ИВ210, ИВ211, ИВ212, ИВ213, ИВ214, ИВ215, ИВ216, ИВ217, ИВ218, ИВ219, ИВ220, ИВ221, ИВ222, ИВ223, ИВ224, ИВ225, ИВ226, ИВ227, ИВ228, ИВ229, ИВ230, ИВ231, ИВ232, ИВ233, ИВ234, ИВ235, ИВ236, ИВ237, ИВ238, ИВ239, ИВ240, ИВ241, ИВ242, ИВ243, ИВ244, ИВ245, ИВ246, ИВ247, ИВ248, ИВ249, ИВ250. ИВ251, ИВ252, ИВ253, ИВ254, ИВ255, ИВ256, ИВ257, ИВ258, ИВ259, ИВ260, ИВ261, ИВ262, ИВ263, ИВ264, ИВ265, ИВ266, ИВ267, ИВ268, ИВ269, ИВ270, ИВ271, ИВ272, ИВ273, ИВ274, ИВ275, ИВ276, ИВ277, ИВ278, ИВ279, ИВ280, ИВ281, ИВ282, ИВ283, ИВ284, ИВ285, ИВ286, ИВ287, ИВ288, ИВ289, ИВ290, ИВ291, ИВ292, ИВ293, ИВ294, ИВ295, ИВ296, ИВ297, ИВ298, ИВ299, ИВ300. ИВ301, ИВ302, ИВ303, ИВ304, ИВ305, ИВ306, ИВ307, ИВ308, ИВ309, ИВ310, ИВ311, ИВ312, ИВ313, ИВ314, ИВ315, ИВ316, ИВ317, ИВ318, ИВ319, ИВ320, ИВ321, ИВ322, ИВ323, ИВ324, ИВ325, ИВ326, ИВ327, ИВ328, ИВ329, ИВ330, ИВ331, ИВ332, ИВ333, ИВ334, ИВ335, ИВ336, ИВ337, ИВ338, ИВ339, ИВ340, ИВ341, ИВ342, ИВ343, ИВ344, ИВ345, ИВ346, ИВ347, ИВ348, ИВ349, ИВ350. ИВ351, ИВ352, ИВ353, ИВ354, ИВ355, ИВ356, ИВ357, ИВ358, ИВ359, ИВ360, ИВ361, ИВ362, ИВ363, ИВ364, ИВ365, ИВ366, ИВ367, ИВ368, ИВ369, ИВ370, ИВ371, ИВ372, ИВ373, ИВ374, ИВ375, ИВ376, ИВ377, ИВ378, ИВ379, ИВ380, ИВ381, ИВ382, ИВ383, ИВ384, ИВ385, ИВ386, ИВ387, ИВ388, ИВ389, ИВ390, ИВ391, ИВ392, ИВ393, ИВ394, ИВ395, ИВ396, ИВ397, ИВ398, ИВ399, ИВ400. ИВ401, ИВ402, ИВ403, ИВ404, ИВ405, ИВ406, ИВ407, ИВ408, ИВ409, ИВ410, ИВ411, ИВ412, ИВ413, ИВ414, ИВ415, ИВ416, ИВ417, ИВ418, ИВ419, ИВ420, ИВ421, ИВ422, ИВ423, ИВ424, ИВ425, ИВ426, ИВ427, ИВ428, ИВ429, ИВ430, ИВ431, ИВ432, ИВ433, ИВ434, ИВ435, ИВ436, ИВ437, ИВ438, ИВ439, ИВ440, ИВ441, ИВ442, ИВ443, ИВ444, ИВ445, ИВ446, ИВ447, ИВ448, ИВ449, ИВ450. ИВ451, ИВ452, ИВ453, ИВ454, ИВ455, ИВ456, ИВ457, ИВ458, ИВ459, ИВ460, ИВ461, ИВ462, ИВ463, ИВ464, ИВ465, ИВ466, ИВ467, ИВ468, ИВ469, ИВ470, ИВ471, ИВ472, ИВ473, ИВ474, ИВ475, ИВ476, ИВ477, ИВ478, ИВ479, ИВ480, ИВ481, ИВ482, ИВ483, ИВ484, ИВ485, ИВ486, ИВ487, ИВ488, ИВ489, ИВ490, ИВ491, ИВ492, ИВ493, ИВ494, ИВ495, ИВ496, ИВ497, ИВ498, ИВ499, ИВ500. ИВ501, ИВ502, ИВ503, ИВ504, ИВ505, ИВ506, ИВ507, ИВ508, ИВ509, ИВ510, ИВ511, ИВ512, ИВ513, ИВ514, ИВ515, ИВ516, ИВ517, ИВ518, ИВ519, ИВ520, ИВ521, ИВ522, ИВ523, ИВ524, ИВ525, ИВ526, ИВ527, ИВ528, ИВ529, ИВ530, ИВ531, ИВ532, ИВ533, ИВ534, ИВ535, ИВ536, ИВ537, ИВ538, ИВ539, ИВ540, ИВ541, ИВ542, ИВ543, ИВ544, ИВ545, ИВ546, ИВ547, ИВ548, ИВ549, ИВ550. ИВ551, ИВ552, ИВ553, ИВ554, ИВ555, ИВ556, ИВ557, ИВ558, ИВ559, ИВ560, ИВ561, ИВ562, ИВ563, ИВ564, ИВ565, ИВ566, ИВ567, ИВ568, ИВ569, ИВ570, ИВ571, ИВ572, ИВ573, ИВ574, ИВ575, ИВ576, ИВ577, ИВ578, ИВ579, ИВ580, ИВ581, ИВ582, ИВ583, ИВ584, ИВ585, ИВ586, ИВ587, ИВ588, ИВ589, ИВ590, ИВ591, ИВ592, ИВ593, ИВ594, ИВ595, ИВ596, ИВ597, ИВ598, ИВ599, ИВ600. ИВ601, ИВ602, ИВ603, ИВ604, ИВ605, ИВ606, ИВ607, ИВ608, ИВ609, ИВ610, ИВ611, ИВ612, ИВ613, ИВ614, ИВ615, ИВ616, ИВ617, ИВ618, ИВ619, ИВ620, ИВ621, ИВ622, ИВ623, ИВ624, ИВ625, ИВ626, ИВ627, ИВ628, ИВ629, ИВ630, ИВ631, ИВ632, ИВ633, ИВ634, ИВ635, ИВ636, ИВ637, ИВ638, ИВ639, ИВ640, ИВ641, ИВ642, ИВ643, ИВ644, ИВ645, ИВ646, ИВ647, ИВ648, ИВ649, ИВ650. ИВ651, ИВ652, ИВ653, ИВ654, ИВ655, ИВ656, ИВ657, ИВ658, ИВ659, ИВ660, ИВ661, ИВ662, ИВ663, ИВ664, ИВ665, ИВ666, ИВ667, ИВ668, ИВ669, ИВ670, ИВ671, ИВ672, ИВ673, ИВ674, ИВ675, ИВ676, ИВ677, ИВ678, ИВ679, ИВ680, ИВ681, ИВ682, ИВ683, ИВ684, ИВ685, ИВ686, ИВ687, ИВ688, ИВ689, ИВ690, ИВ691, ИВ692, ИВ693, ИВ694, ИВ695, ИВ696, ИВ697, ИВ698, ИВ699, ИВ700. ИВ701, ИВ702, ИВ703, ИВ704, ИВ705, ИВ706, ИВ707, ИВ708, ИВ709, ИВ710, ИВ711, ИВ712, ИВ713, ИВ714, ИВ715, ИВ716, ИВ717, ИВ718, ИВ719, ИВ720, ИВ721, ИВ722, ИВ723, ИВ724, ИВ725, ИВ726, ИВ727, ИВ728, ИВ729, ИВ730, ИВ731, ИВ732, ИВ733, ИВ734, ИВ735, ИВ736, ИВ737, ИВ738, ИВ739, ИВ740, ИВ741, ИВ742, ИВ743, ИВ744, ИВ745, ИВ746, ИВ747, ИВ748, ИВ749, ИВ750. ИВ751, ИВ752, ИВ753, ИВ754, ИВ755, ИВ756, ИВ757, ИВ758, ИВ759, ИВ760, ИВ761, ИВ762, ИВ763, ИВ764, ИВ765, ИВ766, ИВ767, ИВ768, ИВ769, ИВ770, ИВ771, ИВ772, ИВ773, ИВ774, ИВ775, ИВ776, ИВ777, ИВ778, ИВ779, ИВ780, ИВ781, ИВ782, ИВ783, ИВ784, ИВ785, ИВ786, ИВ787, ИВ788, ИВ789, ИВ790, ИВ791, ИВ792, ИВ793, ИВ794, ИВ795, ИВ796, ИВ797, ИВ798, ИВ799, ИВ800. ИВ801, ИВ802, ИВ803, ИВ804, ИВ805, ИВ806, ИВ807, ИВ808, ИВ809, ИВ810, ИВ811, ИВ812, ИВ813, ИВ814, ИВ815, ИВ816, ИВ817, ИВ818, ИВ819, ИВ820, ИВ821, ИВ822, ИВ823, ИВ824, ИВ825, ИВ826, ИВ827, ИВ828, ИВ829, ИВ830, ИВ831, ИВ832, ИВ833, ИВ834, ИВ835, ИВ836, ИВ837, ИВ838, ИВ839, ИВ840, ИВ841, ИВ842, ИВ843, ИВ844, ИВ845, ИВ846, ИВ847, ИВ848, ИВ849, ИВ850. ИВ851, ИВ852, ИВ853, ИВ854, ИВ855, ИВ856, ИВ857, ИВ858, ИВ859, ИВ860, ИВ861, ИВ862, ИВ863, ИВ864, ИВ865, ИВ866, ИВ867, ИВ868, ИВ869, ИВ870, ИВ871, ИВ872, ИВ873, ИВ874, ИВ875, ИВ876, ИВ877, ИВ878, ИВ879, ИВ880, ИВ881, ИВ882, ИВ883, ИВ884, ИВ885, ИВ886, ИВ887, ИВ888, ИВ889, ИВ890, ИВ891, ИВ892, ИВ893, ИВ894, ИВ895, ИВ896, ИВ897, ИВ898, ИВ899, ИВ900. ИВ901, ИВ902, ИВ903, ИВ904, ИВ905, ИВ906, ИВ907, ИВ908, ИВ909, ИВ910, ИВ911, ИВ912, ИВ913, ИВ914, ИВ915, ИВ916, ИВ917, ИВ918, ИВ919, ИВ920, ИВ921, ИВ922, ИВ923, ИВ924, ИВ925, ИВ926, ИВ927, ИВ928, ИВ929, ИВ930, ИВ931, ИВ932, ИВ933, ИВ934, ИВ935, ИВ936, ИВ937, ИВ938, ИВ939, ИВ940, ИВ941, ИВ942, ИВ943, ИВ944, ИВ945, ИВ946, ИВ947, ИВ948, ИВ949, ИВ950. ИВ951, ИВ952, ИВ953, ИВ954, ИВ955, ИВ956, ИВ957, ИВ958, ИВ959, ИВ960, ИВ961, ИВ962, ИВ963, ИВ964, ИВ965, ИВ966, ИВ967, ИВ968, ИВ969, ИВ970, ИВ971, ИВ972, ИВ973, ИВ974, ИВ975, ИВ976, ИВ977, ИВ978, ИВ979, ИВ980, ИВ981, ИВ982, ИВ983, ИВ984, ИВ985, ИВ986, ИВ987, ИВ988, ИВ989, ИВ990, ИВ991, ИВ992, ИВ993, ИВ994, ИВ995, ИВ996, ИВ997, ИВ998, ИВ999, ИВ1000.

На 3 минуте введения АТФ у больной возникла боль за грудиной, на ЭКГ – увеличение ЧСС от 67 до 81 уд/мин, появилась депрессия сегмента ST до 0,8 мм в отведениях II, III, AVF, V4-V6 (рис. 2). АД исходно и при болях не изменилось – 132/83 мм рт. ст.

Анализ объемной КТ сердца выявил появление дефекта перфузии миокарда боковой стенки ЛЖ (рис. 3).

Таким образом, с учетом клинико-инструментальных данных и визуализации дефекта перфузии миокарда ЛЖ по результатам объемной КТ в фармакологической пробе АТФ выставлен диагноз: ИБС при малоизмененных коронарных артериях. Стенокардия 2 функциональный класс.

Обсуждение.

Диагностика ишемии миокарда при неизмененных коронарных артериях (КА) (стеноз менее 50%) является сложной задачей, и не всегда может быть решена с помощью стандартных нагрузочных тестов, принятых в клинической практике. Практическая значимость этой актуальной проблемы не вызывает сомнения. На современном этапе развития лучевой диагностики существует высокотехнологичный неинвазивный метод, позволяющий за короткий промежуток времени получить информацию о состоянии миокарда левого желудочка (ЛЖ) в покое и при нагрузке, – объемная КТ сердца, совмещенная с диагностикой структурных изменений в КА. При данном исследовании проводится единовременная оценка состояния коронарного русла и перфузии миокарда ЛЖ в фармакологическом тесте с АТФ. Эти возможности продемонстрированы на клиническом примере. Обследуемая пациентка много лет страдала синдромом стенокардии, однако диагноз «ИБС» при стандартном алгоритме обследо-

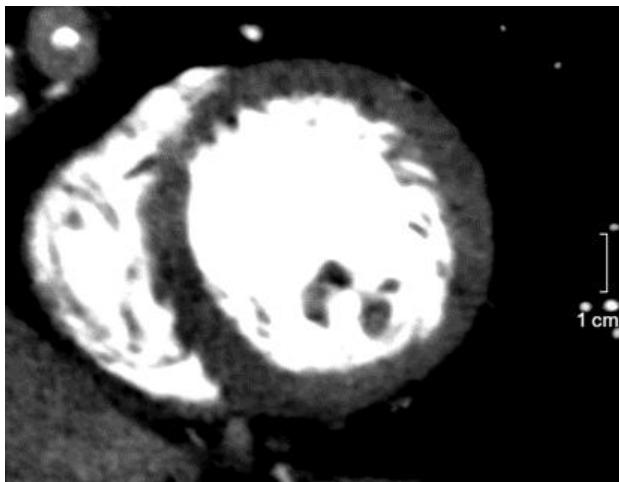


Рис. 1 а (Fig. 1 а)

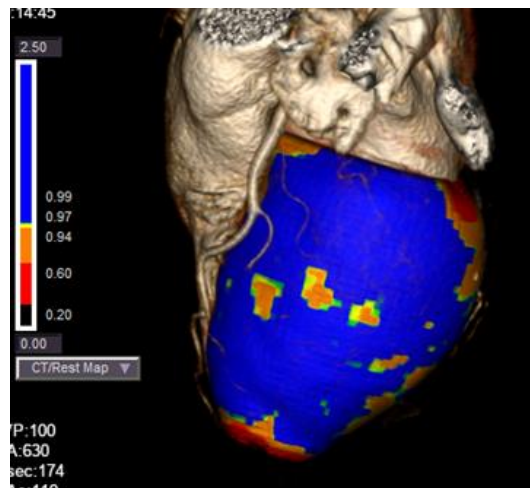


Рис. 1 б (Fig. 1 в)

Рис. 1. Объемная КТ сердца в покое.

а – Изображение сердца в артериальную фазу контрастирования, мультипланарная реконструкция, поперечный срез на уровне средних сегментов миокарда ЛЖ. Миокард ЛЖ равномерно контрастирован на всем протяжении.

б – Трехмерная реконструкция сердца в покое, совмещенная с полярной картой распределения дефектов контрастирования. Дефектов контрастирования миокарда ЛЖ не определяется.

Fig. 1. Volume CT of heart at rest.

а – visualization of the heart in arterial phase, multiplanar reconstruction, cross-section on middle level of left ventricle (LV), uniform contrast distribution of LV.

в – three-dimensional reconstruction of the heart at rest, combined with a polar map of distribution of contrast defects; defects of LV myocardium contrasting is not determined.



Рис. 2 а (Fig. 2 а)

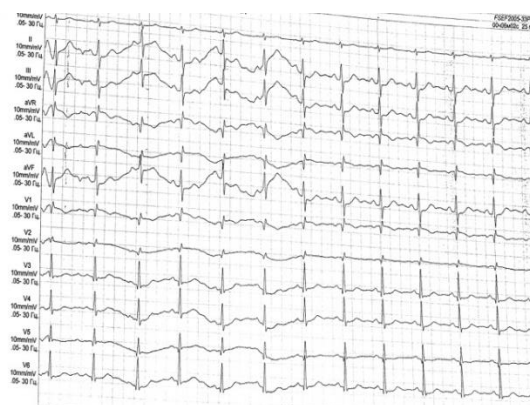


Рис. 2 б (Fig. 2 в)

Рис. 2. ЭКГ.

а – В покое. Ритм синусовый, ЧСС 67 уд/мин.

б – На 3-й минуте введения АТФ у больной возникла боль за грудиной, на ЭКГ – увеличение ЧСС до 81 уд/мин, появилась депрессия сегмента ST до 0,8 мм в отведениях II, III, AVF, V4-V6.

Fig. 2. ECG.

а – at rest. Sinus rhythm, 67 bp/min.

в – At 3-th min of ATP infusion angina pain attack develops, on ECG heart rate increasing up 81bp/min, accompanying by ST-depression up 0,8 mm at II, III, AVF, V4-V6 leads.

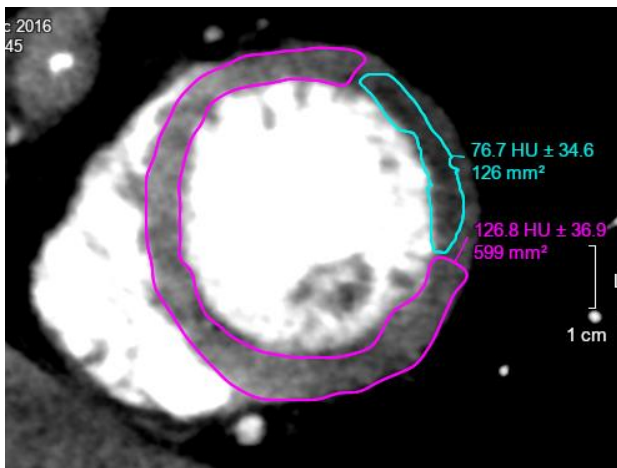


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

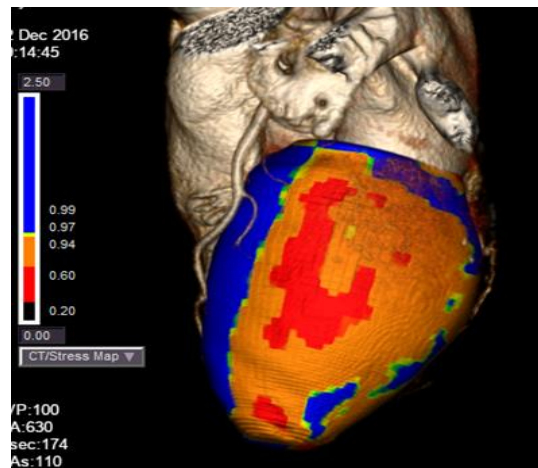


Рис. 3 б (Fig. 3 в)

Рис. 3. Объемная КТ сердца при нагрузочной пробе с АТФ.

а – Изображение сердца в артериальную фазу контрастирования, мультипланарная реконструкция, поперечный срез на уровне средних сегментов миокарда ЛЖ. Определяется дефект контрастирования миокарда ЛЖ в проекции боковой стенки (дефект контрастирования миокарда обведен голубой линией, неизменный контрастированный миокард ЛЖ обведен розовой линией).

б – Трехмерная реконструкция сердца, совмещенная с полярной картой распределения дефектов контрастирования, виден обширный дефект контрастирования всех сегментов боковой стенки ЛЖ.

Fig. 3. Volume CT of heart combined with ATP test.

а – visualization of the heart in arterial phase, multiplanar reconstruction, cross-section on middle level of LV, perfusion defect of LV sidewall (circled in blue line, uniform contrast distribution of LV circled by pink line).

в – three-dimensional reconstruction of the heart at rest, combined with a polar map of distribution of contrast defects, major contrast defect presented in all segments of LV sidewall.

дования вызывал сомнения у кардиологов. В настоящее время согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов у таких пациентов рассматривается диагноз «Микрососудистая стенокардия (МСС)» (ранее Кардиальный синдром Х) [8]. Помимо наличия болевых приступов по типу стенокардии, ишемических изменений ЭКГ в виде депрессии сегмента ST по результатам нагрузочных тестов, в качестве еще одного диагностического критерия МСС принято выявление дефектов перфузии миокарда по данным методов визуализации (однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОЭКТ) или МРТ, или КТ сердца). Патологическим феноменом развития дефектов перфузии миокарда при ангиографически неизменных эпикардиальных артериях является снижение резерва коронарного кровотока на уровне сосудов микроциркуляции в ответ на тестирование эндотелиальных и неэндотелиальных механизмов регуляции сосудистого тонуса, в т.ч. на введение АТФ [9]. В силу этой причины не рассматривается в качестве диагностическо-

го критерия поиск систолической дисфункции левого желудочка (ЛЖ) при проведении стресс-ЭхоКГ, как правило, развивающегося вследствие трансмиокардиальной ишемии у больных с гемодинамически значимым стенозом эпикардиальных КА.

Проведение объемной КТ сердца с фармакологической пробой АТФ позволило в данном клиническом случае уточнить диагноз «ИБС при неизменных коронарных артериях» и назначить патогенетическое лечение.

Заключение.

Объемная КТ сердца, совмещенная с фармакологическим тестом АТФ демонстрирует новые функциональные возможности метода в верификации ишемии миокарда ЛЖ при неизменных КА.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Montalescot G., Sechtem U., Achenbach S., Andreotti F., Arden C., Budaj A., Bugiardini R., Crea F., Cuisset T., Di Mario C., Ferreira J.R., Gersh B.J., Gitt A.K., Hulot J.S., Marx N. et al.

2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology.

Eur Heart J. 2013; 34: 2949–3003.

2. Arbab-Zadeh A., Di Carli M.F., Cerci R., George R.T., Chen M.Y., Dewey M., Niinuma H., Vavere A.L., Betoko A., Plotkin M., Cox C., Clouse M.E., Arai A.E., Rochitte C.E., Lima J.A. et al. Accuracy of computed tomographic angiography and single-photon emission computed tomography-acquired myocardial perfusion imaging for the diagnosis of coronary artery disease. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2015; 8: e003533.

3. Терновой С.К., Шабанова М.С., Гаман С.А., Меркулова И.Н., Шария М.А. Роль компьютерной томографии в выявлении нестабильных атеросклеротических бляшек коронарных артерий: сопоставление результатов компьютерной томографии и внутрисосудистого ультразвукового исследования. *Российский электронный журнал лучевой диагностики REJR.* 2016; 6 (3): 68-79.

4. Барышева Н. А., Меркулова И. Н., Шабанова М. С., Шария М. А., Гаман С. А., Сухинина Т. С., Веселова Т. Н., Руда М. Я. Дефекты контрастирования миокарда у больных с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST по данным мультиспиральной компьютерной томографии. *Кардиология.* 2017; 57 (10): 5–11.

5. Valdiviezo C., Ambroze M., Mehra V., Lardo A.C., Lima J. A.C., George R.T. Quantitative and qualitative analysis and interpretation of CT perfusion imaging. *J Nucl. Cardiol* 2010; 17:

References:

1. Montalescot G., Sechtem U., Achenbach S., Andreotti F., Arden C., Budaj A., Bugiardini R., Crea F., Cuisset T., Di Mario C., Ferreira J.R., Gersh B.J., Gitt A.K., Hulot J.S., Marx N. et al. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: the Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2013; 34: 2949–3003.

2. Arbab-Zadeh A., Di Carli M.F., Cerci R., George R.T., Chen M.Y., Dewey M., Niinuma H., Vavere A.L., Betoko A., Plotkin M., Cox C., Clouse M.E., Arai A.E., Rochitte C.E., Lima J.A. et al. Accuracy of computed tomographic angiography and single-photon emission computed tomography-acquired myocardial perfusion imaging for the diagnosis of coronary artery disease. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2015; 8: e003533.

3. Ternovoy S.K., Shabanova M.S., Gaman S.A., Merkulova I.N., Shariya M.A. The role of computed tomography in the detection of unstable atherosclerotic plaques of the coronary arteries: a comparison of the results of computed tomography and intravascular ultrasound. *REJR.* 2016; 6 (3): 68-79 (in Russian).

4. Barisheva N.A., Merkulova I.N., Shabanova M.S., Shariya M.A., Gaman S.A., Sukhinina T.S., Veselova T.N., Ruda M.Y. Defects of myocardial contrast in patients with acute coronary syndrome without ST segment elevation according to multislice computed tomography. *Kardiologia.* 2017; 57 (10): 5–11 (in Russian).

1091-100.

6. Cury R., Kitt T., Feaheny K., Blankstein R., Ghoshhajra B., Budoff M., Leipsic J., Min J., Akin J., George R. A randomized, multicenter, multivendor study of myocardial perfusion imaging with regadenoson CT perfusion vs. single photon emission CT. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography.* 2015; 9: 103 – 112.

7. Карнова И.Е., Самойленко Л.Е., Соболева Г.Н., Сергиенко В.Б., Карпов Ю.А. Чернышева И.Е., Иоселиани Д.Г. Применение однофотонной эмиссионной компьютерной томографии с ^{99m}Tc-МИБИ в сочетании с фармакологической пробой с аденозинтрифосфатом натрия в диагностике ишемии миокарда у больных с микроваскулярной стенокардией. *Кардиология.* 2014; 7: 4-8.

8. ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease. The Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2013; 34: 2949-3003. DOI: 10.1093/eurheartj/eh296.

9. Gulati M., Cooper-DeHoff R.M., McClure C., Johnson B.D., Shaw L.J., Handberg E.M. et al. Adverse cardiovascular outcomes in women with non-obstructive coronary artery disease: a report from the Women’s Ischemia Syndrome Evaluation Study and the St James Women Take Heart Project. *Arch Intern Med.* 2009; 169: 843–850.

5. Valdiviezo C., Ambroze M., Mehra V., Lardo A.C., Lima J. A.C., George R.T. Quantitative and qualitative analysis and interpretation of CT perfusion imaging. *J Nucl. Cardiol* 2010; 17: 1091-100.

6. Cury R., Kitt T., Feaheny K., Blankstein R., Ghoshhajra B., Budoff M., Leipsic J., Min J., Akin J., George R. A randomized, multicenter, multivendor study of myocardial perfusion imaging with regadenoson CT perfusion vs. single photon emission CT. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography.* 2015; 9: 103 – 112.

7. Karpova I.E. Samoylenko L.E., Soboleva G.N., Sergienko V.B., Karpov Y.A., Chernyshova I.E., Ioseliani D.G. Single-photon emission tomography with ^{99m}Tc-MIBI combined with adenosinetriphosphate pharmacological test of myocardial ischemia diagnosis in patients with microvascular angina. *Kardiologia,* 2014; 7: 4-8. (in Russian).

8. ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease. The Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2013; 34: 2949-3003. DOI: 10.1093/eurheartj/eh296.

9. Gulati M., Cooper-De Hoff R.M., McClure C., Johnson B.D., Shaw L.J., Handberg E.M. et al. Adverse cardiovascular outcomes in women with non-obstructive coronary artery disease: a report from the Women’s Ischemia Syndrome Evaluation Study and the St James Women Take Heart Project. *Arch Intern Med.* 2009; 169: 843–850.

ОДНОМОМЕНТНАЯ ОПЕРАЦИЯ АОРТО-БРАХИОЦЕФАЛЬНОГО ШУНТИРОВАНИЯ, КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ И ЭНДОКАРДИАЛЬНОЙ КРИОАБЛАЦИИ ЛЕВОГО ПРЕДСЕРДИЯ ПО СХЕМЕ BOX-LESION+

Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Галяутдинов Д.М., Власова Э.Е., Партигулов С.А., Черкашин Д.И., Партигулова А.С., Сапельников О.В., Курбанов С.К., Николаева О.А., Васильев В.П., Шогенов М.А., Федотенков И.С.

Цель исследования. Демонстрация преимуществ использования мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в периоперационном периоде хирургического лечения пациента с сочетанием гемодинамически значимого поражения коронарных артерий, брахиоцефального ствола и фибрилляции предсердий.

Материалы и методы. Пациент Я., 66 лет, госпитализирован с клинической картиной стенокардии и хронической ишемии правой верхней конечности. При комплексном лучевом обследовании выявлено многососудистое поражение коронарных артерий с вовлечением ствола левой коронарной артерии, субтотальный стеноз брахиоцефального ствола и длительно персистирующая фибрилляция предсердий.

Результаты. Представлены результаты диагностики атеросклеротического поражения коронарных артерий и артерий дуги аорты с помощью «объемной» МСКТ с кардиосинхронизацией и контрастированием. Продемонстрированы возможности МСКТ для оценки результатов хирургического лечения (одномоментного коронарного и аорто-брахиоцефального шунтирования).

Заключение. Сочетание гемодинамически значимых стенозов брахиоцефального ствола и коронарных артерий с фибрилляцией предсердий представляет собой достаточно редкую патологию, единого мнения по тактике хирургического лечения нет. Особенностью представленного клинического случая является успешное одномоментное коронарное и аорто-брахиоцефальное шунтирование с эндокардиальной криоаблацией аритмогенных зон левого предсердия. КТ-коронарография является оптимальным методом визуализации атеросклеротического поражения коронарных артерий и артерий дуги аорты, а также оценки результатов хирургического лечения.

Ключевые слова: аорто-брахиоцефальное шунтирование, коронарное шунтирование, эндокардиальная криоаблация, МСКТ.

Контактный автор: Курбанов С. К. e-mail: kurbanov_said_93@mail.ru

Для цитирования: Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Галяутдинов Д.М., Власова Э.Е., Партигулов С.А., Черкашин Д.И., Партигулова А.С., Сапельников О.В., Курбанов С.К., Николаева О.А., Васильев В.П., Шогенов М.А., Федотенков И.С. Одномоментная операция аорто-брахиоцефального шунтирования, коронарного шунтирования и эндокардиальной криоаблации левого предсердия по схеме box-lesion+. REJR 2018; 8(3):279-286. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-279-286.

Статья получена: 29.07.18

Статья принята: 16.08.18

SIMULTANEOUS INNOMINATE ARTERY RECONSTRUCTION ALONG CORONARY ARTERY BYPASS GRAFTING AND MODIFIED LEFT MAZE PROCEDURE (BOX-LESION+)

Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Galyautdinov D.M., Vlasova E.E., Partigulov S.A., Cherkashin D.I., Partigulova A.S., Sapelnikov O.V., Kurbanov S.K., Nikolayeva O.A., Vasiliev V.P., Shogenov M.A., Fedotenkov I.S.

Purpose. To demonstrate the evidence of advantages of computed tomography (CT) in the diagnosis of coronary artery and innominate artery stenoses in perioperative period of surgical intervention

Materials and methods. The 66 years old man was admitted with angina and chronic upper limb arterial ischemia. Three-vessel and left main disease, subocclusive ostial innominate artery stenosis and persistent atrial fibrillation were detected.

Results. We present advantages of contrast-enhanced CT-angiography in diagnosis of coronary arteries and aortic arch branches atherosclerosis. There were demonstrated the abilities of CT-angiography in the assessment of surgical treatment.

Conclusion. The presence of concomitant innominate artery significant stenosis and coronary artery disease with atrial fibrillation is a rare condition. There is no consensus statement about surgical strategy. We present here a clinical case of successful simultaneous coronary artery bypass grafting with innominate artery reconstruction and left atrial maze procedure. Contrast-enhanced CT-angiography is optimal method in diagnosis of coronary arteries and aortic arch branches atherosclerosis.

Keywords: innominate artery reconstruction, coronary artery bypass grafting, Maze procedure, CT.

Corresponding author: Kurbanov S.K., e-mail: kurbanov_said_93@mail.ru

For citation: Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Galyautdinov D.M., Vlasova E.E., Partigulov S.A., Cherkashin D.I., Partigulova A.S., Sapelnikov O.V., Kurbanov S.K., Nikolayeva O.A., Vasiliev V.P., Shogenov M.A., Fedotenkov I.S. Simultaneous innominate artery reconstruction along coronary artery bypass grafting and modified left maze procedure (box-lesion+). REJR 2018; 8 (3):279-286. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-279-286.

Received: 29.07.18

Accepted: 16.08.18

В литературе гемодинамически значимые поражения брахиоцефального ствола (БЦС) встречаются у 2,5-4,0% среди атеросклеротического поражения интра- и экстракраниального отделов брахиоцефальных артерий [1]. Сочетанное атеросклеротическое поражение БЦС и коронарных артерий встречается достаточно редко.

Согласно клиническим рекомендациям Европейского Общества Кардиологов (European Society of Cardiology) от 2018 г. при бессимптомном стенозе 70-99% реваскуляризация сонных артерий также может быть рассмотрена для снижения риска неврологических осложнений в послеоперационном периоде – класс доказательности IIb [2]. Фибрилляция предсердий (ФП) присутствует у 1-6% пациентов, направленных на коронарное шунтирование (КШ) [3]. В рекомендациях Общества Торакальных хирургов (The Society of Thoracic Surgeons) от 2017

г. хирургическая абляция по поводу ФП может быть выполнена одномоментно с операцией коронарного шунтирования без увеличения степени риска послеоперационных осложнений – класс доказательности IB. На сегодняшний день возможности лечения ФП весьма широки: включая медикаментозную терапию, катетерную радиочастотную и криоабляцию, торакоскопическую абляцию, а также при неэффективности всех проводимых вмешательств абляцию атрио-вентрикулярного соединения с последующей имплантацией ресинхронизирующих устройств [4]. На эффективность лечения ФП зачастую влияет комплекс факторов, включая сопутствующие заболевания, клинико-демографические и антропометрические особенности пациента, размеры камер сердца и наличие фиброза левого предсердия (ЛП) [5].

В настоящей статье представлен клинический случай пациента 66 лет, которому было успешно проведено одномоментное аорто-

National Medical
Research Center of
Cardiology. Moscow,
Russia

брахиоцефальное шунтирование, коронарное шунтирование и эндокардиальная криоабляция левого предсердия по схеме Vox-Lesion+.

Большой Я., 66 лет, находился на лечении в отделе сердечно-сосудистой хирургии НИИ клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова в январе 2018 года. При поступлении предъявлял жалобы на загрудинные боли, одышку при физической нагрузке (подъем на 3-4 этаж по лестнице). Из анамнеза известно, что ангинозные боли, одышка при физической нагрузке беспокоят с декабря 2016 года. Тогда же была зарегистрирована персистирующая тахисистолическая форма фибрилляции предсердий. При осмотре обращало на себя внимание отсутствие пульсации артерий правой верхней конечности, АД справа не определялось. При анализе факторов риска атеросклероза можно выделить длительный стаж курения (в течение 50 лет). Последний год курит по 5-6 сигарет в сутки. Ожирение 2-й степени (индекс массы тела - 32), дислипидемия (максимальный уровень холестерина 5,3 ммоль/л, уровень ЛПНП-холестерина 3,6 ммоль/л). В семье у родственников первой линии случаев ранних сосудистых осложнений не было. При обследовании были исключены аутоиммунные заболевания. Уровень СОЭ, С-реактивного белка и фибриногена были в пределах нормы.

На серии ЭКГ: фибрилляция предсердий, тахисистолическая форма. Признаков рубцового поражения миокарда нет (рис. 1).

При дуплексном сканировании брахиоцефальных артерий определяется кровоток по правой подключичной артерии и правой общей сонной артерии (ОСА) коллатерального типа. Линейная скорость кровотока по правой ОСА снижена до 0.20 м/сек с формированием постоянной формы синдрома позвоночно-подключичного обкрадывания (кровоток по правой позвоночной артерии ретроградного направления). Для уточнения анатомии артерий дуги аорты выполнена мультиспиральная компьютерная томография брахиоцефальных артерий с болюсным контрастированием («Омнипак 350» 100 мл), скорость введения 5 мл/сек, ширина первичного среза 0,5 мм. Выявлен субтотальный стеноз устья БЦС (рис. 2).

По данным ангиографии коронарных артерий, аортографии артерий дуги аорты: тип кровоснабжения правый. Субтотальный стеноз устья ствола левой коронарной артерии (ЛКА) (рис. 3), стеноз передней нисходящей артерии (ПНА) в проксимальном сегменте около 70%, стеноз правой коронарной артерии (ПКА) в устье около 90% (рис. 4). Субтотальный стеноз БЦС в устье (рис. 5). Пациент был консультирован неврологом: неврологический статус без особенностей

У пациента с критическим трехсосуди-

стым поражением коронарных артерий и субтотальным стенозом ствола ЛКА были определены жизненные показания к проведению коронарного шунтирования. Наличие субтотального стеноза БЦС с формированием постоянной формы синдрома позвоночно-подключичного обкрадывания обуславливало высокий риск ишемических церебральных периперационных осложнений, что явилось показанием к одномоментному проведению аортобрахиоцефального шунтирования. Персистирующая форма ФП явилась показанием к одномоментному проведению эндокардиальной криоабляции.

Операция (23.01.2018 г.): аортобрахиоцефальное шунтирование линейным синтетическим протезом. Маммаро-коронарное шунтирование передней нисходящей артерии, аортокоронарное шунтирование артерии тупого края, правой коронарной артерии. Эндокардиальная абляция аритмогенных зон левого предсердия (MAZE IV) (рис. 9).

В послеоперационном периоде приступов стенокардии, пароксизмальных нарушений ритма сердца, клинических признаков недостаточности кровообращения, церебральных проявлений не отмечалось. Со 2-х суток после операции на фоне терапии минимальными дозами бисопролола (1,25-2,5 мг) регистрировался устойчивый синусовый ритм с ЧСС в пределах 60-70 уд/мин. На 9-е сутки после операции было выполнено контрольное обследование: дуплексное сканирование маммаро-коронарного шунта, брахиоцефальных артерий и мультиспиральная компьютерная томография, которая подтвердила состоятельность шунтов (рис. 6-8). Пациент был выписан на 13-е сутки после операции.

Обсуждение.

По данным литературы, от 2,4% до 14% пациентов с ИБС имеют гемодинамически значимое поражение экстракраниального отдела брахиоцефальных артерий [6]. В то же время, при гемодинамически значимом поражении брахиоцефальных артерий, частота выявления ИБС достигает 40-50% [7]. Поражения БЦС встречаются нечасто – 0,5-2,0% от общего числа сосудистых поражений [8]. Причинами системного поражения аорты и крупных артерий чаще всего являются болезнь Такаясу и системный атеросклероз. Необходимо подчеркнуть, что реконструкция БЦС имеет некоторые особенности, вследствие большого объема и важности снабжаемого сосудистого бассейна. В большинстве случаев требуется стернотомия, поскольку поражение расположено интрааракально и часто сочетается с поражением других ветвей дуги аорты. Методом выбора при стенозе/окклюзии БЦС является шунтирование с использованием линейного синтетического протеза.

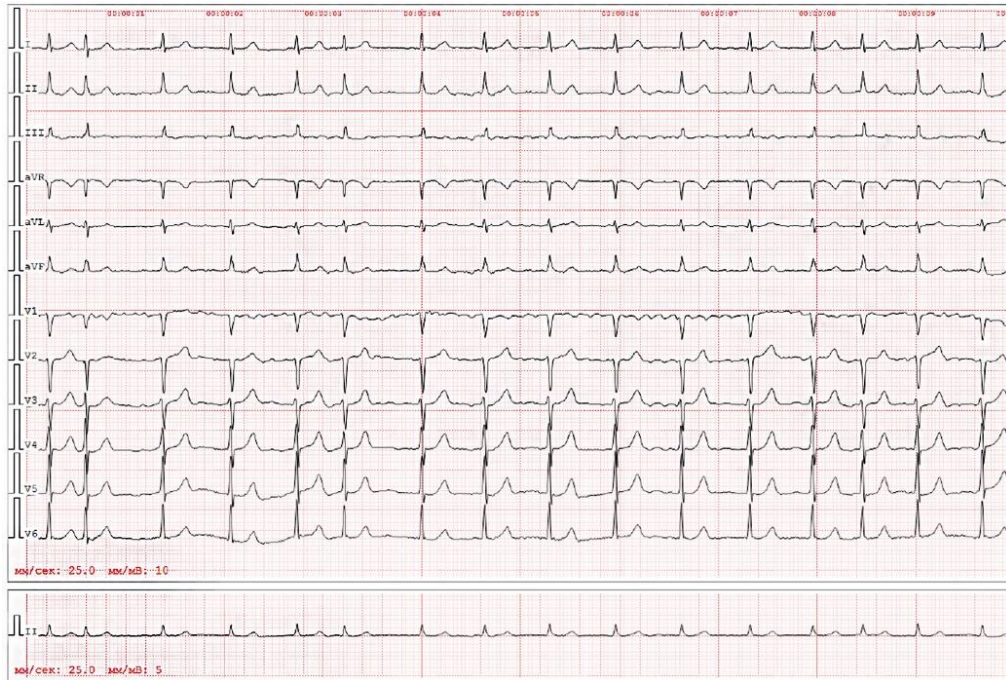


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. ЭКГ.

Фибрилляция предсердий, ЧСЖ 76-126 уд/мин.

Fig. 1. ECG.

Atrial fibrillation, 76-126 BPM



Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. МСКТ-ангиография.

3D-реконструкция. Субтотальный стеноз БЦС в устье (стрелка).

Fig. 2. CT-angiography.

Subocclusive ostial innominate artery stenosis (arrow).



Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Коронарография.

Стеноз ЛКА в устье до 90% (первая стрелка). Стеноз ПНА в проксимальном сегменте до 70% (вторая стрелка).

Fig. 3. Coronary angiography.

90% ostial LMCA stenosis (the first arrow). 70% proximal LAD stenosis (the second arrow).

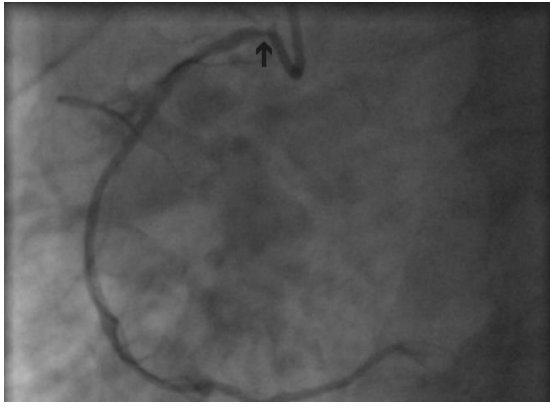


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Коронарография.

Стеноз ПКА в устье до 90% (стрелка).

Fig. 4. Coronary angiography.

90% ostial RCA stenosis (arrow).



Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. Селективная ангиография БЦС.

Субтотальный стеноз БЦС в устье (стрелка).

Fig. 5. Innominate artery angiography.

Subocclusive ostial innominate artery stenosis (arrow).



Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. МСКТ дуги аорты после операции.

Проходимый аорто-брахиоцефальный шунт (стрелка).

Fig. 6. CT-angiography after operation.

Subocclusive ostial innominate artery stenosis (arrow).



Рис. 7 (Fig. 7)

Рис. 7. МСКТ-шунтография после операции.

Проходимый аутовенозный шунт к ОА (черная стрелка) и МКШ-ПНА (белая стрелка).

Fig. 7. CT-angiography after operation.

Patent autovenous bypass graft to CA (black arrow) and left internal mammary artery bypass graft to LAD (white arrow).



Рис. 8 (Fig. 8)

Рис. 8. МСКТ-шунтография после операции.

Визуализируется проходимый аутовенозный шунт к ПКА (черная стрелка) и МКШ-ПНА (белая стрелка).

Fig. 8. CT-angiography after operation.

Patent autovenous bypass graft to RCA (black arrow) and left internal mammary artery bypass graft to LAD (white arrow).

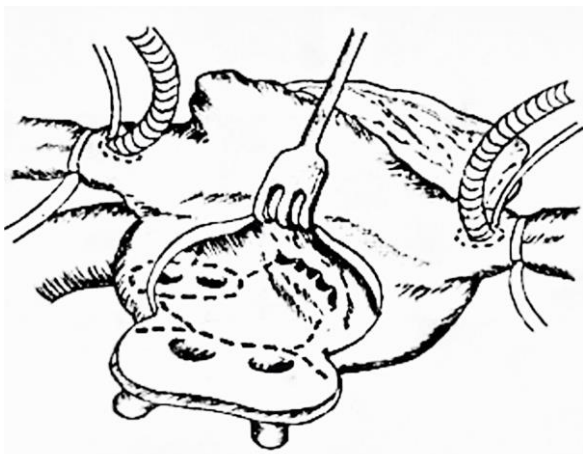


Рис. 9 (Fig. 9)

Рис. 9. Схема эндокардиальной криоабляции по типу Box-Lesion+.

Fig. 9. Box-Lesion+ set in maze procedure.

за, вследствие простоты выполнения и безопасности. У пациентов, направляемых на КШ, рутинное дуплексное сканирование перед операцией может выявить значимое поражение брахиоцефальных артерий, в том числе БЦС. Методом выбора в диагностике поражения брахиоцефальных артерий для детализации характера атеросклеротического поражения и объема оперативного вмешательства является МСКТ с контрастным усилением.

В отличие от сочетания коронарного поражения и каротидного стеноза, когда поэтапный способ лечения может быть предпочтительным, при стенозе/окклюзии БЦС, анатомическая близость поражения диктует необходимость одномоментного вмешательства из одного доступа [9]. Мы выполнили аорто-брахиоцефальное шунтирование до начала искусственного кровообращения и этапа коронарного шунтирования, с целью восстановления кровообращения в бассейне БЦС. Таким образом, удалось сократить время искусственного кровообращения и обеспечить полноценную перфузию головного мозга на этапе искусственного кровообращения.

Операция Maze («лабиринт») в модификациях III/IV является «золотым» стандартом в хирургическом лечении фибрилляции предсердий

(ФП) и наиболее эффективным методом лечения ФП в настоящее время. Результаты операции Cox-Maze IV – отсутствие ФП в течение 2 лет у 65-85% пациентов [10]. Эта процедура включает изоляцию легочных вен и различные воздействия в области левого и правого предсердий для «прерывания» цепи риентри, а также ушивание ушка ЛП [11, 12]. У данного пациента мы выполнили одномоментную криоабляцию ЛП: изоляцию правых и левых легочных вен, линию по крыше ЛП, линию к кольцу митрального клапана, изоляцию задней стенки ЛП с примыкающей перимитральной зоной (рис. 9), а также ушивание ушка ЛП. Мы не выполняли воздействий в правом предсердии (ПП), учитывая большой объем оперативного вмешательства и данные ряда авторов об эффективности воздействий только в ЛП [13, 14].

Заключение.

Данный клинический случай демонстрирует, что одномоментное проведение коронарного и аорто-брахиоцефального шунтирования с эндокардиальной криоабляцией левого предсердия может быть эффективным и безопасным методом хирургического лечения пациентов с сочетанной патологией коронарных артерий и артерий брахиоцефального русла с ФП. Использование современной КТ-ангиографии

позволяет не только оценить характер атеросклеротического поражения и выбрать наиболее подходящую тактику хирургического лечения, но и является предпочтительным способом оценки результатов выполненной операции.

Источник финансирования и конфликт

Список литературы:

1. Edward G. Grant, Suzie M. El-Saden, Beatrice L. Madrazo, J. Dennis Baker, and Mark A. Kliewer. *Innominate Artery Occlusive Disease: Sonographic Findings. American Journal of Roentgenology* 2006; 186 (2): 394-400. DOI: 10.2214/AJR.04.1000
2. Franz-Josef Neumann, Miguel Sousa-Uva, Anders Ahlsson et.al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*, ehy394. DOI:10.1093/eurheartj/ehy394
3. Gillinov AM, Gelijns AC, Parides MK et.al. *Surgical ablation of atrial fibrillation during mitral-valve surgery. N Engl J Med.* 2015; 9,372 (15): 1399-409. DOI: 10.1056/NEJMoa1500528
4. Сапельников О.В., Латыпов Р.С., Гришин И.Р., Мареев Ю.В., Саидова М.А., Акчурин Р.С. Антитахикардитические и ресинхронизирующие устройства в лечении сердечной недостаточности и профилактики внезапной смерти. *Кардиология.* 2011; 51 (9): 60.
5. Сапельников О.В., Шувалова Ю.А., Черкашин Д.И., Крупнов А.А., Партигулова А.С., Акчурин Р.С. Вольтажное картирование как способ оценки фиброза левого предсердия. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2016; 20 (2): 111-116.
6. Rutkow I., Ernst C. *An analysis of vascular surgical manpower requirements and vascular surgical rates in the United States. J Vasc Surg.* 1986; 3: 74-83. DOI: <https://doi.org/10.1067/mva.1986.avs0030074>
7. Reul G., Jacobs M., Gregoric I., et al. *Innominate artery occlusive disease: surgical approach and long-term results. J Vasc Surg.* 1991; 14: 405-12. DOI: 10.1016/0741-5214(91)90095-C

References:

1. Edward G. Grant, Suzie M. El-Saden, Beatrice L. Madrazo, J. Dennis Baker, and Mark A. Kliewer. *Innominate Artery Occlusive Disease: Sonographic Findings. American Journal of Roentgenology* 2006; 186 (2): 394-400. DOI: 10.2214/AJR.04.1000
2. Franz-Josef Neumann, Miguel Sousa-Uva, Anders Ahlsson et.al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*, ehy394. DOI:10.1093/eurheartj/ehy394
3. Gillinov AM, Gelijns AC, Parides MK et.al. *Surgical ablation of atrial fibrillation during mitral-valve surgery. N Engl J Med.* 2015; 9,372 (15): 1399-409. DOI: 10.1056/NEJMoa1500528
4. Sapelnikov O.V., Latypov R.S., Grishin I.R., Mareev YU.V., Saidova M.A., Akchurin R.S. *Antitahikarditicheskie i resinhroniziruyushchie ustrojstva v lechenii serdechnoj nedostatochnosti i profilaktike vnezapnoj smerti. Cardiology.* 2011; 51 (9): 60. (in Russian).
5. Sapelnikov O.V., Shuvalova YU.A., Cherkashin D.I., Krupnov A.A., Partigulova A.S., Akchurin R.S. *Vol'tazhnoe kartirovanie kak sposob ocenki fibroza levogo predserdiya. Circulation pathology and cardiac surgery.* 2016; 20 (2): 111-116. (in Russian).
6. Rutkow I., Ernst C. *An analysis of vascular surgical manpower*

интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

8. Wylie E., Effeney D., *Surgery of the aortic branches and vertebral arteries. Surg Clin North Am.* 1979; 59: 669-80. DOI: 10.1016/S0039-6109(16)41887-6
9. Takach T., Reul G., Cooley D., et al. *Concomitant occlusive disease of the coronary arteries and great vessels. Ann Thorac Surg.* 1998; 65: 79-84. DOI: 10.1016/S0003-4975(97)00863-1
10. Timo Weimar, Marci S. Bailey, Yoshiyuki Watanabe et.al. *The Cox-maze IV procedure for lone atrial fibrillation: a single center experience in 100 consecutive patients. J Interv Card Electrophysiol.* 2011; 31 (1): 47-54. DOI: 10.1007/s10840-011-9547-3
11. Сапельников О.В., Латыпов Р.С., Партигулова А.С., Ширяев А.А., Акчурин Р.С. Фибрилляция предсердий у кардиохирургических больных. *Кардиология.* 2015; 55 (11): 5-11.
12. Сапельников О.В., Латыпов Р.С., Гришин И.Р., Партигулова А.С., Акчурин Р.С. Фибрилляция предсердий. Инвазивное лечение или фармакотерапия? *Доктор.Ру.* 2012; 2 (70): 5-10
13. Gillinov AM, Bhavani S, Blackstone EH et.al. *Surgery for permanent atrial fibrillation: impact of patient factors and lesion set. Ann Thorac Surg.* 2006; 82 (2): 502-13; discussion 513-4. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2006.02.030
14. Gaita F, Riccardi R, Caponi D et.al. *Linear cryoablation of the left atrium versus pulmonary vein cryoisolation in patients with permanent atrial fibrillation and valvular heart disease: correlation of electroanatomic mapping and long-term clinical results. Circulation.* 2005; 18;111 (2): 136-42. Epub 2004 Dec 27. DOI: 10.1161/01.CIR.0000151310.00337.FA

- er requirements and vascular surgical rates in the United States. *J Vasc Surg.* 1986; 3: 74-83. DOI: <https://doi.org/10.1067/mva.1986.avs0030074>
7. Reul G., Jacobs M., Gregoric I., et al. *Innominate artery occlusive disease: surgical approach and long-term results. J Vasc Surg.* 1991; 14: 405-12. DOI: 10.1016/0741-5214(91)90095-C
8. Wylie E., Effeney D., *Surgery of the aortic branches and vertebral arteries. Surg Clin North Am.* 1979; 59: 669-80. DOI: 10.1016/S0039-6109(16)41887-6
9. Takach T., Reul G., Cooley D., et al. *Concomitant occlusive disease of the coronary arteries and great vessels. Ann Thorac Surg.* 1998; 65: 79-84. DOI: 10.1016/S0003-4975(97)00863-1
10. Timo Weimar, Marci S. Bailey, Yoshiyuki Watanabe et.al. *The Cox-maze IV procedure for lone atrial fibrillation: a single center experience in 100 consecutive patients. J Interv Card Electrophysiol.* 2011; 31 (1): 47-54. DOI: 10.1007/s10840-011-9547-3
11. Sapelnikov O.V., Latypov R.S., Partigulova A.S., Shiryaev A.A., Akchurin R.S. *Fibrillyaciya predserdij u kardiohirurgicheskikh bol'nyh. Cardiology.* 2015; 55 (11): 5-11. (in Russian).
12. Sapelnikov O.V., Latypov R.S., Grishin I.R., Partigulova A.S., Akchurin R.S. *Fibrillyaciya predserdij. Invazivnoe lechenie ili*

farmakoterapiya? Doctor.Ru. 2012; 2 (70): 5-10. (in Russian).

13. Gillinov AM, Bhavani S, Blackstone EH et.al. *Surgery for permanent atrial fibrillation: impact of patient factors and lesion set. Ann Thorac Surg. 2006; 82 (2): 502-13; discussion 513-4. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2006.02.030*

14. Gaita F, Riccardi R, Caponi D et.al. *Linear cryoablation of*

the left atrium versus pulmonary vein cryoisolation in patients with permanent atrial fibrillation and valvular heart disease: correlation of electroanatomic mapping and long-term clinical results. Circulation. 2005; 111 (2): 136-42. Epub 2004 Dec 27. DOI: 10.1161/01.CIR.0000151310.00337.FA

УСПЕШНОЕ ГИБРИДНОЕ ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ РАЗРЫВА АНЕВРИЗМЫ ГРУДНОЙ АОРТЫ У ПАЦИЕНТКИ СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА

Имаев Т.Э.¹, Комлев А.Е.¹, Кабардиева М.Р.¹, Лепилин П.М.¹, Шария М.А.^{1,2},
 Колегаев А.С.¹, Медведева И.С.¹, Галютдинов Д.М.¹, Партигулов С.А.¹,
 Терновой С.К.^{1,2}, Акчурин Р.С.¹

Цель исследования. Оценить роль современных методов визуализации при планировании и выполнении гибридного вмешательства по поводу аневризмы дуги аорты у пожилого пациента с отягощенным коморбидным фоном.

Материалы и методы. Приводятся данные гибридного вмешательства – эндопротезирование дуги аорты от устья брахиоцефального ствола (эндопротезом Zenit Alpha) с одномоментным эндопротезированием левой общей сонной артерии (ОСА) (эндопротезом Advanta V12) по технике «дымоход» и сонно-подключичное шунтирование сосудистым протезом Gore Tex 6 mm у пациентки 80 лет с острым разрывом грудной аорты. Исследование и моделирование оперативного пособия проведено на 640 срезовом компьютерном томографе Aquilion One (Тошиба).

Результаты. Пациентке с острым разрывом грудного отдела аорты, массивным гемотораксом справа выполнено гибридное вмешательство – эндопротезирование аорты с левосторонним сонно-подключичным шунтированием. На 2-е сутки в послеоперационном периоде пациентке в связи с нарастанием признаков дыхательной недостаточности выполнена пункция правой плевральной полости с последующим дренированием. На 4-е сутки пациентка переведена в общую палату без признаков дыхательной недостаточности, на 12-е сутки пациентка выписана в удовлетворительном состоянии.

Обсуждение. Применительно к неотложной хирургии аорты мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) аорты широко используется для своевременной диагностики острой аортальной патологии и планирования оптимального способа и объема хирургической коррекции, так как позволяет получить детальные изображения всей аорты и окружающих ее анатомических структур, трехмерные реконструкции сосудов, дать точную оценку морфологических характеристик аневризматического мешка, проксимальной и дистальной шейки, степени кальциноза и пристеночного тромба, локализацию и протяженность дефекта стенки аорты.

Заключение. Применение новых методов эндоваскулярной и гибридной хирургии в лечении разрыва аневризм аорты грудной локализации позволяет добиваться клинического успеха даже у крайне тяжелых пациентов пожилого и старческого возраста. Ведущая роль в планировании данных операций принадлежит современным методам визуализации, в первую очередь – МСКТ.

Ключевые слова: разрыв аневризмы аорты, мультиспиральная компьютерная томография, гибридная хирургия.

Контактный автор: Имаев Тимур Эмвярович, e-mail: imaev.timur@mail.ru

Для цитирования: Имаев Т.Э., Комлев А.Е., Кабардиева М.Р., Лепилин П.М., Шария М.А., Колегаев А.С., Медведева И.С., Галютдинов Д.М., Партигулов С.А., Терновой С.К., Акчурин Р.С. Успешное гибридное оперативное лечение разрыва аневризмы грудной аорты у пациентки старческого возраста. REJR 2018; 8(3):287-295. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-287-295.

Статья получена: 16.06.18 Статья принята: 06.07.18

1 - ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Минздрава России.
 2 - ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).
 г. Москва, Россия.

SUCCESSFUL HYBRID TREATMENT OF RUPTURED THORACIC AORTIC ANEURYSM IN SENILE FEMALE

Imaev T.E.¹, Komlev A.E.¹, Kabardieva M.R.¹, Lepilin P.M.¹, Shariya M.A.^{1,2}, Kolegaev A.S.¹, Medvedeva I.S.¹, Galyautdinov D.M.¹, Partigulov S.A.¹, Ternovoy S.K.^{1,2}, Akchurin R.S.¹

Purpose. To assess the role of modern imaging techniques in the planning and implementation of hybrid interventions for an aortic arch aneurysm in an elderly patient with a burdened comorbid background.

Materials and methods. Hybrid intervention in patient, 80 years, with acute rupture of the thoracic aorta was performed - aortic arch endografting from the level of the brachiocephalic trunk with endoprosthesis Zenit Alpha endoprosthesis with simultaneous "chimney" stent-graft Advanta V12 implantation in left common carotid artery and left-side carotid-subclavian bypass with Gore-Tex 6 mm prosthesis.

Results. A female of 80 years with acute rupture of the thoracic aorta, massive right-side hemothorax has been successfully treated with hybrid intervention - endoprosthetics of the aorta with a subclavian left subclavian shunt. On the second day after procedure the patient underwent puncture of the right pleural cavity with subsequent drainage because of persisting respiratory failure. On the fourth day the patient was transferred from intensive care unit in stable condition, on the twelfth day the patient was discharged on postoperative day 12.

Multislice computed tomography (MSCT) is commonly used for diagnosis of acute aortic pathology and planning the optimal method of surgical treatment, as it allows to obtain detailed images of the entire aorta and surrounding anatomical structures, three-dimensional reconstructions of blood vessels, to give an accurate assessment of the morphological characteristics of the aneurysmal sac, proximal and distal neck, degree of calcification and parietal thrombus, localization and extent of aortic wall defect.

Conclusion. The use of new methods of endovascular and hybrid surgery in the treatment of aortic rupture of thoracic aortic aneurysms makes it possible to achieve clinical success even in extremely severe patients of elderly and senile age. The leading role in the planning of these operations belongs to actual imaging methods, primarily MSCT.

Keywords: aortic aneurysm rupture, multislice computed tomography, hybrid surgery.

Corresponding author: Imaev T. E.; e-mail: imaev.timur@mail.ru

For citation: Imaev T.E., Komlev A.E., Kabardieva M.R., Lepilin P.M., Shariya M.A., Kolegaev A.S., Medvedeva I.S., Galyautdinov D.M., Partigulov S.A., Ternovoy S.K., Akchurin R.S. Successful hybrid treatment of ruptured thoracic aortic aneurysm in senile female. REJR 2018; 8 (3):287-295. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-287-295.

Received: 16.06.18

Accepted: 06.07.18

Эндоваскулярное протезирование аневризмы грудной аорты на сегодняшний день является признанной альтернативой открытому хирургическому вмешательству у больных высокого хирургического риска [1]. При вовлечении в патологический процесс дуги аорты и проксимального отдела нисходящей грудной аорты специфической проблемой эндопротезирования является отсутствие адекватной проксимальной зоны фиксации. В таких случаях имплантация линейного стент-графта может быть безопасно выполнена лишь при условии использования дополнительных эндоваскуляр-

ных и хирургических техник, направленных на сохранение кровотока по ветвям дуги аорты: метод параллельных графтов, различные варианты реконструкции брахиоцефальных артерий, а также сочетание этих подходов (гибридная операция) [2, 3]. Использование гибридного подхода в лечении аневризм дуги аорты позволяет существенно снизить риски интра- и послеоперационных осложнений по сравнению с традиционным хирургическим вмешательством, что особенно актуально для пожилых пациентов с отягощенным коморбидным фоном [4, 5]. Возрастные пациенты с разрывом аневризмы дуги аорты представляют собой наибо-

1 - National medical research center of cardiology.

2 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).
Moscow, Russia.

лее тяжелую группу больных, характеризующуюся крайне высокой летальностью, для которых гибридная операция представляется единственным шансом на спасение жизни [6, 7].

Мы представляем собственное наблюдение успешного гибридного вмешательства при разрыве аневризмы грудной аорты у пациентки старческого возраста.

Клинический случай.

Больная Н., 80 лет, была доставлена в клинику бригадой скорой помощи с жалобами на интенсивные некупирующиеся боли в грудной клетке, иррадиирующие вдоль позвоночника, выраженную одышку в покое, резкую слабость.

Анамнез заболевания: около 20 лет артериальная гипертония 3 степени с максимальным АД 220/120 мм рт. ст. В 2014 году в связи с острым абдоминальным болевым синдромом была экстренно госпитализирована в один из хирургических стационаров г. Москвы, где установлен диагноз: аневризма брюшной аорты больших размеров с разрывом «в ходу». Выполнена резекция интрависцеральной аневризмы аорты, бифуркационное аорто-подвздошное протезирование аорты сосудистым протезом «Васкутек». В 2015 году в ходе предоперационного обследования по поводу вентральной грыжи по данным контрольной мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) было выявлено расширение дуги аорты до 53 мм. С лета 2017 года отмечается дисфония, чувство пульсации в грудной клетке, нехватка воздуха при физических нагрузках, в связи с чем была выполнена МСКТ, выявившая аневризму дуги грудной аорты. Пациентке рекомендовано плановое хирургическое лечение, однако 20.01.2018 года внезапно возник интенсивный приступ боли в грудной клетке, что послужило основанием для госпитализации в отделение кардиореанимации многопрофильного стационара. При рентгенологическом исследовании было установлено наличие правостороннего гидроторакса, а также гигантская аневризма грудной аорты. По результатам экстренно выполненной коронароангиографии: тип коронарного кровоснабжения правый; ствол левой коронарной артерии без гемодинамически значимого стенозирования; передняя нисходящая артерия и огибающая артерии в проксимальных сегментах имеют стенозы до 75%, правая коронарная артерия – до 85%.

После исключения острого инфаркта миокарда и относительной стабилизации состояния, консилиумом было постановлено, что «больная с аневризмой нисходящего отдела аорты с подозрением на разрыв аорты в сочетании с многососудистым поражением коронарных артерий. Учитывая большой объем операции, крайне высокий риск открытой операции, по-

казано проведение эндоваскулярного лечения», в связи с чем, 25.01.2018 года в сопровождении реанимационной бригады скорой медицинской помощи переведена в ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ.

Объективный статус при поступлении.

Состояние тяжелое, заторможена. Кожные покровы бледные, тургор кожи снижен. АД 90/60 мм рт. ст., ЧСС 80 в минуту, пульс на периферических артериях пониженного наполнения. Сатурация кислорода в капиллярной крови по данным пульсоксиметрии 90%. Дыхание слева везикулярное, справа резко ослаблено ниже 5 ребра.

Общий анализ крови: гематокрит 32%, гемоглобин – 105 г/л, эритроциты 3,4 млн/мкл, средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах 31 г/дл, лейкоциты – 11 тыс/мкл.

Рентгенография органов грудной клетки: тень средостения умеренно расширена за счет парааортальной гематомы, диффузное снижение прозрачности нижней доли справа, уровень жидкости до 6 ребра справа, слева прозрачность легочного поля сохранена.

Для планирования объема операции больной была выполнена экстренная МСКТ аорты и проксимальных сегментов брахиоцефальных артерий с внутривенным контрастированием.

Протокол МСКТ: размеры фиброзного кольца аортального клапана – 1,7x2,3 см. Размер аорты: на уровне синусов Вальсальвы – 2,5x2,6x2,8 см, восходящий отдел – 3,4 см. Размер дуги аорты на уровне устья левой общей сонной артерии (АОСА) – 2,3x2,8 см, непосредственно от устья левой подключичной артерии (ЛПКА) определяется ложная аневризма аорты с максимальным диаметром 10 см, протяженностью до 9 см, в полости аневризмы видны пристеночные тромботические массы толщиной до 2,2 см, кальцинаты в проекции стенки аневризмы (рис. 1, 2). Размер грудной аорты дистальнее аневризмы – 2,4x2,5 см, на уровне диафрагмы – 2,4 см, на уровне почечных артерий – 2,1 см. На 4,0 см ниже устья почечных артерий определяется протез аорты диаметром до 2,6 см, ветви протеза распространяются на правую и левую общие подвздошные артерии (ОПА), проксимальный и дистальный анастомозы без особенностей. Расслоения стенки аорты на всем протяжении не выявлено. Диаметр ОПА с обеих сторон за дистальными анастомозами – 1,1 см, наружной подвздошной артерии – 0,75 см, общей бедренной артерии (ОБА) – 0,9 см. В правой плевральной полости значительное количество неоднородной по плотности жидкости (толщина слоя до 8 см, что соответствует объему не более 1 л), слева жидкость не определяется (рис. 3).

Заключение: разрыв аневризмы грудной аорты. Парааортальная гематома с признаками



Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. МСКТ грудной аорты до операции, трехмерная реконструкция.

Fig. 1. MSCT, preoperative 3D-reconstruction of thoracic aorta before procedure.

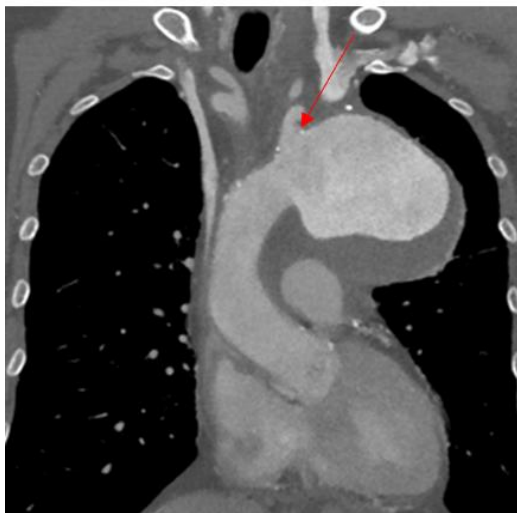


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. МСКТ грудной аорты до операции, мультипланарная реконструкция, фронтальная плоскость.

Стрелкой отмечено устье левой подключичной артерии, дистальнее которого определяется гигантская аневризма аорты с неравномерным пристеночным тромбозом.

Fig. 2. MSCT, preoperative multiplanar reconstruction, frontal view.

Ostium of left subclavian artery is indicated by arrow; distally is located giant aortic aneurysm with the irregular parietal thrombus.

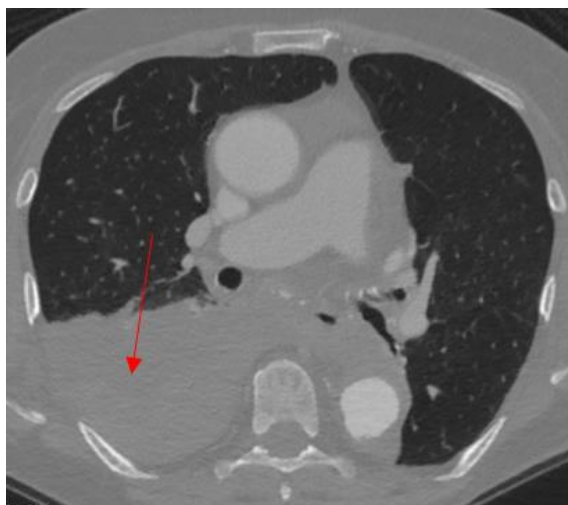


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. МСКТ грудной аорты до операции, мультипланарная реконструкция, аксиальная плоскость.

Стрелкой отмечен уровень свободной жидкости (кровь) в правой плевральной полости.

Fig. 3. MSCT, preoperative multiplanar reconstruction, axial view.

Arrow indicates the abnormal level of fluid (blood) in right pleural cavity

прорыва в правую плевральную полость. Состояние после протезирования брюшной аорты.

Таким образом, у пациентки 80 лет с состоявшимся разрывом грудной аорты имелись витальные показания для хирургического лечения. Учитывая старческий возраст больной, высокий риск периоперационных осложнений по причине осложненного течения основного заболевания (разрыв аневризмы, гемоторакс, дыхательная недостаточность) и сопутствующей патологии (многососудистое поражение коронарного русла) было принято решение выполнить гибридное оперативное вмешательство – эндоваскулярное протезирование грудной аорты с одномоментным левосторонним сонно-подключичным шунтированием и эндопротезирование аОСА по методу «дымоход».

Протокол операции 26.01.2018.

Под эндотрахеальным наркозом выполнен надключичный доступ к аОСА, ЛПКА. Системная гепаринизация 5000 ЕД. Выполнена артериотомия аОСА, наложен проксимальный анастомоз «конец-в-бок» с сосудистым протезом Gore-Tex 6 мм нитью Gore-Tex 5.0. Время пережатия аОСА составило 23 мин. Затем выполнен дистальный анастомоз «конец-в-бок» между протезом и ЛПКА. Сонно-подключичный шунт проходим, пульсация отчетливая. Выполнен доступ к левой ОБА, через который в артерию установлен интродьюсер 8F. Через правую общую бедренную вену в правый желудочек установлен временный электрод для высокочастотной стимуляции. В правую ОБА пункционно установлен интродьюсер 6F. Через левую ОБА в корень аорты заведен катетер Pigtail, посредством которого выполнена диагностическая аортография. Через левую ОБА на супержестком проводнике в дугу аорты заведен эндопротез Zenith Alpha 36x36x209 mm и, после тщательного позиционирования, раскрыт от устья брахиоцефального ствола. Выполнена ангиография: эндопротез полностью проходим на всем протяжении. В аОСА ниже проксимального анастомоза сонно-подключичного шунта установлен интродьюсер 7F, через него в дугу аорты заведен эндопротез Advanta V12 8x38 mm и раскрыт параллельно проксимальному краю грудного эндопротеза. В ЛПКА установлен интродьюсер 6F, выполнена ангиография, по диагностическому катетеру Cobra в устье ЛПКА размещены две эмболизирующие спирали Cook MReye. Выполнена финальная аортография: эндопротезы полностью проходимы на всем протяжении, сонно-подключичный шунт состоятелен, полость аневризмы исключена из кровотока, признаков эндолика нет. Удаление катетеров, проводников. Послойное ушивание ран с оставлением дренажа в области надключичного доступа. Место пункции правой ОБА закрыто с помощью ушивающего устройства AngioSeal

VIP 6F.

Длительность операции составила 340 мин, количество использованного рентгеноконтрастного препарата «Ультравист» 350 мл, объем кровопотери 300 мл.

Течение послеоперационного периода.

Через 8 часов после операции была произведена экстубация. Через 35 минут состояние больной с отрицательной динамикой: тахипноэ до 25/мин, участие вспомогательной мускулатуры в акте дыхания, респираторный ацидоз (раСО₂ – 63 мм рт. ст.). АД 160/70 мм рт. ст., ЧСС – 100/мин. В связи с нарастающей дыхательной недостаточностью выполнена интубация трахеи, возобновлена искусственная вентиляция легких (ИВЛ) в режиме контроля по давлению с достижением адекватных показателей оксигенации. По поводу постгеморрагической анемии со снижением гемоглобина до 75 г/л проводилась трансфузия одногруппной эритроцитной массы.

На 2-е сутки после операции предпринята попытка перевода пациентки на самостоятельное дыхание, однако было отмечено быстрое развитие беспокойства, появление жалоб на нехватку воздуха, нарастание видимой одышки, артериальная гипертония. Аускультативно сохраняется гиповентиляция справа в нижне-базальных отделах. При ультразвуковом исследовании в правой плевральной полости определяется значительное количество свободной жидкости на уровне 6-7 межреберья. Принято решение о пункции правой плевральной полости под ультразвуковым контролем, эвакуировано 800 мл крови с воздухом. При повторном исследовании остаточный объем свободной жидкости в правой плевральной полости составил около 200 мл. Субъективно пациентка отметила улучшение («стало легче дышать»), однако при рентгенографии грудной клетки выявлены признаки нарастающего пневмоторакса справа, в связи с чем, в третьем межреберье справа по передней ключичной был установлен активный дренаж правой плевральной полости. 29.01.2018 года под рентгенологическим контролем был удален плевральный дренаж, после чего пациентка была экстубирована. На 4-е сутки больная переведена в палату хирургического отделения для дальнейшего лечения. Пациентка выписана на 12-е сутки после операции в удовлетворительном состоянии.

Диагноз при выписке.

Основное заболевание: Мультифокальный атеросклероз. Аневризма дуги и нисходящего отдела грудной аорты больших размеров. Аневризма брюшной аорты. Операция бифуркационного аорто-подвздошного протезирования инфраренального отдела аорты протезом «Васкутек» (2014 г.). Ишемическая болезнь сердца. Атеросклероз аорты и коронарных артерий:

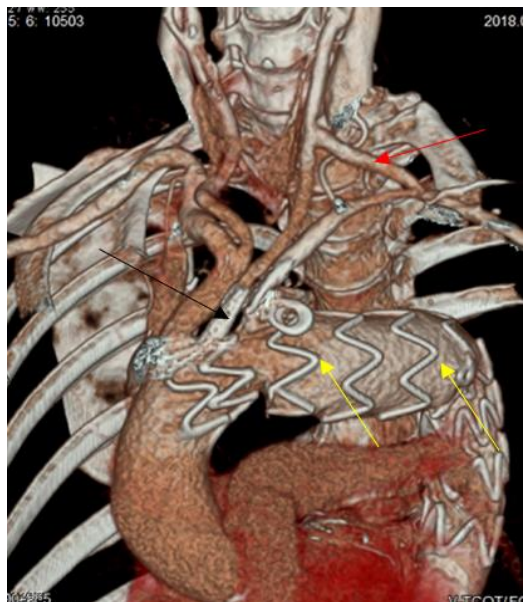


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. МСКТ-аортография. Трехмерная реконструкция грудной аорты, та же пациентка через 1 месяц после операции.

Желтые стрелки – стент-графт в просвете дуги и нисходящей грудной аорты. Красная стрелка – левосторонний сонно-подключичный шунт. Черная стрелка – эндопротез в левой общей сонной артерии (графт-«дымоход»).

Fig. 4. MSCT, 3D-reconstruction of thoracic aorta, 1 month after procedure.

Yellow arrows – stent-graft in aortic arch and descendent aorta. Red arrow – left-side carotid subclavian bypass. Black arrow – “chimney”-graft in left common carotid artery.

многососудистое поражение коронарного русла. Гипертоническая болезнь III стадии, риск сердечно-сосудистых осложнений очень высокий.

Осложнение основного заболевания:

Состоявшийся разрыв аневризмы грудной аорты с парааортальной гематомой и правосторонним гемогидротораксом (20.01.2018 г.). Частичный ателектаз правого легкого. Дыхательная недостаточность.

Операция: эндопротезирование дуги аорты от устья брахиоцефального ствола эндопротезом Zenit Alpha с одномоментным эндопротезированием левой ОСА эндопротезом Advanta V12 по технике «дымоход», сонно-подключичное шунтирование сосудистым протезом Gore Tex 6mm (26.01.2018 г.).

Состояние после пункционного удаления правостороннего гемоторакса (27.01.2018 г.), дренирования правой плевральной полости по поводу правостороннего пневмоторакса (28.01.2018 г.).

При контрольном обследовании через 1 месяц после операции по данным МСКТ-

аортографии: в дуге аорты установлен полностью расправленный стент-графт, проходимый стент в лОСА, функционирующий сонно-подключичный шунт. Устье лПКА эмболизировано спиралями. Признаков эндолика нет (рис. 4).

Обсуждение.

Разрыв аневризмы грудной аорты является жизнеугрожающим состоянием, требующим безотлагательного оперативного лечения. Возраст пациентов является важнейшим фактором летальности после хирургических вмешательств, предпринимаемых по поводу острого аортального синдрома [8]. Традиционное хирургическое вмешательство подразумевает выполнение торакотомии и пережатия аорты, что у пожилых и ослабленных пациентов в остром периоде разрыва аневризмы сопряжено с крайне высокой летальностью, по причине чего во многих клиниках таким больным отказывают в выполнении операции. Кроме того, у таких больных очень часто имеются атеросклеротические поражения других артериальных бассейнов: ишемическая болезнь сердца (как в нашем наблюдении), цереброваскулярная патология, стеноокклюзирующие поражения периферических артерий, атеросклеротическая и гипертоническая дисфункция висцеральных органов. В этих ситуациях единственным приемлемым методом лечения становится эндоваскулярное вмешательство [9]. У нашей пациентки мы смогли применить гибридную операцию: эндоваскулярный этап включал в себя протезирование дуги аорты для исключения из кровотока зоны разрыва и остаточной полости аневризмы и эндопротезирование лОСА по методу «дымоход» с целью сохранения мозгового кровотока в левом каротидном бассейне; открытый этап – левостороннее сонно-подключичное шунтирование – был направлен на сохранение адекватного кровоснабжения левой верхней конечности и, в особенности, кровотока по левой позвоночной артерии с целью профилактики ишемических осложнений в вертебробазилярном бассейне [10]. Мы полагаем, что предпринятая нами минимально инвазивная тактика позволила предотвратить неизбежную гибель больной, не жертвуя при этом ни радикальностью коррекции патологии аорты, ни необходимостью обеспечения полноценной церебральной перфузии, которые, соответственно, определяют эффективность и безопасности операции. Результаты контрольного обследования демонстрируют хорошую функцию установленных эндопротезов и хирургического сонно-подключичного анастомоза.

Можно с уверенностью утверждать, что помимо совершенствования арсенала эндоваскулярной и гибридной неотложной сосудистой хирургии, важнейшая роль в обеспечении успе-

ха высокотехнологичных операций на грудной аорте принадлежит визуализирующим методам, и в первую очередь – компьютерной томографии высокого разрешения. За последние 20 лет произошел заметный технический прогресс в области компьютерной томографии, в частности, увеличение временной и пространственной разрешающей способности, использование ЭКГ-синхронизации и расширение возможностей постпроцессинговой обработки изображений, что позволило улучшить качество получаемых реконструкций и еще более увеличило значимость МСКТ для клинической практики [11]. Применительно к неотложной хирургии аорты МСКТ-аортография используется в целях своевременной диагностики острой аортальной патологии и планирования оптимального способа и объема хирургической коррекции, так как позволяет получить детальные изображения всей аорты и окружающих ее анатомических структур, трехмерные реконструкции сосудов, дать точную оценку морфологических характеристик аневризматического мешка, проксимальной и дистальной шейки, степени кальциноза и пристеночного тромба, локализацию и протяженность дефекта стенки аорты [12]. Чувствительность и специфичность МСКТ при диагностике различных вариантов острого аортального синдрома составляет около 100% и 98% соответственно [13]. В обновленных клинических рекомендациях Европейского общества сосудистых хирургов (ESVS) рекомендуется использование МСКТ аорты для подтверждения диагноза у всех пациентов с подозрением на заболевание аорты и выявленными отклонениями на рентгеновском снимке грудной клетки (класс рекомендаций 1, уровень доказательности C) [14]. Исследование должно выполняться от уровня проксимальных сегментов артерий дуги аорты до общих бедренных артерий и включать в себя получение нативных изображений, раннюю и отсроченную фазу после внутривенного контрастирования с толщиной среза не более 1 мм. При соблюдении этих условий исследование является максимально информативным для оперирующего хирурга с точки зрения подбора эндопротезов соответствующего размера и определения оптимальной тактики сосудистого переключения артерий дуги (дебранчинга). В случае использования техники «дымоход» для эндопротезирования ЛОСА прецизионность расчета длины проксимальной посадочной зоны стент-графта в дуге аорты по данным МСКТ абсолютно критична для безопасного выполнения вмешательства. Стоит отметить, что планирование гибридной операции требует от хирурга владения навыками построения мультипланарных реконструкций аорты в тесном взаимодействии с врачом-

специалистом в области лучевой диагностики.

В представленном клиническом наблюдении, помимо планирования основного этапа операции, метод МСКТ использовался для принятия решения о дополнительном вмешательстве по поводу правостороннего гемоторакса, обусловленного эффузией крови в плевральную полость во время разрыва аорты. Ключевое значение в принятии решения о дренировании плевральных полостей при разорванной аневризме грудной аорты принадлежит оценке степени физиологической компенсации дыхательной недостаточности, обусловленной компрессионным ателектазированием того или иного объема легочной паренхимы. Сниженные в силу возраста и тяжести состояния функциональные ресурсы дыхательной системы определяли у нашей пациентки потребность в продленной ИВЛ с закономерным удлинением сроков пребывания в реанимационном отделении, невозможностью ранней реабилитации, увеличением риска респираторных осложнений и, соответственно, уменьшением шансов на благоприятный исход, несмотря на радикальную коррекцию острой сосудистой патологии. Согласно актуальным практическим рекомендациям по лечению гемоторакса, МСКТ является наиболее точным диагностическим методом оценки плеврального выпота или крови особенно у пациентов с сохраняющейся зависимостью от респираторной поддержки [15]. На основании клинической картины с учетом инструментальной оценки объема и локализации гемоторакса по данным МСКТ нами было принято решение о дренировании правой плевральной полости, что позволило успешно осуществить постепенное отлучение больной от ИВЛ и перейти к дальнейшей активизации и реабилитации.

Заключение.

Применение новых методов эндоваскулярной и гибридной хирургии в лечении разрыва аневризм аорты грудной локализации позволяет добиваться клинического успеха даже у крайне тяжелых пациентов пожилого и старческого возраста. В большинстве случаев коррекция патологии собственно аорты должна быть дополнена дренированием излившейся в плевральные полости крови с целью предотвращения и своевременного устранения дыхательной недостаточности. Ведущая роль в планировании данных операций принадлежит современным методам визуализации, в первую очередь МСКТ.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Chaikof E., Mutrie C., Kasirajan K., Milner R., Chen E., Veeraswamy R., et al. Endovascular repair for diverse pathologies of the thoracic aorta: an initial decade of experience. *J Am Coll Surg.* 2009; 208: 802-16.
2. Czerny M., Zimpfer D., Fleck T., Hofmann W., Schoder M., Cejna M. et al. Initial results after combined repair of aortic arch aneurysms by sequential transposition of the supra aortic branches and consecutive endovascular stent-graft placement. *The Annals of Thoracic Surgery.* 2004; 78: 1256-1260
3. Акчурин Р.С., Имаев Т.Э., Комлев А.Е., Покиджин И.А. Гибридная сердечно-сосудистая хирургия - интеграция специализации в хирургии сердца и сосудов на рубеже веков. *Кардиологический вестник.* 2012; 7 (1): 47-50.
4. Белов Ю.В., Голощапов-Аксенов Р.С., Комаров Р.Н. "Гибридная" хирургия грудной аорты. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2014; 7 (6): 64-70
5. Чарчян Э.Р., Абугов С.А., Степаненко А.Б., Пурецкий М.В., Поляков Р.С., Хачатрян З.Р. Гибридные операции при патологии грудной аорты. *Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского.* 2014; 4 (6): 31-36
6. Jonker F., Verhagen H., Heijmen R., Lin P., Trimarchi S., Lee W. et al. Endovascular Treatment of Ruptured Thoracic Aortic Aneurysm in Patients Older than 75 Years. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011; 41: 48-53
7. Achneck H., Rizzo J., Tranquilli M., Elefteriades J. Safety of thoracic aortic surgery in the present era. *Ann Thorac Surg.* 2007; 84: 1180-5
8. Olsson C., Thelin S., Stahle E., Ekblom A., Granath F. Thoracic aortic aneurysm and dissection: increasing prevalence and im-

- proved outcomes reported in a nationwide population-based study of more than 14,000 cases from 1987 to 2002. *Circulation.* 2006; 114: 2611-8
9. Акчурин Р.С., Имаев Т.Э., Колегаев А.С., Ягафаров И.Р., Сайфуллин Р.Р., Закирзянов М.Х. и др. Эндоваскулярное лечение спонтанного разрыва грудной аорты. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2015; 21 (3): 168-172.
10. Акчурин Р.С., Имаев Т.Э., Комлев А.Е., Саличкин Д.В. Варианты дебрانشинга дуги аорты при гибридных хирургических вмешательствах. *Клиническая физиология кровообращения.* 2016; 13 (2): 102-107
11. Parodi J., Berguer R., Carrascosa P., Khanafer K., Capunay C., Wizauer E. Sources of error in the measurement of aortic diameter in computed tomography scans. *J Vasc Surg.* 2014; 59 (1): 74-9
12. Смирнова Е.К., Терновой С.К., Федотенков И.С., Лепилин П.М., Имаев Т.Э., Комлев А.Е. Применение мультиспиральной компьютерной томографии при планировании эндоваскулярных и гибридных операций у больных аневризмой брюшной аорты. *REJR.* 2016; 6 (4): 99-108. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-99-108
13. Wicky S., Wintermark M., Schnyder P., Capasso P., Denys A. Imaging of blunt chest trauma. *Eur Radiol.* 2000; 10: 1524-38
14. Rimbau V., Böckler D., Brunkwall J., Cao P., Chiesa R., Coppi G. et al. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2017; 53: 4-52.
15. Mowery N., Gunter O., Collier B, Diaz J.Jr, Haut E., Hildreth A. et al. Practice Management Guidelines for Management of Hemothorax and Occult Pneumothorax. *J Trauma.* 2011; 70 (2): 510-8.

References:

1. Chaikof E., Mutrie C., Kasirajan K., Milner R., Chen E., Veeraswamy R., et al. Endovascular repair for diverse pathologies of the thoracic aorta: an initial decade of experience. *J Am Coll Surg.* 2009; 208: 802-16.
2. Czerny M., Zimpfer D., Fleck T., Hofmann W., Schoder M., Cejna M. et al. Initial results after combined repair of aortic arch aneurysms by sequential transposition of the supra aortic branches and consecutive endovascular stent-graft placement. *The Annals of Thoracic Surgery.* 2004; 78: 1256-1260.
3. Akchurin R.S., Imaev T.E., Komlev A.E., Pokidkin I.A. Hybrid cardiovascular surgery - the integration of specialization in cardiac and vascular surgery at the turn of the century. *Cardiac vestnik.* 2012; 7 (1): 47-50 (in Russian).
4. Belov Yu.V., Goloshchapov-Aksenov RS, Komarov R.N. "Hybrid" surgery of the thoracic aorta. *Cardiology and cardiovascular surgery.* 2014; 7 (6): 64-70 (in Russian).
5. Charchyan E.R., Abugov S.A., Stepanenko A.B., Puresky M.V., Polyakov R.S., Khachatryan Z.R. Hybrid surgery for pathology of the thoracic aorta. *Clinical and experimental surgery. Journal named after academician B.V. Petrovsky.* 2014; 4 (6): 31-36 (in Russian).
6. Jonker F., Verhagen H., Heijmen R., Lin P., Trimarchi S., Lee W. et al. Endovascular Treatment of Ruptured Thoracic Aortic Aneurysm in Patients Older than 75 Years. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2011; 41: 48-53
7. Achneck H., Rizzo J., Tranquilli M., Elefteriades J. Safety of thoracic aortic surgery in the present era. *Ann Thorac Surg.*

- 2007; 84: 1180-5
8. Olsson C., Thelin S., Stahle E., Ekblom A., Granath F. Thoracic aortic aneurysm and dissection: increasing prevalence and improved outcomes reported in a nationwide population-based study of more than 14,000 cases from 1987 to 2002. *Circulation.* 2006; 114: 2611-8
9. Akchurin R.S., Imaev T.E., Kolegaev A.S., Yagafarov I.R., Saifullin R.R., Zakirzyanov M.Kh. Endovascular treatment of spontaneous rupture of the thoracic aorta. *Angiology and Vascular Surgery.* 2015; 21 (3): 168-172 (in Russian).
10. Akchurin R.S., Imaev T.E., Komlev A.E., Salichkin D.V. Options debunching of the aortic arch with hybrid surgery. *Clinical physiology of blood circulation.* 2016; 13 (2): 102-107 (in Russian).
11. Parodi J., Berguer R., Carrascosa P., Khanafer K., Capunay C., Wizauer E. Sources of error in the measurement of aortic diameter in computed tomography scans. *J Vasc Surg.* 2014; 59 (1): 74-9
12. Smirnova EK, Ternovoy SK, Fedotenkov IS, Lepilin PM, Imaev TE, Komlev AE. The use of multispiral computed tomography in the planning of endovascular and hybrid operations in patients with aneurysm abdominal aorta. *Rejr.* 2016; 6 (4): 99-108. DOI: 10.21569 / 2222-7415-2016-6-4-99-108 (in Russian).
13. Wicky S., Wintermark M., Schnyder P., Capasso P., Denys A. Imaging of blunt chest trauma. *Eur Radiol.* 2000; 10: 1524-38
14. Rimbau V., Böckler D., Brunkwall J., Cao P., Chiesa R., Coppi G. et al. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2017; 53: 4-52.

15. Mowery N., Gunter O, Collier B, Diaz J.Jr, Haut E., Hildreth A. et al. Practice Management Guidelines for Management of Hemothorax and Occult Pneumothorax. *J Trauma*. 2011; 70 (2): 510-8.

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ ГАСТРОИНТЕСТИНАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ С ЭКСТРАОРГАНЫМ РОСТОМ, ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Левкин В.В.¹, Харнас С.С.¹, Гагарина Н.В.¹, Соколова И.Я.¹,
Хоробрых Т.В.¹, Шкурлатовская К.М.¹, Некрасова Т.П.¹, Тертычный А.С.²,
Киржнер Е.А.¹, Павлов Ю.В.¹

В данной статье представлено клиническое наблюдение экстрагастральной 1 - ФГАОУ ВО Первый крупной гастроинтестинальной стромальной опухоли (ГИСО), сочетавшейся с МГМУ им. И.М. Сеченова остеомиелофиброзом и представившей большие дифференциально- Минздрава России диагностические сложности в отношении органной принадлежности опухоли. (Сеченовский Университет),
Приведены современные методы лучевой диагностики, позволяющие выявить и уста- 2 - Лаборатория ИГХ и новить органопринадлежность опухоли, а также ее гистологические характеристики. электронной

Ключевые слова: гастроинтестинальные стромальные опухоли (ГИСО), подслизистые опухоли, лучевые методы диагностики, с-KIT, ИГХ, CD117, DOG1. микроскопии ПАО г. Москва, Россия.

Контактный автор: Левкин В.В., e-mail: doctor-levkin@mail.ru

Для цитирования: Левкин В.В., Харнас С.С., Гагарина Н.В., Соколова И.Я., Хоробрых Т.В., Шкурлатовская К.М., Некрасова Т.П., Тертычный А.С., Киржнер Е.А., Павлов Ю.В. Особенности диагностики гастроинтестинальных стромальных опухолей с экстраорганным ростом, описание клинического случая. REJR 2018; 8(3):296-204. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-296-304.

Статья получена: 29.07.18

Статья принята:

16.08.18

DIAGNOSTIC ASPECTS OF GASTROINTESTINAL STROMAL TUMOUR WITH EXTRAORGANIC GROWTH. CLINICAL CASE

Levkin V.V.¹, Kharnas S.S.¹, Gagarina N.V.¹, Sokolova I.Ya.¹, Khorobrykh T.V.¹, Shkurlatovskaia K.M.¹, Nekrasova T. P.¹, Tertychnyi A.S.², Kirzhner E.A.¹, Pavlov Yu.V.¹

This article presents the clinical case of an extragastric large gastrointestinal stromal tumor combined with osteomyelofibrosis. It made great differential diagnostic difficulties with regard to the tumor location. Modern radiology methods are described, which allow to reveal and establish the organogenesis of the tumor as well as its histological characteristics.

Keywords: gastrointestinal stromal tumor (GIST), submucosal tumor, radiology diagnostics, c-KIT, IHC, CD117, DOG1.

Corresponding author: Levkin V.V., e-mail: doctor-levkin@mail.ru

For citation: Levkin V.V., Kharnas S.S., Gagarina N.V., Sokolova I.Ya., Khorobrykh T.V., Shkurlatovskaia K.M., Nekrasova T.P., Tertychnyi A.S., Kirzhner E.A., Pavlov Yu.V. Diagnostic aspects of gastrointestinal stromal tumour with extraorganic growth. Clinical case. REJR 2018; 8 (3):296-304. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-296-304.

Received: 29.07.18

Accepted: 16.08.18

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

2 - Laboratory of immunohistochemical test and Electron Microscopy. Moscow, Russia.

Гастроинтестинальные стромальные опухоли (ГИСО) – самые частые мезенхимальные опухоли желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), при том, что на их долю приходится всего 1% из всех новообразований ЖКТ. ГИСО редки, их распространенность составляет в среднем 10–20 случаев на 1 млн. населения в год [1]. Чаще всего опухоль локализуется в желудке (в 55–70% случаев), реже в тонкой кишке (20–35%), в 5% случаев в толстой кишке и менее чем в 5% случаев – в пищеводе, аппендиксе, сальнике, брыжейке, забрюшинном пространстве [2, 3].

ГИСО относятся к группе подслизистых новообразований, развивающихся из интерстициальных клеток Кахаля в результате мутации в проонкогене *c-KIT*, отвечающем за экспрессию тирозинкиназного рецептора – онкобелка CD117 [4]. В норме этот рецептор взаимодействует с фактором роста стволовых клеток, в результате чего активируется каскад внутриклеточных реакций, отвечающих за пролиферацию и дифференцировку клеток Кахаля из мезенхимальных предшественников [5]. Мутации *c-KIT* приводят к гиперэкспрессии онкобелка и его лиганд-независимой активации [6]. Диагноз ГИСО устанавливается на основании гистологического и обязательного иммуногистохимического (ИГХ) исследования (CD117 и/или DOG1) биоптата или удаленной опухоли [7]. Гистологически выделяют: веретенноклеточные (70%), эпителиоидноклеточные (20%) и смешанные (10%) типы ГИСО [8]. Наиболее надежно изучение послеоперационного материала, так как материал, полученный даже при открытой биопсии, может оказаться малоинформативным, если большая его часть представлена зоной некроза или кровоизлиянием, что является одной из патоморфологических особенностей ГИСО, в паренхиме которых часто обнаруживаются данные изменения [9].

К другим особенностям ГИСО, которые необходимо учитывать при инструментальной диагностике относятся: подслизистая локализация с интактностью слизистой оболочки; преимущественно экстраорганный тип роста; четкие контуры; эластическая консистенция; подвижность [10]. Метастазируют ГИСО в основном гематогенным путем, при этом процесс обычно ограничен пределами брюшной полости: наиболее часто поражается печень (65%), реже брюшина (21%) [9]. Лимфогенное метастазирование не характерно для данного типа опухолей [3].

В 30% случаев ГИСО протекают бессимптомно, поэтому к моменту появления первых клинических признаков опухоль имеет значительные, иногда даже гигантские размеры, а метастазы выявляются у 45% пациентов [11].

Ниже мы хотим представить особенно-

сти ГИСО при различных инструментальных методах диагностики, позволяющих установить верный диагноз.

При эзофагогастродуоденоскопии (ЭГДС) ГИСО с эндоорганный и смешанной формой роста определяются как подслизистые образования, обладающие при инструментальной пальпации пружинящей эластичностью и подвижностью относительно подлежащих тканей. У экстрагастральных ГИСО могут наблюдаться лишь косвенные признаки в виде деформации стенки органа [12].

При трансабдоминальном ультразвуковом исследовании (УЗИ) ГИСО имеют четкий неровный контур, изо- или гипоехогенны, неоднородной структуры за счет участков повышенной и пониженной эхогенности. При выполнении гидросонографии возможно дифференцировать слои стенки и оценить связь опухоли с органом. Ультразвуковая доплерография (УЗДГ) позволяет оценить степень васкуляризации опухоли [13].

Достаточно информативным методом при диагностике ГИСО является эндоультрасонография (чувствительность 95%, специфичность 72%), которая позволяет локализовать опухолевый процесс по отношению к слоям стенки органа, а также оценить глубину инвазии и местную распространенность. ГИСО исходят из собственно мышечного слоя или из мышечной пластинки слизистого слоя, имеют повышенную эхогенность по сравнению с окружающим мышечным слоем, эхоструктура ГИСО разнообразна и зависит от размеров опухоли, чаще всего они неоднородны, имеют гиперэхогенные включения, ободок. Преимуществом данного метода является возможность проведения тонкоигольной пункции и аспирационной биопсии [12, 14]. Выполнение чрескожной пункционной биопсии под контролем УЗИ или компьютерной томографии (КТ) противопоказано, так как ГИСО легко травмируются, что может вызвать кровотечение и привести к интраабдоминальной диссеминации опухоли [9]. Однако при гигантских нерезектабельных опухолях и/или местнораспространенном процессе проведение данной манипуляции допустимо для гистологической верификации диагноза с целью определения показаний к предоперационной терапии иматинибом [15].

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) информативны при изучении размеров опухоли, ее анатомо-топографической локализации, также данные методы позволяют оценить распространенность опухолевого процесса. Чаще всего при МСКТ опухоли представляют собой структуру с четкими неровными контурами, неоднородной плотности. ГИСО

размером менее 2 см обычно гомогенны. Контрастирование позволяет оценить васкуляризацию опухоли, которая максимально накапливают контрастный препарат преимущественно в венозную фазу [11].

МРТ является уточняющим методом, который позволяет дифференцировать участки кистозной дегенерации и кровоизлияний при локализации опухоли в желудке, прямой кишке, также данный метод информативен для определения объема поражения печени. МРТ является альтернативой МСКТ у больных с противопоказаниями к использованию рентгеноконтрастных препаратов [8].

При рентгенографии опухоли с эндоорганым или смешанным характером роста наблюдается симптом дефекта наполнения округлой или овоидной формы с четкими контурами. Экстраорганные ГИСО определяются лишь по косвенным признакам – деформации и смещении исследуемого органа в противоположную сторону, а также по симптому ямочки [12].

Стандартным подходом к лечению ГИСО является хирургическое вмешательство, которое может быть дополнено адьювантной или неоадьювантной терапией иматинибом у больных с умеренным и высоким риском прогрессирования заболевания [8, 15]. Объем оперативного вмешательства варьирует в зависимости от размеров опухоли, чаще всего производят экономные резекции желудка, которые при размере опухоли до 5 см могут выполняться лапароскопически. Рекомендуется отступать от макроскопически видимых границ опухоли не менее чем на 2 см (R0) [8].

Риск рецидива при локальном поражении даже после радикальной операции приближается к 35%, при местнораспространенном процессе достигает 90% [16]. Рецидив обычно наступает в сроки от 6 месяцев до 1,5 лет после операции, вторичные поражения локализованы в основном интраабдоминально [17].

Целью настоящего наблюдения является демонстрация редкого с топографоанатомической точки зрения варианта ГИСО желудка в сочетании с остеомиелофиброзом, представившей большие дифференциально-диагностические сложности в определении органной принадлежности.

Описание клинического случая.

Больная М., 68 лет, обратилась в УКБ №1 (клиника факультетской хирургии им. Н.Н. Бурденко, клиника госпитальной терапии им. А.А. Остроумова) Первого МГМУ им. И.М. Сеченова с жалобами на ноющие боли в животе, повышенную утомляемость, снижение аппетита, общую слабость, похудание. Из анамнеза известно, что вышеуказанные жалобы появились год

назад и постепенно нарастали.

Больная обследована амбулаторно по месту жительства: при ЭГДС картина хронического астрофического гастрита, луковица двенадцатиперстной кишки без особенностей. При трансабдоминальном УЗИ в гипогастральной области на 2 см ниже пупка обнаружено гипохогенное образование с четкими неровными контурами, неоднородной структуры, размером 14x10x7 см; спленомегалия. По результатам МСКТ без контрастирования в мезогастральной области определялось неоднородной структуры образование с четкими неровными контурами, размером 13x10x6 см, располагающиеся предположительно в забрюшинном пространстве или корне брыжейки поперечной ободочной кишки; признаки портальной гипертензии и выраженной спленомегалии. При МСКТ колонографии (визуальной колоноскопии) данных за наличие объемного образования толстой кишки не получено. В брюшной полости на уровне супрапелетеральной области (межпелетельно) и большого сальника визуализировалось крупное объемное образование с четкими неровными контурами, неоднородной жидкостно-мягкотканой структуры, тесно прилежащие к передней брюшной стенке, размерами 13x10x7,5 см, с признаками экспансивного межпелетельного роста и распространения. Прилежащая жировая клетчатка и брыжейка на уровне поражения не изменены. Выраженная спленомегалия. Рекомендована консультация гематолога, пункция образования под контролем УЗИ. После консультации гематолога диагноз остался неясным, рекомендовано дообследование в условиях многопрофильного учреждения.

При обследовании общее состояние удовлетворительное. Со стороны дыхательной и сердечно-сосудистой системы патологии не выявлено. Status localis: при осмотре живот округлой формы, участвует в акте дыхания всеми отделами равномерно, не вздут. При пальпации живот мягкий, болезненный в мезо-гипогастральной области, где определялось опухолевое образование размером не менее 14x10 см, эластической консистенции, подвижное. Край печени выступал из-под реберной дуги на 2 см, умеренно болезненный. В левой половине живота пальпировалась резко увеличенная, плотной консистенции селезенка размером 20x10 см. При комплексном трансабдоминальном УЗИ, включающем гидросонографию, установить связь с каким-либо органом не удалось. При ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) определялся интранодулярный тип кровотока с низкой интенсивностью.

Была выполнена чрескожная пункция опухоли под контролем УЗИ – получен столбик ткани размером 0,3 см. При гистологическом

исследовании биопсийного материала опухоль состояла из хаотично расположенных вытянутых клеток с низким ядерно-цитоплазматическим соотношением, участками некроза и миксоматоза стромы (рис. 1). Заподозрена мезенхимальная опухоль, дифференциальный диагноз проводился между липосаркомой, фибросаркомой и лейомиосаркомой, но количество материала в биоптате оказалось недостаточно для проведения ИГХ-исследования.

Пункция образования позволила исключить взаимосвязь между опухолью и спленомегалией, однако генез последней остался неясен, поэтому было рекомендовано выполнение пункции костного мозга с последующим иммунофенотипированием. По результатам данного исследования установлен диагноз первичного остеомиелофиброза.

Повторно выполнена МСКТ с внутривенным контрастированием: в эпигастральной области под передней брюшной стенкой опухоль желудка с экстраорганным типом роста, с четкими неровными контурами, размером 13x10x6 см, диффузно неоднородной структуры, пониженной плотности. Новообразование неравномерно накапливало контрастный препарат преимущественно в паренхиматозную и отсроченную фазу. Опухоль исходила из стенки желудка в области угла, с основанием размером 30x25 мм, кровоснабжалась ветвью гастродуоденальной артерии (рис. 2). Печень увеличена, однородной структуры, обычной плотности. Сосуды воротной вены значительно расширены (основной ствол воротной вены 20 мм, селезеночная вена 20 мм, верхняя брыжеечная вена 14 мм). Селезенка значительно увеличена (23x16x12 см), однородной структуры, отесняет левую почку. Парааортальные лимфатические узлы и лимфоузлы таза не увеличены. Визуализируются чревные, ворот печени и панкреатические (в области головки) лимфоузлы размерами до 13 мм.

В отсутствии противопоказаний было принято решение о проведении хирургического удаления опухоли желудка. На операции: в мезогастральной области бугристая неоднородной структуры опухоль, размером 13x12x6 см, исходящая из большой кривизны желудка на ножке размером 2,5x1,5 см (рис. 3-5), что полностью подтверждало данные повторной МСКТ брюшной полости с внутривенным контрастированием. Выполнена атипичная резекция желудка с опухолью. В дальнейшем на круглой связке печени обнаружено образование размером до 1 см, которое также было удалено.

При гистологическом исследовании операционного материала опухолевый узел и образование круглой связки печени имели аналогичное строение. Опухоль исходила из мышечного слоя стенки желудка и состояла из вытянутых

клеток с сигарообразными ядрами, формирующими пучки разной толщины, идущими в разных направлениях, местами образующих вихреобразные структуры. Умеренный ядерный полиморфизм. Митозы не определялись. В части опухолевых клеток обнаружены перинуклеарные вакуоли. Соединительнотканная строма опухоли местами выражена незначительно, местами с участками гиалиноза. Капсула отсутствует. Заключение: вероятнее всего, речь идет о стромальной гастроинтестинальной опухоли желудка с отдельно присланным метастазом (рис. 6).

Для уточнения диагноза было проведено ИГХ исследование, которое выявило следующие изменения: CD117 – очаговая позитивная реакция; DOG1 – диффузная позитивная цитоплазматическая реакция. Индекс пролиферативной активности по Ki67 менее 1%. Заключение: иммунофенотип клеток новообразования соответствует гастроинтестинальной стромальной опухоли с низкой пролиферативной активностью (рис. 7, а, б).

Клинический диагноз: ГИСО желудка IV стадии, T4N0M1, метастаз в круглую связку печени. Первичный остеомиелофиброз. Спленомегалия. Портальная гипертензия. С учётом высокого риска рецидива заболевания проведена послеоперационная терапия иматинибом. Через 6 месяцев при ЭГДС и МСКТ с внутривенным контрастированием данных за рецидив или генерализацию процесса не получено, отмечено уменьшение в размерах селезенки (18x15x10 см).

Обсуждение.

К особенностям представленного наблюдения относятся:

1. Полное отсутствие даже косвенных признаков опухоли при ЭГДС.
2. МСКТ, выполненная без внутривенного контрастирования не позволила определить точную органную принадлежность опухоли.
3. МСКТ колонография позволила исключить образование толстой кишки, однако также не удалось установить точную органопринадлежность опухоли.
4. При комплексном (включая гидросонографию) трансабдоминальном УЗИ органопринадлежность опухоли выявить не удалось из-за отсутствия утолщения мышечного слоя желудка в области локализации ножки опухоли.
5. При УЗДГ выявлена низкая степень васкуляризации новообразования с бедной сетью артериальных и венозных сосудов.
6. Выполнение чрескожной пункционной биопсии под контролем УЗИ позволило определить мезенхимальное происхождение опухоли, однако материала оказалось недостаточно для проведения ИГХ-исследования и точной верификации диагноза.

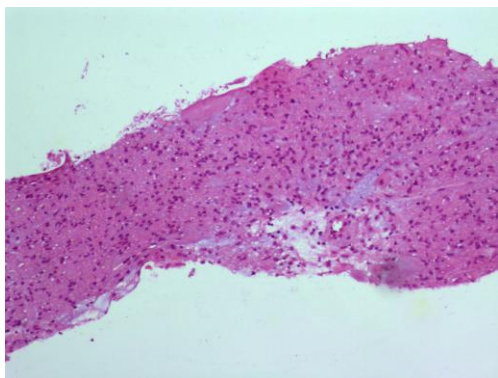


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Гистограмма биопсийного материала опухоли, окраска гематоксилином и эозином, X100.

Хаотично расположенные вытянутые клетки с низким ядерно-цитоплазматическим соотношением, участками некроза и миксоматоза стромы.

Fig. 1. Histological examination, tumor biopsy material, hematoxylin and eosin stain, X100.

Chaotically located prolate cells with low nuclear-cytoplasmic ratio, stroma with necrosis sites and myxomatosis.

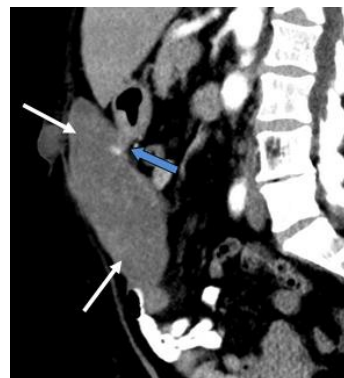


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

Рис. 2 а. МСКТ органов брюшной полости и малого таза. Сагиттальная реконструкция.

Опухоль (белые стрелки) с четкими неровными контурами под передней брюшной стенкой, размером 30х25 мм, располагающаяся экстраоргано, исходит из стенки желудка в области угла, с основанием размером 30х25 мм (голубая стрелка).

Fig. 2 а. MSCT, abdomen and pelvis. Sagittal reconstruction.

The tumor (white arrows) with clear uneven contours under the anterior abdominal wall, 30x25 mm in size, is located extraorganic, originates from the stomach wall in the angle region, with a base of 30x25 mm (blue arrows).



Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2 б. МСКТ органов брюшной полости и малого таза. Аксиальная реконструкция .

Опухоль (белые стрелки) с четкими неровными контурами под передней брюшной стенкой, размером 30х25 мм, располагающаяся экстраоргано, исходит из стенки желудка в области угла, с основанием размером 30х25 мм (голубая стрелка).

Fig. 2 б. MSCT, abdomen and pelvis. Axial reconstruction .

The tumor (white arrows) with clear uneven contours under the anterior abdominal wall, 30x25 mm in size, is located extraorganic, originates from the stomach wall in the angle region, with a base of 30x25 mm (blue arrows).



Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Фото. Интраоперационный вид опухоли.

Отмечается бугристая опухоль, размером 12х13х4 см, исходящая из большой кривизны желудка.

Fig. 3. Photo. Intraoperative type of tumor.

Nodulated, 12x13x4 cm in size, originates from the large stomach curvature.

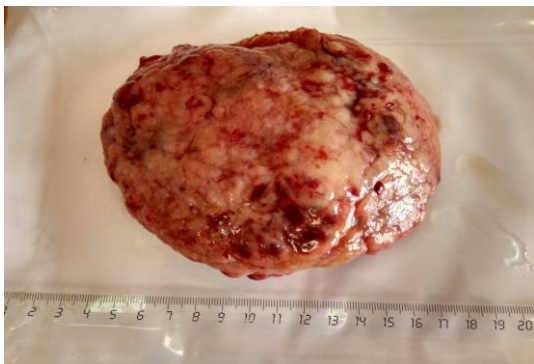


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

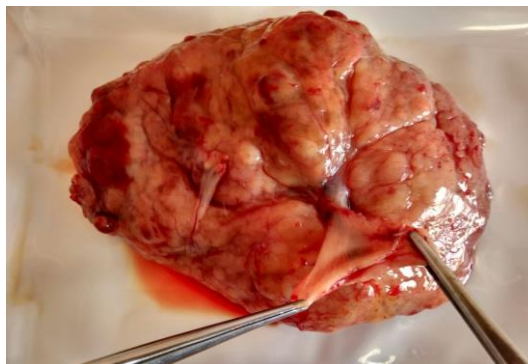


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

Рис. 4. Фото. Макропрепарат удаленной опухоли желудка.

а - вид со стороны передней стенки брюшной полости, б – вид со стороны желудка. Крупная бугристая опухоль неоднородной структуры на ножке, размером 13,5x12x6 см.

Fig. 4. Photo. Gross specimen, resected stomach tumor.

а - view from the anterior wall of the abdominal cavity, b - view from the stomach. A large nodulated tumor of a non-uniform structure on a pedicle size of 13.5 x 12 x 6 cm.



Рис. 5 (Fig. 5)

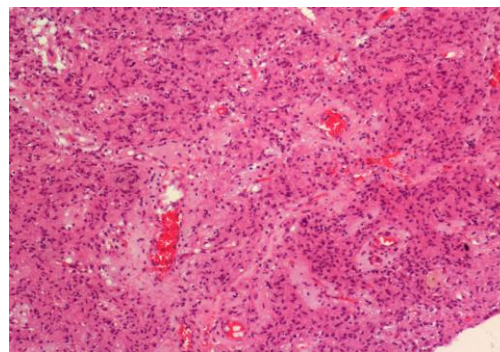


Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 5. Фото. Макропрепарат удаленной опухоли желудка на разрезе

В паренхиме опухоли полости распада и кровоизлияний.

Fig. 5. Photo. Gross specimen, resected stomach tumor in section.

There are destruction cavities and hemorrhages in the tumor parenchyma.

Рис. 6. Гистограмма удаленной опухоли желудка.

Окраска гематоксилином и эозином, X100. Опухоль состоит из вытянутых клеток с сигарообразными ядрами, формирующих пучки разной толщины, идущие в разных направлениях, местами образующих вихреобразные структуры. Умеренный ядерный полиморфизм. Митозы не определяются. В части опухолевых клеток – перинуклеарные вакуоли. Соединительнотканная строма опухоли местами выражена незначительно, местами с участками гиалиноза. Капсула отсутствует.

Fig. 6. Histological examination, resected stomach tumor, hematoxylin and eosin stain, X100.

The tumor consists of elongated cells with cigar-shaped nuclei, forming beams of different thickness, in different directions, locally forming vortex structures. Moderate nuclear polymorphism. Mitoses are not determined. There are perinuclear vacuoles in the part of the tumor. The connective tissue stroma of the tumor in places is expressed slightly, in places with areas of hyalinosis. Capsule is absent.

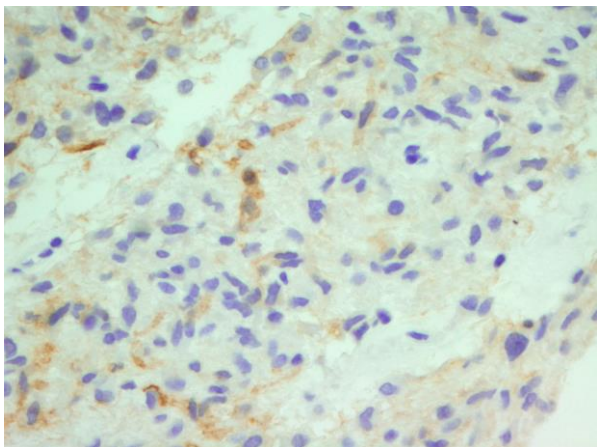


Рис. 7 а (Fig. 7 а)

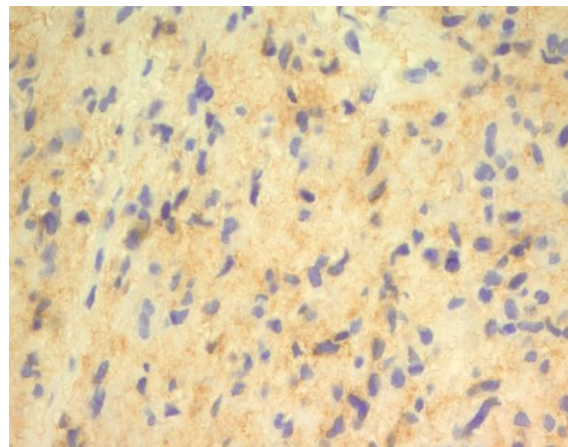


Рис. 7 б (Fig. 7 б)

Рис. 7. ИГХ-исследование удаленной опухоли желудка.

а - очагово-позитивная реакция в клетках опухоли с CD117. X400. б - диффузная позитивная цитоплазматическая реакция в клетках опухоли с DOG1. X400.

Fig. 7. IHC-study of a resected stomach tumor.

а - focal-positive reaction in tumor cells with CD117. X400. б - diffuse positive cytoplasmic reaction in tumor cells with DOG1. X400.

7. Редкое сочетание ГИСО желудка с остеомие-лофиброзом.

8. МСКТ с внутривенным контрастированием позволила выявить органопринадлежность опухоли: она имела экстраорганный тип роста и исходила из стенки желудка с основанием размером 25x30 мм – ГИСО на «ножке».

9. Метастатический процесс был ограничен пределами брюшной полости (метастаз в круглую связку печени). Поражение лимфатических узлов не выявлено.

10. ГИСО на ножке размером 13x12x6 см, имеет полости распада и кровоизлияний, гистологически низкую пролиферативную активность, что обусловлено несоответствием больших размеров опухоли с диаметром питающих ее сосудов.

11. Послеоперационная терапия иматинибом была эффективна, так как данных рецидив или генерализацию процесса не получено, также отмечено некоторое уменьшение в размерах селезенки.

Заключение.

ГИСО желудка является одной из самых частых мезенхимальных опухолей ЖКТ. Особенностью данного вида опухолей является то, что они имеют преимущественно экстраорганный тип

роста. Указанное обстоятельство связано с длительным бессимптомным клиническим течением ГИСО, которые на момент обнаружения нередко достигают размеров свыше 10 см. Также необходимо учитывать, что экстраорганный тип роста обуславливает определенные сложности в определении органопринадлежности опухоли при инструментальной диагностике, особенно на ранних этапах. В подобных случаях несоблюдение методологии исследований и нарушение их алгоритма, может увести в сторону от своевременного и правильного установления диагноза, задержке его постановки, ненужным и даже опасным для больного инвазивным манипуляциям, что негативно сказывается на результатах лечения. Основным методом лечения ГИСО является своевременно выполненное хирургическое вмешательство, дополненное, по показаниям, терапией иматинибом.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. WHO classification of tumours of the digestive system. F.T. Bosman, F. Carneiro, R.H. Hruban et al. (eds.). Lyon., International Agency for Research on Cancer, 2010. 417 p.
2. Дубова Е.А., Шеголев А.И., Мишнев О.Д., Кармазановский

Г.Г. Гастроинтестинальные стромальные опухоли (лекция). Медицинская визуализация. 2007; 1: 25–31.
3. А.Г. Кригер, Ю.Г. Старков, Г.Г. Кармазановский, С.В. Берелавичус, Д.С. Горин, А.В. Солодкий и др. Диагностика и

тактика хирургического лечения гастроинтестинальной стромальной опухоли. Хирургия. 2014; 1: 17-24.

4. Н.В. Низяева, А.И. Щёголев, М.В. Марей, Г.Т. Сухих Интерстициальные пейсмейкерные клетки. Вестник РАМН. 2014; 7-8: 17-24.

5. Pawson T. Regulation and targets of tyrosine-kinase receptors. *European Journal of Cancer*. 2002; 38 (5): 3-10.

6. Miettinen M, Lasota J. Gastrointestinal stromal tumors: pathology and prognosis at different sites. *Semin Diagn Pathol*. 2006; 23: 71-83.

7. Никулин М.П., Архири П.П., Владимирова Л.Ю., Жабина А.С., Носов Д.А., Стилиди И.С. Практические рекомендации по лекарственному лечению гастроинтестинальных стромальных опухолей (GIST). Злокачественные опухоли. 2016; 4 (2): 268-272. DOI: 10.18027/2224-5057-2015-4s-268-272

8. Ю.В. Иванов Особенности клинического течения, диагностики и лечения гастроинтестинальных стромальных опухолей. Клиническая практика. 2012; 1: 59-64.

9. Копп М.В., Королева И.А. Мультидисциплинарный подход в диагностике и лечении гастроинтестинальных стромальных опухолей. Злокачественные опухоли. 2013; 1 (5): 15-27.

10. Назарова И.А., Жевельюк А.Г., Прохоров А.В., Некрасова Т.П., Рудакова М.Н., Трандофилов М.М. и др. Редкий случай гигантской гастроинтестинальной стромальной опухоли желудка. Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики. 2013; 3 (4): 120-123.

11. Blackstein M.E., Blay J-Y., Corless C., Driman D.K., Riddell R., Soulières D. et al. Gastrointestinal stromal tumours: Consen-

sus statement on diagnosis and treatment. *Can J Gastroenterol*. 2006; 20 (3): 157-163.

12. Цыганова И.В., Анурова О.А., Мазуренко Н.Н. Морфологические особенности и критерии прогноза стромальных опухолей желудочно-кишечного тракта. Архив патологии 2011; 73 (6): 37-42.

13. Котляров П.М., Шадури Е.В., Виниковецкая А.В., Егорова Е.В., Примак Н.В. Лучевая диагностика гастроинтестинальных стромальных опухолей. Вестник российского научного центра рентгенодиагностики. 2012; 12: 1-15.

14. Rösch T, Kapfer B, Will U, Baronius W, Strobel M, Lorenz R. et al. Accuracy of endoscopic ultrasonography in upper gastrointestinal submucosal lesions: a prospective multicenter study. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. 2002; 37: 856-62.

15. Oh S.J., Lee J-L., Kim M-J., Ryu M-H., Chang H. M., Kim T. W. et al. Neoadjuvant Imatinib in locally advanced gastrointestinal stromal tumors of the stomach: report of three cases. *Cancer Research and Treatment*. 2006;38(3):178-83. doi: 10.4143/crt.2006.38.3.178.

16. Юричев И.Н., Бурдюков М.С., Нечитай А.М., Чистякова О.В. Гастроинтестинальные стромальные опухоли: проблемы диагностики и лечения (обзор литературы). Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2012; 9: 60-67.

17. Boni L, Benevento A, Dionigi G, Rovera F, Dionigi R. Surgical resection for gastrointestinal stromal tumors (GIST): experience on 25 patients. *World Journal of Surgical Oncology*. 2005; 3: 78 - 85. DOI: 10.1186/1477-7819-3-78

References:

1. WHO classification of tumours of the digestive system. F.T. Bosman, F. Carneiro, R.H. Hruban et al. (eds.). Lyon., International Agency for Research on Cancer, 2010. 417 p.

2. E.A. Dubova, A.I. Shchegolev, O.D. Mishnev, G.G. Karmazanovsky Nonepithelial Gastrointestinal Tumors (lecture). *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2007; 1: 25-31 (in Russian).

3. A.G. Krieger, YU.G. Starkov, G.G. Karmazanovskiy, S.V. Berelavichus, D.S. Gorin, A.V. Solodkiy et al. Diagnostics and tactics of gastrointestinal stromal tumor surgical treatment. *Surgery*. 2014; 1: 17-24 (in Russian).

4. V. Nizyaeva, A.I. Shchegolev, M.V. Marey, G.T. Sukhikh Interstitial pacemaker cells. *Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk — Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2014; 7-8: 17-24 (in Russian).

5. Pawson T. Regulation and targets of tyrosine-kinase receptors. *European Journal of Cancer*. 2002; 38 (5): 3-10.

6. Miettinen M, Lasota J. Gastrointestinal stromal tumors: pathology and prognosis at different sites. *Semin Diagn Pathol*. 2006; 23: 71-83.

7. Nikulin M.P., Arkhiri P.P., Vladimirova L.IU., ZHabina A.S., Nosov D.A., Stilidi I.S. Practical recommendations for drug treatment gastrointestinal stromal tumors (GIST). *Journal of Malignant tumours*. 2016; 4 (2): 268-272. DOI: 10.18027/2224-5057-2015-4s-268-272 (in Russian).

8. Ivanov Yu.V. Clinical course, diagnosis and treatment of gastrointestinal stromal tumors. *Clinical practice*. 2012; 1: 59-64 (in Russian).

9. Kopp M.V., Koroleva I.A. Multidisciplinary approach in diagnosis and treatment gastrointestinal stromal tumors. *Journal of Malignant tumours*. 2013; 1 (5): 15-27 (in Russian).

10. Nazarova I.A., Zhevlyuk A.G., Prokhorov A.V., Rudakova M.N., Nekrasova T.P., Trandofilov M.M. et al. The rare case of giant gastrointestinal stromal tumor of the stomach. *Russian electronic journal of radiology*. 2013; 3 (4): 120-123 (in Russian).

11. Blackstein M.E., Blay J-Y., Corless C., Driman D.K., Riddell R., Soulières D. et al. Gastrointestinal stromal tumours: Consensus statement on diagnosis and treatment. *Can J Gastroenterol*. 2006; 20(3): 157-163.

12. TSYganova I.V., Anurova O.A., Mazurenko N.N. Morphological features and forecasting criteria of gastrointestinal stromal tumors. *Archive of pathology* 2011;73(6): 37-42 (in Russian).

13. P.M. Kotlyarov, E.V. Shaduri, A.V. Vinikovetskaja, E.V. Egorova, N.V. Primak Diagnostic Imaging of gastrointestinal stromal tumors. *Herald of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology*. 2012; 12: 1-15 (in Russian).

14. Rösch T, Kapfer B, Will U, Baronius W, Strobel M, Lorenz R. et al. Accuracy of endoscopic ultrasonography in upper gastrointestinal submucosal lesions: a prospective multicenter study. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*. 2002; 37: 856-62.

15. Oh S.J., Lee J-L., Kim M-J., Ryu M-H., Chang H. M., Kim T. W. et al. Neoadjuvant Imatinib in locally advanced gastrointestinal stromal tumors of the stomach: report of three cases. *Cancer Research and Treatment*. 2006;38(3):178-83. doi:

10.4143/crt.2006.38.3.178.

16. Urichev I.N., Burdiukov M.S., Nechipai A.M., CHistiakova O.V., *Gastrointestinal stromal tumors: problems of diagnosis and treatment (literature review). Experimental and clinical gastroenterology. 2012; 9: 60-67 (in Russian).*

17. Boni L., Benevento A., Dionigi G., Rovera F., Dionigi R. *Surgical resection for gastrointestinal stromal tumors (GIST): experience on 25 patients. World Journal of Surgical Oncology. 2005; 3: 78 – 85. DOI: 10.1186/1477-7819-3-78.*

ТРЕХКОМПОНЕНТНОЕ ФАЛЛОПРОТЕЗИРОВАНИЕ У ПАЦИЕНТА ПОСЛЕ РАДИКАЛЬНОЙ ЦИСТПРОСТАТЭКТОМИИ С ФОРМИРОВАНИЕМ НЕОБЛАДЕРА ПО ПОВОДУ СИНХРОННОГО ПЕРВИЧНО-МНОЖЕСТВЕННОГО РАКА МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ И ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Грицкевич А.А., Теплов А.А., Степанова Ю.А., Кондратьев Е.В., Пьяникин С.С.
Морозова М.В., Глотов А.В.

Цель исследования. Радикальная цистпростатэктомия (РЦЭ) с деривацией мочи в сегмент кишечного тракта сегодня является стандартным методом лечения мышечно-инвазивного и некоторых других форм рака мочевого пузыря. В последние десятилетия послеоперационная летальность после РЦЭ сведена до минимума и составляет 0,5-2%, тем не менее, ряд послеоперационных осложнений может существенно ухудшить качество жизни больного. Улучшение хирургической техники в последние годы привело к тому, что большинству пациентов возможно выполнение ортотопического замещения мочевого пузыря с сохранением произвольного мочеиспускания. Кроме того, даже у этой сложной категории больных возможно проведение полной сексуальной хирургической реабилитации.

Материалы и методы. Представлено клиническое наблюдение пациента 49 лет, поступившего в Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского, больного раком мочевого пузыря. При дообследовании у пациента выявили синхронный первично-множественный рак мочевого пузыря и предстательной железы.

Результаты. Пациенту была выполнена РЦЭ с расширенной двухсторонней подвздошно-обтураторной лимфаденэктомией, ортотопической везикопластикой изолированным сегментом подвздошной кишки по U.E. Studer, что сделало невозможным поддержание сексуальной функции. Вследствие чего, в отдаленном послеоперационном периоде, пациенту было выполнено трехкомпонентное эндофаллопротезирование. В отдаленном периоде при динамическом наблюдении осложнений после оперативных вмешательств не было. Ортотопический необладер и фаллопротез функционировали нормально. УЗИ и МСКТ являются эффективными методами мониторинга состояния пациентов, перенесших подобные сложные оперативные вмешательства.

Заключение. Трехкомпонентное фаллопротезирование современными имплантационными системами после РЦЭ с ортотопической пластикой мочевого пузыря обеспечивает лучшую сексуальную реабилитацию мужчин.

Ключевые слова: рак мочевого пузыря, рак предстательной железы, УЗИ, МСКТ, МРТ, цистпростатэктомия, необладер, эндофаллопротезирование.

Контактный автор: Грицкевич А.А. e-mail: grekaa@mail.ru

Для цитирования: Грицкевич А.А., Теплов А.А., Степанова Ю.А., Кондратьев Е.В., Пьяникин С.С. Морозова М.В., Глотов А.В. Трехкомпонентное фаллопротезирование у пациента после радикальной цистпростатэктомии с формированием необладера по поводу синхронного первично-множественного рака мочевого пузыря и предстательной железы. REJR 2018; 8(3):305-317. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-305-317.

Статья получена: 20.07.18

Статья принята: 09.08.18

3-PIECE INFLATABLE PENILE PROSTHESIS AT THE PATIENT AFTER RADICAL CYSTPROSTATECTOMY AND ORTHOTOPIC NEOBLADDER WITH THE SYNCHRONOUS PRIMARY-MULTIPLE BLADDER AND PROSTATE CANCER

Gritskevich A.A., Teplov A.A., Stepanova Yu.A., Kondratyev E.V., Pyanikin S.S.
Morozova M.V., Glotov A.V.

Purpose. Radical cystoprostatectomy (RCE) with the derivation of urine into the intestinal tract segment is now the standard treatment for muscle-invasive and some other forms of bladder cancer. In recent decades, postoperative lethality after RCE has been reduced to a minimum and is 0.5-2%, nevertheless, a number of postoperative complications can significantly worsen the quality of life of the patient. Improvement of surgical technique in recent years has led to the fact that orthotopic replacement of the bladder while maintaining an arbitrary urination can be performed to the most patients. In addition, complete sexual surgical rehabilitation is possible even in this complex category of the patients.

Materials and methods. A clinical case of a 49-year-old patient who entered at A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery with the bladder cancer is presented. Synchronous primary-multiple cancer of the bladder and prostate was diagnosed in the post-examination.

Results. RCE with enlarged bilateral ileal obturator lymphadenectomy and the Studer orthotopic neobladder, which made it impossible to maintain sexual function was performed. Later, in the long-term postoperative period the patient underwent 3-piece inflatable penile prosthesis.

The complications of surgery were not identified with the dynamic observation in the late period. Orthotopic neobladder and 3-piece inflatable penile prosthesis functioned normally. Ultrasound and MSCT are effective methods of monitoring of the condition of the patients who have undergone such complicated surgical interventions.

Conclusion. 3-piece inflatable penile prosthesis with modern implantation systems after RCE with orthotopic plastic surgery of the bladder provides the best sexual rehabilitation for men.

Keywords: bladder cancer, prostate cancer, ultrasound, MSCT, MRI, cystoprostatectomy, neobladder, penile prosthesis.

Corresponding author: Gritskevich Alexander Anatolyevich, e-mail: grekaa@mail.ru

For citation: Gritskevich A.A., Teplov A.A., Stepanova Yu.A., Kondratyev E.V., Pyanikin S.S. Morozova M.V., Glotov A.V. 3-piece inflatable penile prosthesis at the patient after radical cystoprostatectomy and orthotopic neobladder with the synchronous primary-multiple bladder and prostate cancer. REJR 2018; 8 (3):305-317. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-305-317.

Received: 20.07.18

Accepted: 09.08.18

Радикальная цистопроstatectomia в настоящее время является стандартом лечения пациентов с мышечно-инвазивной и/или рецидивирующей уротелиальной карциномой мочевого пузыря [1, 2]. Однако при лечении таких пациентов следует учесть возможность сочетанного первично-множественного рака мочевого пузыря и предстательной железы. Это обусловлено тем, что в развитых странах рак предстательной железы (РПЖ) является наиболее распространенным раком у мужчин [1]. Серия проведенных М. Yin с соавт. аутопсий подтвердила высокие показатели случайно выявленного рака

предстательной железы, при этом большинство мужчин при жизни не имели формально задокументированной диагностики злокачественной опухоли [3]. Данные литературы свидетельствуют о том, что у пациентов, перенесших радикальную цистопроstatectomia (РЦЭ) по поводу рака мочевого пузыря, показатели выявления РПЖ варьируют в пределах от 14% до 50% [2, 4 - 6]. Разница в опубликованных показателях может быть обусловлена различиями в методе обработки патологического материала, так большая частота встречаемости РПЖ регистрируется при более тщательном отборе проб (например, 2-3-миллиметровое ступенчатое об-

A.V. Vishnevsky National
Medical Research Center
of Surgery,
Moscow, Russia

следование образца целиком) [7]. Это, в свою очередь, объясняется более высокими относительными показателями «клинически незначимого» заболевания при более высоких показателях обнаружения [4, 6].

В представленном клиническом наблюдении пациент обратился в клинику с рецидивирующей уротелиальной карциномой мочевого пузыря, однако дополнительное обследование позволило выявить у него синхронный РПЖ.

Материалы и методы.

Пациент Ж., 49 лет, поступил в Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского с жалобами на персистирующую гематурию.

Из анамнеза известно: пациент в течение 3-х лет наблюдается онкоурологом по месту жительства по поводу опухолевого поражения мочевого пузыря. Неоднократно выполнялись трансуретральные резекции мочевого пузыря, внутрипузырная химиотерапия. В настоящее время выявлен многофокусный рецидив уротелиальной карциномы низкой степени дифференцировки. По данным МРТ признаков инвазии в окружающие ткани, а также вторичной диссеминации не выявлено. В 2014 г. по поводу доброкачественной гиперплазии предстательной железы I степени была выполнена трансуретральная резекция предстательной железы. Пациент госпитализируется в НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского для радикального оперативного лечения.

При консультации амбулаторно выполнена магнитно-резонансная томография органов малого таза в НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского.

На сериях обзорных МР-томограмм малого таза жидкости в полости малого таза не выявлено.

Предстательная железа визуализируется размерами 42x31x29 мм, половины ассиметричные. Контур железы четкий, ровный, прилежащая клетчатка не инфильтрирована. Передняя фибромускулярная строма не изменена. Периферическая зона хорошо выражена, гетерогенной структуры. В базальной трети правой доли железы в периферической зоне на «7-ми часах» визуализируется округлой формы образование неоднородной структуры, с неровными контурами, размерами 9x11x8 мм. Сигнал от него гипоинтенсивный на T2-ВИ (Pi-RADS 5), SPAIR. На сериях DWI отмечается выраженное ограничение диффузии в структуре образования (Pi-RADS 5). Значения ИКД крайне низкие. Образование прилежит к капсуле железы, деформируя ее (рис. 1). В других отделах периферической зоны определяются участки слабо пониженного МР-сигнала на T2-ВИ, неправильной формы без видимых очагов (Pi-RADS 2).

Мочевой пузырь слабо наполнен. Отмеча-

ется выраженное субтотальное утолщение стенки 2-3-го сегментов мочевого пузыря до 13-15 мм, преимущественно по правой полуокружности за счет образования, имеющего инфильтративный характер роста. Во 2-ом сегменте пузыря на правой полуокружности слои стенки не дифференцируются, отмечается распространение образования на мышечный слой. Признаков распространения на паравезикальную клетчатку нет. Паравезикальная клетчатка по правой полуокружности отечна (рис. 2).

Лимфатические узлы в области сканирования не увеличены, справа и слева определяются единичные узлы запирающей группы, размером до 5 мм по короткой оси. Структура визуализируемых лимфатических узлов не изменена. В области сканирования в костных структурах таза дополнительных очаговых изменений сигнала не определяется.

Заключение: МР-картина образования базальной трети правой доли предстательной железы (Pi-RADS 5), неочаговые изменения в других отделах правой и левой доли предстательной железы (Pi-RADS 3). Признаков местного распространения нет. Образование мочевого пузыря (сr T2a N0).

Диагноз РПЖ был подтвержден по данным мультифокальной биопсии.

Результаты.

По итогам обследования выполнено оперативное вмешательство: радикальная цистпростатэктомия с расширенной двухсторонней подвздошно-обтураторной лимфаденэктомией, ортотопическая везикопластика изолированным сегментом подвздошной кишки по U.E. Studer.

Морфологическое исследование.

Заключение: первично-множественный рак.

Уротелиальная карцинома мочевого пузыря, High-grade, с микрофокусом начала инвазии в основу слизистой оболочки (рис. 3), наличием участков карциномы in situ (рис. 4). В краях резекции мочеточников, крае уретры – без элементов опухоли. pT1 pN0 (0/49) cM0; M8120/3; Pn0; L0; V0; R0.

2. Ацинарная аденокарцинома предстательной железы, 6 (3+3) баллов по Глиссону (рис. 5), на фоне аденоматозной гиперплазии с очагами высокой ПИН, с участком инвазии в фиброзную капсулу, без ее прорастания, без вставания в уретру и семенные пузырьки, и без метастазов в 49 регионарных лимфоузлах. pT2c pN0 (0/49) cM0; M8140/3; Pn0; L0; V0.

В послеоперационном периоде при ультразвуковом исследовании по контуру сформированного мочевого пузыря была выявлена незначительная организуемая гематома, также в малом тазу меж петель кишки определены незначительные жидкостные скопления несколько

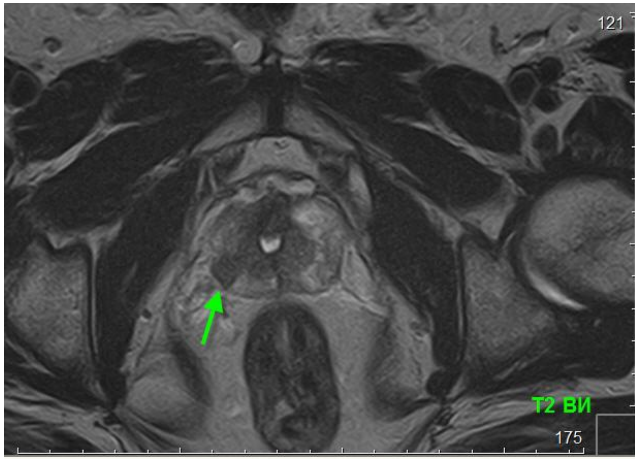


Рис. 1 а (Fig. 1 а)

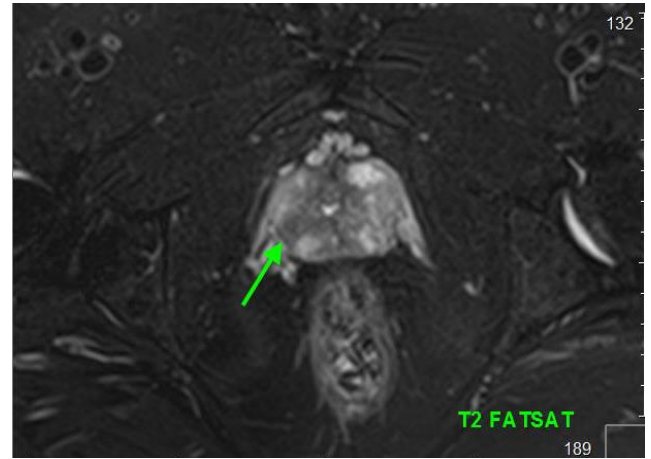


Рис. 1 б (Fig. 1 б)

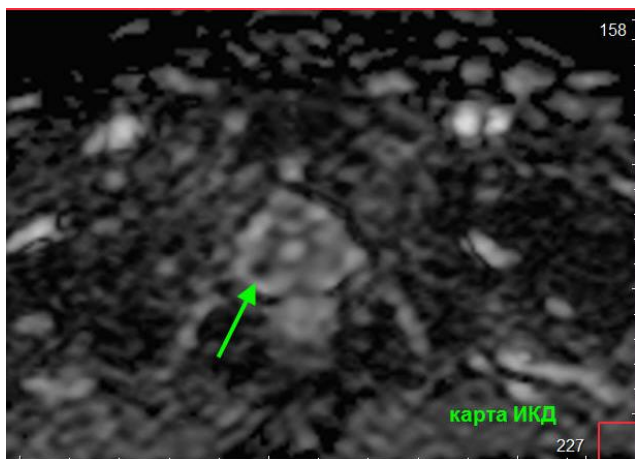


Рис. 1 в (Fig. 1 с)

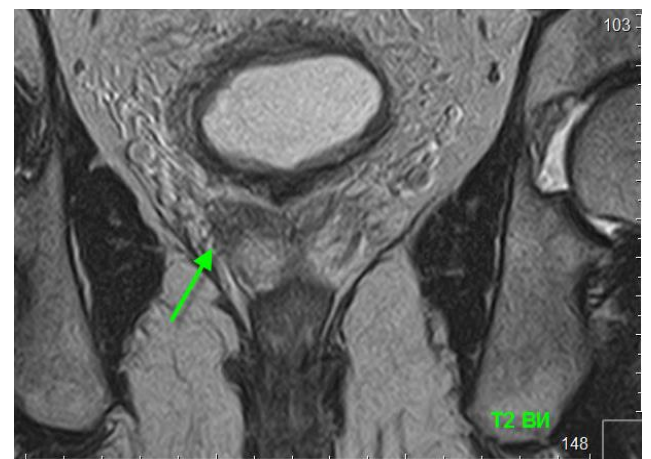


Рис. 1 г (Fig. 1 d)

Рис. 1. МРТ предстательной железы.

В базальной трети правой доли железы в периферической зоне на «7-ми часах» визуализируется округлой формы образование неоднородной структуры, с неровными контурами (указано стрелкой). Сигнал от него гипointенсивный на T2-ВИ, SPAIR. На сериях DWI отмечается выраженное ограничение диффузии в структуре образования. Значения ИКД крайне низкие. Образование прилежит к капсуле железы, деформируя ее. Pi-RADS 5.

Fig. 1. Prostate MRI.

In the basal third of the right lobe of the prostate in the peripheral zone, the lesion of a non-uniform structure with an irregular contour (indicated by an arrow) is visualized on a rounded form at 7 o'clock. The signal from it is hypointensive at T2 WI, SPAIR. The DWI series shows a marked restriction of diffusion in the structure of the lesion. ICD values are extremely low. The lesion is due to the capsule of the gland, deforming it. Pi-RADS 5.

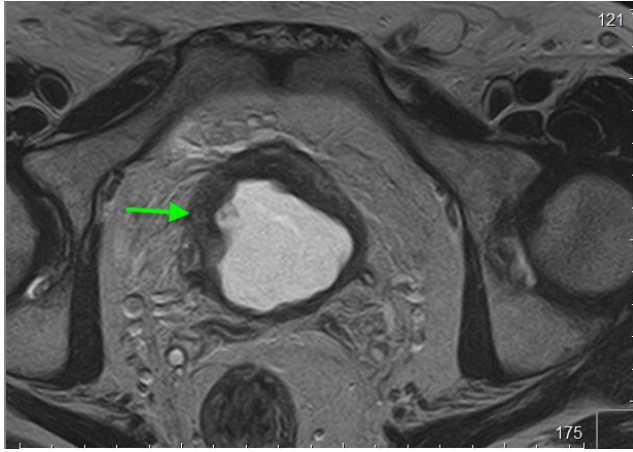


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

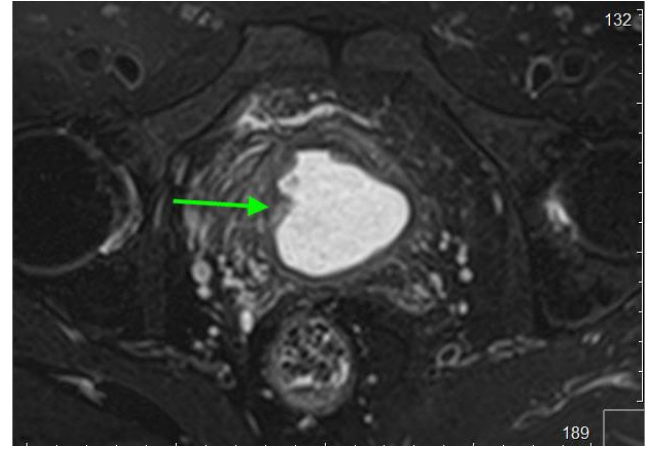


Рис. 2 б (Fig. 2 в)

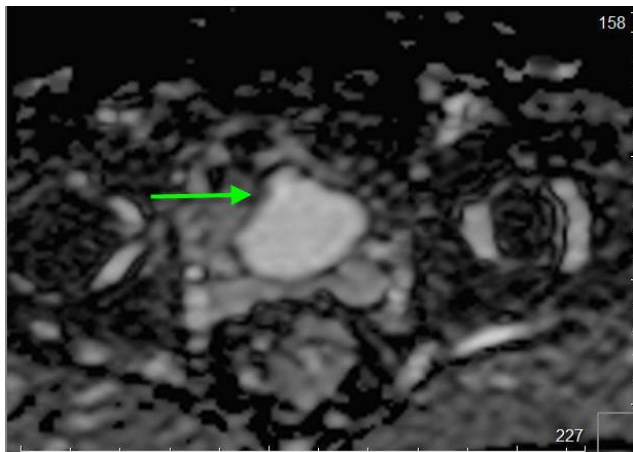


Рис. 2 в (Fig. 2 с)

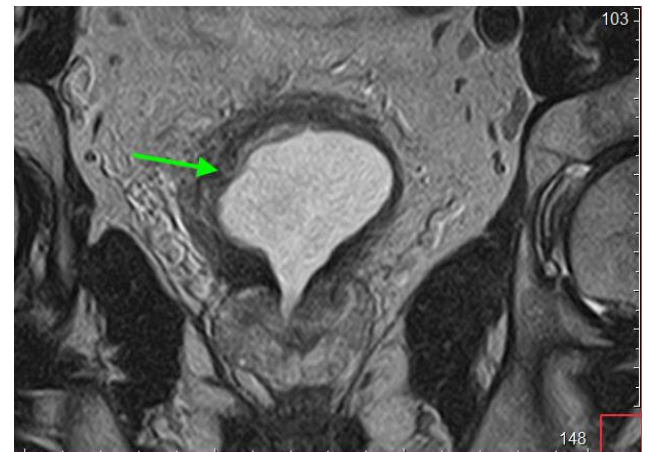


Рис. 2 г (Fig. 2 d)

Рис. 2. МРТ предстательной железы.

Мочевой пузырь слабо наполнен. Отмечается выраженное субтотальное утолщение стенки 2-3 сегментов мочевого пузыря, преимущественно по правой полуокружности за счет образования, имеющего инфильтративный характер роста (указано стрелкой). Во 2-ом сегменте пузыря на правой полуокружности слои стенки не дифференцируются, отмечается распространение на мышечный слой. Признаков распространения на паравезикальную клетчатку нет. Паравезикальная клетчатка по правой полуокружности отечна.

Fig. 2. Prostate MRI.

The bladder is weakly filled. There is a pronounced subtotal thickening of the wall of 2-3 segments of the bladder mainly along the right semicircle due to the lesion having an infiltrative nature of growth (indicated by an arrow). In the 2-nd segment of the bladder on the right semicircle, the wall layers do not differentiate, a spread on the muscle layer is noted. There are no signs of spreading on paravesical fiber. The paravesical fiber on the right semicircle is edematous.

неоднородные по структуре. Выявленные изменения разрешились самостоятельно и не потребовали дополнительных вмешательств, дренажи были удалены на 6 сутки. Лоханки обеих почек были незначительно расширены, в них определялись проксимальные концы стентов. При динамическом наблюдении было отмечено сужение лоханок, стенты были удалены на 11-е сутки после оперативного вмешательства.

Пациент был выписан под наблюдение хирурга по месту жительства с рекомендацией повторной госпитализации в феврале 2018 г. для ощелачивающей терапии и декомпрессии необладера.

При госпитализации в апреле 2018 г. больному выполнено диагностическое исследование и проведено лечение. С целью оценки возможности проведения трехкомпонентного эндофаллопротезирования выполнена диагностическая уретронеоцистоскопия. Противопоказаний к протезированию не выявлено. Далее после катетеризации необладера пациенту проведен курс ощелачивающей терапии, выполнен бактериальный посев крови, катетер удален (16.04.2018 г.).

В мае 2018 г. пациент был госпитализирован с диагнозом: рак мочевого пузыря pT1pN0cM0, G3, состояние после цистпростатэктомии, формирования необладера в августе 2017 г. Эректильная дисфункция, полная форма.

При госпитализации пациент предъявлял жалобы на отсутствие эрекции.

Состояние при поступлении удовлетворительное.

Пациенту выполнено оперативное вмешательство в объеме: трехкомпонентное эндофаллопротезирование.

Обработка операционного поля в течение 5 минут с последующим наклеиванием инцизионной антибактериальной пленкой. Произведено катетеризация мочевого пузыря уретральным катетером Фоулли №18. Под внутривенной анестезией в области пенисскротального перехода выполнен поперечный разрез кожи мошонки длиной 4 см. Тупо и остро выделено правое и левое кавернозное тело до белочной оболочки с иссечением фасции Бака. Оба кавернозных тела взяты на провизорные держалки. Остро продольно рассечена белочная оболочка длиной 30 мм с обеих сторон. Произведено бужирование кавернозных тел в проксимальном и дистальном направлениях бужами Брукса с №8 до №11. Мобилизовано наружное отверстие левого пахового канала. Семенной канатик смещен латерально. Острыми ножницами с закрытыми браншами сформирован канал через заднюю стенку пахового канала тотчас за наружным отверстием. Произведен разрез в мезогастрii, рассечен апоневроз. Тупым путем сформирова-

но ложе во влагалище прямых мышц живота, установлен накопительный резервуар. Открыт стерильный набор трехкомпонентного протезирования Coloplast Titan Touch (рис. 6). Заполнен резервуарный баллон (в виде листа клевера) физиологическим раствором 75 мл (рис. 6). Аспирирован воздух из системы резервуара. В замкнутой системе при помощи шприца жидкость из баллона отведена. Путем раздувания баллона осуществлена проверка его локализации. Осуществлен замер дистальных и проксимальных отрезков кавернозных тел инсертором Фурлоу. Больному выбран размер протезов 19 см. При помощи инсертора Фурлоу иглами Кейта проведены провизорные лигатуры через дистальный апекс кавернозных тел с выколом через головку пениса с обратной стороны. Баллоны фаллопротеза заведены сначала в проксимальную часть, затем при помощи провизорных лигатур полностью помещены в дистальную часть (рис. 6). Дефект в белочных оболочках ушит одиночными викриловыми швами 3. Осуществлена проверка конгруэнтности баллонов в кавернозных телах. Все соответствует проведенным замерам. Иссечен избыток трубок трехкомпонентной системы с предосторожностью попадания воздуха в систему. Произведено соединение трубки резервуара и помпы пластиковым устройством-замком (рис. 6). Проверка на герметичность и функционирование трехкомпонентной системы. В мошонке сформирован канал между кожей и tunica dartis, куда помещена помпа. Гемостаз. В полость мошки установлен дренаж с активной аспирацией. Двухрядным швом викрил 3 ушита рана (фасции и мясистая оболочка). Внутримошечным непрерывным швом ушита кожная рана. Помпой наполнены кавернозные баллоны (осуществлена полноценная эрекция) с гемостатической целью. Тело пениса умеренно туго забинтовано фиксирующимся бинтом.

Послеоперационный период протекал гладко.

При контрольном ультразвуковом исследовании в мезогастральной области во влагалище прямых мышц живота, межмышечно определяется расплавленный накопительный резервуар (рис. 7). Патологических изменений и жидкостных скоплений в этой зоне не выявлено.

Пациент был выписан под наблюдение уролога по месту жительства с рекомендациями: снятие швов не ранее 30.05.2018 г.; ежедневные перевязки раствором Бетадина; госпитализация в Центр хирургии им. А.В. Вишневского для декомпрессии и ощелачивания необладера в ноябре 2018 г.

При контрольной явке 30.05.2018 г. были сняты швы.

Результаты контрольного УЗ-исследования

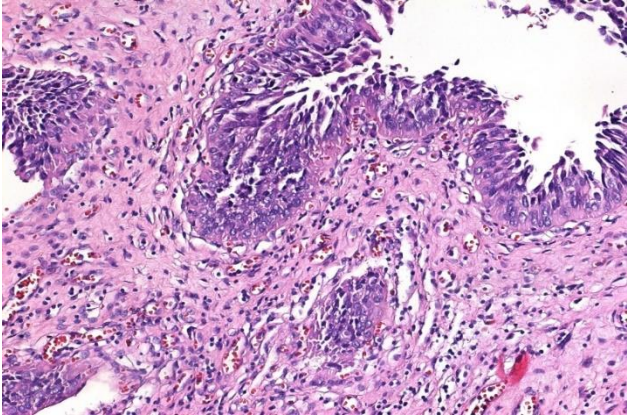


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Микропрепарат.

Слизистая оболочка мочевого пузыря с уротелиальной карциномой, high-grade, с микрофокусом начала инвазии в основу слизистой оболочки. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x200.

Fig. 3. Microslide.

Mucous membrane of the bladder with the urothelial carcinoma, high-grade, with a microfocus of the onset of invasion into the basis of the mucosa. Hematoxylin and eosin staining, magnification, x200.

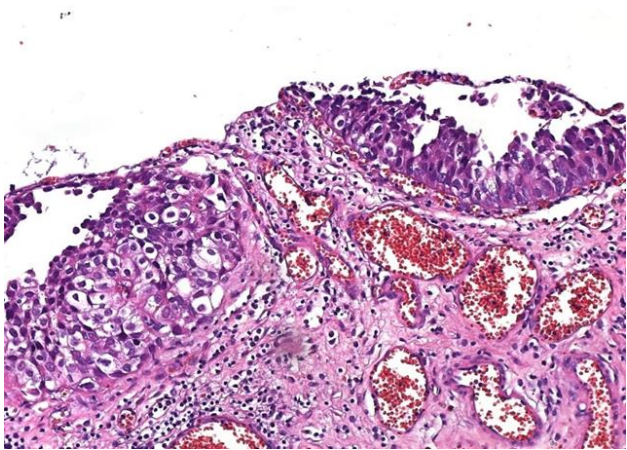


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Микропрепарат.

Слизистая оболочка мочевого пузыря с карциномой in situ. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x200.

Fig. 4. Microslide.

Mucous membrane of the bladder with carcinoma in situ. Hematoxylin and eosin staining, magnification, x200.

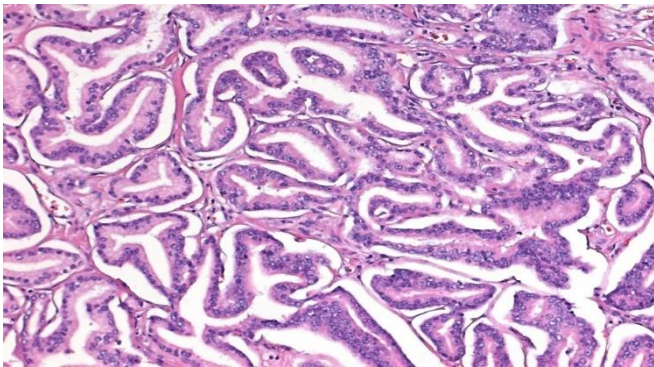


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. Микропрепарат.

Ацинарная аденокарцинома предстательной железы, 6 (3+3) баллов по Глиссону. Окраска гематоксилином и эозином. Увеличение x200.

Fig. 5. Microslide.

Acinar adenocarcinoma of the prostate, Gleason grading system 6 (3+3). Hematoxylin and eosin staining, magnification, x200.

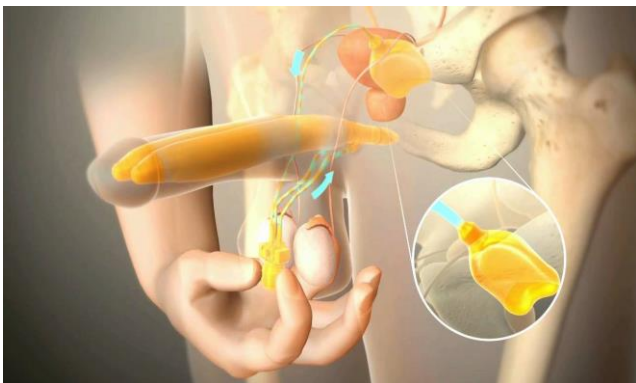


Рис. 6 (Fig. 6)

Рис.6. Схематическое изображение трехкомпонентного фаллопротеза.

Fig. 6. Schematic picture of 3-piece inflatable penile prosthesis.

(19.06.2018 г.): при осмотре мягких тканей мошонки определяется рабочая помпа фаллопротеза и прослеживаемая от неё трубка (рис. 8). Жидкостных скоплений вокруг компонентов фаллопротеза не выявлено.

При осмотре полового члена (протез активирован) в обоих кавернозных телах прослеживаются цилиндры фаллопротеза. Жидкостных скоплений вокруг них не выявлено. Кровоснабжение кавернозных тел адекватное, представлено артериями (ЛСК до м/с) и венами (рис. 9).

Результаты контрольного компьютерного томографического исследования брюшной полости и малого таза (11.07.2018 г.): почки имеют нормальную структуру, контрастирование кортикального и медуллярного слоя не изменено, выделительная фаза своевременная. Мочеточники контрастируются, не расширены, прослеживаются до области анастомозов.

В малом тазу определяется искусственный мочевой пузырь (рис. 10). Полость его заполнена, дополнительных образований в просвете не определяется, стенки кишки, из которой сформирован мочевой пузырь, не изменены. Контрастирование полости пузыря своевременное по фазам исследования, однородное. Область анастомозов с правым и левым мочеточниками не изменена.

В передней брюшной стенке определяется резервуар и клапан (рис. 11), соединенные конекторными трубками с помпой, располагающейся в мошонке (рис. 12 а, б). В структуре полового члена определяются рабочие цилиндры фаллопротеза (рис. 12). Функция протеза адекватная (рис. 13).

Заключение: состояние после поэтапно выполненных радикальной цистпростатэктомии, ортотопической везикопластики изолированным сегментом подвздошной кишки по U.E. Studer и трехкомпонентного эндофаллопротезирования.

Обсуждение.

РЦЭ с деривацией мочи в сегмент кишечного тракта сегодня является стандартным методом лечения мышечно-инвазивного и некоторых других форм рака мочевого пузыря. Подвздошная кишка наиболее предпочтительна среди других отделов кишечника для отведения мочи, вследствие наименьшей реабсорбции электролитов [8].

В последние десятилетия послеоперационная летальность после РЦЭ сведена до минимума и составляет 0,5–2%, тем не менее, ряд послеоперационных осложнений может существенно ухудшить качество жизни больного [9].

Высокий риск развития послеоперационных осложнений после кишечной пластики мочевого пузыря обусловлен тяжестью патологического процесса и операционной травмы, контаминацией мочевой и кишечной флорой,

большим объемом десерозированных пространств, наличием условно-герметичных анастомозов в малом тазу. Одними из «пусковых» патогенетических причин развития послеоперационных осложнений являются расстройства органной микроциркуляции в раннем послеоперационном периоде [10].

Тем не менее, за последние годы улучшение хирургической техники привело к тому, что большинству пациентов может выполняться ортотопическое замещение мочевого пузыря с сохранением произвольного мочеиспускания [9]. Кроме того, сохранение эректильной функции на сегодняшний день также является достижимой целью.

Переходноклеточный рак мочевого пузыря редко распространяется за пределы предстательной железы, поэтому выполнение нервосберегающей РЦЭ представляется вполне возможным у пациентов, страдающих раком мочевого пузыря. Сохранение потенции существенно улучшает качество жизни больного. Кроме того, сохранение сосудисто-нервных пучков, по мнению отдельных авторов, дает лучшие результаты для удержания мочи у больных с ортотопическим мочевым пузырем [11].

Помимо нервосберегающей техники, существует методика РЦЭ с сохранением предстательной железы, её частей и семенных пузырьков. Сохранение предстательной железы опасно возникновением РПЖ, рака *in situ* простатической уретры, переходно-клеточной карциномы простатических протоков и инвазией рака мочевого пузыря в предстательную железу. Дискуссия о том, что операция может быть нерадикальной при сохранении предстательной железы и её частей продолжается [12, 13].

В представленном клиническом наблюдении у пациента был синхронный первично множественный рак мочевого пузыря и предстательной железы, вследствие чего была выполнена радикальная цистпростатэктомия с расширенной двухсторонней подвздошно-обтураторной лимфаденэктомией, ортотопическая везикопластика изолированным сегментом подвздошной кишки по U.E. Studer, что сделало невозможным поддержание сексуальной функции. Вследствие чего, в отдаленном послеоперационном периоде было выполнено трехкомпонентное эндофаллопротезирование. Особенностью данного оперативного вмешательства было размещение рабочего резервуара фаллопротеза и клапана во влагалище левой прямой мышцы живота. Данная методика применяется при ранее перенесенных оперативных вмешательствах на органах малого таза, что приводит к рубцовым сращениям и невозможности размещения там рабочего резервуара [14, 15].

В июне 2018 г. вышло исследование авторов из университета Южной Калифорнии (Лос-

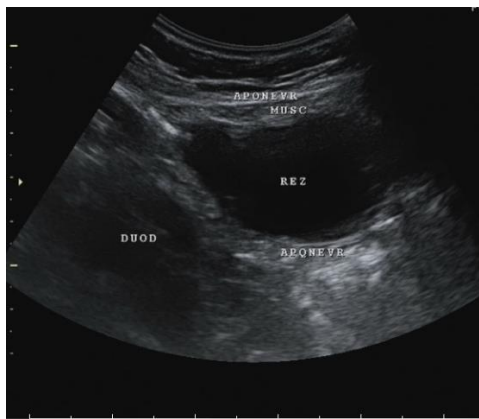


Рис. 7 (Fig. 7)

Рис. 7. УЗИ.

Резервуар (REZ), помещенного во влагалище левой прямой мышцы живота (APONEVR MUSC), (DUOD – двенадцатиперстная кишка).

Fig. 7. Ultrasound.

US-image of the reservoir (REZ) placed in the vagina of the left rectus abdominis muscle (APONEVR MUSC), (DUOD - duodenum).

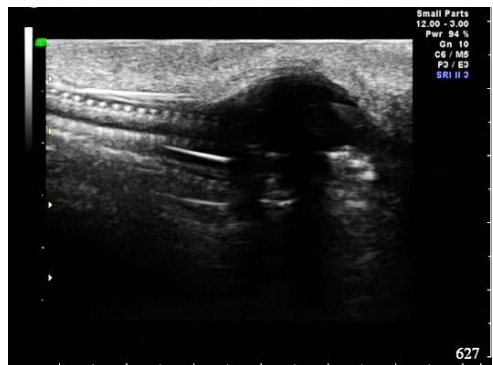


Рис. 8 (Fig. 8)

Рис. 8. УЗИ рабочей помпы в мошонке.

Fig. 8. Ultrasound.

US-image of the working pump in the scrotum.

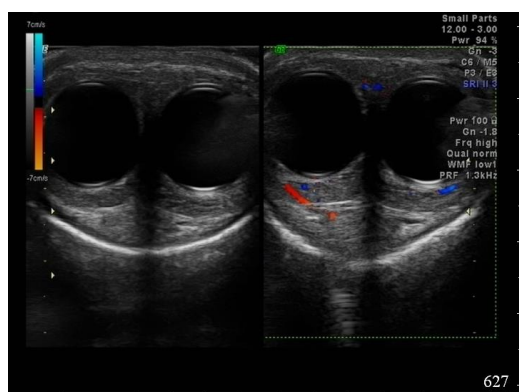


Рис. 9 (Fig. 9)

Рис. 9. УЗИ цилиндров в кавернозных телах полового члена.

Fig. 9. Ultrasound of cylinders in the cavernous bodies of the penis.

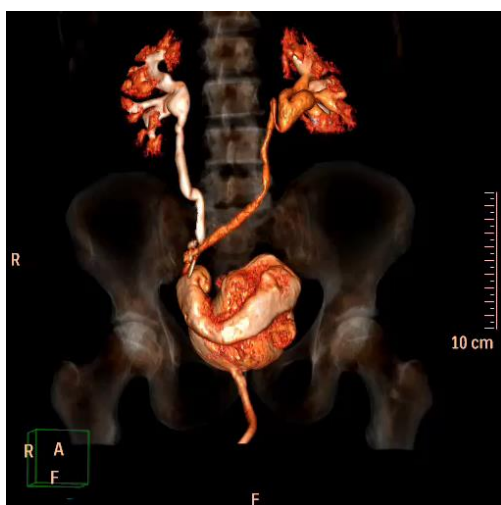


Рис. 10 (Fig. 10)

Рис.10.Трехмерная МСКТ-реконструкция артифициального мочевого пузыря и мочеточников.

Fig. 10. 3D MSCT-reconstruction of the neobladder and ureter.

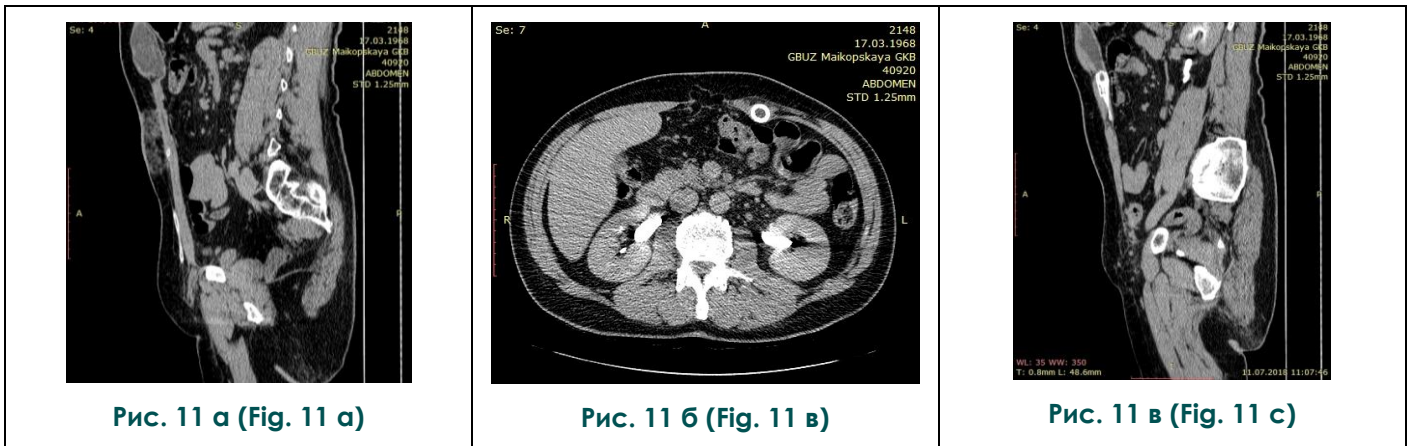


Рис. 11 а (Fig. 11 а)

Рис. 11 б (Fig. 11 в)

Рис. 11 в (Fig. 11 с)

Рис. 11. КТ рабочего резервуара и клапана во влагалище левой прямой мышцы живота.

а – Сагиттальная плоскость (рабочий резервуар указан стрелкой), б – аксиальная плоскость, в – сагиттальная плоскость (клапан указан стрелкой).

Fig. 11. CT image of the working reservoir and valve in the vagina of the left rectus abdominal muscle.

а – sagittal view (working reservoir is indicated by an arrow), б – axial view and с – sagittal view (valve indicated by an arrow).

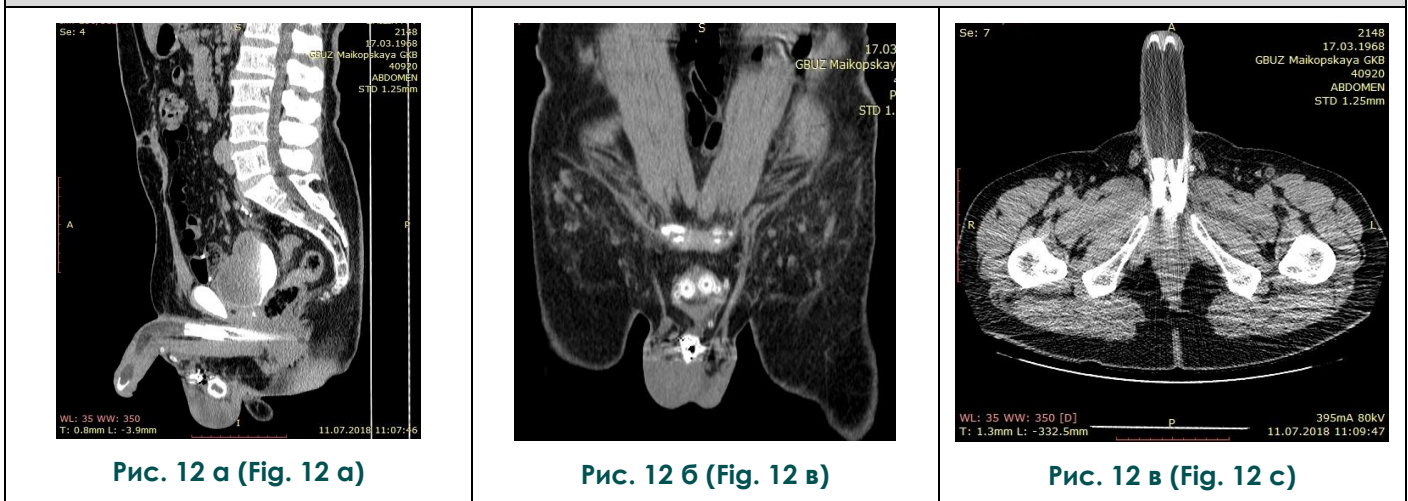


Рис. 12 а (Fig. 12 а)

Рис. 12 б (Fig. 12 в)

Рис. 12 в (Fig. 12 с)

Рис. 12. Диаграмма.

Значения отношения «контраст-шум» в группах «110 кВ – 110 мл КВ», «110 кВ – 11 мл КВ» в зависимости от типа реконструкции в артериальную фазу сканирования, CNR-отношение «контраст-шум» (contrast-to-noise ratio). IR11, IR11, IR11 – различные уровни итеративной реконструкции, FBP – стандартная реконструкция.

Fig. 12. Diagram.

Values of the "contrast-to-noise" ratio in groups "110 kV – 110 ml CM", "110 kV – 11 ml CM" depending on the type of reconstruction in the arterial phase scan. IR11, IR11, IR11 – different levels of iterative reconstruction, FBP is the standard reconstruction.



Рис. 13 а (Fig. 13 а)

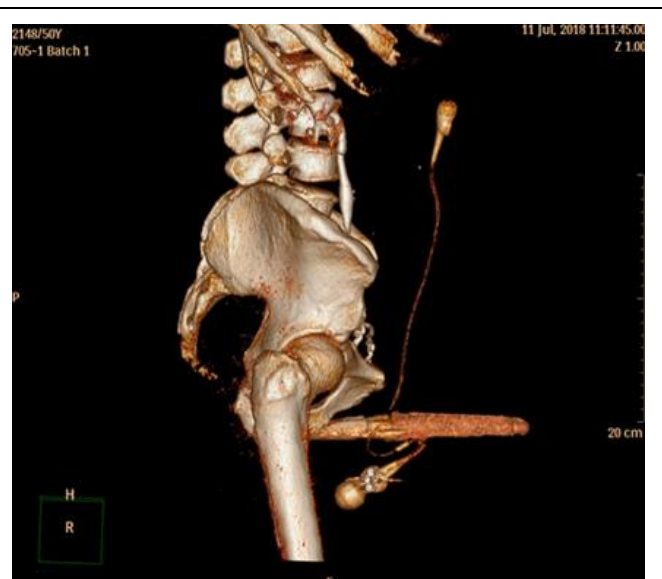


Рис. 13 б (Fig. 13 б)

Рис. 13. МСКТ органов малого таза с наличием трехкомпонентного фаллопротеза.

Трехмерная реконструкция.

а – Расслабленное состояние, б – рабочее состояние.

Fig. 13. MSCT image of the pelvic organs with the 3-piece inflatable penile prosthesis.

3D-reconstruction.

a – relaxed state, b – working state.

Анджелес, США), которые, проанализировав данные литературы, пришли к выводу, что на сегодняшний день нет серий, описывающих результаты размещения трехкомпонентного фаллопротеза у пациентов с отведением мочи. Авторы представили собственное исследование, основанное на ретроспективном анализе данных 80 пациентов, перенесших первичное трехкомпонентное эндофаллопротезирование после радикальной цистпростатэктомии и деривации мочи посредством формирования необладера, находившихся у них на лечении в течение 13 лет. После среднего наблюдения за пациентами в течение 53,9 месяца (6,5 – 150,7 месяцев) у 4 пациентов развилась инфекция протеза, которая требовала его удаления. При этом 3 из этих пациентов прошли успешную реимплантацию эндопротеза. Ревизионная хирургия потребовалась 5 пациентам при проблемах с механической деятельностью протеза (замена насоса (3), переключение насоса (1), заме-

на цилиндра вследствие формирования его аневризмы (1). Никаких статистически значимых ассоциаций между инфекцией и сопутствующими заболеваниями, отведением мочи, воздействием химио- и лучевой терапии или наличием искусственного мочевого сфинктера не было обнаружено [16].

Современные импланты демонстрируют хороший функциональный профиль с высоким ресурсом надежности, что подтверждается 15-летними статистическими данными [17, 18].

Заключение. Трехкомпонентное фаллопротезирование современными имплантационными системами после РЦЭ с ортотопической пластикой мочевого пузыря обеспечивает лучшую сексуальную реабилитацию мужчин.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Kaufman D., Shipley W., Feldman A. Bladder cancer. *Lancet*. 2009; 374: 239–249. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60491-8.
 2. Kaelberer J.B., O'Donnell M.A., Mitchell D.L., Snow A.N., Mott S.L., Buatti J.M., Smith M.C., Watkins J.M. Incidental prostate cancer diagnosed at radical cystoprostatectomy for bladder cancer: disease-specific outcomes and survival. *Prostate Interna-*

tional. 2016; 4(3): 107–112. doi: 10.1016/j.prn.2016.06.002.
 3. Yin M., Bastacky S., Chandran U., Becich M.J., Dhir R. Prevalence of incidental prostate cancer in the general population: a study of healthy organ donors. *J. Urol*. 2008; 179: 892–895. doi: 10.1016/j.juro.2007.10.057.
 4. Mazzucchelli R., Barbisan F., Scarpelli M., Lopez-Beltran A.,

van der Kwast T.H., Cheng L. Is incidentally detected prostate cancer in patients undergoing radical cystoprostatectomy clinically significant? *Am J Clin Pathol.* 2009; 131: 279–283. doi: 10.1309/AJCP4OCYZBAN9TJU.

5. Aytac B., Vuruskan H. Clinicopathologic features of incidental prostatic adenocarcinoma in radical cystoprostatectomy specimens. *World J Surg Oncol.* 2011; 9: 81. doi: 10.1186/1477-7819-9-81.

6. Bruins H.M., Djaladat H., Ahmadi H., Sherrod A., Cai J., Miranda G. Incidental prostate cancer in patients with bladder urothelial carcinoma: comprehensive analysis of 1,476 radical cystoprostatectomy specimens. *J Urol.* 2013; 190: 1704–1709. doi: 10.1016/j.juro.2013.05.034.

7. Desai A., Wu H., Sun L., Sesterhenn I.A., Mostofi F.K., McLeod D. Complete embedding and close step-sectioning of radical prostatectomy specimens both increase detection of extraprostatic extension, and correlate with increased disease-free survival by stage of prostate cancer patients. *Prost Cancer Prost Dis.* 2005; 5: 212–218. doi: 10.1038/sj.pcan.4500600.

8. Петров С.Б., Левковский Н.С., Король В.Д., Паршин А.Г. Радикальная цистэктомия как основной метод лечения мышечно-инвазивного рака мочевого пузыря (показания, особенности техники, профилактика осложнений). *Практическая онкология.* 2003; 4 (4): 225-230.

Petrov S.B., Levkovsky N.S., Korol V.D., Parshin A.G. Radical cystectomy as the main method of treatment of musculo-invasive bladder cancer (indications, peculiarities of technique, prevention of complications). *Practical oncology.* 2003; 4 (4): 225-230.

9. Jiminez V.K., Marshall F.F. Surgery of bladder cancer. *Campbells Urology.* Walsh P.C., Retic A.B., Vaughan E.D., Wein A.J., eds. 8th ed. – Philadelphia: W.B. Saunders, 2002; Chapter 79. 2819-2844.

10. Галимзянов В.З. Кишечная пластика мочевого пузыря: профилактика и лечение осложнений. Дисс. ... докт мед. наук. М., 2011, 236 с.

Galimzyanov V.Z. Intestinal plasty of the bladder: prevention

and treatment of complications. Diss. ... doctor of medical science. sciences. M., 2011, 236 p.

11. Park J.M., Montie J.E. Mechanisms of incontinence and retention after orthotopic ileal diversion. *Urology.* 1998; 51: 601-606.

12. Horenblas S., Meinhardt W., Ijzerman W., Moonen F.M. Sexuality preserving cystectomy and neobladder: initial results. *J. Urol.* 2001; 166: 837-840. doi: 10.1016/S0302-2838(03)00099-X

13. Vallancien G., Abou El Fettouh H., Cathelineau X., Baumert H., Fromont G., Guillonneau B. Cystectomy with prostate sparing for bladder cancer in 100 patients: 10-year experience. *J. Urol.* 2002; 168: 2413-2417. Doi: 10.1097/01.ju.0000036521.21034.ec

14. Al-Enezi A., Al-Khadhari S., Al-Shaiji T.F. Three-piece inflatable penile prosthesis: surgical techniques and pitfalls. *J Surg Tech Case Rep.* 2011; 3: 76–83. doi: 10.4103/2006-8808.92798

15. Morey A.F., Cefalu C.A., Hudak S.J. High submuscular placement of urologic prosthetic balloons and reservoirs via transscrotal approach. *J Sex Med.* 2013; 10: 603–610. doi: 10.1111/jsm.12000

16. Loh-Doyle J., Patil M.B., Sawkar H., Wayne K., Boyd S.D. 3-Piece Inflatable Penile Prosthesis Placement Following Radical Cystoprostatectomy and Urinary Diversion: Technique and Outcomes. *J Sex Med.* 2018 Jun;15(6): 907-913. doi: 10.1016/j.jsxm.2018.01.014.

17. Wilson S.K., Salem E.A., Costerton W. Anti-infection dip suggestions for the Coloplast Titan Inflatable Penile Prosthesis in the era of the infection retardant coated implant. *J Sex Med.* 2011 Sep;8(9):2647-54. doi: 10.1111/j.1743-6109.2011.02363.x.

18. Gupta N.K., Ring J., Trost L., Wilson S.K., Köhler T.S. The penoscrotal surgical approach for inflatable penile prosthesis placement. *Transl Androl Urol.* 2017 Aug; 6(4): 628–638. doi: 10.21037/tau.2017.07.32

References:

1. Kaufman D., Shipley W., Feldman A. Bladder cancer. *Lancet.* 2009; 374: 239–249. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60491-8.

2. Kaelberer J.B., O'Donnell M.A., Mitchell D.L., Snow A.N., Mott S.L., Buatti J.M., Smith M.C., Watkins J.M. Incidental prostate cancer diagnosed at radical cystoprostatectomy for bladder cancer: disease-specific outcomes and survival. *Prostate International.* 2016; 4(3): 107–112. doi: 10.1016/j.pnrl.2016.06.002.

3. Yin M., Bastacky S., Chandran U., Becich M.J., Dhir R. Prevalence of incidental prostate cancer in the general population: a study of healthy organ donors. *J. Urol.* 2008; 179: 892–895. doi: 10.1016/j.juro.2007.10.057.

4. Mazzucchelli R., Barbisan F., Scarpelli M., Lopez-Beltran A., van der Kwast T.H., Cheng L. Is incidentally detected prostate cancer in patients undergoing radical cystoprostatectomy clinically significant? *Am J Clin Pathol.* 2009; 131: 279–283. doi: 10.1309/AJCP4OCYZBAN9TJU.

5. Aytac B., Vuruskan H. Clinicopathologic features of incidental prostatic adenocarcinoma in radical cystoprostatectomy specimens. *World J Surg Oncol.* 2011; 9: 81. doi: 10.1186/1477-7819-9-81.

6. Bruins H.M., Djaladat H., Ahmadi H., Sherrod A., Cai J., Miranda G. Incidental prostate cancer in patients with bladder

urothelial carcinoma: comprehensive analysis of 1,476 radical cystoprostatectomy specimens. *J Urol.* 2013; 190: 1704–1709. doi: 10.1016/j.juro.2013.05.034.

7. Desai A., Wu H., Sun L., Sesterhenn I.A., Mostofi F.K., McLeod D. Complete embedding and close step-sectioning of radical prostatectomy specimens both increase detection of extraprostatic extension, and correlate with increased disease-free survival by stage of prostate cancer patients. *Prost Cancer Prost Dis.* 2005; 5: 212–218. doi: 10.1038/sj.pcan.4500600.

8. Petrov S.B., Levkovsky N.S., Korol V.D., Parshin A.G. Radical cystectomy as the main method of treatment of musculo-invasive bladder cancer (indications, peculiarities of technique, prevention of complications). *Practical oncology.* 2003; 4 (4): 225-230. (in Russian).

9. Jiminez V.K., Marshall F.F. Surgery of bladder cancer. *Campbells Urology.* Walsh P.C., Retic A.B., Vaughan E.D., Wein A.J., eds. 8th ed. – Philadelphia: W.B. Saunders, 2002; Chapter 79. 2819-2844.

10. Galimzyanov V.Z. Intestinal plasty of the bladder: prevention and treatment of complications. Diss. ... doctor of medical science. sciences. M., 2011, 236 p. (in Russian).

11. Park J.M., Montie J.E. Mechanisms of incontinence and re-

tention after orthotopic ileal diversion. *Urology*. 1998; 51: 601-606.

12. Horenblas S., Meinhardt W., Ijzerman W., Moonen F.M. Sexuality preserving cystectomy and neobladder: initial results. *J. Urol*. 2001; 166: 837-840. doi: 10.1016/S0302-2838(03)00099-X

13. Vallancien G., Abou El Fettouh H., Cathelineau X., Baumert H., Fromont G., Guillonnet B. Cystectomy with prostate sparing for bladder cancer in 100 patients: 10-year experience. *J. Urol*. 2002; 168: 2413-2417. Doi: 10.1097/01.ju.0000036521.21034.ec

14. Al-Enezi A., Al-Khadhari S., Al-Shaiji T.F. Three-piece inflatable penile prosthesis: surgical techniques and pitfalls. *J Surg Tech Case Rep*. 2011; 3: 76-83. doi: 10.4103/2006-8808.92798

15. Morey A.F., Cefalu C.A., Hudak S.J. High submuscular placement of urologic prosthetic balloons and reservoirs via

transscrotal approach. *J Sex Med*. 2013; 10: 603-610. doi: 10.1111/jsm.12000

16. Loh-Doyle J., Patil M.B., Sawkar H., Wayne K., Boyd S.D. 3-Piece Inflatable Penile Prosthesis Placement Following Radical Cystoprostatectomy and Urinary Diversion: Technique and Outcomes. *J Sex Med*. 2018 Jun;15(6): 907-913. doi: 10.1016/j.jsxm.2018.01.014.

17. Wilson S.K., Salem E.A., Costerton W. Anti-infection dip suggestions for the Coloplast Titan Inflatable Penile Prosthesis in the era of the infection retardant coated implant. *J Sex Med*. 2011 Sep;8(9):2647-54. doi: 10.1111/j.1743-6109.2011.02363.x.

18. Gupta N.K., Ring J., Trost L., Wilson S.K., Köhler T.S. The penoscrotal surgical approach for inflatable penile prosthesis placement. *Transl Androl Urol*. 2017 Aug; 6(4): 628-638. doi: 10.21037/tau.2017.07.32

ПЭТ/КТ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ МОСКВЫ: ОСНАЩЕННОСТЬ, ИСПОЛЬЗУЕМОСТЬ, ДОСТУПНОСТЬ

Морозов С.П., Смолярчук М.Я., Владимирский А.В.

Цель исследования. Охарактеризовать состояние и доступность ПЭТ/КТ в г. Москве в условиях системы обязательного медицинского страхования. **Материалы и методы.** Проанализированы количественные показатели ПЭТ/КТ диагностики в медицинских организациях-участниках территориальной программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи в г. Москве в 2016-2017 гг. Проведен сравнительный анализ с литературными данными показателей: оснащенность, количество исследований в год, темпы ежегодного прироста числа исследований (в расчете на 1 миллион населения).

ГБУЗ г. Москвы «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения Москвы». г. Москва, Россия.

Результаты. В 2017 г. в рамках системы обязательного медицинского страхования ПЭТ/КТ исследования выполнялись на 8 аппаратах в 8 медицинских организациях Москвы. Всего проведено 18773 ПЭТ/КТ исследования, в то время как в 2016 г. – только 7786. Учреждения частного сектора реализовали 90% квот. Пациентов направляли 70 медицинских организаций, при этом 59,6% направлений было сделано в 10 учреждениях.

Обсуждение. Оснащенность аппаратами в системе ОМС в Москве составляет 1,55 на 1 миллион, что соответствует усредненным показателям европейских стран. В расчете на 1 миллион населения приходится 660 ПЭТ/КТ исследований; в течение 1,5-2 лет прогнозируется достижение усредненных европейских показателей 800-1000 исследований. Годовой прирост числа исследований составил 241%; в то время как для европейских стран характерен ежегодный прирост числа исследований примерно на 14%. В целом количество реализованных квот в 2017 г. превысило аналогичный показатель предыдущего года на 221%. Для обеспечения высокой доступности исследований и оптимальной загруженности аппаратуры создан Единый координационный центр (ЕКЦ) записи на ПЭТ/КТ по ОМС.

Выводы. В Москве показатель оснащенности ПЭТ/КТ, работающими в системе ОМС, соответствует усредненным показателям европейских стран. Благодаря созданию и бесперебойной работе Единого координационного центра удалось сократить на 85,8% среднее время ожидания исследования с 31 дня в 2016 г. до 4,4 во втором полугодии 2017 г., достигнув среднемирового показателя. Участие в системе ОМС частных медицинских организаций позволяет повысить доступность ПЭТ/КТ без дополнительных вложений государственных средств.

Ключевые слова: ПЭТ/КТ, здравоохранение Москвы, лучевая диагностика, обязательное медицинское страхование (ОМС).

Контактный автор: Смолярчук М.Я., e-mail: m.smolyarchuk@nrcmr.ru

Для цитирования: Морозов С.П., Смолярчук М.Я., Владимирский А.В. ПЭТ/КТ в здравоохранении Москвы: оснащенность, используемость, доступность. REJR 2018; 8(3):318-324. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-318-324.

Статья получена: 03.04.18

Статья принята: 06.08.18

PET/CT IN MOSCOW'S HEALTHCARE: EQUIPMENT, USAGE, AVAILABILITY

Morozov S.P., Smolyarchuk M. Ya., Vladzimirskyy A.V.

Purpose. To describe the state and availability of PET/CT studies in Moscow within the framework of the compulsory health insurance (CHI) system.

Materials and methods. We analyzed key performance indicators of PET/CT in statutory health insurance program among various medical organizations in Moscow (Russia) from 2016 to 2017. Comparative analysis with the following indicators was performed: equipment availability, number of studies per year and annual growth rate (per 1 million).

Results. In 2017, PET/CT studies within the framework of the state-guaranteed territorial-based free medical assistance program for citizens of Moscow were carried out on 8 units in 8 medical organizations. 18773 PET/CT examinations (within the statutory health insurance program framework of Moscow) were carried out in 2017 and only 7786 — in 2016. A significant part of the quotas (about 90%) were implemented by private sector institutions. 70 medical institutions referred patients to PET/CT, 59.6% of the studies were issued in 10 institutions.

Discussion. Equipment availability was 1.55 per 1 million (which corresponds to the European countries). There were 660 PET/CT studies annually per 1 million; European-level of 800–1000 studies will be achieved in 1.5–2 years. The annual increase was 241%. At the same time, European countries are characterized by an annual increase of about 14%. Overall, the number of realized quotas in 2017 exceeded the previous year by 221%. Unified Coordination Center (UCC) was established to ensure high availability and optimal utilization of the equipment.

Conclusions. Equipment availability of PET/CT in Moscow (operating in the CHI system) corresponds to the European countries value. UCC reduced waiting time to the worldwide average (by 85.8%, from 31 days in 2016 to 4.4 days in the second half of 2017). Participation of private medical organizations in the statutory health insurance program allows to increase the PET/CT availability without additional state funding.

Keywords: PET/CT, healthcare of Moscow, radiology, compulsory health insurance (CHI) system.

Corresponding author: Smolyarchuk Ya., e-mail: m.smolyarchuk@npcmr.ru

For citation: Morozov S.P., Smolyarchuk M.Ya., Vladzimirskyy A.V. PET/CT in MOSCOW'S healthcare: equipment, usage, availability. REJR 2018; 8 (3):318-324. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-3-318-324.

Received: 03.04.18

Accepted: 06.08.18

Позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией (ПЭТ/КТ) – современный метод диагностики и оценки результативности терапии при онкологических заболеваниях, доказавший свою эффективность в многочисленных исследованиях. Наиболее часто ПЭТ/КТ осуществляется для первичного стадирования, дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей, поиска первичного очага, выявления рецидива, оценки динамики патологического процесса на фоне лечения и рестадирования после него, определения прогноза [1, 9, 13, 17, 20]. Особая значимость метода связана именно с возможностью корректно оценить распространенность злокачественного процесса [3].

ПЭТ/КТ – высокотехнологичный и дорого-

стоящий метод диагностики. Его внедрение, включая приобретение и установку оборудования, требует значительных затрат, а значит, критично важным является рациональное планирование с целью оптимального расходования бюджетных средств. Эксплуатация ПЭТ/КТ становится эффективной и рентабельной только в условиях тщательной ее организации и оперативного текущего управления.

В настоящее время число исследований, систематизирующих применение ПЭТ/КТ на уровне стран или административно-территориальных единиц, невелико [2, 11, 14, 19]. В основном изучаются медицинские аспекты метода: проводится анализ структуры исследований по нозологическому принципу, оцениваются значимость результатов исследований в коррекции тактики лечения и диагностическая результативность в зависимости от цели

Moscow State
Budgetary Healthcare
Institution "Scientific and
Practical Center for Medical
radiology
Department health
Moscow."
Moscow, Russia.

направления на исследование [4, 5, 8]. Актуальными вопросами остаются оснащенность и используемость как исходные критерии для планирования дальнейшего расширения диагностической сети.

В Москве проведение позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией, стало возможным с марта 2016 г. в рамках системы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи. Накопленные данные требуют систематизации для обоснованного принятия дальнейших управленческих решений.

Цель исследования.

Охарактеризовать состояние и доступность ПЭТ/КТ в г. Москве в условиях системы обязательного медицинского страхования.

Материалы и методы.

Проанализированы количественные показатели ПЭТ/КТ диагностики в медицинских организациях, участвовавших в территориальной программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи в г. Москве в 2016-2017 гг. Проведен сравнительный анализ с литературными данными следующих показателей: оснащенность, количество исследований в год, а также темпы их ежегодного прироста. Первых два показателя определены в расчете на 1 миллион населения (при этом руководствовались данным Федеральной службы государственной статистики по г. Москве о том, что население Москвы на 01.01.2017 составляло 12380664 человек). Использована описательная статистика.

Результаты и обсуждение.

В 2017 г. в рамках территориальной программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи в г. Москве ПЭТ/КТ исследования выполнялись на 8 аппаратах в 8 медицинских организациях: ГБУЗ «МГОБ №62 ДЗМ», ГБУЗ «ГКБ №57 ДЗМ», ФГБУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина», ННПЦССХ им. А.Н. Бакулева, ЦКБ №2 им. Н.А. Семашко ОАО «РЖД», ЗАО «Европейский медицинский центр» на ул. Щепкина, ОАО «Медицина», ООО «Медицина и Ядерные Технологии».

Координационная, организационная и методическая поддержка осуществляется ГБУЗ г. Москвы «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения Москвы» (ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ»).

Обеспеченность аппаратами ПЭТ/КТ, доступными в рамках государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи, в Москве составляет 1,55 на 1 миллион. При сравнении с литературными данными указанный уровень можно считать средним для европейских стран (рис. 1) [15, 19, 21]. В данной позиции финансирования медицинской

помощи обращает на себя внимание принципиально более низкий уровень оснащенности ПЭТ/КТ в Великобритании – 0,5 на 1 миллион.

Всего в 2017 г. в Москве было проведено 18773 ПЭТ/КТ исследований в рамках системы обязательного медицинского страхования, в то время как в 2016 г. – только 7786 (рис. 2). Годовой прирост составил 241%, в то время как для европейских стран характерен ежегодный прирост числа исследований примерно на 14% [14, 21]. В целом количество реализованных квот в 2017 г. превысило аналогичный показатель предыдущего года на 221%.

Таким образом, наблюдается увеличение числа исследований во втором полугодии 2017 г. Этот факт мы связываем как с началом работы в системе ОМС новых центров ПЭТ/КТ, так и с мероприятиями по улучшению маршрутизации пациентов (подробнее этот вопрос будет освещен далее).

Значительную часть квот – около 90% – реализовали учреждения частного сектора. Участие в системе ОМС частных медицинских организаций позволяет принципиальным образом повысить доступность ПЭТ/КТ без дополнительных вложений государственных средств.

В Москве в расчете на 1 миллион населения приходится 660 ПЭТ/КТ исследований. Данная цифра несколько меньше средних данных по европейским странам, где на 1 миллион населения в год приходится 800-1000 исследований [14, 21]. Однако с учетом тенденций 2017 г. прогнозируем достижение необходимого уровня применения метода в течение 1,5-2 лет.

В Москве на ПЭТ/КТ пациентов направляли 70 медицинских организаций, при этом 59,6% направлений было сделано в 10 учреждениях. Этот дисбаланс мы связан с недостаточной информированностью медицинских работников о значимости и клинических возможностях метода, его доступности в рамках ОМС.

В 2017 г. специалисты ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ» организовали и провели целый ряд образовательных мероприятий, семинаров, вебинаров, лекций как для врачей-радиологов, так и для клиницистов. Увеличение числа исследований во втором полугодии является результатом, в том числе, и этой деятельности.

Порядок направления пациентов на исследования ПЭТ/КТ регламентируется приказом Департамента здравоохранения Москвы (ДЗМ) «Об организации направления пациентов на позитронно-эмиссионную томографию, совмещенную с рентгеновской компьютерной томографией» № 289 от 17.04.2017. Проект приказа был разработан ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ», в который в текущем году были внесены изменения, повышающие его эффективность (приказ ДЗМ «О внесении изменений в приказ Департамента здравоохранения Москвы от

17.04.2017 № 289» от 08.02.2018 №92).

подавляющее большинство направлений на исследования – от медицинских организаций г. Москвы, доля пациентов из других городов составляет 0,7%. Надо отметить, что постепенно это число увеличивается, оплата производится за счет межтерриториальных расчетов.

Среди причин направлений на ПЭТ/КТ лидировали заболевания лимфатической и кровеносной тканей (С81-С96) – 20,6%, злокачественные новообразования (ЗНО): молочной железы (С50) – 13,9%, толстой кишки (С18) – 10,4%, бронхов и легких (С34) – 10,0%, желудка (С16) – 6,7%, ректосигмоидного соединения и прямой кишки (С19-С20) – 6,6%, а также злокачественная меланома кожи (С43) – 6,8%.

В целом эти показатели соответствуют данным отечественных и зарубежных публикаций [1, 2, 13, 15, 20]. Следовательно, ПЭТ/КТ исследования в московском здравоохранении выполняются в ситуациях, признанных стандартными для использования метода.

Наличие ПЭТ/КТ в системе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи требует обеспечения максимальной доступности услуги, производительности труда и качества исследований.

Для обеспечения доступности исследований на базе ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ» в апреле 2017 г. был создан Единый координационный центр (ЕКЦ) записи на ПЭТ/КТ по ОМС (www.pet-oms.ru), основными задачами которого являются распределение, маршрутизация и информирование пациентов (рис. 3).

Благодаря работе ЕКЦ удалось значительно сократить среднее время ожидания исследования: в 2016 г. этот показатель составлял 31 день, в первой половине 2017 г. (до открытия ЕКЦ) – 11,7 дня, в период июль–декабрь 2017 г. – 4,4 дня.

Сроки ожидания ПЭТ/КТ в рамках государственных гарантий бесплатного оказания медицинской помощи в г. Москве сократились на 85,8%, достигнув среднемировых показателей, равных 3-10 дням [12, 15, 21]. Следовательно, ЕКЦ значительно способствовало повышению доступности столь важных и современных исследований в Москве.

В целях контроля качества ГБУЗ «НПЦМР ДЗМ» в 2017 г. организовал и провел 6 выездных аудитов текущей работы ПЭТ/КТ-центров (из них 2 повторных), а также 5 экспертиз качества медицинской помощи совместно с Московским городским фондом обязательного медицинского страхования. В результате были сформированы персонализированные стратегии повышения качества, успешно реализованные медицинскими организациями. В частности, для преодоления выявленных проблем и совершенствования методологии нами были

разработаны методические рекомендации по проведению и описанию исследований ПЭТ/КТ, проводимых за счет средств МГФОМС, утвержденные ДЗМ в 2017 г. [10]. Важнейшим инструментом мониторинга работы и качества ПЭТ/КТ в г. Москве в рамках территориальной программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи является Единый радиологический информационный сервис (ЕРИС) [7].

ЕРИС – это информационная система в сфере здравоохранения, которая объединяет рабочие места рентгенолаборантов, врачей-рентгенологов и диагностическую аппаратуру, аккумулирует информацию о каждом исследовании или их серии, проведенных на подключенных устройствах. В ЕРИС имеется ряд инструментов для мониторинга работы отделений лучевой диагностики в режиме реального времени, аудита результатов лучевых исследований, телемедицинского консультирования.

Таким образом, ПЭТ/КТ в столичном здравоохранении отличается интенсивным ростом частоты выполнения, высокими показателями оснащенности и доступности.

В 2018 г. планируется увеличение масштабов работы по информированию медицинских работников о возможностях, значимости и доступности ПЭТ/КТ в столичном здравоохранении. С организационно-методических позиций продолжает разрабатываться методология оценки результатов исследований. Отметим, что определенный научный интерес представляет применение технологий глубокого машинного обучения, «искусственного интеллекта» для оптимизации производственных процессов ПЭТ/КТ и анализа полученных изображений [18, 22].

Ограничения: в исследовании не были учтены ПЭТ/КТ исследования, проводимые в медицинских организациях г. Москвы в рамках платных услуг.

Выводы.

1. В Москве позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией, включена в территориальную программу государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи с марта 2016 г.
2. В 2017 г. 8 медицинских организаций провели 18773 ПЭТ/КТ исследований в рамках реализации территориальной программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи в г. Москве; годовой прирост составил более 240%.
3. Оснащенность аппаратами ПЭТ/КТ, доступными в рамках государственных гарантий бесплатного оказания медицинской помощи, в г. Москве составляет 1,55 на 1 мил-

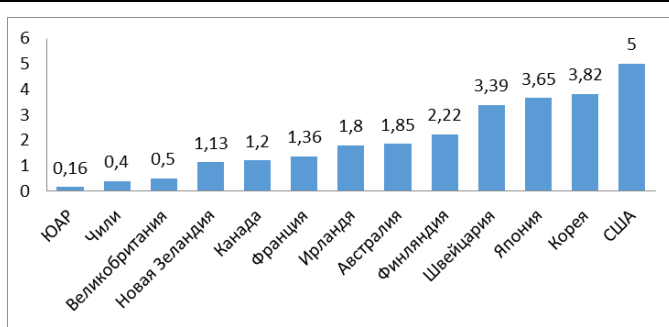


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Диаграмма.

Данные об оснащённости аппаратами ПЭТ/КТ в странах мира (на 1 миллион населения).

Fig. 1. Diagram.

PET/CT availability (per 1 million population) around the world.

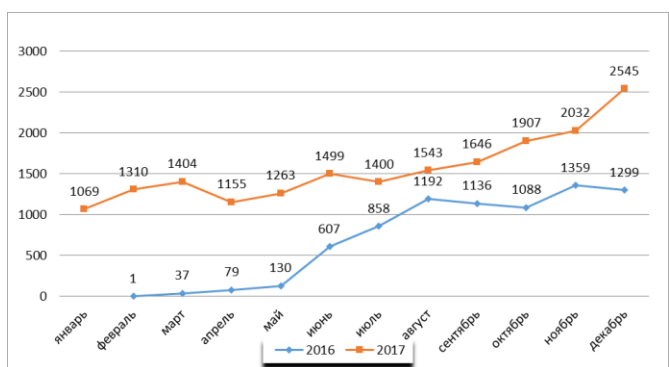


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Диаграмма.

Динамика количества ПЭТ/КТ исследований г. Москве в рамках территориальной программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи.

Fig. 2. Diagram.

Monthly number of PET/CT studies in Moscow within in the statutory health insurance program framework.

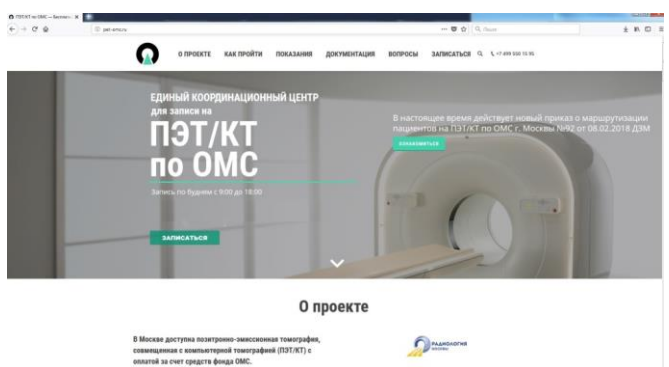


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Скриншот.

Официальный веб-сайт Единого координационного центра записи на ПЭТ/КТ по ОМС.

Fig. 3. Screenshot.

Official website of the Unified Coordination Center (UCC) for PET/CT.

лион, что соответствует усредненным показателям европейских стран.

- Ежегодно в расчете на 1 миллион населения приходится 660 ПЭТ/КТ исследований; в течение 1,5-2 лет прогнозируется достижение усредненных европейских показателей в 800-1000 исследований.
- Для обеспечения высокой доступности исследований и оптимальной загруженности аппаратуры создан Единый координационный центр (ЕКЦ) записи на ПЭТ/КТ по ОМС, основными задачами которого являются распределение, маршрутизация и информирование пациентов.
- Благодаря работе ЕКЦ удалось на 85,8% со-

кратить среднее время ожидания исследования с 31 дня в 2016 г. до 4,4 во втором полугодии 2017 г., достигнув среднемирового значения этого показателя.

Участие в системе ОМС частных медицинских организаций позволяет принципиальным образом повысить доступность ПЭТ/КТ без дополнительных вложений государственных средств.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Абашинов С.Ю., Анисеева О.Ю., Головин П.С., Иванников В.В. Клинические аспекты ПЭТ/КТ-диагностики опухолей

репродуктивной системы. Онкогинекология. 2015; 3: 66–74.
2. Баженова Ю.В. Современные аспекты деятельности

службы лучевой диагностики в Российской Федерации. Сибирский медицинский журнал. 2015; 134 (3): 78–81.

3. Гележе П.Б., Морозов С.П., Манделблат Ю.Э., Либсон Е.И. Оценка ответа на терапию лимфом при помощи ПЭТ/КТ: сравнительный обзор критериев PERCIST 1.0 и CHESON 2007. Медицинский алфавит. 2014; 1–2 (8): 19–23.

4. Зотова А.С., Важенин А.В., Афанасьева Н.Г., Важенина Д.А. Анализ результатов совмещенных ПЭТ-КТ исследований в зависимости от цели направления на исследование, проведенный в отделении радионуклидной диагностики Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Челябинский областной клинический онкологический диспансер». Вестник Челябинской областной клинической больницы. 2017; 1 (35): 12–16.

5. Конурбаев Т.Р., Ибраев К.К. Анализ проведенных ПЭТ/КТ исследований за 2011 год в центре ядерной медицины АО «Республиканский диагностический центр г. Астана». Медицинская наука и образование Урала. 2012; 13 (2): 142–145.

6. Конурбаев Т.Р. Результаты работы центра ядерной медицины за 2011–2013 годы. Современные проблемы науки и образования. 2014; 4: 244–249.

7. Полищук Н.С., Ветшева Н.Н., Косарин С.П., Морозов С.П., Кузьмина Е.С. Единый радиологический информационный сервис как инструмент организационно-методической работы Научно-практического центра медицинской радиологии Департамента здравоохранения г. Москвы (аналитическая справка). Радиология — практика. 2018; 1 (67): 6–17.

8. Рожкова Н.И., Кочетова Г.П. Динамика развития диагностической службы Российской Федерации за 2002–2010 гг. Медицинская визуализация. 2012; 4: 11–16.

9. Рыскулова Г.О., Прмантаева Б.А., Рыскулов А.Е., Байдуллаева Г.Е. Анализ возможностей ПЭТ/КТ с 18F- ФДГ и ПЭТ/КТ с 18F- ФЭТ в диагностике опухолей головного мозга. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017; 9: 74–78.

10. Смолярчук М.Я., Агафонова О.А., Морозов С.П. Рекомендации по проведению и описанию исследований ПЭТ/КТ, проводимых за счет средств МГФОМС. Методические рекомендации № 39а. Москва, 2017. 26 с.

11. Тюрин И.Е. Лучевая диагностика в Российской Федерации в 2016 г. Вестник рентгенологии и радиологии. 2017; 98

References:

1. Abashin S.Ju., Anikeeva O.Ju., Golovin P.S., Ivannikov V.V. Clinical aspects of PET/CT diagnosis of tumors of the reproductive system. *Onkoginekologija*. 2015; 3: 66–74. (in Russian)

2. Bazhenova Ju.V. The modern aspects of the activity of radiology service in the Russian Federation. *Sibirskij medicinskij zhurnal*. 2015; 134 (3): 78–81. (in Russian)

3. Gelezhe P.B., Morozov S.P., Mandelblat Ju.Je., Libson E.I. Response evaluation of lymphoma using PET/CT: a comprehensive review of PERCIST 1.0 and Cheson 2007. *Medicinskij alfavit*. 2014; 1–2 (8): 19–23. (in Russian)

4. Zotova A.S., Vazhenin A.V., Afanas'eva N.G., Vazhenina D.A. Analysis of the results of combined PET-CT studies in the center of positron emission tomography of the Chelyabinsk regional clinical oncology dispensary depending on the target areas for diagnostic study. *Vestnik Cheljabinskoy oblastnoj klinicheskoy bol'nicy*. 2017; 1 (35): 12–16. (in Russian)

(4): 219–226.

12. Access to PET/CT. The Cancer Quality Council of Ontario.- http://www.csqi.on.ca/by_patient_journey/diagnosis/access_to_pet_ct/ (accessed 2 April 2018).

13. Agrawal A, Rangarajan V. Appropriateness criteria of FDG PET/CT in oncology. *Indian J Radiol Imaging*. 2015; 25 (2): 88–101.

14. Evidence-based indications for the use of PET-CT in the United Kingdom 2016. Available at: <https://www.rcr.ac.uk/publication/evidence-based-indications-use-pet-ct-united-kingdom-2016> (accessed 2 April 2018).

15. Fendler WP, Czernin J, Herrmann K, Beyer T. Variations in PET/MRI operations: Results from an international survey among 39 active sites. *J Nucl Med*. 2016; 57 (12): 2016–2021.

16. Healthcare resource statistics - technical resources and medical technology. Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Healthcare_resource_statistics_-_technical_resources_and_medical_technology (accessed 2 April 2018).

17. Hochhegger B, Alves GR, Irion KL, Fritscher CC, Fritscher LG, Concatto NH et al. PET/CT imaging in lung cancer: indications and findings. *J Bras Pneumol*. 2015; 41 (3): 264–274.

18. Hwang D, Kim KY, Kang SK, Seo S, Paeng JC, Lee DS et al. Improving accuracy of simultaneously reconstructed activity and attenuation maps using deep learning. *J Nucl Med*. 2018 Feb 15. DOI: 10.2967/jnumed.117.202317. [Epub ahead of print]

19. Kabongo JM, Nel S, Pitcher RD. Analysis of licensed South African diagnostic imaging equipment. *Pan Afr Med J*. 2015; 22: 57.

20. Petersen H, Holdgaard PC, Madsen PH, Knudsen LM, Gad D, Gravergaard AE et al. FDG PET/CT in cancer: comparison of actual use with literature-based recommendations. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016; 43: 695–706.

21. Scarsbrook AF, Barrington SF. PET-CT in the UK: current status and future directions. *Clin Radiol*. 2016; 71 (7): 673–90.

22. Wang H, Zhou Z, Li Y, Chen Z, Lu P, Wang W, Liu W et al. Comparison of machine learning methods for classifying mediastinal lymph node metastasis of non-small cell lung cancer from 18F-FDG PET/CT images. *EJNMMI Research*. 2017; 7 (1): 11. DOI: 10.1186/s13550-017-0260-9.

5. Konurbaev T.R., Ibraev K.K. PET/CT studies in 2011 in “Nuclear Medicine Center of JSC “Republic Diagnostic Center”, Astana. *Medicinskaja nauka i obrazovanie Urala*. 2012; 13 (2): 142–145. (in Russian)

6. Konurbaev T.R. Results of the Center for nuclear medicine 2011–2013. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. 2014; 4: 244–249. (in Russian)

7. Polishhuk N.S., Vetsheva N.N., Kosarin S.P., Morozov S.P., Kuz'mina E.S. Unified Radiological Information Service as a Key Element of Organizational and Methodical Work of Research and Practical Center of Medical Radiology. *Radiologija - praktika*. 2018; 1 (67): 6–17. (in Russian)

8. Rozhkova N.I., Kochetova G.P. Dynamics of Development Medical Diagnostic Service of Russian Federation in 2002–2010. *Medicinskaja vizualizacija*. 2012; 4: 11–16. (in Russian)

9. Ryskulova G.O., Prmantavaeva B.A., Ryskulov A.E., Bajdul

laeva G.E. Analysis of the possibility of PET/CT with 18F-FDG and PET/CT with 18F-PET in the diagnosis of brain tumors. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*. 2017; 9: 74–78. (in Russian)

10. Smoljarchuk M.Ja., Agafonova O.A., Morozov S.P. Rekomendacii po provedeniju i opisaniju issledovanij PET/CT, provodimyh za schet sredstv MGFOMS. *Methodical recommendation № 39a*. Moscow, 2017. 26 p. (in Russian)

11. Tyurin I.E. Radiology in the Russian Federation in 2016. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2017; 98 (4): 219–226. (in Russian)

12. Access to PET/CT. The Cancer Quality Council of Ontario. http://www.csqi.on.ca/by_patient_journey/diagnosis/access_to_pet_ct/ (accessed 2 April 2018).

13. Agrawal A, Rangarajan V. Appropriateness criteria of FDG PET/CT in oncology. *Indian J Radiol Imaging*. 2015; 25 (2): 88–101.

14. Evidence-based indications for the use of PET-CT in the United Kingdom 2016. Available at: <https://www.rcr.ac.uk/publication/evidence-based-indications-use-pet-ct-united-kingdom-2016> (accessed 2 April 2018).

15. Fendler WP, Czernin J, Herrmann K, Beyer T. Variations in PET/MRI operations: Results from an international survey among 39 active sites. *J Nucl Med*. 2016; 57 (12): 2016–2021.

16. Healthcare resource statistics - technical resources and medical technology. Available at:

http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Healthcare_resource_statistics_-_technical_resources_and_medical_technology (accessed 2 April 2018).

17. Hochegger B, Alves GR, Irion KL, Fritscher CC, Fritscher LG, Concatto NH et al. PET/CT imaging in lung cancer: indications and findings. *J Bras Pneumol*. 2015; 41 (3): 264–274.

18. Hwang D, Kim KY, Kang SK, Seo S, Paeng JC, Lee DS et al. Improving accuracy of simultaneously reconstructed activity and attenuation maps using deep learning. *J Nucl Med*. 2018 Feb 15 (Epub ahead of print). DOI: 10.2967/jnumed.117.202317.

19. Kabongo JM, Nel S, Pitcher RD. Analysis of licensed South African diagnostic imaging equipment. *Pan Afr Med J*. 2015; 22: 57.

20. Petersen H, Holdgaard PC, Madsen PH, Knudsen LM, Gad D, Gravergaard AE et al. FDG PET/CT in cancer: comparison of actual use with literature-based recommendations. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016; 43: 695–706.

21. Scarsbrook AF, Barrington SF. PET-CT in the UK: current status and future directions. *Clin Radiol*. 2016; 71 (7): 673–90.

22. Wang H, Zhou Z, Li Y, Chen Z, Lu P, Wang W, Liu W et al. Comparison of machine learning methods for classifying mediastinal lymph node metastasis of non-small cell lung cancer from 18F-FDG PET/CT images. *EJNMMI Research*. 2017; 7 (1): 11. DOI: 10.1186/s13550-017-0260-9.

ТРЕБОВАНИЯ К ПУБЛИКАЦИЯМ В ЖУРНАЛЕ

REJR

Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики (REJR, www.rejr.ru) принимает к публикации оригинальные статьи, обзоры литературы, описания клинических случаев, лекции и тезисы докладов конференций.

Публикации принимаются по электронному адресу: rejr@rejr.ru

Публикации должны соответствовать тематике журнала, т.е. касаться следующих направлений – лучевая диагностика, лучевая терапия и интервенционная хирургия.

Публикации в журнале бесплатны.

Все статьи проходят двойное слепое рецензирование членами редакционного совета, а также ведущими специалистами по соответствующим научным и клиническим направлениям.

Требования к публикациям составлены согласно "Единым требованиям к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы (Ann Intern Med 1997;126:36-47)".

1. Статьи принимаются на двух языках: русском и английском.

Для подачи статьи необходимо представить официальное направление от учреждения, в котором выполнена работа, с визой руководителя на первой странице.

Статья направляется в редакцию по электронной почте. Сопроводительные документы могут быть направлены в отсканированном виде и/или обычной почтой.

Сопроводительные документы могут быть направлены в сканированном виде/обычной почтой.

Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman № 12 через 1,5 интервала. Страницы должны быть пронумерованы.

На первой странице необходимо указать инициалы и фамилию автора (авторов), название статьи, полное название учреждения (учреждений), в котором выполнена работа, город, страна. Обязательно следует указать, в каком учреждении работает каждый из авторов.

Редакция оставляет за собой право при необходимости сокращать, проводить коррекцию текста и оформления статьи без уведомления авторов.

Правила оформления научных статей.

Оригинальные статьи должны иметь следующие разделы: краткое введение, материал и методы исследования, результаты исследования и обсуждение, заключение или выводы.

Случаи из практики должны иметь следующие разделы: введение/актуальность проблемы, данные истории болезни, данные клинического, лабораторного и лучевого обследования пациента, обсуждение полученных результатов, заключение.

Для написания оригинальных статей используются стандарты CONSORT, систематических обзоров и мета-анализов – стандарты PRISMA.

Рекомендуется воспользоваться учебным пособием Н.Г. Поповой, Н.Н. Коптяевой «Академическое письмо: статьи IMRAD» (Попова Н.Г., Коптяева Н.Н. Академическое письмо: статьи IMRAD. Учебное пособие для аспирантов и научных сотрудников естественнонаучных специальностей. Екатеринбург: ИФиП УрО РАН, 2015. 160 с.).

Титульная страница:

На русском языке: заглавие статьи; инициалы и фамилии авторов; принадлежность автора к соответствующему учреждению; полное название учреждений, из которых вышла работа.

На английском языке: заглавие статьи; инициалы и фамилии авторов; принадлежность автора к соответствующему учреждению; полное название учреждений, из которых вышла работа.

Для первого автора необходимо дополнительно указать телефон; e-mail для обратной связи

Структурированное резюме на русском и английском языках, для оригинальных статей и случаев из практики, построенное СТРОГО по схеме:

Цель исследования.
 Материал и методы.
 Результаты.
 Обсуждение.
 Выводы/Заключение.

Подзаголовки резюме выделяются жирным шрифтом. Для обзорных статей строгая структура резюме не обязательна.

Резюме должно сопровождаться ключевыми словами (не менее трех). Объем текста авторского резюме не должен превышать 250 слов.

Ключевые слова через запятую на русском и английском языках.

При выборе ключевых слов рекомендуется руководствоваться словарем ключевых слов MeSH.

Авторам следует пользоваться современной русскоязычной научной терминологией и не употреблять «кальки» терминов, транскрибированных с иностранных слов. Сокращение слов и названий (не более 3), кроме общепринятых сокращений мер, физических и математических величин и терминов, допускается только с первоначальным указанием полного названия. Узкоспециальные термины должны быть расшифрованы.

Содержание оригинальной статьи.

Введение.

Цель исследования.

Материал и методы.

Результаты.

Обсуждение.

Выводы/Заключение.

Список литературы.

Содержание случаев из практики.

Введение/Актуальность проблемы.

Данные истории болезни.

Данные клинического, лабораторного и лучевого обследования.

Обсуждение.

Заключение.

Список литературы.

Статья должна быть тщательно выверена автором. В математических формулах необходимо четко разметить все элементы: латинские и греческие буквы, надстрочные и подстрочные индексы, прописные и строчные буквы, сходные по написанию буквы и цифры.

Список составляют по правилам оформления пристатейных списков литературы (библиография) для авторов с учетом «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» Международного комитета редакторов медицинских журналов (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals).

Библиографические ссылки должны быть пронумерованы, в тексте они даются в скобках в соответствии со списком литературы.

Автор несет полную ответственность за точность данных списка литературы.

Ссылки на рефераты и авторефераты не признаются международным сообществом, поэтому давать их не следует.

Таблицы должны содержать обобщенные и статистически обработанные данные. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок. Единицы измерения даются в системе СИ.

Иллюстративный материал (фотографии, рисунки, схемы, диаграммы) прилагается **по тексту и отдельным файлом.**

Подрисуночные подписи.

После каждого рисунка необходимо указывать **подрисуночные подписи на русском и английском языках.**

Пример. Рис. 1. Метод исследования, проекции. Область исследования. Краткое описание рисунка.

Fig. 1. Method, reconstructions. Area of interest. Description.

В подписях к микрофотографиям необходимо указать метод окраски и увеличение. Фотографии должны быть предоставлены в оригинальном виде без применения ре-

туши и цветокоррекции.

Изображения должны быть представлены в форматах TIFF, JPG (самого высокого качества).

Размер снимка должен быть не менее 1500*1500 пикселей.

Объект съемки должен быть в фокусе.

Ответственность авторов.

Автор обязательно подписывает статью. Коллективная статья должна быть подписана всеми авторами. Ставя под статьей свою подпись, автор тем самым передает редакции право на ее издание, гарантирует ее оригинальность и удостоверяет, что ни сама статья, ни рисунки к ней не были опубликованы ранее и не посланы для публикации в другие издания.

При определении авторства рекомендуется руководствоваться критериями ICJME.

Автор должен иметь точную и полную информацию по исследованию, описанному в статье, которая может быть представлена по запросу.

Автор не имеет право представлять одну статью на публикацию в нескольких научных изданиях. В случае использования в статье информации, которая была ранее опубликована, автор обязан указать источник и автора цитируемой информации. Кроме того, автор обязан предоставить редактору копию цитируемой статьи.

Автору необходимо подтвердить, что его статья оригинальна, и указать источники цитируемой информации, при наличии таковой, для получения разрешения ссылки на работы других авторов.

Автор несет ответственность за соблюдение национальных и местных законов при проведении исследований с участием людей и животных.

Автор должен получить разрешение на публикацию от человека (людей), который принимал участие в исследовании, и соблюдать конфиденциальность.

Необходимо заявить о наличии или отсутствии потенциального конфликта интересов (например, конкурирующие интересы, которые, по мнению автора, могут иметь прямое или опосредованное влияние на публикационный процесс) (см. рекомендации ICJME).

При идентификации значительной ошибки в публикации автор обязан незамедлительно сообщить об этом редактору. На протяжении всего процесса публикации автор обязан сотрудничать с редактором и издателем, добавляя, убавляя и исправляя статью, в случае необходимости. При выявлении значительной ошибки, неточности данных и др. после публикации редакция оставляет за собой право изъять опубликованную статью.

Автор полностью берет на себя ответственность за возможный плагиат текста, рисунков и др. Любое нарушение авторских прав будет рассмотрено согласно алгоритму COPE.

При рассмотрении полученных авторских материалов Редакция руководствуется «Едиными требованиями к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» (Intern. committee of medical journal editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals // Ann. Intern. Med. 1997; 126: 36–47), принципами EASE и «Singapore Statement on Research Integrity».

Авторам рекомендуется предоставлять ссылку на свой цифровой профиль в ORCID.

Статьи, представленные с нарушением правил оформления, не рассматриваются.

Корректур авторам не высылаются.

Правила оформления пристатейных списков литературы.

Правила оформления пристатейных списков литературы (библиография) для авторов составлены с учетом "Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы" Международного комитета редакторов медицинских журналов (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals).

Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов и организаций, где они работают.

Библиографическое описание отечественных журналов полное, иностранные должны соответствовать стилю PubMed или MEDLINE.

Порядок составления списка: 1) автор(ы) книги или статьи (при авторском коллективе до 6 человек включительно упоминаются все, при больших авторских коллективах -- 6 первых авторов "и др.", в иностранных -- "et al."); 2) если в качестве авторов книг выступают редакторы, после фамилии следует ставить "ред.", в иностранных "ed."; 3)

название книги и статьи; 4) выходные данные.

Образец списка литературы (состоит из двух частей):

Литература

1. Tasali N., Cubuk R., Sinanoğlu O., Sahin K., Saydam B. MRI in Stress Urinary Incontinence Endovaginal MRI With an Intracavitary Coil and Dynamic Pelvic MRI. *Urology Journal*. 2012; 9 (1): 397-404.
2. Тупикина Н.В., Касян Г.Р., Гвоздев М.Ю., Баринаева М.Н., Пушкарь Д.Ю. Недержание мочи при напряжении после хирургического лечения пролапса тазовых органов. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2014; 2: 98-102.
3. Баринаева М.Н., Солопова А.Е., Гвоздев М.Ю., Годунов Б.Н., Терновой С.К. Магнитно-резонансная томография при стрессовом недержании мочи. *Акушерство, гинекология, репродуктология*. 2015; 9 (1): 43-52.

References

1. Tasali N., Cubuk R., Sinanoğlu O., Sahin K., Saydam B. MRI in Stress Urinary Incontinence Endovaginal MRI With an Intracavitary Coil and Dynamic Pelvic MRI. *Urology Journal*. 2012; 9 (1): 397-404.
2. Tupikina N.V., Kasyan G.R., Gvozdev M.Yu., Barinova M.N., Pushkar' D.Yu. Stress incontinence after surgery for pelvic organ prolapse. *Experimental and clinical urology*. 2014; 2: 98-102 (in Russian).
3. Barinova M.N., Solopova A.E., Gvozdev M.Yu., Godunov B.N., Ternovoy S.K. Magnetic Resonance Imaging for Stress Urinary Incontinence. *Obstetrics, gynecology, reproductology*. 2015; 9 (1): 43-52 (in Russian).

Оформление книг, монографий, сборников:

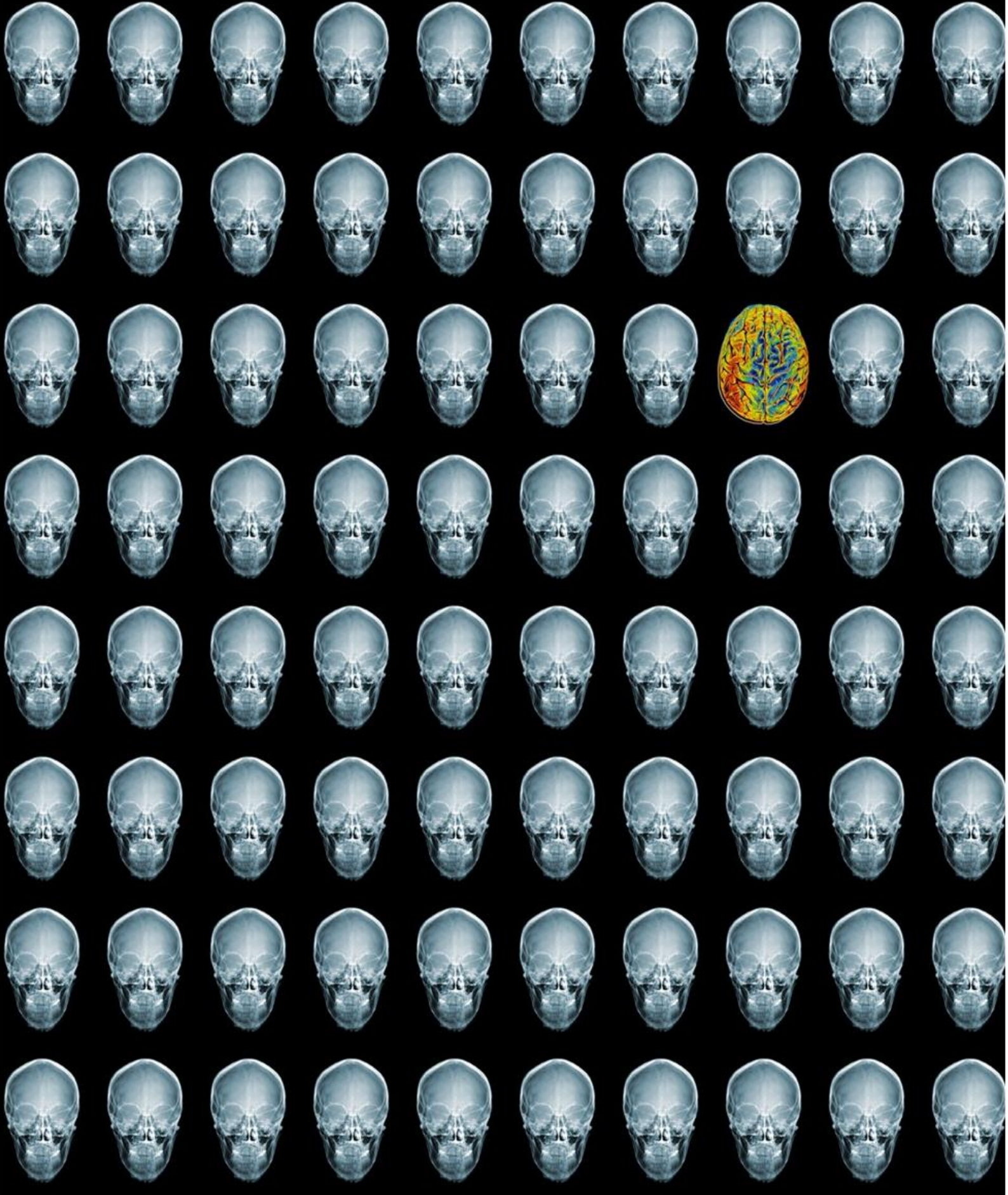
- Юдин Л.А., Кондрашин С.А. Лучевая диагностика заболеваний слюнных желез. Москва, Видар, 1995. 120 с.
 Yudin L.A., Kondrashin S.A. Radiology of the salivary glands diseases. Moscow, Vidar, 1995. 120 p. (in Russian).

Оформление статьи с DOI:

- McHugh K., Disini L. Commentary: for the children's sake, avoid non-contrast CT. *Cancer Imaging*. 2011; 1 (11): 16-18. DOI: 10.1102/1470-7330.2011.0003

Оформление интернет-ресурса:

- Chronic respiratory disease (2015). Available at: http://www.who.int/respiratory/other/Pulmonary_hypertension/ru/ (accessed 7 February 2014) (in Russian).



REJR

Том 8. № 3. 2018 год.