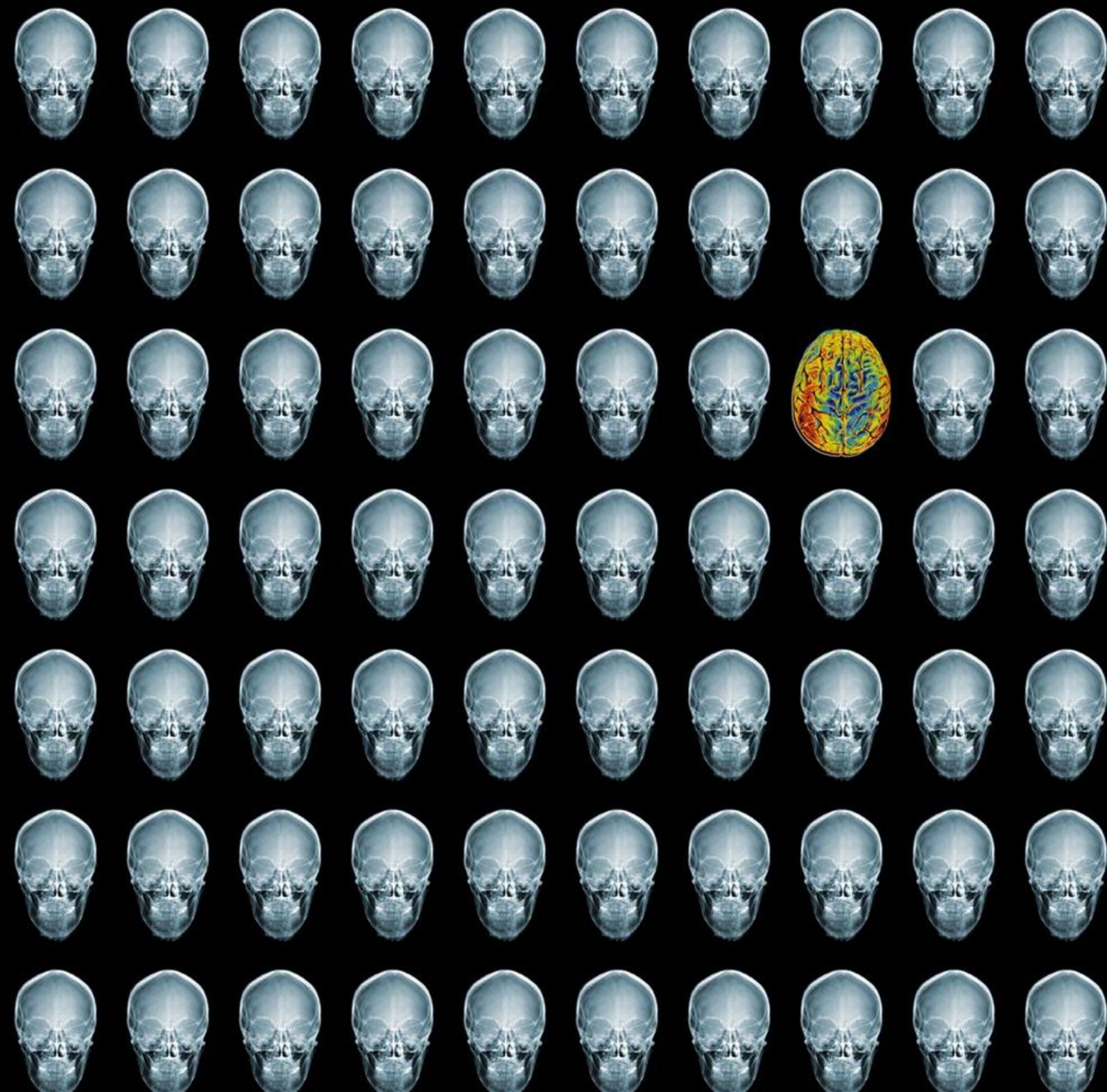




# REJR

Russian Electronic Journal of Radiology  
Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики

Том 7. № 1. 2017 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:

**К.А. Харламов**

**А.С. Абнизов**

**Д.А. Вершинин**

Видео редакторы:

**О.С. Водолазский**

**В.Ю. Лузанов**

Верстка:

**А.А. Лисавин**

**Д.И. Живоглазов**

## Адрес журнала:

[www.rejr.ru](http://www.rejr.ru)

## Почта журнала:

[rejr@rejr.ru](mailto:rejr@rejr.ru)

## Техническая поддержка:

[admin@rejr.ru](mailto: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)

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

## Редакционный совет:

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

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

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

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

Профессор **Аржанцев А.П.** (Москва)

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

Профессор **Брюханов А.В.** (Барнаул)

Академик РАН, профессор **Гранов А.М.** (Санкт-Петербург)

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

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

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

Профессор **Зубарев А.Р.** (Москва)

Профессор **Зеликман М.И.** (Москва)

Профессор **Игнатъев Ю.Т.** (Омск)

Профессор **Карлова Н.А.** (Санкт-Петербург)

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

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

Профессор **Кудряшова Н.Е.** (Москва)

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

Профессор **Митьков В.В.** (Москва)

Профессор **Ратников В.А.** (Санкт-Петербург)

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 **Хайт Г.Я.** (Ставрополь)

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

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

## Иностранные члены ред. совета:

Professor **Adam Andreas** (Great Britain)

Professor **Nicholas Gourtsyiannis** (Greece)

Professor **Hedvig Hricak** (USA)

Professor **Marat Khodzhibekov** (Uzbekistan)

Professor **Andrey Kholodniy** (USA)

Professor **Alexander Margulis** (USA)

Professor **Raushan Rakhimzhanova** (Kazakhstan)

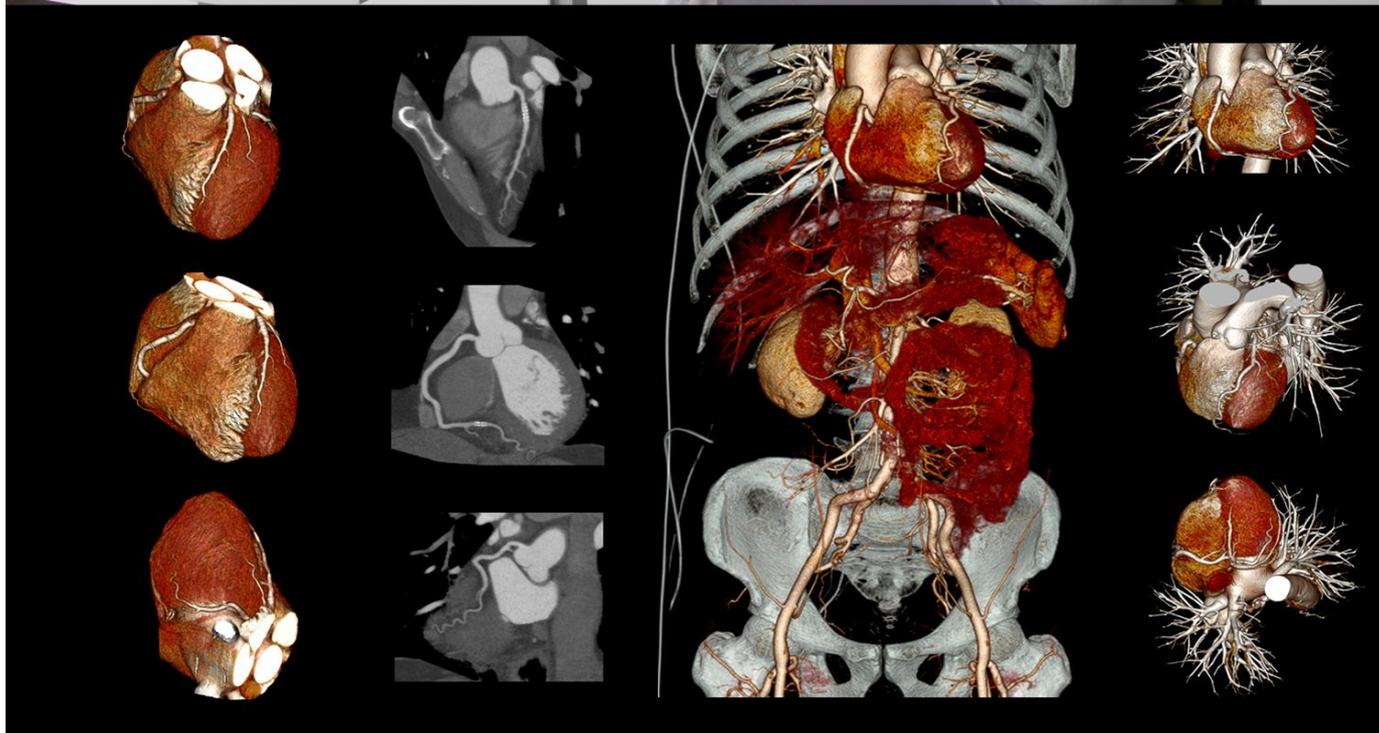
Professor **Rainer Rienmueller** (Austria)

Professor **Hans Ringertz** (Sweden)

Professor **Jean Louis Sablayrolles** (France)

**TOSHIBA**  
Leading Innovation >>>

**PRIME**  
*Aquilion*



***Aquilion PRIME -  
Компьютерный томограф нового поколения***

**ЗАО «ТОШИБА МЕДИКАЛ СИСТЕМС»**

123242, Новинский бульвар, 31, ТДЦ «Новинский Пассаж», тел.: +7(495) 626 58 09,  
факс: +7 (495) 626 58 07. [www.toshiba-medical.ru](http://www.toshiba-medical.ru)

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ.....7

**ЛЕКЦИЯ**

РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ВРОЖДЕННЫХ  
ДЕФОРМАЦИЙ ЛИЦЕВОГО ОТДЕЛА ЧЕРЕПА .....8-19

*АРЖАНЦЕВ А.П.*

ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ АУТОПСИИ  
В НЕОНАТОЛОГИИ.....20-33

*ТУМАНОВА У.Н., ШЕГОЛЕВ А.И.*

**ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ**

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПАЗУХИ КЛИНОВИДНОЙ  
КОСТИ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ.....34-38

*БАСИЙ Р.В., ДОВГЯЛЛО Ю.В., КОСТИН Р.А.*

ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЙ МИКРОФОКУСНЫЙ  
РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С КОРНЕВЫМИ КИСТАМИ  
ЧЕЛЮСТЕЙ.....39-45

*ТАРАСЕНКО С.В., СЕРОВА Н.С., МОРОЗОВА Е.А.*

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ В  
ОБСЛЕДОВАНИИ ПАЦИЕНТОВ С ФОСФОРНЫМИ  
ОСТЕОНЕКРОЗАМИ ЧЕЛЮСТЕЙ.....46-55

*КУРЕШОВА Д.Н., БАБКОВА А.А., СЕРОВА Н.С., БАСИН Е.М.*

СЦИНТИГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ  
ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ДЕСТРУКТИВНЫМ  
ТУБЕРКУЛЕЗОМ ЛЕГКИХ.....56-68

*СИГАЕВ А.Т., БАГИРОВ М. А., АМАНСАХЕДОВ Р.Б., ПЕРФИЛЬЕВ А.В.,  
КОРОЕВ В.В., ЭРГЕШОВ А.Э., ИБРИЕВ А.С.*

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ТРЕХМЕРНЫХ  
РЕКОНСТРУКЦИЙ КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С  
ПРОТОВОКОВОЙ АДЕНОКАРЦИНОМОЙ ПОДЖЕЛЕДОЧНОЙ  
ЖЕЛЕЗЫ.....69-76

*КАРМАЗАНОВСКИЙ Г.Г., НЕРЕСТЮК Я.И., КРИГЕР А.Г., ХАЙРИЕВА А.В.*

КИСТОЗНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В ТКАНЯХ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.77-83

*ТРАВИНА М.Л., ПОПОВ А.Г., ПОПОВ С.А., КУЛИКОВА Е.В.*

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ  
В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ОПУХОЛЕЙ  
ЯИЧНИКА. МЕТОДИКА, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ,  
ОГРАНИЧЕНИЯ.....84-93

*СОЛОПОВА А.Е., ТЕРНОВОЙ С.К., УСТЮЖАНИН Д.В., МАКАЦАРИЯ А.Д.*

МЕТОДИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ  
КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ  
ПЛОСКОСТОПИЯ ВЗРОСЛЫХ.....94-100

*ТЕРНОВОЙ С.К., СЕРОВА Н.С., БЕЛЯЕВ А.С., БОБРОВ Д.С.,  
ТЕРНОВОЙ К.С.*

**НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ**

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ  
В ИЗУЧЕНИИ ЦЕНТРОВ НЕЙРОНАЛЬНОЙ АКТИВАЦИИ В ОТВЕТ  
НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ СТРЕСС.....101-107

*ЗАШЕЗОВА М.Х., ШАРИЯ М.А., УСТЮЖАНИН Д.В., ТЕРНОВОЙ С.К.,  
БЕЛЬКИНД М.Б.*

ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В  
ДИАГНОСТИКЕ ОЖИРЕНИЯ У БЕРЕМЕННЫХ.....108-114

*ЧАБАНОВА Н.Б., ВАСИЛЬКОВА Т.Н., БАКЛАЕВА Т.Б.*

**МАСТЕР-КЛАСС**

CARDIAC IMAGING IN «CAD» (CT, MR, NM).....115-116

*TERUHITO MOCHIZUKI*

**СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ**

СЦИНТИГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТРАНСТИРЕТИНОВОГО  
АМИЛОИДОЗА СЕРДЦА (ДЕМОНСТРАЦИЯ КЛИНИЧЕСКОГО  
СЛУЧАЯ).....117-122

*РЬЖКОВА Д.В., МАКУРОВА Т.В., КОЗЛЕНКО А.В., МИТРОФАНОВА Л.Б.*

COBRA HEAD SIGN – AN OLD SIGN BUT NEW FINDING.....123-126

*KALSI S.S., CHUA N., KHAN S., MAHMOOD I.*

ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ  
В ДИАГНОСТИКЕ БОЛЕЗНИ ХИРАЯМА.....127-135

*ФИЛИСТЕЕВ П.А., КРЮЧКОВА О.В., ЗИНОВЬЕВ А.В.*

МНОГОЛЕТНЕЕ НАБЛЮДЕНИЕ ОСТЕОПОРОЗА, СВЯЗАННОГО  
С БЕРЕМЕННОСТЬЮ.....136-144

*СЕРОВА Н.С., ДРАПАЛЮК И.Б., АБНИЗОВ А.С., БАБКОВА А.А.*

**ПОЗДРАВЛЕНИЯ**.....145-148

**АВТОРАМ**.....149-152

CONTENTS

FROM THE EDITOR.....7

**LECTURE**

X-RAY SIGNS OF FACIAL SKULL CONGENITAL DEFORMITIES .....8-19

*ARZHANTSEV A.P.*

POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF VIRUTAL AUTOPSY IN  
NEONATOLOGY.....20-33

*TUMANOVA U.N., SHCHEGOLEV A.I.*

**ORIGINAL ARTICLES**

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE SPHENOID SINUS IN  
COMPUTED TOMOGRAPHY.....34-38

*BASII R.V., DOVGYALLO Y.V., KOSTIN R.A.*

INTRAOPERATIVE MICROFOCUS X-RAY CONTROL OF TREATMENT  
EFFICIENCY IN PATIENTS WITH RADICULAR CYSTS .....39-45

*TARASENKO S.V., SEROVA N.S., MOROZOVA E.A.*

DIAGNOSTIC EFFICIENCY OF RADIOLOGICAL METHODS IN THE  
EXAMINATION OF PATIENTS WITH JAWS PHOSPHORUS  
OSTEONECROSIS.....46-55

*KURESHOVA D.N., BABKOVA A.A., SEROVA N.S., BASIN E.M.*

SCINTIGRAPHIC ASSESSMENT OF SURGERY OUTCOMES IN  
DESTRUCTIVE PULMONARY TUBERCULOSIS CASES.....56-68

*SIGAEV A.T., BAGIROV M.A., AMANSAKHEDOV R.B., PERFILEV A.V.,  
KOROEV V. V. ERGESHOV A.E.*

DIAGNOSTIC VALUE OF THREE-DIMENSIONAL  
RECONSTRUCTIONS OF CT IMAGES IN PATIENTS WITH  
DUCTAL PANCREAS ADENOCARCINOMA.....69-76

*KARMAZANOVSKY G.G., NERESTYUK YA.I., KRIGER A.G.,  
KHAYRIEVA A.V.*

INCLUSION CYST IN BREAST TISSUE.....77-83

*TRAVINA M.L., POPOV A.G., POPOV S.A., KULIKOVA E. V.*

MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY IN DIFFERENTIAL  
DIAGNOSIS OF OVARIAN TUMORS: DIAGNOSTIC ABILITY AND  
LIMITATIONS.....84-93

*SOLOPOVA A.E., TERNOVOY S.K., USTUZHANIN D.V., MAKATSARIA A.D.*

METHODOLOGY OF FUNCTIONAL MULTISPIRAL COMPUTED  
TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF ADULT FLATFOOT.....94-100

*TERNOVOY S.K., SEROVA N.S., BELYAEV A.S., BOBROV D.S.,  
TERNOVOY K.S.*

**REVIEWS**

FUNCTIONAL MRI SIGNAL CHANGES IN THE CENTRAL NERVOUS  
SYSTEM IN RESPONSE TO PSYCHOEMOTIONAL STRESS.....101-107

*ZASHEZOVA M.KH., SHARIYA M.A., USTYUZHANIN D.V., TERNOVOY S.K.,  
BELKIND M.B.*

ULTRASOUND POSSIBILITIES IN THE DIAGNOSIS OF OBESITY IN  
PREGNANT WOMEN.....108-114

*CHABANOVA N.B., VASILKOVA T.N., BAKLAEVA T.B.*

**MASTER-CLASS**

CARDIAC IMAGING IN «CAD» (CT, MR, NM).....115-116

*TERUHITO MOCHIZUKI*

**CASE REPORTS**

SCINTIGRAPHIC DIAGNOSIS OF TRANSTHYRETIN CARDIAC  
AMYLOIDOSIS (CLINICAL CASE DEMONSTRATION).....117-122

*RYZHKOVA D.V., MAKUROVA T.V., KOZLENOK A.V., MITROFANOVA L.B.*

COBRA HEAD SIGN – AN OLD SIGN BUT NEW FINDING.....123-126

*KALSI S.S., CHUA N., KHAN S., MAHMOOD I.*

HIRAYAMA DISEASE: THE ROLE OF MRI.....127-135

*FILISTEV P.A., KRYUCHKOVA O.V., ZINOVIEV A.V.*

LONGITUDINAL FOLLOW-UP OF OSTEOPOROSIS ASSOCIATED  
WITH PREGNANCY.....136-144

*SEROVA N.S., DRAPALYUK I.B., ABNIZOV A.S., BABKOVA A.A.*

**GREETINGS**.....145-148

**FOR ATHORS**.....149-152

Ежегодно проводится в рамках форума  
«Медицинская диагностика»



XI ВСЕРОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНГРЕСС  
ЛУЧЕВЫХ ДИАГНОСТОВ И ТЕРАПЕВТОВ

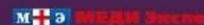
**РАДИОЛОГИЯ – 2017**

**23–25 МАЯ, 2017**

г. Москва, МВЦ «Крокус Экспо»,  
3-й павильон, 4-й этаж, зал №20



По вопросам участия в научной программе:  
Оргкомитет национального конгресса  
лучевых диагностов и терапевтов  
«Радиология – 2017»  
ГБОУ ВПО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова».  
Кафедра лучевой диагностики и терапии  
г. Москва, ул. Большая Пироговская, 6/1  
Тел. +7 (499) 248-77-91, +7 (499) 248-75-07  
E-mail: radiolog@inbox.ru



Конгресс-оператор: ООО «МЕДИ Экспо»  
Тел.: +7 (495) 721-88-66

## Дорогие коллеги! Дамы и господа!

Приглашаем вас принять участие в работе  
XI Всероссийского национального конгресса  
лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2017»

На пленарных и секционных заседаниях, школах и мастер-классах, сателлитных симпозиумах XI Всероссийского национального конгресса лучевых диагностов и терапевтов «Радиология – 2017» будет рассмотрено текущее состояние лучевой диагностики и терапии в стране и мире, намечен вектор их развития. Особое внимание планируется уделить заболеваниям урогенитальной сферы, их раннему выявлению, оценке тяжести поражения и контролю за проводимым лечением с помощью комплекса лучевых методов исследования. Наряду с этим, организационный комитет Конгресса приветствует своевременные обращения его будущих участников с предложением об организации секционного заседания или мастер-класса, посвященных той или иной тематике.

В работе Конгресса примут участие известные отечественные и зарубежные ученые, ведущие специалисты как в области лучевой диагностики и терапии, так и коллеги, представляющие другие клинические дисциплины. Это, в свою очередь, даст возможность непосредственного обсуждения вопросов, представляющих взаимный интерес не только в рамках официальных мероприятий, но и в кулуарах.

Ждем вас 23–25 мая 2017 года.  
До встречи на Конгрессе!

С уважением, президент Конгресса  
«Радиология – 2017»,  
профессор В.И. Домбровский



Узнать более подробную информацию  
о предстоящем Конгрессе,  
зарегистрироваться и загрузить тезисы и  
постерные доклады можно на сайте  
[www.medixpo.ru](http://www.medixpo.ru)

### ОРГАНИЗАТОРЫ



### СТОИМОСТЬ УЧАСТИЯ

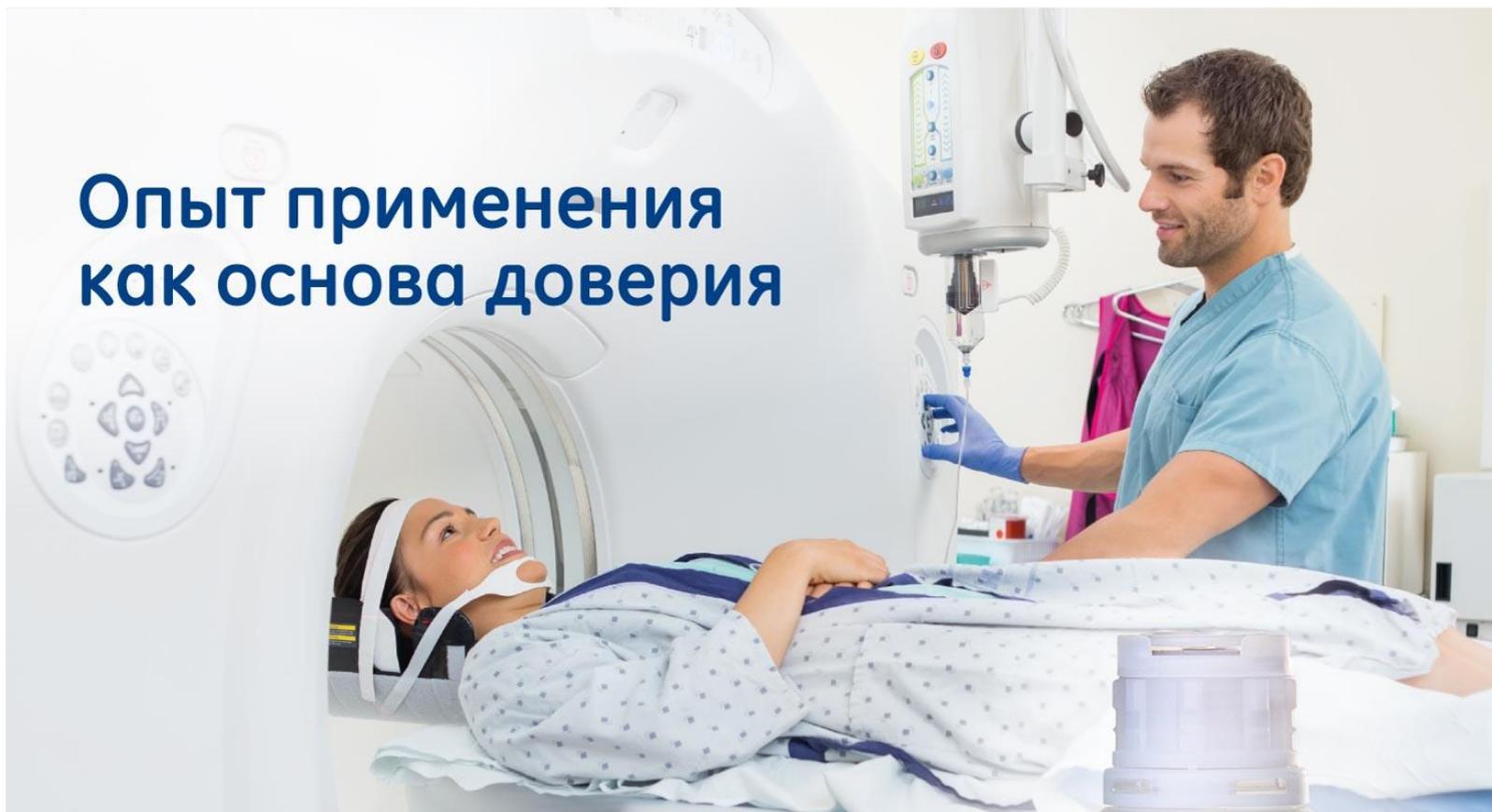
Ранний регистрационный взнос (до 21.12.16)	<b>1500 руб.</b>
Поздний регистрационный взнос (с 22.12.16 по 21.02.17)	<b>3000 руб.</b>
Регистрационный взнос (с 22.02.17 по 11.05.17 и на месте)	<b>4500 руб.</b>
Однодневное участие (без портфеля участника, без сертификата)	<b>2000 руб.</b>
Аспиранты, ординаторы и интерны (без портфеля, с сертификатом без кредитов НМО)*	<b>500 руб.</b>
Председатели секций, докладчики	<b>бесплатно</b>
Студенты мед. университетов*	<b>бесплатно</b>

\* Льготы аспирантам, ординаторам и студентам действуют при предъявлении соответствующего документа (студенческого, аспирантского удостоверения или справки).



**ОМНИПАК®**  
ЙОГЕКСОЛ

## Опыт применения как основа доверия



## Неионный Омнипак®

- **Диагностическая эффективность**  
Ни один из НОКС\* не превзошел Омнипак® по диагностической эффективности<sup>1-12</sup>
- **Доверие**  
Единственный НОКС, внесенный в список важнейших лекарственных препаратов ВОЗ<sup>13</sup>
- **Опыт применения**  
Первый контрастный препарат, ставший объектом крупномасштабных исследований<sup>14</sup>



\* 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. Boijssen 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**

© Компания General Electric, 2016 г. Все права защищены.  
ZINC JB40116RU

**От редакции****Дорогие друзья, коллеги!**

Поздравляю вас с седьмым годом нашей с вами совместной работы!

Как вы знаете, с декабря 2016 года Российский электронный журнал лучевой диагностики вошел в индекс библиографической и реферативной базы данных Scopus (издательская корпорация Elsevier). Это крупнейшая в мире универсальная реферативная база данных с возможностями отслеживания научной цитируемости публикаций. И я рад сообщить вам, что прошлый номер уже представлен для широкого доступа в базе Scopus!

Первый номер 2017 года содержит несколько важных лекций, семь оригинальных статей по различным направлениям лучевой диагностики, интересные случаи из практики, а также научные обозрения.

Особо хочу Вам представить лекцию профессора кафедры лучевой диагностики и терапии Сеченовского Университета, профессора Терухито Мочизуки (Teruhito Mochizuki), посвященную применению современных томографических методов в кардиологии – Cardiac Imaging in «CAD» (CT, MR, NM). Профессор Т. Мочизуки является одним из мировых лидеров в области современной диагностической кардиологии.

Надеюсь, что в этом выпуске журнала каждый найдет для себя полезные для практической деятельности материалы.

**С уважением,  
Главный редактор С.К. Терновой**

## РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ВРОЖДЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЛИЦЕВОГО ОТДЕЛА ЧЕРЕПА

Аржанцев А.П.

**В**рожденные деформации челюстно-лицевой области можно подразделить на 3 основных типа: расщелины альвеолярного отростка верхней челюсти и нёба, изолированные или сочетанные деформации челюстей, деформации лицевого и мозгового отделов черепа.

Одно- и двусторонние расщелины альвеолярного отростка верхней челюсти и нёба сопровождаются деформацией перегородки и полости носа, скученностью зубов, нарушением прикуса, недоразвитием верхней челюсти, компенсаторным изменением длины нижней челюсти.

Возникновение большинства деформаций челюстей связано с преждевременным прекращением функционирования сфеноэтмоидального и сфеноокципитального синхондрозов и лицевых швов. Сочетанные деформации челюстей характеризуются многообразием рентгенологических проявлений, им нередко сопутствуют деформации других отделов черепа.

Деформации лицевого и мозгового черепа являются сложной патологией, обусловленной пороком формирования лицевых и черепно-мозговых швов, синхондрозов основания черепа. Эти деформации, как правило, сочетаются с изменениями других отделов скелета и внутренних органов.

Задачи рентгенологического исследования состоят не только в диагностике пороков формирования черепа, но и в определении причин их возникновения и возможности дальнейшего развития функциональных нарушений.

**Ключевые слова:** врожденные деформации, расщелины альвеолярного отростка и нёба, верхняя и нижняя челюсти, лицевые кости, череп, рентгенологическое исследование.

Контактный автор: Аржанцев А.П., andrey-p-a@mail.ru

*Для цитирования:* Аржанцев А.П. Рентгенологические проявления врожденных деформаций лицевого отдела черепа (лекция). REJR.2017;7(1):8-19. DOI: 10.21569/2222-7415-2017-7-1-8-19.

Статья получена: 10.01.2017

Статья принята: 27.01.2017

## X-RAY SIGNS OF FACIAL SKULL CONGENITAL DEFORMITIES

Arzhantsev A.P.

**C**ongenital deformities of the maxillofacial region can be divided into 3 main types: clefts of the alveolar process of the upper jaw and palate, isolated or combined deformation of the jaws, deformation of the facial and brain skull.

Single and bilateral cleft of the alveolar process of the upper jaw and palate are accompanied by deformation of the septum and the nasal cavity, crowding of teeth, malocclusion, hypoplasia of the maxilla, a compensatory change in the length of the lower jaw.

The occurrence of the most jaws deformities associated with premature cessation of operation of sphenothmoidal and sphenoccipital synchondroses and facial sutures. The combined deformation of the jaws are characterized by a variety of radiological manifestations, they are often accompanied by deformation of the other divisions of the skull.

Deformation of the facial and brain skull is a complex pathology caused by a defect

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Минздрава России.  
г. Москва, Россия.

Central Research Institute of Dentistry and Oral Surgery.  
Moscow, Russia.

of formation of the facial and cranial sutures, synchondroses of the skull base. These deformations, as a rule, are combined with changes in other parts of the skeleton and internal organs.

Tasks of x-ray examinations consist not only in the diagnosis of defects of formation of the skull, but also in determination of their causes and possibilities for further development of functional disorders.

Keywords: congenital deformities, cleft of alveolar process, upper and lower jaw, facial bones, skull, x-ray examination.

Corresponding author: Arzhantsev A.P., [andrey-p-a@mail.ru](mailto:andrey-p-a@mail.ru).

For citation: Arzhantsev A.P. X-ray signs of facial skull congenital deformities (lecture). REJR.2017; 7 (1):8-19. DOI: 10.21569/2222-7415-2017-7-1-8-19.

Received: 10.01.2017

Accepted: 27.01.2017

**Р**азвитие лицевых костей взаимосвязано с формированием мозгового отдела черепа, головного мозга, позвоночного столба, органов жевания, дыхания, глотания, речи, зрения. Большинство пороков развития лицевого отдела черепа закладывается во внутриутробном периоде, многие из них являются наследственными. Часть пороков обусловлена гормональными нарушениями у женщин в дородовом периоде или у самих носителей порока, а также неблагоприятными экологическими условиями жизни.

Рентгенологическое исследование, будучи важной составляющей диагностического процесса, позволяет распознать различные формы врожденных деформаций лицевых костей на ранних стадиях формирования и изучить патогенез их развития. С помощью рентгенологических данных определяется объем и характер оперативных вмешательств, осуществляется диагностическое наблюдение за пациентами при планировании лечения, в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах.

По характеру рентгенологических проявлений врожденные деформации лицевого отдела черепа можно подразделить на 3 основные группы:

I. Расщелины альвеолярного отростка верхней челюсти и нёба;

II. Изолированные или сочетанные деформации верхней и нижней челюстей;

III. Деформации челюстно-лицевой области, сочетающиеся с пороком развития мозгового отдела черепа.

Врожденные расщелины альвеолярного отростка верхней челюсти и нёба составляют около 20% от общего числа деформаций черепа и обусловлены замедлением процесса последовательного срастания губ, альвеолярных отростков верхней челюсти и нёба на 4 - 9 неделях эмбрионального развития. Варианты рас-

щелин различны, они могут быть односторонними, двусторонними и срединными, сквозными, проходящими через верхнюю губу, альвеолярный отросток верхней челюсти, твёрдое и мягкое нёбо, либо несквозными, локализуясь в пределах не всех перечисленных анатомических образований. Несквозные расщелины подразделяются на полностью или частично повреждающие анатомическое образование. Могут возникать также изолированные расщелины губы, нёба или альвеолярного отростка.

При односторонней расщелине альвеолярного отростка и нёба визуализируется отсутствие костного срастания и дефект альвеолярного отростка верхней челюсти, локализующийся, как правило, между центральным резцом и клыком (рис. 1 а, б).

Боковой резец может отсутствовать, либо быть аномально сформированным ретенированным или прорезавшимся в неправильном положении. На стороне расщелины возникает искривление перегородки носа, деформация и увеличение в размерах полости носа, отсутствие её дна (рис. 2 а, б), скученность непрорезавшихся и прорезавшихся зубов, может наблюдаться неправильная конфигурация верхнечелюстной пазухи.

Срединные расщелины альвеолярного отростка и нёба возникают реже, вызывая деформацию носовой полости и перегородки (рис. 3).

При двусторонних расщелинах альвеолярного отростка резцовая (межчелюстная) кость визуализируется как самостоятельное анатомическое образование, смещается вперед и иногда разворачивается вокруг своей оси (рис. 4 а, б).

Недоразвитие верхней челюсти и неправильное положение языка становятся причиной возникновения мезиального прикуса вследствие нижней про- и (или) макрогнатии (рис. 5 а). Реже формируется открытый или дистальный



Рис. 1 а (Fig. 1 а)



Рис. 1 б (Fig. 1 б)

**Рис.1. а – Ортопантомограмма.**

**б – Телерентгенограмма черепа в боковой проекции.**

Левосторонняя расщелина альвеолярного отростка верхней челюсти и нёба. Деформация носовой полости. Скученность верхних зубов. Ретропозиция верхней челюсти. Прямой прикус. Сужена диафрагма турецкого седла.

**Fig. 1. а - Orthopantomogram.**

**б – Telerontgenogram of the skull, lateral projection.**

Left-sided cleft alveolar process of the maxilla and palate. Deformation of the nasal cavity. Crowding of the upper teeth. Retroposition of the upper jaw. Pincer bite. Narrowed diaphragm of the Turkish saddle.

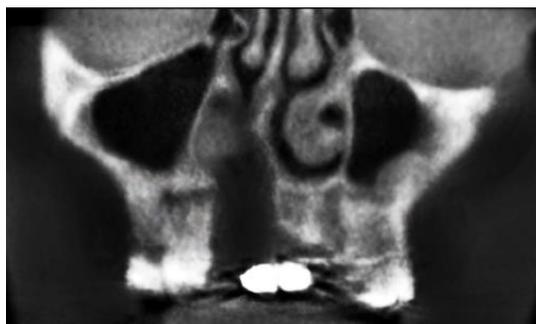


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

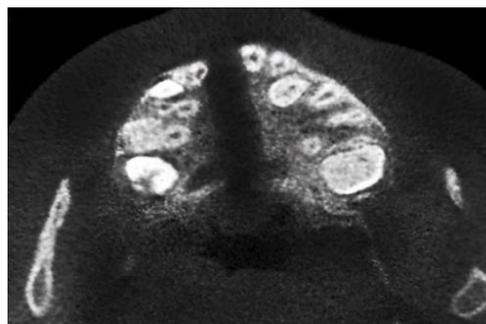


Рис. 2 б (Fig. 2 б).

**Рис.2. Конусно-лучевые компьютерные томограммы лицевых костей в прямой (а) и аксиальной (б) проекциях.**

Правосторонняя расщелина альвеолярного отростка верхней челюсти и нёба. Дефект дна носа и твердого нёба справа на всём протяжении. Деформация носовой перегородки.

**Fig. 2. Cone-beam computed tomography of the facial bones, plain (а) and axial (б) projections.**

Right-sided cleft alveolar process of the maxilla and palate. The defect of the bottom of the nose and hard palate right all along. Deformation of the nasal septum.



Рис. 3 (Fig. 3)

**Рис. 3. Ортопантомограмма.**

Срединная расщелина альвеолярного отростка верхней челюсти и нёба. Деформация перегородки носа. Скученность верхних зубов.

**Fig. 3. Orthopantomogram.**

Median cleft of the alveolar process of the upper jaw and palate. Deformation of the nasal septum. Crowding of the upper teeth.



Рис. 4 а (Fig. 4 а)

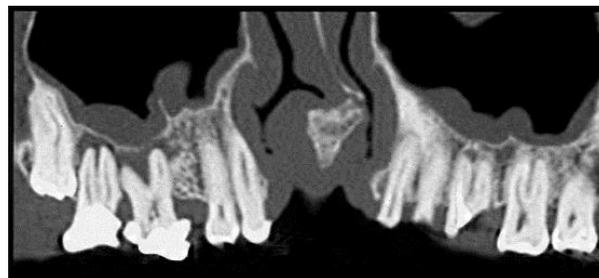


Рис. 4 а (Fig. 4 б).

**Рис.4. а – Ортопантомограмма.**

**б – Конусно-лучевая компьютерная томограмма верхней челюсти (панорамная реконструкция).**

Двусторонняя расщелина альвеолярного отростка верхней челюсти и нёба. Межчелюстная кость развернута по оси. Смещение носовой перегородки.

**Fig. 4. а - Orthopantomogram.**

**б – Cone beam CT, upper jaw (panoramic reconstruction).**

Bilateral cleft of the alveolar process of the upper jaw and palate. Maxillary bone deployed along the axis. Displacement of the nasal septum.



Рис. 5 а (Fig. 5 а)



Рис. 5 б (Fig. 5 б)

**Рис. 5. Телерентгенограммы черепа в боковой проекции.** Типы соотношения челюстей у пациентов с двусторонней расщелиной альвеолярного отростка верхней челюсти и нёба:

а – Верхняя ретромикрогнатия, нижняя промакрогнатия. Мезиальный прикус. Турецкое седло атипично сформировано.

б – Верхняя микрогнатия, нижняя ретрогнатия. Дистальный прикус.

**Fig. 5. Telerontgenograms of the skull, lateral projection.** Types of relationship of the jaws in patients with a bilateral cleft of the alveolar process of the maxilla and palate:

а – Top retromicrognathia, lower promakrognathia. Mesial bite. Turkish saddle formed atypical.

б – Upper micrognathia, lower retrognathia. The distal occlusion.



Рис. 6 (Fig. 6)

**Рис. 6. Телерентгенограмма черепа в боковой проекции.**

Ретропозиция верхней челюсти вместе с костями средней зоны лица. Протрузия передних верхних зубов. Прямой прикус.

**Fig. 6. Telerontgenogram of the skull, lateral projection.**

Retroposition the upper jaw with the bones of the mid-face. Protrusion of front upper teeth. Pincer bite.

прикус (рис. 5 б). На укорочение базиса верхней челюсти влияет возникновение рубцов после уранопластики и отсутствие послеоперационного ортодонтического лечения.

Перечисленные изменения могут сочетаться с дистальным положением костей средней зоны лица, нарушением формирования мозгового черепа.

Деформации верхней и нижней челюстей встречаются примерно в 60% случаев среди всех деформаций черепа. Возникают в результате преждевременного прекращения функционирования сфенозтмоидального и сфеноокципитального синхондрозов и лицевых швов, которое в норме продолжается до 18–20 лет у женщин и 20–22 лет у мужчин. Изменения начинают выявляться в период активного роста лицевых костей и начала пубертатного периода.

Поскольку развитие костей средней зоны лица тесно связано с передними отделами основания черепа, преждевременное синостозирование сфенозтмоидального синхондроза обуславливает прекращение смещения вперед костей основания черепа и средней зоны лица вместе с верхней челюстью (рис. 6).

Определяется укорочение основания черепа во всех его отделах, либо преимущественно в области передней или задней черепных ямок. У  $\frac{1}{4}$  пациентов наклон основания черепа существенно увеличивается. Ретропозиция верхней челюсти приводит к уменьшению объёма полости рта, вследствие чего из-за давления языка обычно наблюдается увеличение в размере и (или) смещение вперед нижней челюсти (рис. 7 а, б), либо происходит дистальное положение нижней челюсти, имеющей обычные или измененные размеры (рис. 8 а, б).

Заднее положение и снижение высоты костей средней зоны лица также связано с нарушением роста хряща перегородки носа. Наличие аденоидов, затруднённое носовое дыхание, укорочение уздечек губ и языка, изменение точек прикрепления жевательных мышц влияют на формирование различных вариантов деформаций челюстно-лицевой области.

Сочетанным деформациям челюстей нередко сопутствует преждевременное синостозирование черепно-мозговых швов с изменением формы мозгового черепа по типу долихо- или брахицефалического, «башенного», «ладьевидного». При этом может отмечаться обычная рентгеновская картина покровных костей черепа с наличием пальцевых вдавлений, пахионовых грануляций, венозных синусов и выпускников или визуализируются отклонения от нормы – отсутствие пальцевых вдавлений, наличие зон склероза, расширение борозд венозных выпускников. Эти симптомы косвенно свидетельствуют об изменении процессов остеогенеза мозгового черепа и роста мозга, по-

вышении внутричерепного давления.

Изолированное дистальное положение нижней челюсти чаще всего обусловлено преждевременным синостозированием сфеноокципитального синхондроза. При этом нижнечелюстная ямка височной кости и нижняя челюсть занимают ретропозицию. Дистально расположенная нижняя челюсть может иметь обычные размеры, но гониальный угол часто уменьшается. Если функционирование ростковых зон в головках нижней челюсти по различным причинам нарушается и заканчивается раньше положенного срока, возникает нижняя микрогнатия (рис. 9).

Увеличение гониального угла обуславливает выстояние впереди альвеолярного отростка и зубов фронтального отдела челюсти. При чрезмерном росте нижней челюсти обычно в большей степени преобладают её горизонтальные размеры (рис. 10). Реже происходит изолированное увеличение ветвей и углов челюсти (рис. 11).

Несимметричные деформации проявляются различной степенью выраженности односторонних изменений формы и размеров нижней челюсти (рис. 12, 13 а-г), костей средней зоны лица (рис. 14), всего лицевого скелета (рис. 15 а, б, 16), лицевого и мозгового черепа (рис. 17). На стороне деформации изменяется конфигурация и объём околоносовых пазух и решётчатого лабиринта.

Перечисленные варианты деформаций челюстей сопровождаются диспропорцией передней и задней лицевой высоты, тесным расположением и дистопией зубов, протрузией передних зубов, возникновением патологического прикуса (дистальный, мезиальный, перекрестный, глубокий, открытый).

Деформации лицевого и мозгового отделов черепа являются сложной патологией, часто обусловленной нарушениями, происходящими на генетическом уровне. Они возникают вследствие пороков формирования лицевых и черепно-мозговых швов, синхондрозов основания черепа и, как правило, сочетаются с изменениями других отделов скелета и внутренних органов. К таким деформациям относятся краниостенозы, аплазия лицевых костей, гипертелоризм, черепно-лицевые расщелины, недоразвитие нижней челюсти и височной кости.

Рентгенологические данные свидетельствуют, что различные комбинации скелетных изменений не всегда соответствуют описанным в литературе классическим проявлениям синдромов челюстно-лицевого дизостоза, микроцефалии, Тричер-Колинза, Франческетти, Пьера Робина, Апера, Крузона, I - II жаберных дуг, Карпентера и др. На практике выявляются различные сочетания изменений черепа, которые далеко не всегда укладываются в классическую



Рис. 7 а (Fig. 7 а)



Рис. 7 б (Fig. 7 б)

**Рис. 7. Телерентгенограммы черепа в боковой проекции.** Виды прикуса у пациентов с сочетанной деформацией челюстей:

а – Верхняя ретрогнатия, выраженная нижняя промакрогнатия. Мезиальный прикус.

б – Верхняя ретромикрогнатия, нижняя промакрогнатия. Прямой прикус. Закрыта диафрагма турецкого седла.

**Fig. 7. Telerontgenogram of the skull, lateral projection.** The types of occlusion in patients with concomitant deformation of the jaws:

а – In retrognathia expressed lower promacrognathia. Mesial bite.

б – Upper retromicrognathia, lower promacrognathia. Pincer bite. Closed diaphragm of the Turkish saddle.



Рис. 8 а (Fig. 8 а)



Рис. 8 б (Fig. 8 б)

**Рис. 8. а – Телерентгенограмма черепа в боковой проекции.**

**б – Ортопантомограмма.**

Пациент с сочетанной деформацией челюстей. Верхняя челюсть смещена вверх и назад. Нижняя макро-ретрогнатия. Скученность зубов обеих челюстей. Открытый прикус.

**Fig. 8. а – Telerontgenogram of the skull, lateral projection.**

**б – Orthopantomogram.**

The patient with concomitant deformation of the jaws. The upper jaw is displaced upwards and backwards. Lower macroretrognathia. Crowding of teeth in both jaws. Open bite.



Рис. 9 (Fig. 9)

**Рис. 9. Телерентгенограмма черепа в боковой проекции.**

Нижняя челюсть уменьшена в размере. Протрузия передних верхних и нижних зубов. Дистальный прикус.

**Fig. 9. Telerontgenogram of the skull, lateral projection.**

The lower jaw is reduced in size. Protrusion of front upper and lower teeth. The distal occlusion.



Рис. 10 (Fig. 10)

**Рис. 10. Телерентгенограмма черепа в боковой проекции.**

Нижняя челюсть увеличена в размере. Протрузия передних верхних зубов. Мезиальный прикус.

**Fig. 10. Telerontgenogram of the skull, lateral projection.**

The lower jaw increased in size. Protrusion of front upper teeth. Mesial bite.



Рис. 11 (Fig. 11)

**Рис. 11. Ортопантомограмма.**

Двустороннее увеличение размеров углов нижней челюсти.

**Fig. 11. Orthopantomogram.**

A bilateral increase in the size of the angles of the mandible.



Рис. 12 (Fig. 12)

**Рис. 12. Телерентгенограмма черепа в прямой проекции.**

Несимметричная деформация нижней челюсти.

**Fig. 12. Telerontgenogram of the skull, antero-posterior projection.**

The asymmetric deformity of the mandible.

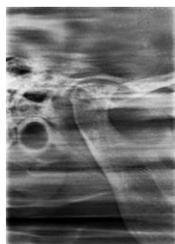


Рис. 13 а (Fig. 13 а)

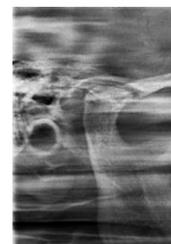


Рис. 13 б (Fig. 13 б)



Рис. 13 в (Fig. 13 в)



Рис. 13 г (Fig. 13 г)

**Рис. 13. Зонаграммы височно-нижнечелюстных суставов.**

Головка и мыщелковый отросток нижней челюсти справа увеличены. При закрытом рте пациента обе головки нижней челюсти смещены кзади (а, г). Экскурсия головок нижней челюсти ограничена (б, в).

**Fig. 13. Zone-gramm of the temporomandibular joints.**

Head and condylar process of the mandible to the right increased. When the patient's mouth is closed both heads of the mandible is displaced posteriorly (a, d). The excursion of the head of mandible is limited (b, c).



Рис. 14 (Fig. 14)

**Рис.14. Панорамная зонограмма средней зоны лицевого отдела черепа.**

Высота лицевых костей и объем верхнечелюстной пазухи слева уменьшены.

**Fig.14. Panoramic zone-gram of the middle zone of the facial skull.**

The height of the facial bones and the volume of the maxillary sinus to the left reduced.



Рис. 15 а (Fig. 15 а)



Рис. 15 б (Fig. 15 б)

**Рис. 15. а - Телерентгенограмма черепа в прямой проекции. б - Ортопантомограмма. Несимметричная деформация лицевых костей.**

**Fig. 15. а - Telerontgenogram of the skull, antero-posterior projection. б - Orthopantomogram. Asymmetric deformation of the facial bones.**



Рис. 16 (Fig. 16)

**Рис. 16. МСКТ, 3D-реконструкция.**  
Асимметричная конфигурация сторон лицевого отдела черепа.

**Fig. 16. MSCT, 3D-model.**  
The asymmetrical configuration of the sides of the face.



Рис. 17 (Fig. 17)

**Рис.17. Телерентгенограмма черепа в прямой проекции.**

Несимметричная деформация костей средней и верхней зон лица, асимметричная конфигурация мозгового черепа. Нижняя микрогнатия.

**Fig. 17. Telerontgenogram of the skull, antero-posterior projection.**

Asymmetric deformation of the bones of the middle and upper areas of the face, the asymmetric configuration of the cerebral skull. Lower micrognathia.



Рис. 18 (Fig. 18)

**Рис.18. Телерентгенограмма черепа в боковой проекции.**

Краниостеноз. «Башенный череп», деформация основания черепа. Усиление пальцевых вдавлений в лобном и затылочном отделах. Верхняя ретромикрогнатия, нижняя промакрогнатия. Мезиальный прикус.

**Fig.18. Telerontgenogram of the skull, lateral projection.**

Craniostenosis. "Tower skull", deformity of the skull base. Strengthening finger impressions in the frontal and occipital departments. Top retromicrognathia, lower promacrognathia. Mesial bite.

картину синдрома. Поэтому классификация врожденных деформаций на синдромы может считаться условной.

Среди деформаций черепа часто встречаются краниостенозы (рис. 18).

Раннее сращение сагитального шва обуславливает увеличение передне-заднего размера черепа, венечного и ламбдовидного швов – расширение черепа в поперечном направлении, метопического шва – треугольное выпячивание лобной области. Наряду с деформацией черепа его объём уменьшается, повышается внутричерепное давление. В костях свода черепа отмечаются интенсивные пальцевые вдавления, исчезновение или усиление венозных выпускников. Поскольку у большинства таких пациентов рано перестают функционировать синхондрозы основания черепа и рост лицевых швов, все они отличаются дистальным расположением костей лица, особенно скуловых костей. Этим изменениям может сопутствовать гипертелоризм, характеризующийся деформацией и расположением орбит на значительном расстоянии друг от друга.

Срединные и боковые расщелины лицевого черепа выходят за пределы альвеолярного отростка верхней челюсти и твердого нёба. Распространяясь на вышестоящие отделы лицевого отдела черепа, они вызывают деформацию костей лица, верхнечелюстных пазух и полости носа, возникновение гипертелоризма (рис. 19).

Несращение шва между лобными костями может обусловить появление мозговых грыж. В меньшей степени при этих пороках происходят изменения нижней челюсти, нормальный рост которой продолжается в разных направлениях, что приводит к образованию выраженной диспропорции лица, мезиального или открытого прикуса.

Аплазия скуловых костей и дуг, верхней челюсти, уменьшение объёма верхнечелюстных пазух, как правило, обуславливает увеличение орбит, дистальное положение средней и нижней зон лица (рис. 20, 21). Эта патология может сочетаться с уменьшением в размерах нижней челюсти, расщелиной нёба, микро- или долихоцефалией, усилением пальцевых вдавлений

Порок формирования I - II жаберных дуг характеризуется отсутствием или значительным недоразвитием головки, мышечкового отростка и ветви нижней челюсти с одновременной деформацией контуров нижнечелюстной ямки и пирамиды височной кости, наружного слухового прохода (рис. 22). Этому пороку развития нередко сопутствуют расщелины лицевых костей различной локализации, недоразвитие скуловых костей и дуг, а также гипертелоризм.

При грубых деформациях лицевого и мозгового отделов черепа нередко выявляются

сращения шейных и грудных позвонков, аплазия ключиц, шейные ребра, нарушение формирования атланта-окципитального сочленения и внутренних органов.

Диагностика врожденных деформаций черепа осуществляется посредством использования методик телерентгенографии (ТРГ) черепа, ортопантомографии, зонографии отделов лицевого черепа и рентгеновской компьютерной томографии (РКТ).

По телерентнограммам черепа определяются размеры лицевого и мозгового отделов черепа, структура покровных костей, черепные швы, пальцевые вдавления, сосудистые борозды, венозные выпускники и синусы, наличие и положение внутричерепных обызвествлений. С помощью ТРГ черепа в боковой проекции оценивается соотношение челюстей и зубных рядов, лицевых костей по отношению к основанию черепа. Для определения фронтальных размеров черепа и симметричности его сторон выполняется ТРГ черепа в прямой проекции.

На ортопантомограммах выявляется конфигурация анатомических деталей и симметричность сторон костей нижней зоны лица, наличие расщелин альвеолярного отростка верхней челюсти, характер смыкания зубных рядов, количество, особенности строения и положения зубов, состояние нижнего отдела полости носа и верхнечелюстных пазух.

На панорамных зонограммах средней и верхней зон лицевого черепа и телерентнограммах черепа в полуаксиальной проекции выявляется состояние и конфигурация лицевых костей, околоносовых пазух и полости носа.

Зонограммы височно-нижнечелюстных суставов (ВНЧС) предоставляют информацию о взаимном расположении и состоянии головок нижней челюсти и нижнечелюстных ямок височной кости, ширине суставной щели, степени экскурсии головок нижней челюсти.

На перечисленных снимках, за исключением ТРГ черепа в прямой и боковой проекциях, измерения и расчеты не являются достоверными из-за проекционных искажений изображения.

В сравнении с распространенными рентгенологическими методиками только по результатам рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) возможно детально изучить изменения тонкостенных структур орбит, решётчатого лабиринта и околоносовых пазух, состояние костных краев расщелин костей лица и отверстий мозговых грыж, элементов органа слуха, положение глазных яблок, глазодвигательных мышц и зрительного нерва. Для оптимального восприятия конфигурации костей черепа создается трехмерная реконструкция изображения. РКТ применяется в челюстно-лицевой



Рис. 19 (Fig. 19)

**Рис. 19. Панорамная зонограмма средней зоны лицевого отдела черепа.**

Срединная расщелина лица. Деформация лицевых костей и носовой полости. Расстояние между орбитами увеличено (гипертелоризм).

**Fig.19. Panoramic zone-gramm of the middle zone of the facial skull.**

Median facial cleft. Deformity of the facial bones and nasal cavity. The distance between the orbits is increased (hypertelorism).



Рис. 20 (Fig. 20)

**Рис. 20. Рентгенограмма черепа в полуаксиальной проекции.**

Рудименты скуловых костей, частичное отсутствие скуловых дуг.

**Fig. 20. Radiography of the skull, half-axial projection.**

Vestiges of the zygomatic bones, partial absence of the zygomatic arch.



Рис. 21 (Fig. 21)

**Рис. 21. Ортопантомограмма.**

Скуловые кости и верхнечелюстные пазухи уменьшены в размере, скуловые дуги отсутствуют.

**Fig. 21. Orthopantomogram.**

The zygomatic bone and the maxillary sinus is reduced in size, the zygomatic arch are missing.



Рис. 22 (Fig. 22)

**Рис. 22. Ортопантомограмма.**

Недоразвитие нижней челюсти и нижнечелюстной ямки височной кости слева при отокраниостенозе.

**Fig. 22. Orthopantomogram.**

Hypoplasia of the mandible and the mandibular fossa of the temporal bone on the left when otocraniostenosis.

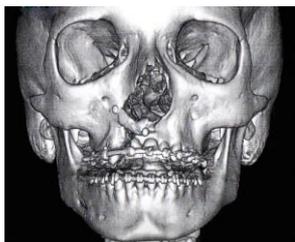


Рис. 23 а (Fig. 23 а)



Рис. 24 б (Fig. 24 б)

**Рис. 23. а – МСКТ, 3D-реконструкция лицевых костей.**

**б – Ортопантомограмма.**

Пациент с правосторонней расщелиной альвеолярного отростка верхней челюсти и нёба. Рото-носовое соустье устранено с помощью костного аутографта. На верхних и нижних зубах ортодонтические конструкции.

**Fig. 23. а - MSCT, 3D-model, facial bones.**

**б – Orthopantomogram.**

A patient with right-sided cleft alveolar process of the maxilla and palate. The orinasal fistula fixed with bone autograft. On the upper and lower teeth of the orthodontic structure.

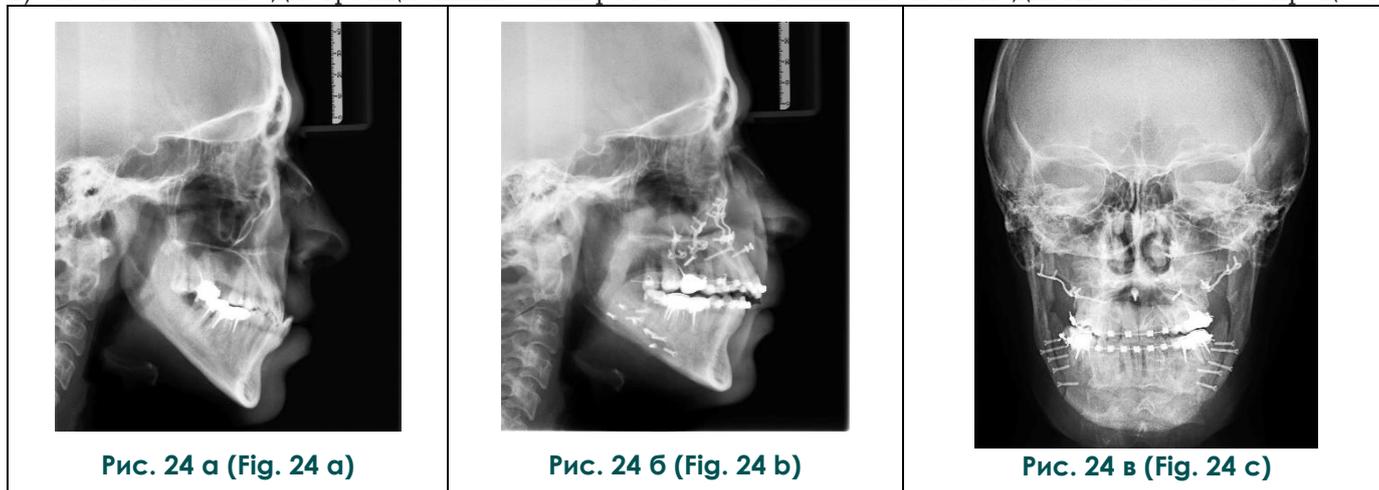
хирургии с целью проведения точных расчетов при планировании костно-реконструктивных операций, определении формы и размеров аутокостных трансплантатов, эндопротезов и имплантатов из биоэнергетных материалов, устраняющих костные дефекты.

Рентгенологическое исследование осуществляется в процессе ортодонтического лечения, в разные сроки после проведения костно-реконструктивных операций (рис. 23 а, б, 24 а - в) и наложения дистракционных аппаратов

(рис. 25 а, б)

Из вышесказанного следует, что врожденные деформации челюстно-лицевой области характеризуются многообразием рентгенокиалогических проявлений. Сочетанные врожденные деформации лицевого и мозгового черепа относятся к сложной патологии с нередкими сопутствующими изменениями в других отделах скелета.

Рентгенологическое исследование является важным звеном диагностического процесса

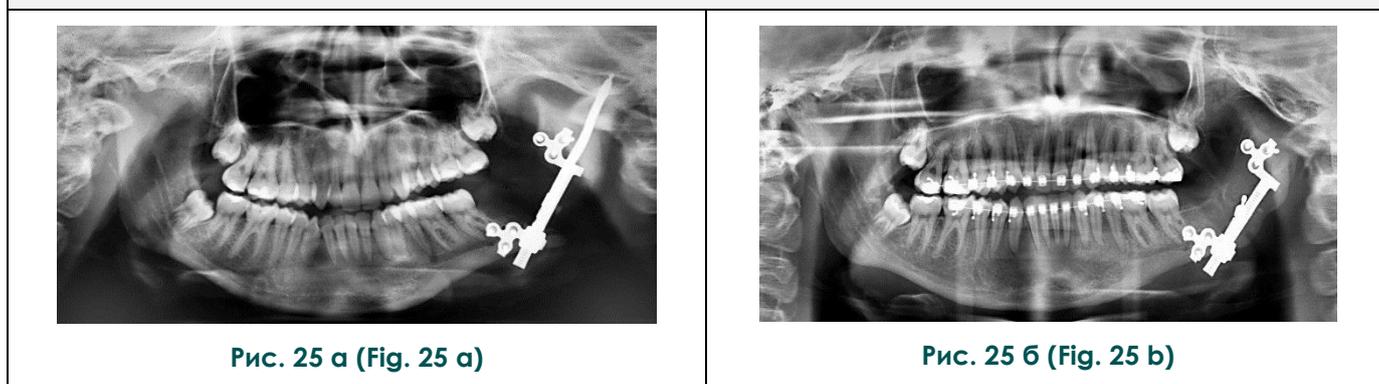


**Рис.24.** Телерентгенограммы черепа в боковой (а, б) и прямой (в) проекциях.

Пациент с сочетанной деформацией челюстей. После реконструктивной операции на челюстях и ортодонтического лечения восстановлено правильное соотношение костей лица.

**Fig.24.** Teleroentgenograms of the skull, lateral (a, b) and antero-posterior (c) projections.

The patient with concomitant deformation of the jaws. After reconstructive surgery on the jaw and orthodontic treatment restored the correct ratio of bones of the face.



**Рис. 25.** Ортопантомограммы.

Увеличение ветви и бокового отдела тела нижней челюсти слева у пациента с отокраниостенозом при использовании дистракционного аппарата.

а – исследование выполнено после остеотомии челюсти и наложения аппарата.

б – через 7 мес между фрагментами челюсти сформировалась костная ткань.

**Fig. 25.** Orthopantomograms.

The increase in branches and the lateral division of the mandibular body on the left a patient with autogradient when using a distraction apparatus.

а – the study was performed after osteotomy of the jaw and blending apparatus.

б – after 7 months between the fragments of the jaw formed bone tissue.

при выявлении пороков формирования черепа, анализе причин их возникновения, прогнозировании дальнейшего развития функциональных нарушений, оценке результатов выполненного лечения.

**Список литературы:**

1. Аржанцев А.П. Рентгенологические исследования в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии: атлас. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2016. 320 с.
2. Бельченко В.А. Черепно-лицевая хирургия. Москва, Медицинское информационное агентство, 2006. 430 с.
3. Безруков В.М., Рабухина Н.А. Деформации лицевого черепа. Москва, Медицинское информационное агентство, 2005. 312 с.
4. Васильев А.Ю., Воробьев Ю.И., Трутень В.П. Лучевая диагностика в стоматологии. Москва, Медика, 2007. 496 с.
5. Кулаков А.А., Робустова Т.Г., Неробеев А.И. Хирургическая стоматология и челюстно-лицевая хирургия, Национальные руководства. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2010. 928 с.
6. Ленденгольц Ж.А., Картон Е.А., Вагапов З.И. Применение конусно-лучевой компьютерной томографии в ортодонтии. Ортодонтия. 2010; 4 (52): 6-9.
7. Рабухина Н.А., Аржанцев А.П. Рентгенодиагностика в

**References:**

1. Arzhantsev A. P. X-ray examinations in dentistry and maxillofacial surgery: an Atlas. Moscow, GEOTAR-Media, 2016. 320 p. (in Russian).
2. Belchenko, V. A. craniofacial surgery. Moscow, Medical information Agency, 2006. 430 p. (in Russian).
3. Bezrukov V. M., Rabukhina N.. Deformation of the facial skull. Moscow, Medical information Agency, 2005. 312 p. (in Russian).
4. Vasiliev A. Yu., Vorobiev Yu.I., Truten V.P. Beam diagnostics in dentistry. Moscow, 2007. 496 p. (in Russian).
5. Kulakov A.A., Robustova T.G., Nerobeev A.I. Endoscopy Oral and Maxillofacial Surgery. National leadership. Moscow, GEOTAR-Media, 2010. 928 p. (in Russian).
6. Lindenholtz, J. A. Carton, E. A., Vagapov, Z. I. Application of cone-beam computed tomography in orthodontics. Orthodontics. 2010; 4 (52): 6-9 (in Russian).
7. Rabuhina N.A., Arzhantsev A.P. Radiology in dentistry. Moscow, Medical Information Agency, 2003. 452 p. (in Russian).

**Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

- стоматологии. Москва, Медицинское информационное агентство, 2003. 452 с.
8. Терновой С.К., Васильев А.Ю. Лучевая диагностика в стоматологии, Национальные руководства по лучевой диагностике и терапии. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2010. 288 с.
9. Hofmann E., Medelnic J., Keller T. et al. Measuring mesiodistal width of impacted maxillary canines with CT. J. Orofac. Orthop. 2011; 1 (72): 33-14.
10. Kinzinger G., Frye L., Diedrich P. Orthodontics, dentofacial orthopedics and orthognatic surgery - A cephalometric study to evaluate various therapeutic effects. J. Orofac. Orthop. 2009; 1 (70): 63-91.
11. Pasler F.A., Visser H. Рентгенодиагностика в практике стоматолога. Москва, МЕДпресс-информ, 2007. 352 с.
12. Vier-Pelisser F., Pelisser A., Recuero L. et al. Use of cone beam computed tomography in the diagnosis, planning and follow up of a type III dens invaginatus case. Int. Endodontic J. 2012; 2 (45); 198-208.

8. Ternovoy S.K., Vasilyev A.Yu. Radiological diagnostics in dentistry, Nationals guidelines on radiology and radiotherapy. Moscow, GEOTAR-Media, 2010. 288 p. (in Russian).
9. Hofmann E., Medelnic J., Keller T. et al. Measuring mesiodistal width of impacted maxillary canines with CT. J. Orofac. Orthop. 2011; 1 (72): 33-14.
10. Kinzinger G., Frye L., Diedrich P. Orthodontics, dentofacial orthopedics and orthognatic surgery - A cephalometric study to evaluate various therapeutic effects. J. Orofac. Orthop. 2009; 1 (70): 63-91.
11. Pasler F.A, Visser H. Radiology practice dentist. Moscow, MEDpress-Inform, 2007. 352 p. (in Russian).
12. Vier-Pelisser F., Pelisser A., Recuero L. et al. Use of cone beam computed tomography in the diagnosis, planning and follow up of a type III dens invaginatus case. Int. Endodontic J. 2012; 2 (45); 198-208.

## ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ АУТОПСИИ В НЕОНАТОЛОГИИ

Туманова У.Н., Щеголев А.И.

**П**риведены данные литературы и результаты собственных исследований, отражающие возможности применения лучевых методов исследования для анализа тел погибших плодов, мертворожденных и умерших новорожденных. Отмечено, что посмертная компьютерная томография (КТ), в том числе при помощи построения трехмерных реконструкций, позволяет подробно изучить топографию костей с возможностью оценки их формы и расчета количественных характеристик отдельных костей в целом и их элементов, а также выявить патологию костной системы. Важными достоинствами посмертной КТ является возможность выявления кровоизлияний, скопелений жидкости и свободного газа в полостях, органах и тканях с возможностью расчета их объема, а также возможность четкого определения локализации зондов и катетеров в трупе. К основным достоинствам посмертной магнитно-резонансной томографии (МРТ) в неонатологии следует отнести прекрасную визуализацию внутренних органов и мягких тканей с возможностью оценки их топографии, размеров и выявления патологических изменений. При этом посмертные МРТ исследования должны проводиться как минимум в двух стандартных T1- и T2-последовательностях сканирования. На основании проведенного сравнительного анализа интенсивностей МРТ сигнала на томограммах, полученных в T2-режиме исследования, разработан способ определения давности внутриутробной гибели плода, а также определены дифференциально-диагностические признаки мертворожденного и умершего новорожденного. На основе оценки изменения интенсивности сигнала также предложен метод диагностики врожденной пневмонии у умерших новорожденных. Сделан вывод, что посмертные лучевые методы исследования могут и должны быть использованы при анализе перинатальной смерти. Для полноценного анализа тел в неонатологии необходимо комбинированное использование обоих методов визуализации: КТ и МРТ. Однако в настоящее время посмертная виртуальная аутопсия не может являться альтернативой патологоанатомического и, тем более, судебно-медицинского вскрытия. Лучевые методы следует использовать в качестве дополнения к аутопсии, в том числе как своеобразного «гида-проводника» для лучшего определения патологических процессов во время вскрытия.

ФГБУ «Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Минздрава РФ.  
г. Москва, Россия.

**Ключевые слова:** аутопсия, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), плод, мертворожденный, новорожденный.

Контактный автор: Туманова Ю.Н., u.n.tumanova@gmail.com

*Для цитирования:* 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.

Статья получена: 14.12.2016

Статья принята: 27.12.2016

## POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF VIRUTAL AUTOPSY IN NEONATOLOGY

Tumanova U.N., Shchegolev A.I.

**T**he data of literature and results of own researches are presented, which show the possibility of using radiological methods for the analysis of the fetuses' bodies, stillborn and neonatal deaths. It is noted that the post-mortem computed tomography (CT), including constructed three-dimensional reconstructions, allows you to explore the bones' topography in detail. With this method it is possible to estimate their form and calculate the quantitative characteristics of individual bones as a whole part or their com-

Research Center of Obstetrics, Gynecology, and Perinatology.  
Moscow, Russia.

ponents, as well as to identify the pathology of the skeletal system. Important advantages of postmortem CT is the ability to detect hemorrhages, and accumulations of fluid and free gas in the cavities, organs and tissues with the possibility of calculating their volume, and the possibility of a clear definition of the localization of the probes and catheters in the corpse. The main advantages of postmortem magnetic resonance imaging (MRI) in neonatology should include excellent visualization of the internal organs and soft tissues and evaluate their topography, size and detection of pathological changes. Postmortem MRI should be conducted by at least T1 and T2 standard sequence of scanning. On the basis of the comparative analysis of MRI signal intensities on the tomograms obtained in T2 mode of research, we developed a method to determine the limitations of the intrauterine fetal death and also identified the differential diagnostic signs of stillborn and dead newborn. Based on the assessment of changes in signal intensity, we have also proposed a method for the diagnosis of congenital pneumonia in dead newborn. It is concluded that postmortem radiological methods can and should be used in the analysis of perinatal death. For a full bodies' analysis in neonatology it requires the combined use of both imaging techniques: CT and MRI. Currently, however, the posthumous virtopsy cannot be an alternative to the pathological and forensic autopsy. Radiology methods should be used as a supplement to autopsy, including as a sort of "guide" to better define the pathological processes during the autopsy.

Keywords: autopsy, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), fetus, stillborn, newborn.

Corresponding author: *Tumanova U.N., u.n.tumanova@gmail.com*

For citation: *Tumanova U.N., Shchegolev A.I. Possibilities and limitations of virtual autopsy in neonatology. REJR. 2017; 7 (1):20-33. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-20-33.*

Received: 14.12.2016

Accepted: 27.12.2016

**А**утопсия представляет собой патолого-анатомическое или судебно-медицинское исследование тела умершего, путем последовательного извлечения и препарирования органов и тканей, а также проведения гистологических, биохимических, микробиологических и других необходимых методов исследования.

Основными причинами, вызвавшими необходимость проведения посмертного лучевого исследования тел умерших пациентов вообще, и в неонатологии в частности, являются, на наш взгляд, рост количества отказов родственников от вскрытий по религиозным, этическим и иным соображениям, а также необходимость быстрого массового исследования тел при техногенных катастрофах и военных действиях с возможностью последующего отсроченного анализа полученных данных. Кроме того, при традиционной аутопсии существуют технические сложности, связанные с особенностями исследования отдельных областей тела, в частности, лица, шеи, дистальных отделов верхних конечностей.

В неонатологии проведение объективной оценки танатогенеза антенатально погибших плодов может быть ограничено из-за явлений мацерации и аутолиза. В ряде случаев затруднения при аутопсийном исследовании возни-

кают и при изучении тел плодов после самопроизвольного или индуцированного выкидыша, обусловленные деструкцией и дефрагментацией тканей. Немаловажно, что необходимость быстрого и объективного исследования тел погибших плодов и новорожденных возникает и при наличии территориальной разобщенности перинатальных центров и патологоанатомических отделений, увеличивающей интервал времени с момента гибели до проведения аутопсии.

Одно из первых посмертных компьютерно-томографических (КТ) исследований было проведено в 1977 году по поводу огнестрельного ранения в голову, но из-за плохого качества полученных изображений и большого количества артефактов на томограмме не вызвало интереса среди судебно-медицинских экспертов [1]. В 90-х годах прошлого столетия в связи с развитием методов судебной фотограмметрии и совершенствованием аппаратуры и методик лучевой диагностики были возобновлены попытки посмертного лучевого исследования тел погибших. Именно тогда в судебной медицине впервые и появилось понятие объективного неинвазивного исследования трупа [2].

Параллельно с судебными медиками виртуальная аутопсия внедрялась и в патологоанатомическую практику: одну из первых по-

смертных магнитно-резонансных томографий (МРТ) всего тела провели P.R. Ros с соавт. [3]. Дальнейшее использование КТ и МРТ для анализа тел умерших нашло свое отражение в появлении новых терминов «виртуальная аутопсия» и «виртопсия» («virtopsy» = «виртуальный» + «вскрытие»), которые ввел Richard Dirnhofer в 2006 году в практику Института судебной медицины Бернского университета [4].

На сегодняшний день посмертные КТ и МРТ исследования с успехом применяются во многих странах мира, в частности, в Великобритании и Нидерландах [5 - 7]. Более того, в ряде областей Японии, не имеющих специалистов-патологов, но хорошо оснащенных компьютерными томографами больницах, была налажена целая система проведения посмертных КТ исследований для установления причины смерти умерших больных [8].

На сегодняшний день возможность проведения, а также эффективность и полноценность полученных результатов при виртуальной аутопсии обусловлена тремя взаимосвязанными составляющими. Первым звеном является наличие современной КТ и МРТ аппаратуры для проведения исследования и получения качественных томограмм. Во-вторых, наличие программ постобработки полученных снимков, в частности, для выделения отдельных областей, создания трехмерных моделей и картирования. И в третьих, наличие высококвалифицированного специально подготовленного врача-рентгенолога, знакомого с лучевой картиной посмертных изменений наряду с общеклиническими знаниями для анализа патологических изменений и написания заключения, а также проведения клинико-морфологических сопоставлений и выбора методик сканирования для последующих лучевых исследований.

Цель настоящей работы: анализ возможностей проведения посмертных КТ и МРТ исследований в неонатологии, основанный на собственных результатах исследования тел погибших плодов, мертворожденных и умерших новорожденных и сопоставлении их с данными литературы.

Прежде всего, следует остановиться на особенностях проведения посмертных КТ и МРТ исследований, которые оказывают как положительное влияние на получение качественных томограмм и результаты исследования, так и имеют ограничивающее значение. Так, к положительным моментам посмертного лучевого исследования следует отнести возможность пренебречь значительной лучевой нагрузкой, токсическим и аллергическим действием контрастных препаратов, а также использовать внутрисосудистое введение нетипичных для живых пациентов контрастных агентов на ли-

пидной основе (полиэтиленгликоль и йодированные масла) и воздуха [9, 10]. Отсутствие движений как всего тела, так и различных органов, в частности сердечных сокращений, дыхательных движений, перистальтики, исключает появление соответствующих артефактов, что особенно важно при МРТ. Немаловажным является также возможность придания необходимого положения конечностей и всего тела на столе КТ и МРТ аппаратов для лучшей визуализации патологических процессов [11].

Отличительной особенностью посмертной КТ в неонатологии является качество получаемых томограмм (рис. 1). К большому сожалению, независимо от гестационного срока – будь то тела плодов, погибших на ранних сроках гестации, или тела умерших новорожденных, родившихся на сроке 39-41 неделя, – визуализация мягких тканей и внутренних органов на получаемых томограммах значительно затруднена в отличие от томограмм, получаемых при исследовании тел взрослых пациентов. Подобная особенность обусловлена малыми размерами тел плодов и новорожденных, а также отсутствием выраженной межорганной жировой ткани. В связи с этим, несмотря на то, что КТ взрослых лиц, как в клинической практике, так и при посмертных исследованиях, во многих случаях является полноценным и достаточным методом исследования, это нельзя сказать о его применении в неонатологии.

Вместе с тем, КТ является незаменимым методом для оценки костного скелета плодов и новорожденных, который имеет превосходную визуализацию на томограммах. Более того, при помощи программ постобработки полученных снимков возможно построение трехмерных моделей как всего тела, так и трехмерной реконструкции костного скелета целиком или выбранной области. Использование КТ позволяет подробно изучить топографию костей с возможностью оценки их формы и расчета количественных характеристик отдельных костей в целом и их элементов, а также выявить патологию костной системы. Наглядным примером вышесказанного являются проведенные нами посмертные КТ исследования тел погибших с множественными аномалиями костей (рис. 2) [12]. Кроме того, именно КТ визуализация костного скелета среди мягких тканей позволила провести четкую топографическую оценку тела плода-аморфуса (рис. 3) [13].

Важным достоинством посмертной КТ является, на наш взгляд, возможность четкого определения локализации зондов и катетеров в трупe. Действительно, поступающие на патологоанатомическое вскрытие тела новорожденных из отделения реанимации и интенсивной терапии практически всегда имеют катетеры и зонды, которые могут быть смещены и обреза-

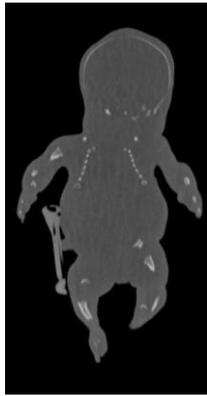


Рис. 1 а (Fig. 1 а)



Рис. 1 б (Fig. 1 б)

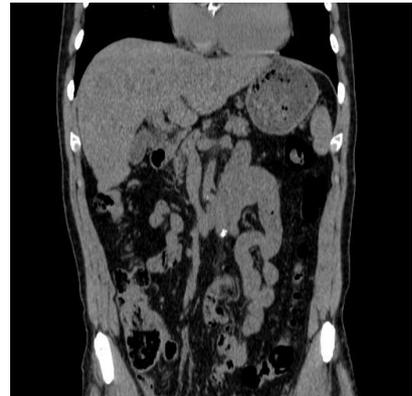


Рис. 1 в (Fig. 1 с)

**Рис. 1. КТ тел, фронтальная проекция.**

а - исследование выполнено посмертно; антенатально погибший плод на 20 неделе гестационного срока.  
 б - исследование выполнено посмертно; мертворожденный на 39 неделе гестации.  
 в - исследование выполнено прижизненно; мужчина в возрасте 70 лет.

**Fig. 1. CT images of the bodies, frontal section.**

а - postmortem; a antenatal dead fetus at 20 weeks gestational age.  
 б - postmortem; a stillborn at 39 weeks gestational age.  
 с - intravital; a 70-year-old male.



Рис. 2 а (Fig. 2 а)



Рис. 2 б (Fig. 2 б)



Рис. 2 в (Fig. 2 с)

**Рис. 2. Посмертная КТ тела антенатально погибшего плода на 34 неделе гестации, имеющего патологию костного скелета.**

а - компьютерная томограмма всего тела, фронтальная проекция.  
 б - трехмерная реконструкция костного скелета.  
 в - объемная реконструкция всего тела.

**Fig. 2. Postmortem CT of the antenatal deceased fetus at 34 weeks of gestation with skeletal pathology.**

а - CT image of the whole body, frontal section.  
 б - three-dimensional reconstruction of the skeleton.  
 с - volumetric reconstruction of the whole body.



Рис. 3 а (Fig. 3 а)

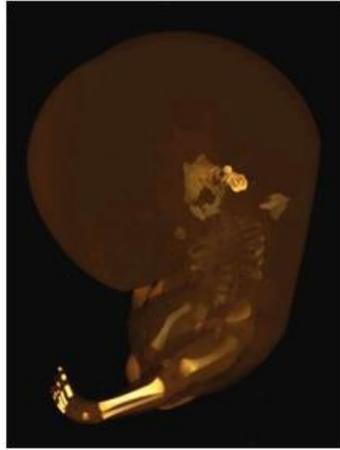


Рис. 3 б (Fig. 3 б)



Рис. 3 в (Fig. 3 с)

**Рис. 3. Трехмерные реконструкции посмертных компьютерных томограмм антенатально погибшего плода на 30 неделе гестации.**

- а - объемная реконструкция всего тела.
- б - топографическая реконструкция, показывающая соотношение мягких тканей и костного скелета.
- в - трехмерная реконструкция костного скелета.

**Fig. 3. Three-dimensional reconstructions of postmortem CT images of the antenatal deceased fetus at 30 weeks of gestation.**

- a - volumetric reconstruction of the whole body.
- b - topographic reconstruction, which shows the ratio of the soft tissue and bone of the skeleton.
- c - three-dimensional reconstruction of the skeleton.



Рис. 4 а (Fig. 4 а)

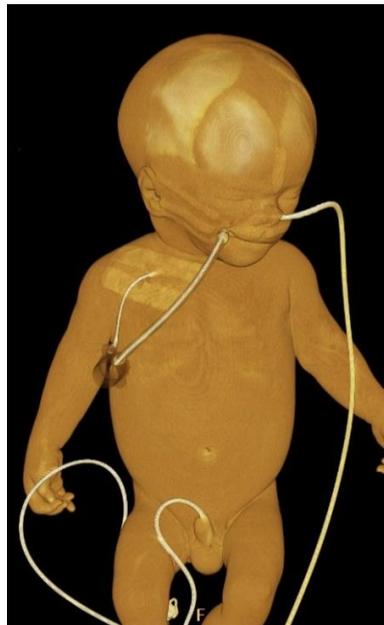


Рис. 4 б (Fig. 4 б)



Рис. 4 в (Fig. 4 с)

**Рис. 4. Посмертная КТ тела погибшего новорожденного, родившегося на 37 неделе гестации.**

- Наличие зондов и катетеров, выявление их хода и местоположения.
- а - компьютерная томограмма всего тела, сагиттальная проекция.
- б - объемная реконструкция всего тела.
- в - трехмерная реконструкция костного скелета.

**Fig. 4. Postmortem CT of the deceased newborn, which was born at 37 weeks gestational age.**

- Visualization of probes and catheters, identifying their course and location.
- a - CT image of the whole body, sagittal section.
- b - volumetric reconstruction of the whole body.
- c - three-dimensional reconstruction of the skeleton.

ны при традиционном аутопсийном исследовании. Проведение же посмертной КТ позволяет визуализировать их местоположение, облегчая тем самым проведение аутопсии (рис. 4).

Согласно проведенным нами исследованиям, КТ является высокоинформативным методом для выявления и оценки объема свободного газа в свободных полостях, органах и тканях: пневмоторакса, пневмоперитонеума, пневматизации петель кишки, подкожной эмфиземы, газа в просвете сосудов и т.д. [14, 15]. При этом посмертная КТ превосходит возможности патологоанатомического и судебно-медицинского вскрытия.

К положительным моментам посмертной КТ следует отнести и возможности выявления скоплений жидкости в серозных полостях и тканях, а также кровоизлияний в органах и тканях (рис. 5) [16, 17].

Согласно данным литературы, отсутствие естественного кровообращения и отсутствие тонуса сосудов значительно затрудняет проведение посмертных ангиографии и классического компьютерно-томографического исследования с контрастированием [18, 19]. В этой связи, рядом авторов разработаны специальная аппаратура и методики введения контрастных препаратов в кровеносные сосуды тел погибших пациентов [20].

В случаях перинатальной смерти, наряду с традиционными доступами, применяющимися для введения контрастного препарата, нами была апробирована методика введения контрастного препарата в сосуды пуповины (рис. 6), позволяющая визуализировать как сосуды печени, так и другие кровеносные сосуды в зависимости от поставленных задач.

На основании проведенных нами посмертных МРТ исследований тел погибших плодов, мертворожденных и умерших новорожденных, можно заключить, что к основным достоинствам посмертной МРТ в неонатологии следует отнести прекрасную визуализацию внутренних органов и мягких тканей с возможностью оценки их топографии, размеров и выявления патологических изменений (рис. 7) [21, 22].

Существенным моментом является то, что проведение посмертной МРТ позволяет выявить признаки нарушения строения и повреждения ткани головного мозга даже в тех случаях, когда морфологическое его исследование было невозможно из-за явлений аутолиза. При этом достаточно хорошо выявляются очаговые поражения гипоксически-ишемической природы и диффузный отек головного мозга. Более того, по мнению некоторых авторов, возможности посмертной МРТ превосходят потенциал традиционного морфологического исследования головного и спинного мозга при анализе врожденных

пороков развития и поражений центральной нервной системы плода и новорожденного [23].

При этом следует отметить, что посмертная МРТ должна проводиться как минимум в двух стандартных T1- и T2-последовательностях сканирования (рис. 8), а не в какой-либо одной последовательности сканирования, например, в T2-режиме, как зачастую это бывает в клинической практике [24]. А учитывая, что арсенал МРТ имеет большое количество методик сканирования, прицельно направленных на выявление той или иной патологии, то они, несомненно, также могут и должны быть использованы при необходимости

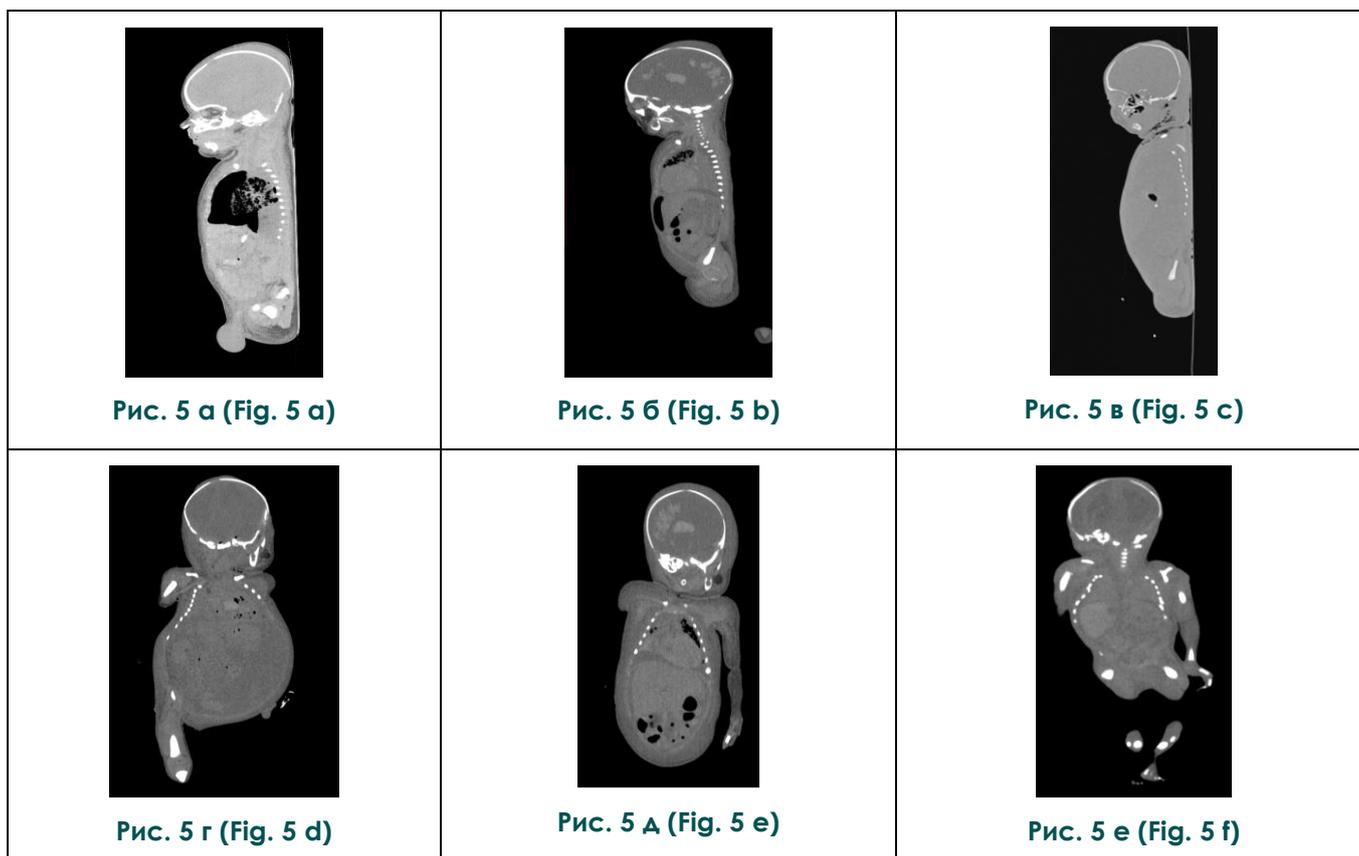
Полученные посмертные МР-томограммы позволяют проводить не только визуальный анализ состояния тела как в целом, так и отдельных органов и систем, но и количественную оценку интенсивности сигнала, что делает возможным объективную и точную оценку патологических изменений.

В результате сравнительного анализа на посмертных МР-томограммах интенсивностей сигнала от внутренних органов и свободной жидкости в T2-режиме исследования, нами была изучена выраженность процессов мацерации после внутриутробной гибели плода, послужившая основой для разработки способа определения давности антенатальной гибели плода [25 - 27] (рис. 9).

Традиционно МРТ не используется при исследовании лёгких в связи с физическими особенностями изображения их паренхимы при получении томограмм, приводящими к артефактам и искажению изображения. Согласно данным литературы, МР-изображения легких характеризуются низким качеством из-за малой плотности протонов и большого количества градиентов воздух-ткань [28, 29]. Видимо, поэтому практически до последнего времени основным методом лучевой диагностики патологии легких считается компьютерная томография. Однако на основании объективной оценки изменения интенсивности сигнала нам также удалось определить дифференциально-диагностические признаки мертворожденного и умершего новорожденного, а именно, показать наличие или отсутствие самостоятельного дыхания при рождении (рис. 10) [30].

Расчитанный нами коэффициент воздушности, основанный на изменении соотношения интенсивности сигнала в ткани легких с воспалительными изменениями и свободной жидкости, позволяет установить МРТ критерии врожденной пневмонии у погибших новорожденных (рис. 11) [31, 32].

Обобщая данные литературы и результаты собственных исследований, следует указать, что возможности посмертных КТ и МРТ достаточно велики и связаны, прежде всего, с прове-



**Рис. 5. Посмертная КТ тел плодов и новорожденных.**

а - сагиттальная проекция; тело погибшего новорожденного, родившегося на 38 неделе гестационного срока. Наличие пневмоторакса слева.

б - сагиттальная проекция; тело погибшего новорожденного, родившегося на 33 неделе гестационного срока. Наличие пневмоперитонеума, газа в просвете кишки, очаговые субарахноидальные кровоизлияния в больших полушариях головного мозга, внутривентрикулярное кровоизлияние слева.

в - сагиттальная проекция; тело погибшего новорожденного, родившегося на 34 неделе гестационного срока. Наличие подкожной эмфиземы шейного отдела.

г - фронтальная проекция; тело антенатально погибшего плода на 36 неделе гестационного срока. Наличие свободного газа в сосудах печени, сердца и головного мозга.

д - фронтальная проекция; тело погибшего новорожденного, родившегося на 33 неделе гестационного срока. Наличие двустороннего гидроторакса, кардиомегалия, очаговые субарахноидальные кровоизлияния в больших полушариях головного мозга, двустороннее внутривентрикулярное кровоизлияние, пневматизация петель кишки.

е - фронтальная проекция; тело интранатально погибшего плода на 21 неделе гестационного срока. Наличие внутренней гидроцефалии.

**Fig. 5. Postmortem CT images of the fetuses and newborns.**

a - sagittal section; the body of the deceased newborn, which born at 38 weeks gestational age. The presence of pneumothorax on the left.

b - sagittal section; the body of the deceased newborn, which born at 33 weeks gestational age. The presence of pneumoperitoneum, gas in the intestinal lumen, focal subarachnoid hemorrhages in the cerebral hemispheres, intraventricular hemorrhage on the left.

c - sagittal section; the body of the deceased newborn, which born at 34 weeks gestational age. The presence of subcutaneous emphysema in the cervical region.

d - frontal section; the body of the antenatal deceased fetus at 36 weeks of gestation. The presence of free air in the vessels of the liver, heart and brain.

e - frontal section; the body of the deceased newborn, which born at 33 weeks gestational age. The presence of bilateral hydrothorax, cardiomegaly, focal subarachnoid hemorrhages in the cerebral hemispheres, bilateral intraventricular hemorrhage, pneumatization of intestinal loops.

f - frontal section; the body of the intranatal deceased fetus at 21 weeks of gestation. The presence of internal hydrocephalus.

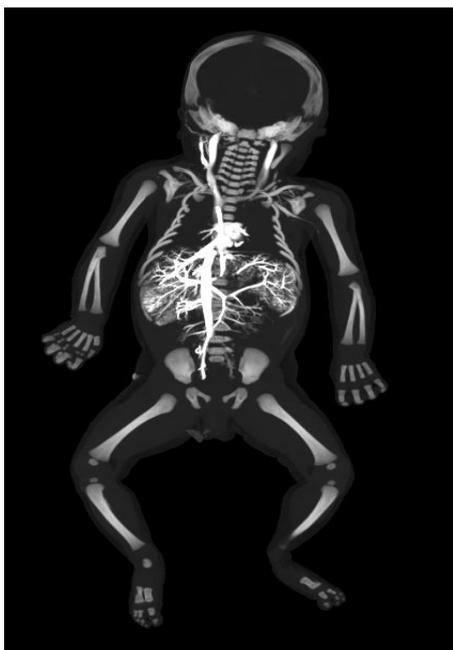


Рис. 6 а (Fig. 6 a)



Рис. 6 б (Fig. 6 b)

**Рис. 6. Посмертная КТ тела плода, погибшего на 39 неделе гестации.**

Использование контрастирования сосудов через пупочную вену.

а - фронтальная проекция, томограмма на уровне максимального диаметра среза печени.  
б - трехмерная реконструкция.

**Fig. 6. Postmortem CT of the antenatal deceased fetus at 39 weeks of gestation.**

The use of vascular contrast through the umbilical vein.

а - frontal section, tomogram is performed at the level of the maximum diameter of the liver.  
b - three-dimensional reconstruction of the CT images.

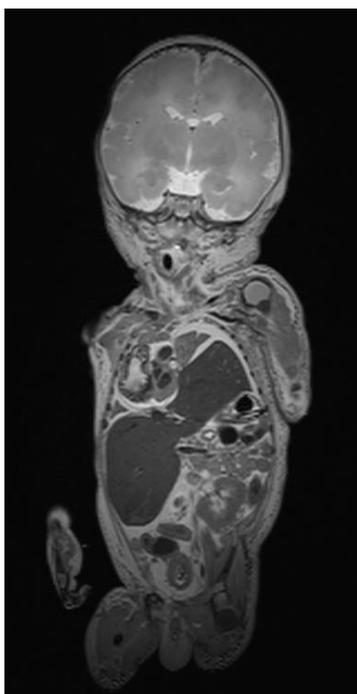


Рис. 7 (Fig. 7)

**Рис. 7. Посмертная МРТ тела погибшего новорожденного, родившегося на 36 неделе гестационного срока.**

T2-ВИ, фронтальная проекция. Врождённый порок развития диафрагмы: отсутствие купола диафрагмы слева с эвентрацией селезёнки, левой доли печени, петель тонкой и части толстой кишки в левую плевральную полость. Дислокация сердца и органов средостения, гипоплазия сердца, гипоплазия лёгких, двусторонний гидроторакс, отёк и набухание вещества головного мозга.

**Fig. 7. Postmortem MRI of the deceased newborn, which was born at 36 weeks gestational age.**

T2-WI, frontal section.

Congenital malformation of the midriff: absence of left dome of midriff and eventration of spleen, left lobe of the liver, thin loops and part of the colon in the left pleural cavity. Dislocation of the heart and mediastinal organs, heart hypoplasia, hypoplasia of the lungs, bilateral hydrothorax, edema and swelling of the brain.

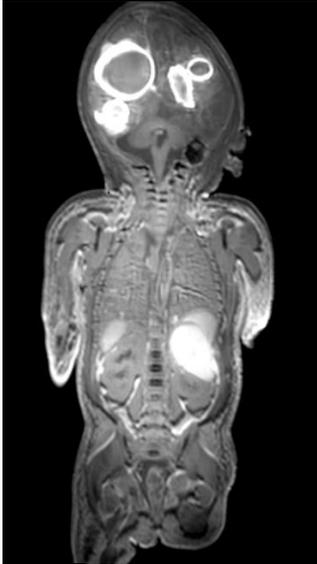


Рис. 8 а (Fig. 8 а)

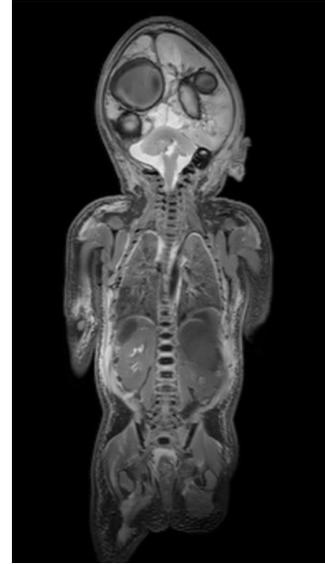


Рис. 8 б (Fig. 8 б)

**Рис. 8.** Посмертная МРТ тела погибшего новорожденного, родившегося на 36 неделе гестационного срока. Фронтальная проекция.

а - T1-ВИ, б - T2-ВИ.

**Fig. 8.** Postmortem MRI of the deceased newborn, which was born at 36 weeks gestational age. Frontal section.

а - T1-weighted image, b - T2-weighted image.



Рис. 9 а (Fig. 9 а)

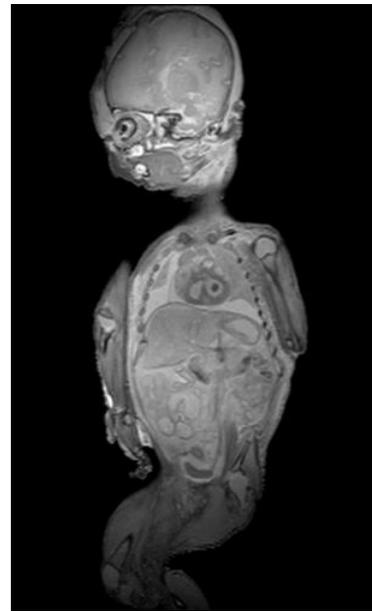


Рис. 9 б (Fig. 9 б)

**Рис. 9.** Посмертная МРТ тел антенатально погибших плодов, T2-ВИ, фронтальная проекция.

а - давность внутриутробной гибели 1-2 часа.

б - давность внутриутробной гибели 7 суток.

**Fig. 9.** Postmortem MRI T2-weighted images of the antenatal deceased fetuses, frontal section.

а - the time of intrauterine death 1-2 hours.

б - the time of intrauterine death 7 days.



Рис. 10 а (Fig. 10 а)

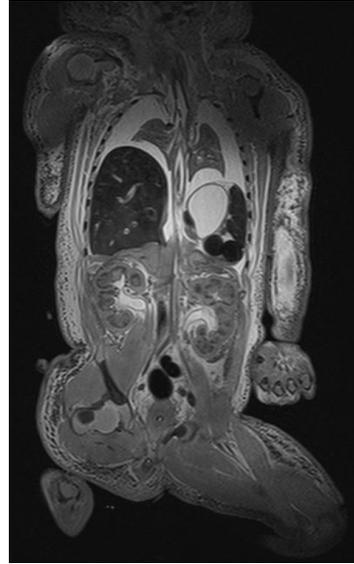


Рис. 10 б (Fig. 10 б)

**Рис. 10. Посмертная МРТ, T2-ВИ, фронтальная проекция.**

а - тело мертворожденного на 33 неделе гестационного срока.

б - тело умершего новорожденного рожденного на 39 неделе гестационного срока.

**Fig. 10. Postmortem MRI T2-weighted images, frontal section.**

a - the body of the stillborn at 33 weeks gestation.

b - the body of the deceased newborn, which born at 39 weeks gestational age.

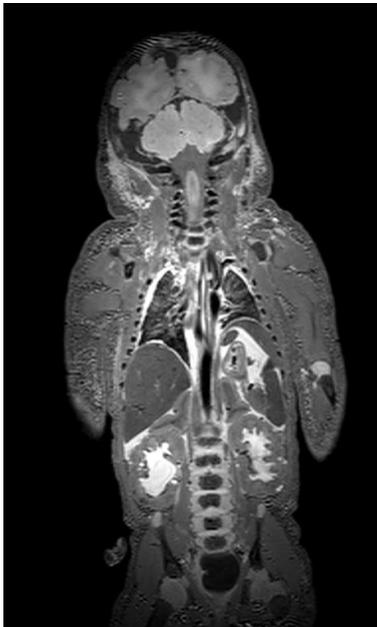


Рис. 11 а (Fig. 11 а)



Рис. 11 б (Fig. 11 б)

**Рис. 11. МРТ тел умерших новорожденных, T2-ВИ, фронтальная проекция.**

а - отсутствие патологии легких.

б - наличие врожденной пневмонии.

**Fig. 11. Postmortem MRI T2-weighted images of the stillborn, frontal section**

a - absence of lung pathology.

b - congenital pneumonia.

дением исследований без нарушения целостности тела, возможностью незамедлительного анализа полученных томограмм и долгосрочного их хранения в цифровом формате, а также доступностью данных для дополнительной экспертизы после захоронения трупа или кремации и пересмотра независимыми специалистами.

Важным положительным моментом считается, что КТ и МРТ – операторнезависимые методы, позволяющие исключить человеческий фактор при получении данных и, соответственно, риск заражения персонала инфекционными заболеваниями. А с другой стороны, имеется возможность обработки полученных томограмм и просмотр их в разных плоскостях и срезах, включая моделирование трехмерных изображений отдельных органов и всего тела. К преимуществам посмертного лучевого исследования тел погибших перед традиционной аутопсией следует отнести быстрое и щадящее, но детальное исследование на томограммах технически сложных для традиционного вскрытия областей тела: лицевого скелета, основания черепа, позвоночника, спинного мозга, костей таза и дистальных отделов конечностей. Немаловажным моментом является снижение риска заражения персонала инфекционными заболеваниями в связи с минимальным непосредственным контактом с телом.

Однако есть и ограничения для проведения посмертного лучевого исследования, касающиеся как посмертных исследований в целом, так и в неонатологии. В первую очередь, это отсутствие в нашей стране правовой и нормативной базы использования посмертной лучевой визуализации трупа при патологоанатомическом исследовании. Возникновение на первом этапе значительных затрат на покупку оборудования и его техническое обслуживание, специальное помещение и персонал при организации использования рутинных посмертных лучевых исследований и оснащении патологоанатомических и судебно-медицинских бюро. А также необходимость вводить в штат патологоанатомических и судебно-медицинских бюро специально подготовленных рентгенологов, знакомых с лучевой картиной так называемых естественных посмертных изменений. К большому сожалению, на данный момент накоплено слишком мало знаний в этой области, а также отсутствуют лучевые дифференциальные критерии прижизненных повреждений и посмертных изменений органов и тканей. Однако данные изменения, с одной стороны, могут имитировать прижизненные патологические процессы, а с другой – скрывать их. Так, по данным зарубежных исследователей, посмертный отек

легких может как имитировать наличие прижизненного отека легких, так и скрывать на полученных томограммах наличие очаговой пневмонии [33, 34]. Аналогичные явления относятся и к другим посмертным изменениям [35, 36]. Значительно ограничены возможности выполнения контрастирования внутренних органов и сосудистой системы при лучевых исследованиях и проведения КТ-ангиографии.

К ограничениям для получения полной информации при посмертных лучевых исследованиях относится и невозможность получения ряда характеристик: консистенции, цвета, кровенаполнения, содержимого полых органов, а также отсутствие органолептических данных, получаемых при классической аутопсии. Невозможность взятия образцов тканей и органов для микроскопического, микробиологического и токсикологического анализа [37]. Могут возникать технические сложности при исследовании тел с большой массой тела и с гнилостными изменениями. Однако надо отметить, что и при традиционной аутопсии тел с гнилостными изменениями так же возникает ряд трудностей.

Таким образом, подводя итог, следует отметить, что посмертные лучевые методы исследования могут и должны быть использованы для посмертного изучения тел как взрослых, так и в неонатологии. Для полноценного анализа тел в неонатологии необходимо комбинированное использование обоих методов визуализации – КТ и МРТ. При этом наилучшие результаты для оценки мягких тканей и органов получены при использовании МРТ, тогда как КТ более информативна для оценки преимущественно костной патологии и наличия свободного газа в органах и полостях. Однако посмертная виртопсия на данный момент не может являться альтернативой патологоанатомического и, тем более, судебно-медицинского вскрытия. Лучевые методы следует использовать в качестве дополнения к аутопсии, в том числе как своеобразного «гида-проводника» для лучшего определения патологических процессов во время вскрытия.

**Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

**Исследование одобрено комитетом по этике ФГБУ “Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В.И. Кулакова” Минздрава России (протокол № 25 от 22.06.2012).**

## Список литературы:

1. Wullenweber R., Schneider V., Grumme T. A computer-tomographical examination of cranial bullet wounds. *Zeitschrift für Rechtsmedizin*. 1977; 3: 227-246.
2. Brueschweiler W., Braun M., Fuchser H.J., Dirnhofer R. Photogrammetrische Auswertung von Haut- und Weichteilwunden sowie Knochenverletzungen zur Bestimmung des Tatwerkzeuges: grundlegende Aspekte. *Rechtsmedizin*. 1997; 7: 1976-1983. DOI: 10.1007/BF03042360
3. Ros P.R., Li K.C., Vo P., Baer H., Staab E.V. Preautopsy magnetic resonance imaging: initial experience. *Magnetic Resonance Imaging*. 1990; 8 (3): 303-308. DOI: 10.1016/0730-725X(90)90103-9
4. Dirnhofer R., Jackowski C., Vock P. Virtopsy: Minimally Invasive, Imaging-guided Virtual Autopsy. *RadioGraphics*. 2006; 26: 1305-1333. DOI: 10.1148/rg.265065001
5. Thayyil S., Sebire N.J., Chitty L.S., Wade A., Olsen O., Gunny R.S. et al. Post mortem magnetic resonance imaging in the fetus, infant and child: A comparative study with conventional autopsy (MaRIAS Protocol). *BMC Pediatrics*. 2011; 11: 120. DOI: 10.1186/1471-2431-11-120
6. Thayyil S., Sebire N.J., Chitty L.S., Wade A., Chong WK, Olsen O. et al. Post-mortem MRI versus conventional autopsy in fetuses and children: a prospective validation study. *Lancet*. 2013; 382: 223-33. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60134-8.
7. Klein W.M., Bosboom D.G.H., Koopmanschap D.H.J.L.M., Nievelstein R.A.J., Nikkels P.G.J., van Rijn R.R. Normal pediatric postmortem CT appearances. *Pediatr Radiol*. 2015; 45: 517-526. DOI: 10.1007/s00247-014-3258-8
8. Ezawa H., Shiotani S., Uchigasaki S. Autopsy imaging in Japan. *Rechtsmedizin*. 2007; 17: 19-20. DOI: 10.1007/s00194-006-0409-8
9. 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
10. 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 Legal Med*. 2011; 125: 609-616. DOI 10.1007/s00414-011-0559-4
11. Коков А.С., Кинле А.Ф., Синицын В.Е., Филимонов Б.А. Возможности компьютерной и магнитно-резонансной томографии в судебно-медицинской экспертизе механической травмы и скоропостижной смерти (обзор литературы). *Журнал им. Н.В. Склифосовского. Неотложная медицинская помощь*. 2015; 2: 16-26.
12. Туманова У.Н., Федосеева В.К., Ляпин В.М., Степанов А.В., Воеводин С.М., Щеголев А.И. Посмертная компьютерная томография мертворожденных с костной патологией. *Медицинская визуализация*. 2013; 5: 110-120.
13. 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.
14. Туманова У. Н., Щеголев А. И. Неспецифические посмертные изменения, выявляемые при компьютерно-томографическом исследовании. *Криминалистическое сопровождение расследования преступлений: проблемы и пути их решения*. М., 2016; 525-529.
15. Федосеева В.К., Туманова У.Н., Ляпин В.М., Воеводин С.М., Щеголев А.И. Возможности использования мультиспиральной компьютерной томографии в посмертной диагностике патологии плодов и новорожденных. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2014; 4 (2 прил.): 448.
16. Федосеева В.К., Туманова У.Н., Ляпин В.М., Быченко В.Г., Воеводин С.М., Щеголев А.И. Посмертная лучевая диагностика мертворожденных и умерших новорожденных. *Невский радиологический форум – 2014*. СПб, ЭЛБИ-СПб, 2014. С. 304-305.
17. Tumanova U.N., Fedoseeva V.K., Liapin V.M., Voevodin S.M., Shchegolev A.I. Opportunities postmortem multislice computer tomography. *Pathology. The Journal of the Royal College of Pathologists of Australia*. 2014; 46 (2): 77. DOI: 10.1097/01.PAT.0000454364.59630.5c
18. Saunders S.L., Morgan B., Raj V., Rutty G.N. Post-mortem computed tomography angiography: past, present and future. *Forensic Sci. Med. Pathol*. 2011; 7: 271-277. DOI: 10.1007/s12024-010-9208-3
19. Heinemann A., Vogel H., Heller M., Tzikas A., Püschel K. Investigation of medical intervention with fatal outcome: the impact of post-mortem CT and CT angiography. *Radiol med*. 2015; 120: 835-845. DOI: 10.1007/s11547-015-0574-5
20. Robinson C., Barber J., Amoroso J., Morgan B., Rutty G. Pump injector system applied to targeted post-mortem coronary artery angiography. *Int J Legal Med*. 2013; 127: 661-666. DOI 10.1007/s00414-012-0802-7
21. Туманова У.Н., Быченко В.Г., Ляпин В.М., Воеводин С.М., Щеголев А.И. Врожденная диафрагмальная грыжа у новорожденного: МРТ - патоморфологические сопоставления. *Медицинская визуализация*. 2014; 4: 72-83.
22. Щеголев А.И., Туманова У.Н. Роль магнитно-резонансной томографии в определении танатогенеза. *Криминалистика: прошлое, настоящее, будущее: достижения и перспективы развития*. М., Академия Следственного комитета Российской Федерации, 2014. С. 369-372.
23. Huisman T.A. Magnetic resonance imaging: an alternative to autopsy in neonatal death? *Semin. Neonatol*. 2004; 9: 347-353. DOI: 10.1016/j.siny.2003.09.004
24. Туманова У. Н., Щёголев А. И. Посмертная магнитно-резонансная томография плодов и новорожденных. *Медицинская визуализация*. 2015; 5: 128-136
25. Tumanova U.N., Liapin V.M., Voevodin S.M., Shchegolev A.I., Sukhikh G.T. Postmortem MRI to determine the time of intrauterine fetal death. *Virchows Archiv*. 2015; 467 (Suppl.1): S27.
26. Voevodin S.M., Tumanova U.N., Liapin V.M., Shchegolev A.I., Sukhikh G.T. Postmortem MRI as a method of evaluating the degree of maceration at intrauterine fetal death. *Insights into Imaging*. 2016; 7 (S1): 354.
27. Туманова У.Н., Быченко В.Г., Ляпин В.М., Воеводин С.М., Щеголев А.И., Сухих Г.Т. Способ определения давности внутриутробной гибели мертворожденного. *Патент на изобретение* RU 2572157 18.03.2015.
28. Bankier A.A., O'Donnell C.R., Mai V.M., Storey P., De Maertelaer V., Edelman R.R. et al. Impact of lung volume on MR signal intensity changes of the lung parenchyma. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2004; 20 (6): 961-966. DOI: 10.1002/jmri.20198

29. Ciet P., Tiddens H.A.W.M., Wielopolski P.A., Wild J.M., Lee E.Y., Moranaet G. et al. Magnetic resonance imaging in children: common problems and possible solutions for lung and airways imaging. *Pediatr. Radiol.* 2015; 45 (13): 1901–1915. DOI: 10.1007/s00247-015-3420-y

30. Туманова У.Н., Быченко В.Г., Ляпин В.М., Воеводин С.М., Щеголев А.И., Сухих Г.Т. Способ дифференциальной диагностики мертворожденного и смерти новорожденного после рождения. Патент на изобретение RUS 2577454 18.06.2015.

31. Tumanova U., Lyapin V., Shchegolev A., Sukhikh G. The possibility of postmortem MRI in the diagnosis of congenital pneumonia. *Virchows Arch.* 2016; 469 (S.1): 183.

32. Туманова У.Н., Ляпин В.М., Быченко В.Г., Щеголев А.И., Сухих Г.Т. Посмертная МРТ для диагностики врожденной пневмонии. *Вестник Российского государственного медицинского университета.* 2016; 4: 48-55.

33. Tagami T., Kushimoto S., Yamamoto Y., Atsumi T., Tosa R., Matsuda K. et al. Validation of extravascular lung water measurement by single transpulmonary thermodilution: human autopsy study. *Critical Care.* 2010; 14: R162.

**References:**

1. Wullenweber R., Schneider V., Grumme T. A computer-tomographical examination of cranial bullet wounds. *Zeitschrift für Rechtsmedizin.* 1977; 3: 227-246.

2. Brueschweiler W., Braun M., Fuchser H.J., Dirnhofer R. Photogrammetrische Auswertung von Haut- und Weichteilwunden sowie Knochenverletzungen zur Bestimmung des Tatwerkzeuges: grundlegende Aspekte. *Rechtsmedizin.* 1997; 7: 1976-1983. DOI: 10.1007/BF03042360.

3. Ros P.R., Li K.C., Vo P., Baer H., Staab E.V. Preautopsy magnetic resonance imaging: initial experience. *Magnetic Resonance Imaging.* 1990; 8 (3): 303-308. DOI: 10.1016/0730-725X(90)90103-9.

4. Dirnhofer R., Jackowski C., Vock P. Virtopsy: Minimally Invasive, Imaging-guided Virtual Autopsy. *RadioGraphics.* 2006; 26: 1305–1333. DOI: 10.1148/rg.265065001.

5. Thayyil S., Sebire N.J., Chitty L.S., Wade A., Olsen O., Gunny R.S. et al. Post mortem magnetic resonance imaging in the fetus, infant and child: A comparative study with conventional autopsy (MaRIAS Protocol). *BMC Pediatrics.* 2011; 11: 120. DOI: 10.1186/1471-2431-11-120.

6. Thayyil S., Sebire N.J., Chitty L.S., Wade A., Chong WK, Olsen O. et al. Post-mortem MRI versus conventional autopsy in fetuses and children: a prospective validation study. *Lancet.* 2013; 382: 223–33. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60134-8.

7. Klein W.M., Bosboom D.G.H., Koopmanschap D.H.J.L.M., Nieuvelstein R.A.J., Nikkels P.G.J., van Rijn R.R. Normal pediatric postmortem CT appearances. *Pediatr Radiol.* 2015; 45:517–526. DOI: 10.1007/s00247-014-3258-8.

8. Ezawa H., Shiotani S., Uchigasaki S. Autopsy imaging in Japan. *Rechtsmedizin.* 2007; 17: 19-20. DOI: 10.1007/s00194-006-0409-8.

9. 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.

10. Saunders S. L., Morgan B., Raj V., Robinson C. E., Rutty G. N. Targeted post-mortem computed tomography cardiac angi-

<http://ccforum.com/content/14/5/R162>

34. Shiotani S., Kobayashi T., Hayakawa H., Kikuchi K., Kohno M. Postmortem pulmonary edema: A comparison between immediate and delayed postmortem computed tomography. *Legal Medicine.* 2011; 13 (3): 151–155. DOI:10.1016/j.legalmed.2010.12.008

35. Ishida M., Gono W., Okuma H., Shirota G., Shintani Y., Abe H., Takazawa Y., Fukayama M., Ohtomo K. Common Postmortem Computed Tomography Findings Following Atraumatic Death: Differentiation between Normal Postmortem Changes and Pathologic Lesions. *Korean J Radiol.* 2015; 16 (4): 798-809. DOI: 10.3348/kjr.2015.16.4.798

36. Туманова У.Н., Щеголев А.И. Лучевая визуализация неспецифических посмертных изменений сердечно-сосудистой системы. *Судебно-медицинская экспертиза.* 2016; 5: 59-63.

37. Фетисов В.А., Курпина Т.А., Синицын В.Е., Дуброва С.Э., Филимонов Б.А. Зарубежный опыт использования современных методов лучевой диагностики в решении во-просов давности наступления смерти и причинения повреждений. *Судебно-медицинская экспертиза.* 2016; 2: 47-54.

ography: proof of concept. *Int J Legal Med.* 2011; 125: 609–616. DOI 10.1007/s00414-011-0559-4.

11. Kokov L.S., Kınle A.F., Sinityn V.Y., Filimonov B.A. Possibilities of computed tomography and magnetic resonance imaging in forensic medical examination of mechanical trauma and sudden death (a literature review). *Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo. Neotlozhnaya med-itsinskaya pomoshch.* 2015; 2: 16-26 (in Russian).

12. Tumanova U.N., Fedoseeva V.K., Liapin V.M., Stepanov A.V., Voevodin S.M., Shchyogolev A.I. Computed Tomography of Stillborn with Bone Pathology. *Medicinskaja vizualizaci-ja.* 2013; 5: 110-120 (in Russian).

13. Tumanova U.N., Fedoseeva V.K., Lyapin V.M., Bychenko V.G., Voevodin S.M., Shchego-lev A.I. Acardiac fetus: postmortem computed and magnetic resonance tomography imaging. *Diagnosticheskaja i intervencionnaja radiologija.* 2016; 2: 23-20 (in Russian).

14. Tumanova U.N., Shchegolev A.I. Nespecifichekije posmertrnye izmenenija, vyjavljaemye pri kompjuternotomograficheskom issledovanii. *Kriminalisticheskoe so-provozhdenie rassledovanija prestuplenij: problemy i puti ih reshenija. M., Akademija Sledstvennogo komiteta Rossijskoj Federacii,* 2016. P. 525-529 (in Russian).

15. Fedoseeva V.K., Tumanova U.N., Lyapin V.M., Voevodin S.M., Shchegolev A.I. Possibilities of use of multislice computed tomography in the diagnosis of pathological death fetuses and newborns. *REJR.* 2014; 2 (нр.п.): 448 (in Russian).

16. Fedoseeva V.K., Tumanova U.N., Lyapin V.M., Bychenko V.G., Voevodin S.M., Shchego-lev A.I. Postmortem radiological diagnosis stillbirths and deaths of newborns. *Nevskij radiologicheskij forum – 2014. SPb: JeLBI-SPb,* 2014; 304-305 (in Russian).

17. Tumanova U.N., Fedoseeva V.K., Liapin V.M., Voevodin S.M., Shchegolev A.I. Opportunities postmortem multislice computer tomography. *Pathology. The Journal of the Royal College of Pathologists of Australia.* 2014; 46 (2): 77. DOI: 10.1097/01.PAT.0000454364.59630.5c

18. Saunders S.L., Morgan B., Raj V., Rutty G.N. Post-mortem computed tomography angiography: past, present and future. *Forensic Sci. Med. Pathol.* 2011; 7: 271–277. DOI: 10.1007/s12024-010-9208-3.
19. Heinemann A., Vogel H., Heller M., Tzikas A., Püschel K. Investigation of medical inter-vention with fatal outcome: the impact of post-mortem CT and CT angiography. *Radiol med.* 2015; 120: 835–845. DOI: 10.1007/s11547-015-0574-5.
20. Robinson C., Barber J., Amoroso J., Morgan B., Rutty G. Pump injector system applied to targeted post-mortem coronary artery angiography. *Int J Legal Med.* 2013; 127: 661–666. DOI: 10.1007/s00414-012-0802-7.
21. Tumanova U.N., Bychenko V.G., Liapin V.M., Voevodin S.M., Shchegolev A.I. Congenital Diaphragmatic Hernia in a Newborn: MRI - Pathomorphological Comparisons. *Medicinskaja vizualizacija.* 2014; 4: 72-83 (in Russian).
22. Shchegolev A.I., Tumanova U.N. Role of magnetic resonance imaging in tanatogenesis de-termining. *Criminalistics: past, present, future - achievements and prospects of development.* Moscow, Academy of the Investigative Committee of the Russian Federation, 2014. P. 369-372 (in Russian).
23. Huisman T.A. Magnetic resonance imaging: an alternative to autopsy in neonatal death? *Semin. Neonatol.* 2004; 9: 347-353. DOI: 10.1016/j.siny.2003.09.004.
24. Tumanova U.N., Shchegolev A.I. Шџголев А. И. Postmortem Magnetic Resonance Tomog-raphy of Fetuses and Newborns. *Medicinskaja vizualizacija* 2015; 5: 128-136 (in Russian).
25. Tumanova U.N., Lyapin V.M., Voevodin S.M., Shchegolev A.I., Sukhikh G.T. Postmortem MRI to determine the time of intrauterine fetal death. *Virchows Archiv.* 2015; 467 (Suppl.1): S27.
26. Voevodin S.M., Tumanova U.N., Liapin V.M., Shchegolev A.I., Sukhikh G.T. Postmortem MRI as a method of evaluating the degree of maceration at intrauterine fetal death. *Insights into Imaging.* 2016; 7 (S1): 354.
27. Tumanova U.N., Bychenko V.G., Lyapin V.M., Voevodin S.M., Shchegolev A., Sukhikh G. A method of determining the statute of limitations of fetal death stillbirth. Patent RUS 2572157 18.03.2015 (in Russian).
28. Bankier A.A., O'Donnell C.R., Mai V.M., Storey P., De Maertelaer V., Edelman R.R. et al. Impact of lung volume on MR signal intensity changes of the lung parenchyma. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2004; 20 (6): 961-966 DOI: 10.1002/jmri.20198.
29. Ciet P., Tiddens H.A.W.M., Wielopolski P.A., Wild J.M., Lee E.Y., Moranaet G. et al. Magnetic resonance imaging in children: common problems and possible solutions for lung and airways imaging. *Pediatr. Radiol.* 2015; 45 (13): 1901–1915 DOI: 10.1007/s00247-015-3420-y.
30. Tumanova U.N., Bychenko V.G., Lyapin V.M., Voevodin S.M., Shchegolev A., Sukhikh G. The method of differential diagnosis of stillbirth and death of new-born after birth. Patent RUS 2577454 18.06.2015 (in Russian).
31. Tumanova U.N., Lyapin V.M., Shchegolev A.I., Sukhikh G.T. The possibility of postmortem MRI in the diagnosis of congenital pneumonia. *Virchows Arch.* 2016; 469 (S. 1): 183.
32. Tumanova U., Lyapin V., Bychenko V.G., Shchegolev A., Sukhikh G. Postmortem magnetic resonance imaging in the diagnosis of congenital pneumonia. *Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta.* 2016; 4: 48-55 (in Russian).
33. Tagami T., Kushimoto S., Yamamoto Y., Atsumi T., Tosa R., Matsuda K. et al. Validation of extravascular lung water measurement by single transpulmonary thermodilution: human autopsy study. *Critical Care.* 2010; 14: R162. <http://ccforum.com/content/14/5/R162>.
34. Shiotani S., Kobayashi T., Hayakawa H., Kikuchi K., Kohno M. Postmortem pulmonary edema: A comparison between immediate and delayed postmortem computed tomography. *Legal Medicine.* 2011; 13(3): 151–155. DOI:10.1016/j.legalmed.2010.12.008.
35. Ishida M., Gono W., Okuma H., Shiota G., Shintani Y., Abe H., Takazawa Y., Fukayama M., Ohtomo K. Common Postmortem Computed Tomography Findings Following Atraumatic Death: Differentiation between Normal Postmortem Changes and Pathologic Lesions. *Korean J Radiol.* 2015; 16(4): 798-809. DOI: 10.3348/kjr.2015.16.4.798.
36. Tumanova U.N., Shchegolev A.I. Radiation diagnosis of non-specific postmortem changes in the cardiovascular system. *Sudebno-medicinskaja jekspertiza.* 2016; 5: 59-63 (in Russian).
37. Fetisov V.A., Kuprina T.A., Sinitsyn V.E., Dubrova S.E., Filimonov B.A. The foreign experience with the application of the modern radiodiagnostic methods for the estimation of prescription of death coming and time of infliction of injury. *Sudebno-medicinskaja jekspertiza.* 2016; 2: 47-54 (in Russian).

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПАЗУХИ КЛИНОВИДНОЙ КОСТИ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Басий Р.В., Довгялло Ю.В., Костин Р.А.

**Э**ндоскопические хирургические вмешательства в области основания мозга требуют от врача обширных знаний в строении клиновидной кости. Предоперационное исследование костей черепа с помощью компьютерной томографии (КТ) поможет выявить варианты анатомического строения и изучить структуры черепа.

**Цель исследования.** Определить оптимальный протокол исследования клиновидной кости, а также изучить морфометрические признаки, позволяющие выбрать оптимальный вариант хирургического доступа к основанию мозга и оценить их информативность с учетом пола и возраста.

**Материалы и методы.** Исследованы 192 компьютерные томограммы условно здоровых людей, не имеющих патологии клиновидной кости. Предложен для обсуждения протокол обследования пациента, включающий в себя основные морфометрические характеристики такие, как высота, ширина, длина, «хирургическое окно».

**Результаты.** В приведенном исследовании достоверно выявлен ряд анатомических показателей, позволяющих оценить морфометрические характеристики пазухи клиновидной кости, а также выявлены гендерные различия в строении пазухи клиновидной кости, что важно учитывать при определении протокола исследования.

**Выводы.** В момент предоперационной подготовки необходимо использовать корректный протокол исследования с учетом пола и возраста для предупреждения внутри- и послеоперационных осложнений.

Ключевые слова: компьютерная томография, пазуха клиновидной кости, транс-сфеноидальный доступ.

Контактный автор: Костин Р.А., amor251@ya.ru

Для цитирования: Басий Р.В., Довгялло Ю.В., Костин Р.А. Морфометрические показатели пазухи клиновидной кости при компьютерной томографии. REJR. 2017; 7 (1):34-38. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-34-38.

Статья получена: 15.11.2016

Статья принята: 28.11.2016

## MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE SPHENOID SINUS IN COMPUTED TOMOGRAPHY

Basii R.V., Dovgyallo Y.V., Kostin R.A.

**E**ndoscopic surgery in region of the brain base requires from a doctor the extensive knowledge about the structure of the sphenoid bone. Preoperative investigation of the skull with the help of CT helps to identify the options of the anatomical structure and examine the structure of the skull.

**Purpose.** To identify the standart protocol for sphenoid sinus investigation and to analyze the morphometric features allowing to choose optimal surgical approach to basal brain surface; to assess its value according to gender and age.

**Materials and methods.** A total of 192 healthy patients' computed tomography images were investigated without any sphenoid sinus pathology. We propose to discuss the patient's examination report, which includes the main morphometric characteristics such as height, width, length, "a surgical window."

**Results.** In the following investigation it was found the gender differences in the

Донецкий национальный  
медицинский  
университет им.  
М. Горького.  
г. Донецк, Украина.

M. Gorky Donetsk State  
Medical University.  
Donetsk, Ukraine.

structure of the sphenoid sinus, it is important to take into account during the examination of the patient.

**Conclusion.** At the moment of preoperative planning the correct investigation protocol should be used taking into account gender and age in order to include intra- and post-operative complications.

Keywords: computed tomography, sphenoid sinus, transsphenoidal approach.

Corresponding author: Kostin R.A., amor251@ya.ru

For citation: *Basii R.V., Dougyallo Y.V., Kostin R.A. Morphometric parameters of the sphenoid sinus in computed tomography. REJR. 2017; 7 (1):34-38. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-34-38.*

Received: 15.11.2016

Accepted: 28.11.2016

**В** настоящее время активно внедряются в практику эндоскопические методы лечения заболеваний структур турецкого седла и основания мозга [1]. Успешное проведение этих манипуляций требует от хирурга исчерпывающих знаний соотношения костных структур в клиновидной кости, а также размеров между костными образованиями, которые могут повлиять на ход оперативного пособия. Расположение пазухи в системе черепа делает ее прижизненное исследование крайне сложным, а значит, предоперационная подготовка должна включать высокоточные методы с возможностью оценки ее вариантной анатомии и измерением размеров, влияющих на ход оперативного пособия (высота, длина, размер «хирургического окна» и т.д.). К таким методам относится компьютерная томография [2]. Предоперационная томография пациентов дает возможность не только оценить соотношение костных ориентиров, но может помочь выявить анатомические зависимости в строении пазухи клиновидной кости от пола, возраста, формы черепа, степени пневматизации [3, 4].

#### Цель исследования.

Определить оптимальный протокол исследования. Изучить морфометрические признаки, позволяющие выбрать оптимальный вариант хирургического доступа к основанию мозга и оценить их информативность с учетом пола и возраста.

#### Материалы и методы.

Исследованы 192 компьютерные томограммы условно здоровых людей, не имеющих патологии клиновидной кости. КТ выполнялась на аппарате Philips (напряжение на трубке составляло 120-140 кВ, временное разрешение – 100-200 мс, толщина и коллимация среза – 0,5 мм, лучевая нагрузка составляла 15-20 мЗв) в условиях диагностических центров г. Донецка. Срезы сделаны в двух проекциях – сагиттальной и горизонтальной.

Все томограммы были разделены на группы по полу и возрасту – мужчин (106) и женщин (86) в возрасте от 25 до 75 лет, из них молодых мужчин 65, женщин 24; среднего возраста мужчин 31, женщин 37; пожилого возраста мужчин 10, женщин 25. Дополнительно исследована форма черепа и степень пневматизации пазухи клиновидной кости: брахицефалов – 145 (мужчин 75, женщин 70), мезоцефалов – 67 (мужчин 32, женщин 35), долихоцефалов – 6 (мужчин 5, женщин 1) [3, 4]. По степени пневматизации выделены три формы: преселлярный вид пневматизации (38), селлярный (101), постселлярный (79).

Исследованы следующие показатели (рис. 1): высота пазухи максимальная  $h_1$ ; высота пазухи минимальная  $h_2$ ; длина пазухи максимальная  $l_1$ ; длина пазухи минимальная  $l_2$ ; ширина пазухи  $f$ ; размер «хирургического окна»  $Sw$ .

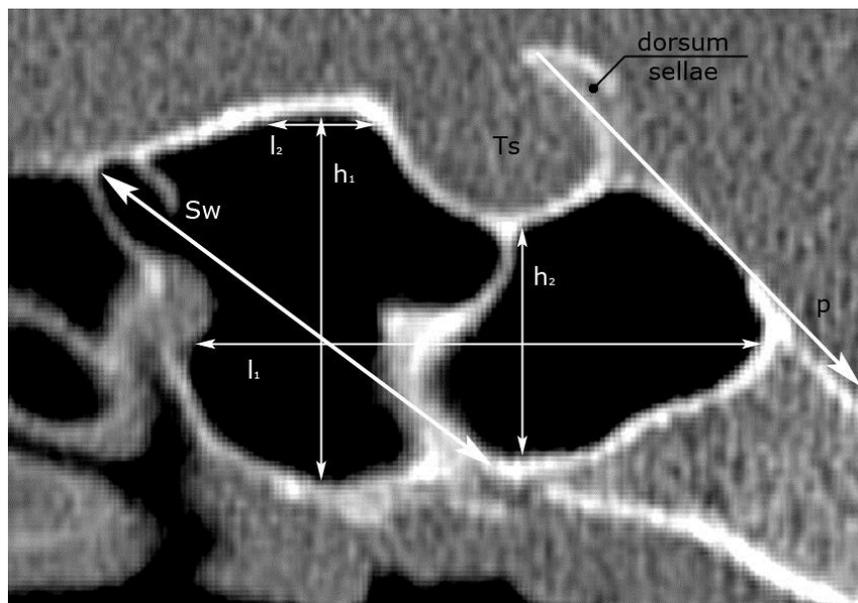
Отдельно исследованы расстояние между костными ориентирами в системе черепа и пазухой клиновидной кости (рис. 2): расстояние от передней носовой ости и передней стенки пазухи клиновидной кости  $A_1$  и задней стенки  $A_2$ , длина пазухи по линии Цукеркандля  $\Delta A$

#### Результаты.

Исходя из данных таблицы №1 видно, что высота пазухи ( $h_1$ ) в исследованных группах составила в среднем  $21,7 \pm 3,4$  мм, разброс величины составляет от 13,2 до 33,7 мм. У мужчин величина показателя составила  $22,0 \pm 1,6$  мм, у женщин  $21,3 \pm 1,96$  мм. При сравнении высоты ( $h_1$ ) у мужчин и у женщин не выявлено достоверной разницы  $p=0,6$ .

Высота пазухи ( $h_2$ ) в исследованных группах составила в среднем  $13,2 \pm 3,52$  мм, разброс величины составляет от 5,2 – 22,8 мм. У мужчин величина составила 13,89 мм ( $\pm 0,69$ ), у женщин 12,35 мм ( $\pm 1,05$ ). При сравнении высоты ( $h_2$ ) у мужчин и у женщин выявлены достоверно большие размеры у мужчин  $p=0,001$ .

Длина пазухи ( $l_1$ ) в исследованных группах

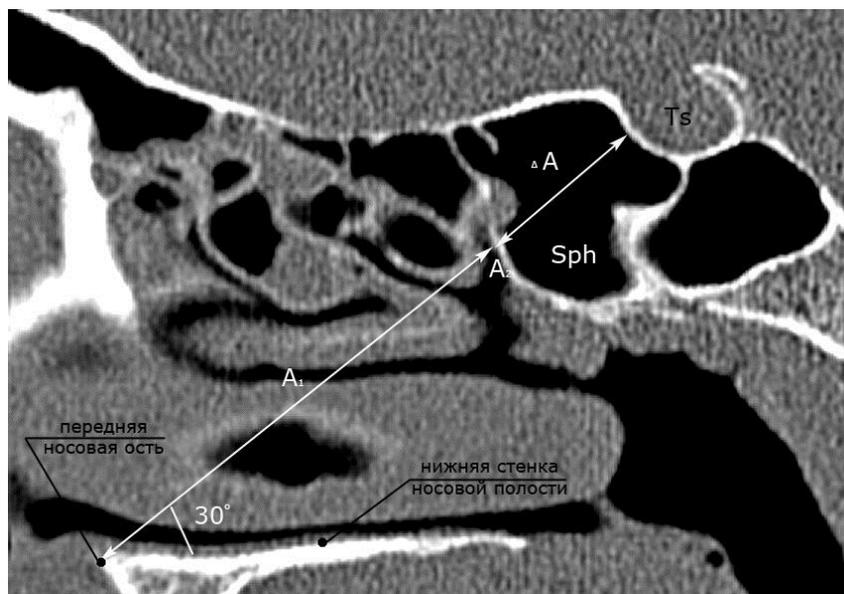


**Рис. 1.** КТ. Морфометрия пазухи клиновидной кости.

Ts – турецкое седло, h1 – высота пазухи максимальная; h2 – высота пазухи минимальная; l1 – длина пазухи максимальная; l2 – длина пазухи минимальная; Sw – размер «хирургического окна».

**Fig. 1.** CT. Morphometric features of sphenoid sinus.

Ts – sellar fossa, h1 – max sinus height; h2 – min sinus height; l1 – max sinus length; l2 – min sinus length; Sw – the size of «a surgical window».



**Рис. 2.** КТ. Расстояние между костными ориентирами в системе черепа и пазухой клиновидной кости.

Ts – турецкое седло; Sph – пазуха клиновидной кости; A<sub>1</sub> – расстояние от передней носовой ости до передней стенки пазухи клиновидной кости; A<sub>2</sub> – задней стенки; ΔA – длина пазухи по линии доступа (линия Цукеркандля).

**Fig. 2.** CT. The length between bone markers in the system of the skull and sphenoid sinus.

Ts – sellar fossa, Sph – sphenoid sinus; A<sub>1</sub> – the length from anterior nasal spine to anterior wall of sphenoid sinus; A<sub>2</sub> – posterior wall; ΔA – the sinus length according to the access line (Cukerkandlja line).

в среднем составила 30,1 мм ( $\pm 1,90$ ), разброс величины составляет от 7,3 до 43,8 мм. У мужчин длина составила 30,35 мм ( $\pm 2,10$ ), у женщин 29,59 мм ( $\pm 2,52$ ). Достоверных отличий по полу не выявлено.

Длина пазухи ( $l_2$ ) в исследованных группах в среднем составила 6,44 мм ( $\pm 2,28$ ), разброс величины составляет от 2,0 до 19,0 мм. У мужчин длина составила 6,81 мм ( $\pm 0,57$ ), у женщин 5,99 мм ( $\pm 0,25$ ). При сравнении длины ( $l_2$ ) у мужчин и у женщин выявлены достоверно большие размеры у мужчин  $p=0,004$ .

( $\pm 5,83$ ), разброс величины составляет от 62,1 до 89,4 мм. У мужчин длина составила 77,63 мм ( $\pm 0,74$ ), у женщин 72,30 мм ( $\pm 1,46$ ). При сравнении длины до стенки пазухи ( $A_2$ ) у мужчин и у женщин выявлены достоверно большие размеры у мужчин  $p<0,001$ .

Длина полости пазухи клиновидной кости ( $\Delta A$ ) в исследованных группах в среднем составила 20,66 мм ( $\pm 2,28$ ), разброс величины составляет от 4,5 до 36,0 мм. У мужчин длина полости составила 21,81 мм ( $\pm 1,70$ ), у женщин 19,23 мм ( $\pm 0,82$ ). При сравнении длины ( $\Delta A$ ) у

**Таблица №1. Морфометрические показатели пазухи клиновидной кости.**

Переменная	Среднее	С.к.о.	Ош. среднего	Минимум	Максимум
$h_1$	21,71	3,402	0,230	13,2	33,7
$h_2$	13,17	3,515	0,238	5,2	22,8
$l_1$	30,09	1,895	0,399	7,3	43,8
$l_2$	6,44	2,279	0,154	2,0	19,0
f	32,04	2,290	0,358	15,0	58,7
Sw	29,56	1,253	0,356	13,2	48,3
$A_1$	54,59	2,500	0,520	42,7	70,7
$A_2$	75,25	5,828	0,551	62,1	89,4
$\Delta A$	20,66	2,283	0,527	4,5	36,0

Ширина пазухи (f) в исследованных группах в среднем составила 32,04 мм ( $\pm 2,29$ ) разброс величины составляет от 15,0 до 56,1 мм. У мужчин ширина составила 32,54 мм ( $\pm 0,86$ ), у женщин 31,24 мм ( $\pm 0,24$ ). При сравнении ширины (f) у мужчин и у женщин выявлены достоверно большие размеры у мужчин  $p=0,005$ .

Размер «хирургическое окно» (Sw) в исследованных группах в среднем составил 29,56 мм ( $\pm 1,25$ ), разброс величины составляет от 13,2 до 48,3 мм. У мужчин размер составил 30,27 мм ( $\pm 0,56$ ), у женщин 28,74 мм ( $\pm 0,87$ ). При сравнении размера «хирургическое окно» (Sw) у мужчин и у женщин выявлены достоверно большие размеры у мужчин  $p=0,033$ .

Длина до стенки пазухи ( $A_1$ ) в исследованных группах в среднем составила 54,59 мм ( $\pm 2,50$ ), разброс величины составляет от 42,7 до 66,0 мм. У мужчин данная величина составила 55,81 мм ( $\pm 1,39$ ), у женщин 53,07 мм ( $\pm 1,30$ ). При сравнении длины до стенки пазухи ( $A_1$ ) у мужчин и у женщин выявлены достоверно большие размеры у мужчин  $p=0,008$ .

Длина до стенки пазухи ( $A_2$ ) в исследованных группах в среднем составила 75,25 мм

у мужчин и у женщин выявлены достоверно большие размеры у мужчин  $p=0,014$ .

**Выводы.**

В приведенном исследовании достоверно выявлен ряд анатомических показателей, позволяющих оценить морфометрические характеристики пазухи клиновидной кости. Обращает на себя внимание, что все размеры были выше у мужчин, чем у женщин, кроме  $h_1$ . Это важно учитывать при проведении оперативных вмешательств в области пазухи клиновидной кости. Изученные варианты анатомического строения пазухи клиновидной кости показали выраженный полиморфизм в строении, что проявлялось в количестве полостей, перегородок и карманов пазухи. В момент предоперационной подготовки необходимо использовать корректный протокол исследования с учетом пола и возраста для предупреждения внутри- и послеоперационных осложнений.

**Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

**Список литературы:**

1. Gupta T., Aggarwal A., Sahni D. Anatomical landmarks for locating the sphenoid ostium during endoscopic endonasal approach: a cadaveric study. *Surg Radiol Anat.* 2013; 35 (2): 137-42.
2. Храппо Н.С., Тарасова Н.В. Нос в системе целого черепа. Самара, СамГМУ, 1999. 172 с.
3. Черепной указатель. Доступно по: <https://ru.wikipedia>

[.org/wiki/Черепной\\_указатель](https://ru.wikipedia.org/wiki/Черепной_указатель) (дата обращения: 10.05.2016).

4. Dias Paulo Cesar J., Albernaz Pedro Luiz M., Yamashida Hélio K. Anatomical relationship between the optic nerve and the sphenoid sinus: a computed tomography study. *Artigo Original.* 2004; 70 (11): 651-657.

**References:**

1. Gupta T., Aggarwal A., Sahni D. Anatomical landmarks for locating the sphenoid ostium during endoscopic endonasal approach: a cadaveric study. *Surg Radiol Anat.* 2013; 35 (2): 137-42.
2. Khrappo N.S., Tarasova N.V. Nose in the system of skull. Samara, SamGMU, 1999. 172 p. (in Russian).
3. Skull indicator. Available at: <https://ru.wikipedia>

[.org/wiki/Черепной\\_указатель](https://ru.wikipedia.org/wiki/Черепной_указатель) (accessed: 10.05.2016) (in Russian).

4. Dias Paulo Cesar J., Albernaz Pedro Luiz M., Yamashida Hélio K. Anatomical relationship between the optic nerve and the sphenoid sinus: a computed tomography study. *Artigo Original.* 2004; 70 (11): 651-657.

## ИНТРАОПЕРАЦИОННЫЙ МИКРОФОКУСНЫЙ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С КОРНЕВЫМИ КИСТАМИ ЧЕЛЮСТЕЙ

Тарасенко С.В., Серова Н.С., Морозова Е.А.

**П**ричиной развития одонтогенной корневой кисты в 40% случаев является зуб с осложненным кариозным процессом. В 60% случаев киста возникает как осложнение эндодонтического лечения: проталкивания до верхушки зуба некротизированной пульпы с последующим развитием периодонтита, травмирования пульпы при одонтопрепарировании, особенно под анестезией. Лучевые методы исследования являются ведущими при планировании лечения и контроля регенерации костной ткани после хирургического вмешательства по поводу корневых кист челюстей.

**Цель исследования.** Определить роль микрофокусной рентгенографии на интраоперационном этапе при хирургическом лечении корневых кист челюстей с применением Er:YAG и Nd:YAG лазеров.

**Материалы и методы.** Проведено хирургическое лечение 59 пациентов с радикулярными кистами челюстей различной локализации, из них на нижней челюсти – у 15 пациентов, на верхней челюсти – у 44 пациентов. Из 59 пациентов было 32 женщины, 27 мужчин. Возраст пациентов от 21 до 62 лет. У пациентов применяли методику сочетанного применения Er:YAG и Nd:YAG лазеров, у 12 из них с применением ксеногенного остеопластического материала. Для диагностики и оценки репаративных процессов в костной ткани использовался портативный цифровой микрофокусный рентгенодиагностический комплекс «Пардус-Стома» (Россия).

**Результаты и обсуждение.** В ходе оперативного вмешательства под контролем цифровой микрофокусной рентгенографии проводили оценку костного дефекта, его отношение к анатомическим структурам, выявление мелких и малоконтрастных деталей (остаточного пломбирочного материала, свободных костных фрагментов), а также состояние резецированных верхушек корней зубов. У пациентов с использованием ксеногенного остеопластического материала микрофокусная рентгенограмма позволяла оценить, насколько равномерно и полностью костный дефект заполнен остеопластическим материалом.

**Выводы.** Микрофокусная рентгенография является методом выбора для интраоперационного лучевого контроля и в послеоперационном периоде для оценки репаративных процессов костной ткани у пациентов после цистэктомии, цистотомии. В послеоперационном периоде использование микрофокусной рентгенографии позволяет изучать процесс остеорегенерации в области послеоперационного костного дефекта на этапах реабилитации пациентов.

Ключевые слова: корневые кисты челюстей, микрофокусная рентгенография, остеопластический материал.

Контактный автор: Морозова Е.А., lemua@yandex.ru

Для цитирования: Тарасенко С.В., Серова Н.С., Морозова Е.А. Интраоперационный микрофокусный рентгенологический контроль эффективности лечения пациентов с корневыми кистами челюстей. REJR. 2017; 7 (1):39-45. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-39-45.

Статья получена: 15.12.2016

Статья принята: 28.12.2016

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). г. Москва, Россия.

## INTRAOPERATIVE MICROFOCUS X-RAY CONTROL OF TREATMENT EFFICIENCY IN PATIENTS WITH RADICULAR CYSTS

Tarasenko S.V., Serova N.S., Morozova E.A.

The reason for the development of odontogenic radicular cyst in 40% is complicated tooth caries. In 60% the cyst occurs as a complication of endodontic treatment: extrusion of the necrotic pulp to the top of the tooth with and the subsequent development of periodontitis, injury to the pulp in odonto preparation, especially with anesthesia. Radiological methods are very important during the treatment planning and monitoring of bone tissue regeneration after surgery in the jaws root cysts.

**Purpose.** To determine the role of microfocus x-ray at an intraoperative phase of surgical treatment of jaws root cysts with the help of Er:YAG and Nd:YAG lasers.

**Materials and methods.** A total of 59 patients with differently localized radicular cysts underwent surgical treatment, including cysts of the mandible in 15 patients, upper jaw – in 44 patients. There were 32 women and 27 men. The patient's age ranged from 21 to 62 years. The technique of combined application of Er:YAG and Nd:YAG lasers have been used in patients, in 12 of them – with the help of xenogenic osteoplastic material. For the diagnosis and evaluation of reparative processes in the bone tissue portable digital microfocus x-ray diagnostic complex "Pardus-Stoma" (Russia) was used.

**Results.** During the surgical intervention the bone defect was determined using digital microfocus radiography, it's relation to the anatomical structures, identification of small and low contrast details (residual filling material, free bone fragments), and the status of the resected root apex. In patients with xenogenic osteoplastic material microfocus x-ray allowed us to assess how smoothly and completely the bone defect was filled with osteoplastic material.

**Conclusions.** Microfocus radiography is the method of choice for intraoperative monitoring and in the postoperative period for evaluation of the reparative processes of bone tissue in patients after cystectomy, cystotomy. In the postoperative period the use of microfocus x-ray allows us to study the process of osteoregeneration in postoperative bone defect on different stages of rehabilitation.

Keywords: root cysts of the jaws, microfocus radiography, osteoplastic material.

Corresponding author: Morozova E.A., lemua@yandex.ru

For citation: Tarasenko S.V., Serova N.S., Morozova E.A. Intraoperative microfocus x-ray control of treatment efficiency in patients with jaws rootcysts. REJR. 2017; 7 (1):39-45. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-39-45.

Received: 15.12.2016

Accepted: 28.12.2016

В хирургической стоматологии остается актуальной проблема лечения больных с корневыми кистами челюстей, на их долю приходится до 40,6 % операций амбулаторного приема [1]. Причиной развития одонтогенной корневой кисты в 40% случаев является зуб с осложненным кариозным процессом. В 60% случаев киста возникает как осложнение эндодонтического лечения: проталкивания до верхушки зуба некротизированной пульпы с последующим развитием периодонтита, травмирования пульпы при одонтопрепарировании, особенно под анестезией [2, 3].

Лучевые методы исследования являются ведущими при планировании лечения и кон-

троля регенерации костной ткани после хирургического вмешательства по поводу корневых кист челюстей [3 - 8]. Основным методом оперативного лечения корневых кист челюстей остается цистотомия и цистэктомия с одномоментной резекцией верхушек корней причинных зубов. Задача хирургического лечения корневых кист челюстей – это получение отдаленного положительного результата, т.е. полной регенерации костной ткани в околоверхушечном очаге разряжения, сохранении зубов, вовлеченных в патологический процесс, восстановлении их функций [1]. При использовании традиционного метода цистэктомии с одномоментной резекцией верхушки корня причинного зуба в

I.M. Sechenov First  
Moscow State Medical  
University.  
Moscow, Russia.

**Рис. 1.**

Фотография. Портативный цифровой микрофокусный рентгенодиагностический комплекс «Пардус-Стома» (Россия).

**Fig. 1.**

Photo. Portable digital microfocus x-ray diagnostic complex "Pardus-Stoma" (Russia).

**Рис. 2.**

Фотография. Методика проведения микрофокусной рентгенографии во время оперативного вмешательства.

**Fig. 2.**

Photo. Method of intraoperative microfocus x-ray diagnostic.

некоторых случаях происходит снижение функции резецируемых зубов, возможно возникновение гнойно-воспалительных осложнений, рецидивов. Использование современных лазерных технологий позволяет повысить эффективность лечения.

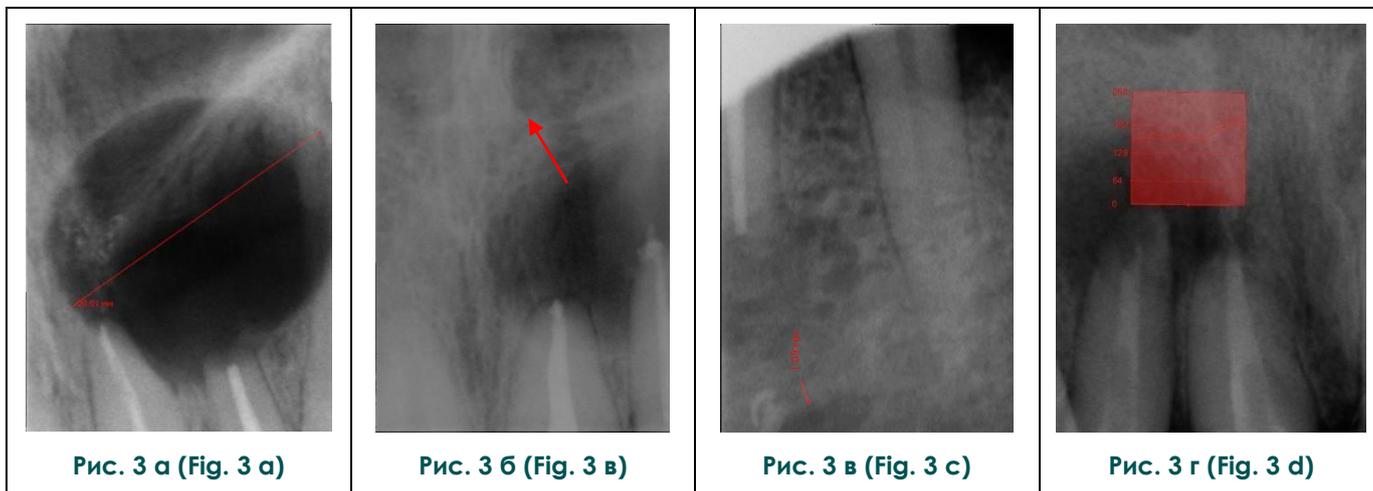
Лазерные технологии обладают рядом преимуществ: асептика тканей при рассечении, тонкий разрез, гемостатический, обезболивающий, бактерицидный эффект. В послеоперационном периоде не выражен болевой синдром и коллатеральный отек мягких тканей. Стоматологические Er:YAG и Nd:YAG лазеры способны излучать короткие мощные импульсы, параметры их работы (энергию, длительность, частоту и форму импульса) можно изменять автоматически в зависимости от проводимого оперативного лечения, установив нужный режим на дисплее, выбрав название операции. Энергия Er:YAG лазера с длиной волны 2940 нм максимально поглощается водой среди всех длин волн, применяющихся в стоматологии, и имеет способность связываться с гидроксиапатитами [9]. Механизм удаления дентина и эмали является термомеханическим процессом, фототермической фрагментацией или абляцией. Присущая Er:YAG лазеру селективная абляция богатого коллагеном интертубулярного дентина в сочетании с фотохимическим эффектом вызывает декомпозицию органического материала и деградацию, деформацию и даже плавление. Кроме того, оплавленные области поверхности могут приводить к снижению проницаемости дентина [10]. Энергия Nd:YAG лазера слабо поглощается твердыми тканями зуба и поэтому имеет большую глубину проникновения. Повышение температуры может зависеть от направ-

ления дентинных канальцев: их направление перпендикулярно поверхности (параллельно лазерному лучу) способствует проникновению луча [11]. При использовании в эндодонтии Nd:YAG лазер (импульсный) проникает максимально глубоко, латерально от канала на глубину 1000 мкм (1 мм), за счет высокой пиковой энергии (до 5кВт) дает эффект стерилизации более 99%. Присутствует феномен (описан только для Nd:YAG лазера с высокой мощностью) неорганического плавления и запечатывания латеральных стерильных каналов – эффект остекленения стенки канала [12, 13].

В последнее время широко внедряется в различных отраслях медицины специальная методика лучевого исследования – микрофокусная рентгенография [2 - 4, 9]. Размер фокусного пятна источника рентгеновского излучения составляет менее 0,1 мм (100 мкм), это позволяет выявлять мелкие и малоконтрастные детали изображения, что имеет первостепенное значение в стоматологии. Интенсивность первичного пучка рентгеновского излучения за счет снижения фокусного расстояния и применения усиливающих экранов снижена более чем в 100 раз, что важно для пациента.

**Цель исследования.** Определить роль микрофокусной рентгенографии на интраоперационном этапе при хирургическом лечении корневых кист челюстей с применением Er:YAG и Nd:YAG лазеров.

**Материалы и методы.** Проведено хирургическое лечение 59 пациентов с радикулярными кистами челюстей различной локализации, из них на нижней челюсти – у 15 пациентов, на верхней челюсти – у 44 пациентов. Из 59 пациентов было 32 женщины, 27 мужчин. Возраст

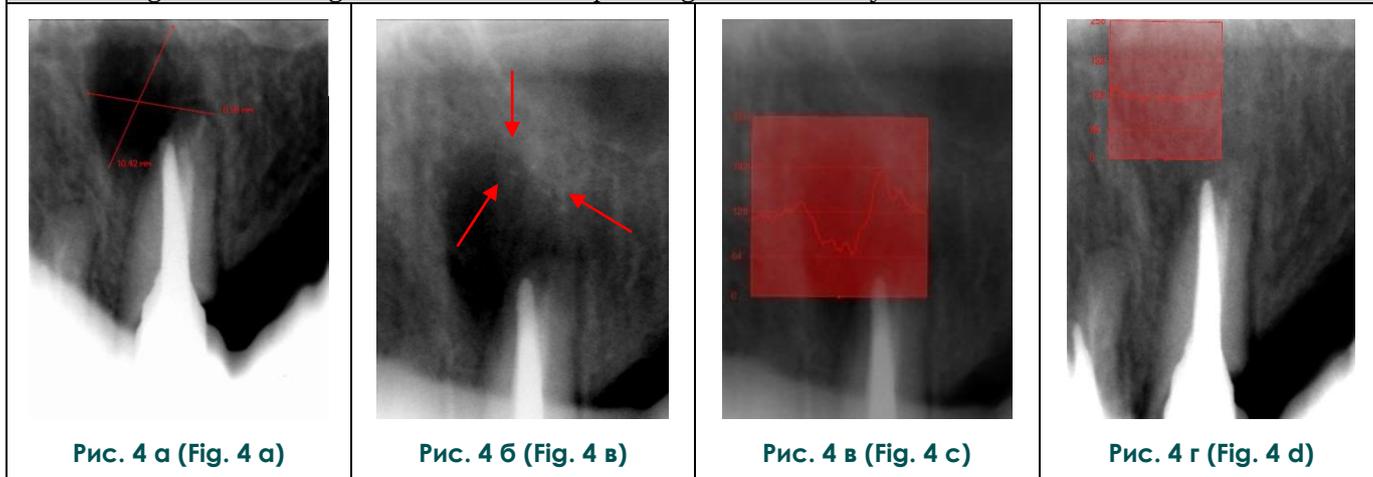


**Рис. 3.** Цифровые микрофокусные рентгенограммы на начальном этапе оперативного вмешательства.

- а - Определение размера патологического очага на верхней челюсти.
- б - Определение отношения с анатомическими структурами на верхней челюсти.
- в - Определение отношения с анатомическими структурами на нижней челюсти.
- г - Построение денситограммы на границе патологического очага и здоровой костной ткани).

**Fig. 3.** Digital microfocus x-ray images in the initial stage of surgical intervention.

- a - Definition of the pathological focus size in the upper jaw.
- b - Determination of the anatomic structures relationship in the upper jaw.
- c - Definition of the anatomical structures relationship in the mandible.
- d - Building of the densitogram on the border of pathological and healthy bone tissue.

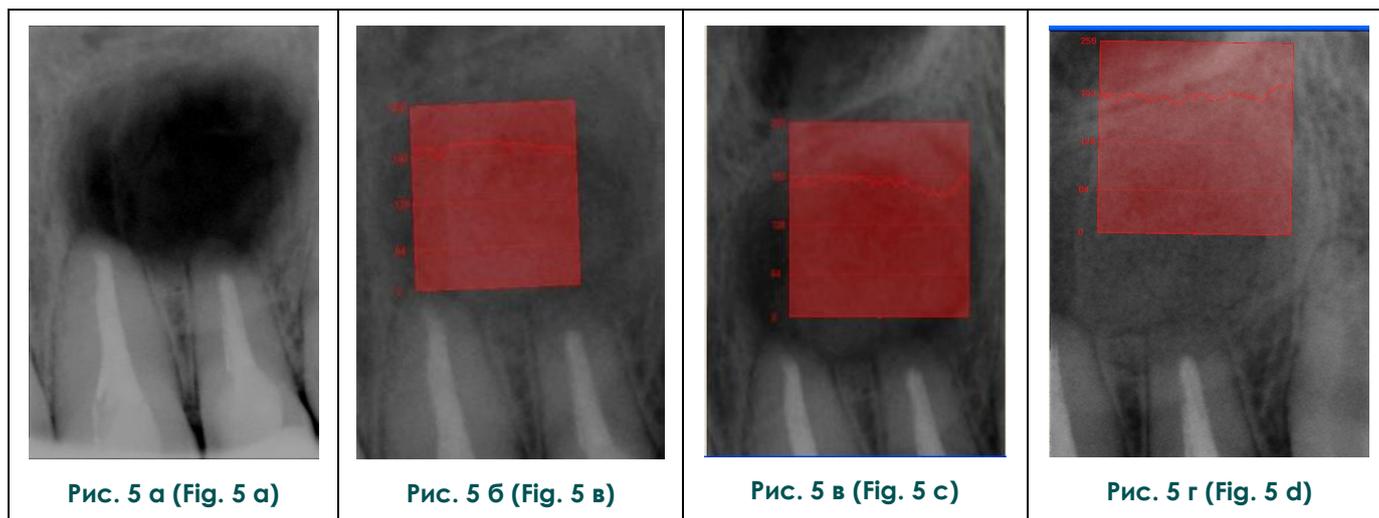


**Рис. 4.** Цифровые микрофокусные рентгенограммы в ходе оперативного вмешательства.

- Радикалярная киста верхней челюсти на уровне зуба 2.3.
- а - Определение размера костного дефекта.
  - б - Интраоперационная микрофокусная рентгенограмма с выявлением остаточного пломбирочного материала в зоне костного дефекта.
  - в - Контрольная микрофокусная рентгенограмма с построением денситограммы.
  - г - Контрольная микрофокусная рентгенограмма на завершающем этапе оперативного вмешательства с оценкой заполнения костного дефекта остеопластическим материалом).

**Fig. 4.** Digital microfocus x-ray images during surgery.

- Radicular cyst of the maxilla at the level of the 2.3 tooth.
- a - Definition of the bone defect size.
  - b - Intraoperative microfocus radiography with detection of residual filling material in the area of the bone defect.
  - c - Control microfocus radiograph with the densitogram.
  - d - Control microfocus radiograph at the final stage of surgical intervention with the assessment of bone defect filled with osteoplastic material.



**Рис. 5. Цифровые микрофокусные рентгенограммы.**

Радикулярная киста верхней челюсти на уровне зубов 2.1, 2.2 , цистэктомия с применением Er:YAG и Nd:YAG лазеров и остеопластического материала «Остео-пласт К».

- а - Микрофокусная рентгенограмма до оперативного вмешательства.
- б - Контрольная микрофокусная рентгенограмма через 1 месяц с построением денситограммы.
- в - Контрольная микрофокусная рентгенограмма через 3 месяца с построением денситограммы.
- г - Контрольная микрофокусная рентгенограмма через 6 месяцев с построением денситограммы.

**Fig. 5. Digital microfocus x-ray images.**

Maxilla radicular cyst at the level of the 2.1, 2.2 teeth , cystectomy with application of Er:YAG and Nd:YAG lasers and osteoplastic material "Osteo - Plast".

- a - Microfocus x-ray before surgery.
- b - Control microfocus radiograph 1 month later, with densitogram.
- c - Control of microfocus x-ray after 3 months, with densitogram.
- d - Control microfocus radiograph after 6 months, with densitogram.

пациентов от 21 до 62 лет. У пациентов применяли методику сочетанного применения Er:YAG и Nd:YAG лазеров, у 12 из них с применением ксеногенного остеопластического материала. Для диагностики и оценки репаративных процессов в костной ткани использовался портативный цифровой микрофокусный рентгенодиагностический комплекс «Пардус-Стома» (Россия) (рис. 1).

На интраоперационном этапе рентгенографию выполняли трехкратно. Исследование проводилось непосредственно в стоматологическом кресле (рис. 2) во время хирургического лечения, изображение получали на мониторе ПК через несколько секунд, после экспозиции. В послеоперационном периоде микрофокусная рентгенография использовалась для оценки степени регенерации костной ткани в области послеоперационного костного дефекта.

**Результаты исследования.** Всем пациентам проводили операцию цистэктомия с применением Er:YAG и Nd:YAG под контролем цифровой микрофокусной рентгенографии. На начальных этапах оперативного вмешательства по результатам цифровой микрофокусной рент-

генографии оценивали размер патологического очага, его отношение к важным анатомическим структурам (верхнечелюстной пазухе, полости носа, нижнечелюстному каналу, ментальной отверстию), а также состояние трабекулярной структуры костной ткани в зоне патологического процесса (рис. 3).

В ходе оперативного вмешательства под контролем цифровой микрофокусной рентгенографии проводили оценку костного дефекта, его отношение к анатомическим структурам, выявление мелких и малоконтрастных деталей (остаточного пломбирочного материала, свободных костных фрагментов), а также состояние резецированных верхушек корней зубов. Все полученные микрофокусные изображения анализировались в операционной при помощи специализированной программы с построением денситограммы (усл. ед.), определением различных измерений (мм). У 25 пациентов было отмечено, что радикулярная киста вплотную прилежит к важным анатомическим образованиям. Это позволило изменить тактику операционного ведения пациентов (n=25) – на цистотомию. У пациентов с использованием ксеногенного остеопластического материала микрофокусная

рентгенограмма позволяла оценить, насколько равномерно и полностью костный дефект заполнен остеопластическим материалом (рис. 4).

Контрольные микрофокусные рентгенограммы, проведенные на разных сроках исследования показали, что через 1 месяц, в области проведенного оперативного вмешательства по поводу цистэктомии с применением Er:YAG и Nd:YAG лазеров и ксеногенного остеопластического материала, визуализировался процесс костеобразования: вокруг остеопластического матрикса местами прослеживалась тонкая полоса просветления с участками нежных новообразованных костных балок (рис. 5 а). На контрольных снимках через 3 месяца определялась нечеткость контуров патологического образования, новообразованная костная ткань распространялась равномерно между матриксом остеопластического материала, определялись признаки анастомоза новообразованной костной ткани с остеопластическим материалом. На контрольных рентгенограммах через 6 месяцев определялась полноценная новообразованная костная ткань, которая не различима ни от остеопластического материала, ни от окружа-

ющей структуры костной ткани (рис. 5).

**Заключение.**

Таким образом, микрофокусная рентгенография является методом выбора для интраоперационного лучевого контроля и в послеоперационном периоде для оценки репаративных процессов костной ткани у пациентов после цистэктомии, цистотомии. Цифровая микрофокусная рентгенография позволяет определять оптимальную тактику хирургического вмешательства непосредственно во время операции, тем самым снизить риск развития осложнений, связанных с лечением пациентов с корневой одонтогенной кистой челюстей. В послеоперационном периоде использование микрофокусной рентгенографии позволяет изучать процесс остеорегенерации в области послеоперационного костного дефекта на этапах реабилитации пациентов.

**Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

**Список литературы:**

1. Аснина С.А., Кокота Н.Б., Дробышев А.Ю., Иванова Е.С. Особенности лечения радикулярных кист челюстей. Вопросы челюстно-лицевой, пластической хирургии, имплантологии и клинической стоматологии. 2010; 4: 64-67.
2. Васильев А.Ю. Лучевая диагностика в стоматологии. Учебное пособие, Москва, 2008. 117 с.
3. Рабухина Н.А., Аржанцев А.П. Рентгенодиагностика в стоматологии. Москва, Медицинское Информационное Агентство, 1999. 296 с.
4. Николаев Д.В. Цифровая микрофокусная рентгенография в стоматологии: Автореф. канд. дисс. Москва, 2007. С. 5-22.
5. Потрахов Н.Н. Микрофокусная рентгенография в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Санкт-Петербург, 2006. 198 с.
6. Морозова Е.А., Тарасенко И.В., Серова Н.С., Петровская В.В., Тарасенко С.В., Лежнев Д.А. Интраоперационный микрофокусный рентгенологический контроль лечения радикулярных кист челюстей с применением лазерных технологий. Лучевая диагностика и терапия. 2011; 2 (2): 68-71.

7. Толстых А.В. Применение эрбиевого лазера для хирургического лечения радикулярных кист челюстей. Канд. дисс. Москва, 2009. С. 9-16.
8. Buckland-Wright J.C. A new high-definition microfocal X-ray unit. Br.J.Radiol. 1989; 62 (735): 201-8.
9. Burkes E.J., Hoke J., Gomes E., Wolbarsht M. Wet versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. J Prosthrt dent. 1992; 67: 847-851.
10. Mehl A., Kremers L., Salzmann K., Hickel R. 3D volume-ablation rate and thermal side effects with the Er:YAG and Nd:YAG laser. Dent Master. 1997; 13: 246-251.
11. Nicholl J.E., Spencer J.D., Buckland-Wright J.C. Pattern of scaphoid fracture union detected by macroradiography. J. Hand Surg. (Br). 1995; 20 (2): 189-93.
12. Спокойный Л.Б., Махоня Д.В. Fidelis hlus – лучшая в мире лазерная система для стоматологии (Er:YAG + Nd:YAG). Стоматолог – практик. 2009; 2: 18-22.
13. Schein M.T., Bocangel J.S., Nogueira G.E., Schein P.A. SEM evaluation of the interaction pattern between dentin and resin after cavity preparation using Er:YAG laser. J Dent. 2003; 31: 127-135.

**References:**

1. Asnina S. A., Kokota N. B., Drobyshev A. Yu., Ivanova E. S. Features of treatment of radicular cysts of the jaws. Questions maxillofacial, plastic surgery, implantology and clinical stomatology. 2010; 4: 64-67 (in Russian).
2. Vasiliev A. Yu. Radiological diagnostics in dentistry. Textbook, Moscow, 2008. 117 p. (in Russian).
3. Rabukhina N.A., Arzhantsev A. P. X-ray diagnostics in dentistry. Moscow, Medical Information Agency, 1999. 296 p. (in Russian).

4. Nikolaev D. V. Digital microfocus radiography in dentistry: abstract. Cand. Diss. Sciences, Moscow, 2007. P. 5-22 (in Russian).
5. Potrakhov N. N. Microfocus radiography in dentistry and maxillofacial surgery. Saint-Petersburg, 2006. 198 p. (in Russian).
6. Morozova E.A., Tarasenko I.V., Serova N.S., Petrovskaya V.V., Tarasenko S.V., Lezhnev D.A. Intra-operating microfocal radiological control of the treatment radicular cysts of jaws with application of laser technologies. Radiology diagnostics and thera-

py. 2011; 2 (2): 68-71 (in Russian).

7. Tolstykh A. V. *The use of erbium laser for surgical treatment of radicular cysts of the jaws. Cand. Diss. Moscow, 2009. P. 9-16 p. (in Russian).*

8. Buckland-Wright J.C. *A new high-definition microfocal X-ray unit. Br.J.Radiol. 1989; 62 (735): 201-8.*

9. Burkes E.J., Hoke J., Gomes E., Wolbarsht M. *Wet versus dry enamel ablation by Er:YAG laser. J Prostht dent. 1992; 67: 847-851.*

10. Mehl A., Kremers L., Salzmann K., Hickel R. *3D volume-ablation rate and thermal side effects with the Er:YAG and*

*Nd:YAG laser. Dent Master. 1997; 13: 246-251.*

11. Nicholl J.E., Spencer J.D., Buckland-Wright J.C. *Pattern of scaphoid fracture union detected by macroradiography. J. Hand Surg. (Br). 1995; 20 (2): 189-93.*

12. Spokoyniy L. B., Mahone D. V. *Fidelis hlus – the world's best laser system for dental (Er:YAG + Nd:YAG). Dentist practitioner. 2009; 2: 18-22 (in Russian).*

13. Schein M.T., Bocangel J.S., Nogueira G.E., Schein P.A. *SEM evaluation of the interaction pattern between dentin and resin after cavity preparation using Er:YAG laser. J Dent. 2003; 31: 127-135.*

## ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ В ОБСЛЕДОВАНИИ ПАЦИЕНТОВ С ФОСФОРНЫМИ ОСТЕОНЕКРОЗАМИ ЧЕЛЮСТЕЙ

Курешова Д.Н., Бабкова А.А., Серова Н.С., Басин Е.М.

**Цель исследования.** Определить диагностическую эффективность лучевых методов в обследовании пациентов с фосфорными остеонекрозами челюстей.

**Материалы и методы.** В исследование было включено 87 наркозависимых пациентов с диагнозом токсический фосфорный остеонекроз челюстей. В предоперационном периоде всем пациентам было проведено полное клинико-рентгенологическое обследование, включившее в себя клинический осмотр, рентгенодиагностические исследования (ортопантомография, обзорная рентгенография черепа, мультиспиральная компьютерная томография). При анализе данных предоперационного лучевого обследования оценивались следующие показатели: состояние костной структуры челюстей, сохранность каналов нижнечелюстных нервов, состояние височно-нижнечелюстных суставов, околоносовых синусов и полости носа, вовлечение в процесс других костей лицевого и мозгового отделов черепа. Всем пациентам было проведено оперативное лечение в объеме полной или частичной резекции челюстей и повторное рентгенологическое исследование в послеоперационном периоде, включившее в себя ортопантомографию и мультиспиральную компьютерную томографию.

**Результаты.** По данным проведенного лучевого обследования на предоперационном этапе в зависимости от локализации фосфорных некрозов челюстей все пациенты (n=87; 100,0 %) были распределены на три группы: с остеонекрозами нижней челюсти (n=40; 46,0 %), с остеонекрозами верхней челюсти (n=18; 21,0 %) и с сочетанными остеонекрозами (нижней челюсти и верхней челюстей) (n=29; 33,0 %). По результатам анализа была определена диагностическая эффективность лучевых методов в обследовании пациентов с фосфорными остеонекрозами челюстей.

**Заключение.** Показатели диагностической эффективности для МСКТ составили: чувствительность – 93,1%, специфичность – 98,6%, точность – 97,8% , для ортопантомографии: чувствительность – 66,7%, специфичность – 72,2%, точность – 69,3%, для обзорной рентгенографии черепа: чувствительность – 72,4%, специфичность – 79,8%, точность – 74,8%.

Ключевые слова: остеонекроз, мультиспиральная компьютерная томография, ортопантомография, дезоморфин.

Контактный автор: Курешова Д.Н., d.kureshova@gmail.com

Для цитирования: Курешова Д.Н., Бабкова А.А., Серова Н.С., Басин Е.М. Диагностическая эффективность лучевых методов в обследовании пациентов с фосфорными остеонекрозами челюстей. *REJR*. 2017; 7 (1):46-55. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-46-55.

Статья получена: 18.11.2016

Статья принята: 30.01.2017

ФГАОУ ВО  
Первый МГМУ  
им. И.М. Сеченова  
Минздрава России  
(Сеченовский  
Университет)  
г. Москва, Россия.

## DIAGNOSTIC EFFICIENCY OF RADIOLOGICAL METHODS IN THE EXAMINATION OF PATIENTS WITH JAWS PHOSPHORUS OSTEONECROSIS

Kureshova D.N., Babkova A.A., Serova N.S., Basin E.M.

**Purpose.** To determine the diagnostic efficiency of radiological methods in the evaluation of patients with jaws phosphorus osteonecrosis.

**Materials and methods.** The study included 87 drug addicted patients with a diagnosis of toxic phosphorus jaw osteonecrosis. In the preoperative period all patients underwent full clinical and radiological examination, including clinical examination, X-ray examinations (orthopantomography, skull x-ray, multislice computed tomography). During the analysis of preoperative radiology examination data following parameters were evaluated: the bone structure of the jaws, the preservation of the mandibular nerve channels, a condition of the temporomandibular joints, paranasal sinuses and nasal cavity, involvement of other bones of the facial and brain skull. All patients underwent surgical treatment such as total or partial resection of the jaw. X-ray studies were repeated in the postoperative period, which included orthopantomography and multislice computed tomography.

**Results.** According to the carried out radiology examination at the preoperative stage, depending on the localization of jaw phosphorous necrosis all patients (n=87; 100,0 %) were divided into three groups: with osteonecrosis of the mandible (n=40; 46,0 %), osteonecrosis of the maxilla (n=18; 21,0 %) and concomitant osteonecrosis (mandible and maxilla) (n=29; 33,0 %). According to the analysis the diagnostic efficiency of radiological methods in the evaluation of patients with jaws phosphorus osteonecrosis was determined.

**Conclusion.** Thus the diagnostic efficiency parameters for multislice computed tomography were: the sensitivity – 93,1%, the specificity – 98,6%, the accuracy – 97,8%, for orthopantomography: the sensitivity – 66,7%, the specificity – 72,2%, the accuracy – 69,3%, for skull X-ray: the sensitivity – 72,4%, the specificity – 79,8%, the accuracy – 74,8%.

Keywords: osteonecrosis, multislice computed tomography, orthopantomography, desomorphine.

Corresponding author: Kureshova D.N., d.kureshova@gmail.com

For citation: Kureshova D.N., Babkova A.A., Serova N.S., Basin E.M. Diagnostic efficiency of radiological methods in the examination of patients with jaws phosphorus osteonecrosis. *REJR*. 2017; 7 (1):46-55. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-46-55.

Received: 18.11.2016

Accepted: 30.01.2017

**О**стеонекроз костей лицевого скелета является наиболее тяжелым по клиническому течению гнойно-воспалительным заболеванием среди всех осложнений челюстно-лицевой области. Данные изменения характеризуются длительностью лечения, склонностью к рецидивам, осложнениям и последующей инвалидизацией пациента. Остеонекроз костей лицевого скелета возникает, как правило, после облучения, химиотерапии, а также на фоне употребления наркотических препаратов кустарного произ-

водства (дезоморфин и первитин) [1, 2]. Большинство авторов считает, что данная форма нетипичных остеомиелитов челюстей напоминает широко описанные ранее в 19-20 веках фосфорные некрозы челюстей работников спичечных фабрик [2, 3, 4].

В последнее десятилетие повысилась заболеваемость остеонекрозом челюстей среди отдельных слоев населения, в частности у наркотически зависимых лиц. Наркомания значительно распространена среди молодежи, в связи с чем данная проблема приобретает особое

I.M. Sechenov First  
Moscow State Medical  
University.  
Moscow, Russia.

значение [3, 5]. По данным статистики, 70% наркозависимых людей составляют подростки и молодежь в возрасте до 30 лет [4, 5, 6].

У лиц, внутривенно употребляющих синтетические наркотические препараты первитин («винт») и дезоморфин («крокодил»), при изготовлении которых используется красный фосфор, выявляются нетипичные остеомиелиты челюстей, которые характеризуются тяжелым и затяжным течением, не поддающимся общепринятым методам лечения при гнойно-воспалительных заболеваниях [3, 10, 13, 14, 15, 16].

Данные заболевания у наркоманов протекают тяжелее, они имеют тенденцию к хронизации и возникновению осложнений [1, 3, 5, 6]. Несмотря на комплексность лечения и радикальность оперативных вмешательств, проводимых данной группе пациентов, остеомиелит челюстей и костей средней зоны лица у них часто сопровождается рецидивами заболевания и септическими осложнениями. Инфицирование костной ткани при удалении зуба или травме челюсти являются способствующими факторами в развитии и прогрессировании фосфорных остеонекрозов челюстей [3, 4].

Употребление дезоморфина возникло в России и Украине, но в настоящее время имеет тенденцию к распространению на ряд других стран [9].

Тхеккемури и соавторы описали первый случай использования "крокодила" в США [17]. Были обнаружены множественные изъязвления на коже у данного пациента. Одновременно с выходом статьи в СМИ появились различные сообщения о возможных случаях употребления крокодила в нескольких штатах. Тем не менее, в биологическом образце или лекарственной пробе данный случай не имел лабораторного подтверждения использования дезоморфина, являющегося активным веществом крокодила [18]. Данный тип повреждения тканей, вероятно, был связан с бактериальной инфекцией, хотя и сильно напоминал последствия приема «крокодила» [19].

На данный момент в Западной Европе и США отсутствуют научные работы, посвященные проблеме развития остеонекрозов у дезоморфинзависимых пациентов. Существуют единичные сообщения об употреблении дезоморфина в Европе (среди иммигрантов из России). Также в декабре 2011 года было предположение о летальном исходе 23-летнего молодого человека из Варшавы в Польше, который

связывали с дезоморфиновой зависимостью [20]. Однако, до 2014 года не было данных об употреблении дезоморфина на территории США, Канады и Западной Европы, подтвержденного судебно-медицинской экспертизой и специалистами токсикологами [18, 19].

В настоящее время в литературе отсутствуют данные о диагностической эффективности лучевых методов в обследовании пациентов с фосфорными остеонекрозами челюстей.

#### Материалы и методы.

С 2007 по 2015 годы, нами было проведено клиничко-лучевое обследование 87 наркозависимых пациентов соответствующих костей лицевого черепа. Все пациенты проходили лечение в клинике челюстно-лицевой хирургии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова с диагнозом «Токсический фосфорный остеонекроз» и были направлены на проведение оперативного лечения в объеме полной или частичной резекции челюстей.

Критериям включения соответствовали пациенты, употреблявшие синтетические наркотические препараты, содержащие красный фосфор (дезоморфин или первитин), и поступившие на лечение с клиничко-рентгенологическими признаками остеонекроза челюстей.

Всем пациентам, соответствовавшим критериям включения, были проведены исследования по следующей схеме:

1. клинический осмотр;
2. рентгенодиагностическое обследование в предоперационном периоде;
3. проведение оперативного лечения в объеме полной или частичной резекции челюстей;
4. повторное рентгенодиагностическое обследование в послеоперационном периоде.

При помощи гистологического исследования удаленных костных и мягкотканых фрагментов подтверждался диагноз «Остеонекроз челюстей».

В работе отмечалось преобладание лиц мужского пола (n=75; 86,0 %) над женским (n=12; 14,0 %) из всего количества пациентов (n=87; 100,0 %). Возраст пациентов составил от 21 до 60 лет, средний возраст — 33 года. Большинство пациентов было в возрастной группе от 31 до 40 лет — 47 человек (54,0 %).

Всем пациентам (n=87; 100,0 %) на этапе предоперационной подготовки было выполнено рентгенодиагностическое обследование, включавшее в себя проведение ортопантомографии

(ОПТГ), обзорной рентгенографии черепа (РГ), мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ).

Ортопантомография выполнялась на аппарате «ORTHOPANTOGRAPH OP 100», обзорная рентгенография черепа - на «Silhouette HF» General Electric Medical Systems. Исследования проводились в стандартных укладках.

Мультиспиральная компьютерная томография выполнялась на мультиспиральном компьютерном рентгеновском томографе «Somatom Sensation» Siemens. При проведении данного вида исследования лицевого черепа всем пациентам (n=87; 100,0 %) применялись различные мультипланарные и трехмерные (3Д) реконструкции полученных изображений с последующим их анализом.

В послеоперационном периоде повторная ортопантомография были выполнены всем пациентам (n=87; 100,0 %). Мультиспиральная компьютерная томография была проведена 14 пациентам (16,1 %).

При изучении данных МСКТ нами выполнялась оценка выявленных изменений в мягкотканном и костном режимах. Режим мягких тканей применялся для анализа их состояния, определения наличия воспалительного процесса и свищей. Костный режим использовался для оценки костных структур: определения зоны деструкции, характера и количества секвестров, вида и протяженности периостальной реакции, также зоны остеопоротической и остеосклеротической перестройки костной ткани. Данный режим применялся для оценки состояния зубов, степени вовлеченности каналов нижнечелюстных нервов в процесс деструкции, состояния височно-нижнечелюстных суставов, костей средней зоны лица, околоносовых синусов, полости носа.

Всем пациентам (n=87; 100,0 %) до хирургического лечения и 14 пациентам (16,1 %) в послеоперационном периоде было выполнено построение мультипланарных, в том числе трехмерных, реконструкций лицевого скелета в костном режиме. Построение трехмерных реконструкций в костном режиме позволяли челюстно-лицевому хирургу более наглядно оценить основные проявления фосфорных некрозов до хирургического лечения и уточнить положение фиксирующей конструкции в послеоперационном периоде.

При анализе данных предоперационного лучевого обследования (n=87, 100,0 %) оценивались следующие изменения нижней челюсти и

костей средней зоны лицевого скелета.

#### *I. Оценка состояния челюстей.*

1. Выявление изменений кости: определение локализации изменений, оценка формы и величины измененной кости, оценка контуров костей, выявление патологических переломов, оценка изменений костной структуры (остеосклероз, деструкция, картина «мыльной пены», остеонекроз, секвестрация).

2. Оценка изменений надкостницы (периостальные наслоения).

3. Определение ширины периодонтальных щелей.

4. Оценка замыкательных пластинок (стенки альвеол).

#### *II. Оценка каналов нижнечелюстных нервов.*

У всех обследованных нами пациентов с фосфорным некрозом челюстей (n=87; 100,0 %) планировалось проведение операции. Хирургическое лечение данной группы пациентов заключается в проведении больным радикального хирургического вмешательства в объеме резекции челюстей в пределах здоровой костной ткани, при которой затрагивается зона расположения нижнечелюстных нервов. Также при проведении остеотомии подбородочного отдела зона остеотомии проходит рядом с подбородочными отверстиями. Поэтому, во избежание повреждения нижнечелюстных нервов, хирургу необходимо точно знать их локализацию и степень их вовлеченности в патологический процесс.

На основании данных КТ мы оценивали расположение нижнечелюстных и подбородочных отверстий с обеих сторон, а также расположение самих каналов нижнечелюстных нервов на всем протяжении и степень их вовлеченности в патологический процесс.

#### *III. Оценка височно-нижнечелюстных суставов.*

Поражение височно-нижнечелюстных суставов влияло на восстановление пациента как полноценного члена общества в послеоперационном периоде.

Оценивались следующие параметры обоих височно-нижнечелюстных суставов:

1. состояние суставной ямки (форма, размеры, костная структура, замыкательная пластинка, надкостница);

2. состояние суставной головки (форма, размеры, костная структура, замыкательная пластинка, надкостница, расположение головки в суставной ямке).



**Рис. 1. Ортопантограмма.**

В области тела и ветви нижней челюсти справа определяется зона деструкции с вовлечением стенок канала нижнечелюстного.

**Fig. 1. Orthopantomogram.**

In the body and ramus of mandible on the right there is an area of destruction with involvement of the mandibular nerve channel walls.

#### *IV. Оценка околоносовых синусов и полости носа.*

Фосфорные некрозы челюстей могут сочетаться с воспалением околоносовых синусов и с формированием сообщений с полостью рта. На сегодняшний день возможна их одновременная коррекция, в связи с чем необходимо детальное обследование структур внутреннего и наружного носа.

Оценивались следующие параметры околоносовых синусов:

1. состояние околоносовых синусов (выявление утолщения слизистой оболочки, наличия патологического компонента);
2. наличие сообщений верхнечелюстных синусов с полостью рта;
3. наличие формирующихся секвестров стенок околоносовых синусов.

IV. Вовлечение в процесс других костей лицевого и мозгового отделов черепа.

При диффузном поражении челюстей изучалось вовлечение в процесс следующих структур: стенок глазниц, скуловых костей, крыловидной кости (крыловидные отростки основной кости, большие крылья основной кости), сошника, небной кости.

#### **Результаты и обсуждения.**

По данным лучевого обследования на предоперационном этапе в зависимости от локализации фосфорных некрозов челюстей все пациенты (n=87; 100,0 %) были распределены

на три группы:

I группа. Пациенты с остеонекрозами нижней челюсти (n=40; 46,0 %);

II группа. Пациенты с остеонекрозами верхней челюсти (n=18; 21,0 %);

III группа. Пациенты с сочетанными остеонекрозами (нижней челюсти и верхней челюстей) (n=29; 33,0 %).

В представленном исследовании отмечалось преобладание пациентов I группы с локализацией остеонекроза на нижней челюсти (n=40; 46,0 %) (Рис. 1). Пациенты из II группы составляли 21,0 % случаев (n=18). Пациентов из III группы было 29 человек (33,0 %).

Для расчёта показателей диагностической эффективности ОПТГ, РГ черепа, МСКТ оцениваемые результаты сравнивались с данными гистологического исследования резецированных в ходе операции костных и мягкотканых структур.

По данным МСКТ, у 40 пациентов (46,0 %) выявлено утолщение и бугристость контуров кости на стороне поражения за счет образования нового костного вещества и периостальной реакции. Утолщение ограничивалось несколькими участками. Степень выраженности периостальных наслоений была различна: определялась картина как линейных периостальных наслоений, так и слоистых («луковичных») и разорванных («бахромчатых»). Согласно данным МСКТ, было установлено, что форма пери-



Рис. 2 а (Fig. 2 а)

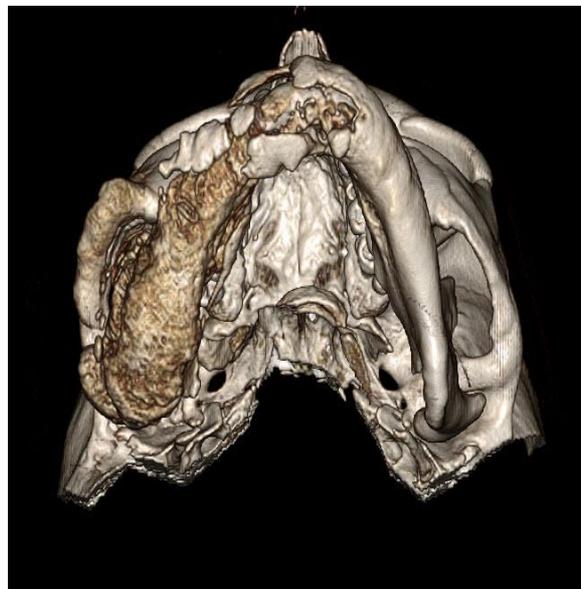


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

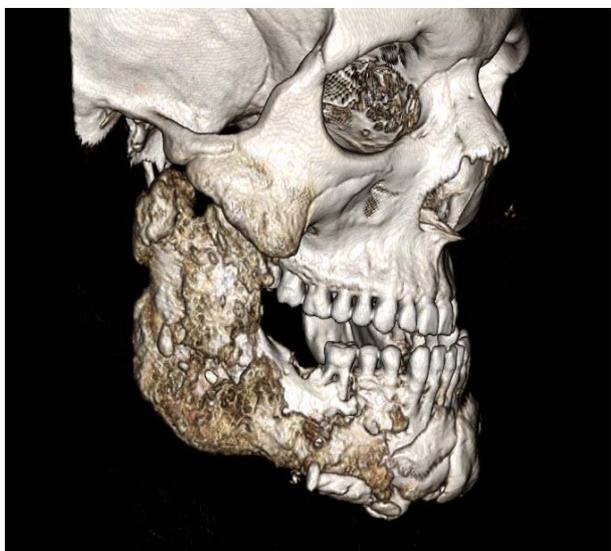


Рис. 2 в (Fig. 2 с)



Рис. 2 г (Fig. 2 д)

**Рис. 2.** МСКТ черепа. 3D-реконструкции (а-г). Вид спереди (а), вид снизу (б), вид справа сбоку (в), вид слева сбоку (г).

В области отростков, ветви, угла и тела нижней челюсти справа определяется деструкция костной ткани и муфтообразная периостальная реакция. Отмечаются костно-деструктивные изменения правой скуловой кости.

**Fig. 2.** MSCT, skull region. 3D-reconstructions (a-d). Frontal view (a), bottom view (b), right side (c), left side (d).

In the field of branches, ramus, angle and mandibular body on the right there is a bone tissue destruction and muff-like periosteal reaction. The bone-destructive changes to the right zygomatic are defined.

остальных наслоений была во всех случаях «муфтообразной» (Рис. 2). Достоверно оценить форму нижней челюсти на ОПТГ, РГ черепа оказалось невозможным, в связи с тем, что ОПТГ и РГ черепа не позволяли выявить периостальные наслоения по язычной поверхности нижней челюсти. Определить величину (точные размеры) измененной нижней челюсти было

возможно только по результатам МСКТ.

Полученные данные ОПТГ и РГ черепа не позволили определить характер и локализацию периостальных наслоений в области верхней челюсти. В связи с тем, что форма и величина верхней челюсти у 22 пациентов (26,0%) изменялась за счет вовлечения в патологический процесс стенок верхнечелюстных синусов, лоб-

ных, скуловых или нёбных отростков верхнечелюстной кости. Это определялось по данным МСКТ. Периостальные наслоения имели «полуверетенообразный» вид. Визуализация и оценка состояния данных структур была затруднена при проведении ОПТГ и РГ черепа. Также при помощи традиционных рентгенологических методов исследования оказалось невозможным определение толщины измененных альвеолярного и небного отростков верхней челюсти.

По данным ОПТГ и РГ черепа, остеосклероз нижней челюсти и альвеолярного отростка верхней челюсти развивался в 87 случаях (100,0%). В отличие от ОПТГ и обзорной РГ черепа, данные МСКТ позволяли более точно оценить локализацию и размеры очагов остеосклероза во всех 87 случаях (100,0 %). Что было связано с отсутствием наложения анатомических структур и возможностью построения мультипланарных реконструкций. Во всех случаях определялись очаги остеосклероза, имеющие сливной характер. Очаги остеосклероза возникали в разных анатомических областях: в теле нижней челюсти, углах, ветвях, суставных и венечных отростках, в альвеолярном отростке. По данным МСКТ у 24 пациентов (28%) была выявлена рентгенологическая картина «мыльной пены» (хаотичное чередование зон остеосклероза с зонами остеопороза).

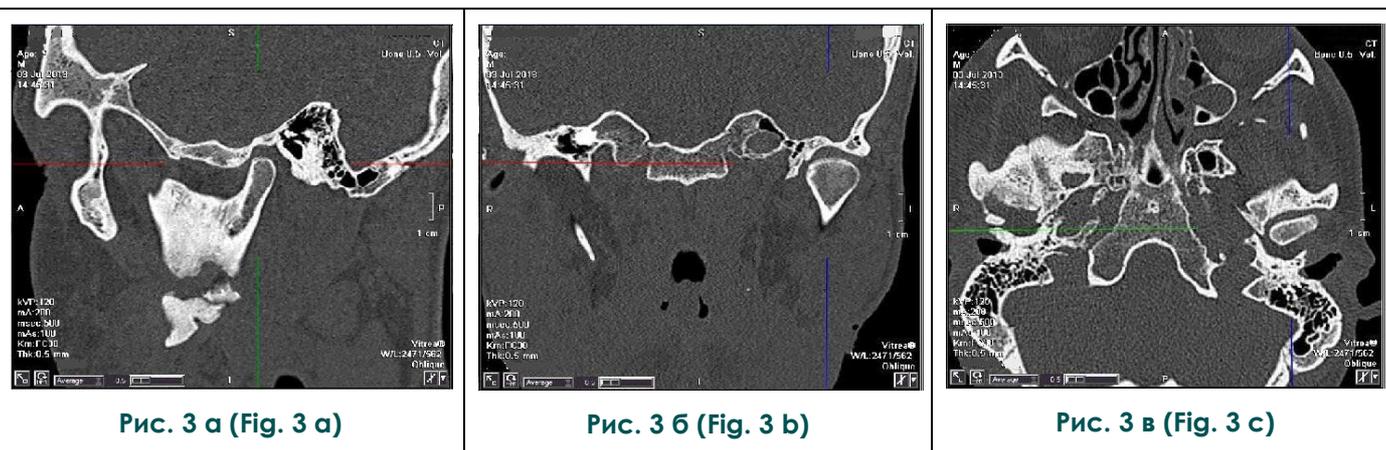
По данным ОПТГ и РГ черепа, деструкция в нижней челюсти и в альвеолярном отростке верхней возникала в 73 случаях (84,0%). Выяв-

ленные изменения были подтверждены на МСКТ во всех случаях (n=73; 84,0%). При помощи МСКТ удалось получить дополнительные данные о распространённости процесса в пределах верхней челюсти, которые было невозможно получить при помощи ОПТГ и РГ черепа. Так, по данным МСКТ, при поражении верхней челюсти в патологический процесс вовлекались стенки верхнечелюстных синусов (n=22, 26%), также лобные, скуловые и нёбные отростки верхнечелюстной кости (n=27; 32%).

Данные ОПТГ и РГ черепа не позволили определить изменения костной структуры верхнечелюстных костей, за исключением альвеолярного отростка, а также других костей средней зоны лица. Достоверное определение структуры и плотности костей челюстно-лицевой области, состояния верхнечелюстных синусов по данным проведенных традиционных рентгенологических методик оказалось невозможным в силу ограниченности этих методов.

Деструкция костей возникала в разных анатомических областях и захватывала большие участки кости, образуя крупные, неправильной формы, нередко с тенденцией к слиянию, деструктивные очаги. Данные изменения характеризовались отсутствием выраженной зоны демаркации в краевых отделах очага деструкции, так как воспалительные грануляции отсутствовали.

При использовании всех рентгенодиагно-



**Рис. 3. МСКТ черепа. Сагиттальная (а), коронарная (б), аксиальная (в) реконструкции.**

Исследование выполнено в положении привычной окклюзии. Соотношение костей, образующих ВНЧС, не нарушено. Отмечаются костно-деструктивные изменения в области угла нижней челюсти справа.

**Fig. 3. MSCT, skull region. Sagittal (a), coronary (b), axial (c) reconstructions.**

The study was performed in the position of habitual occlusion. The proportion of bones that form the TMJ, in the position of habitual occlusion is not impaired. Bone-destructive changes in the angle of the right mandible are defined.

стических методик удавалось выявить секвестры, которые отмечались в 34 случаях (40,0%). Однако в связи с ограниченностью методов ОПТГ и РГ черепа, достоверно определить количество и характер секвестров (пенетрирующий или центральный), а также точную локализацию и размер было возможно только при помощи МСКТ. Секвестры располагались внутри полости (центрально) в 10 случаях (70,0%), были проникающими (пенетрирующими) у 5 пациентов (30,0%). Проекционные искажения и погрешности не позволяли провести подобную диагностику при помощи ОПТГ и РГ черепа.

Только по данным МСКТ оказалось возможным оценить сформированные свищевые ходы, которые определялись у 15 пациентов (18,0 %). ОПТГ и РГ черепа не позволяли выявлять свищевые ходы в связи с ограничением методов в визуализации мягких тканей.

По данным ОПТГ и РГ черепа лунки ранее удаленных зубов в 56 случаях (64,4 %) не определялись, у 14 пациентов (16,1%) выявлены лунки без признаков склерозирования, в 17 случаях (19,5 %) отмечался их склероз. Также были определены изменения периодонтальной щели в 31 случае (35,6 %): у 21 пациента (24,1 %) отмечалось резкое расширение периодонтальной щели, у 10 пациентов (11,5 %) выраженного расширения периодонтальных щелей не выявлено.

МСКТ позволила точно оценить состояние периодонтальной щели и лунок зубов. Расшире-

ние периодонтальной щели определялось в 31 случае (35,6 %). Стенки во всех 31 случаях были склерозированы (35,6 %). Данные параметры не оценивались при помощи ОПТГ и РГ черепа в связи с наличием суммационного эффекта.

По данным МСКТ у 29 пациентов (33,4 %) было выявлено вовлечение в процесс нижнечелюстных каналов. По данным ОПТГ и РГ черепа данные изменения определялись у 21 пациента, что было связано с отсутствием возможности построения мультипланарных конструкций.

Также нами оценивались сохранность или вовлеченность височно-нижнечелюстных суставов в патологический процесс (Рис. 3). По данным МСКТ у 28 пациентов (32,3%) остеосклероз определялся в области суставной головки.

При проведении МСКТ у 19 пациентов (22%) было выявлено, что при диффузном поражении верхней челюсти в патологический процесс вовлекались следующие структуры: стенки глазниц, скуловые кости, крыловидная кость (крыловидные отростки основной кости, большие крылья основной кости), сошник, небная кость.

При поражении верхней челюсти по данным МСКТ наблюдались реактивные изменения околоносовых синусов в виде острого (возникновения уровней) ( $n=24$ , 28%) и хронического воспаления (пристеночное и гипертрофическое утолщение слизистой оболочки) ( $n=43$ , 50%). Метод МСКТ позволил оценить состояние околоносовых синусов: выявить, охарактеризовать



**Рис. 4. Ортопантомограмма.**

Состояние после частичной резекции нижней челюсти. Края резекции ровные, четкие. Фиксирующая конструкция установлена удовлетворительно.

**Fig. 4. Orthopantomogram.**

The resection margin is smooth and clear. The fixing construction installed satisfactorily.

наличие острых и хронических изменений в верхнечелюстных, лобных, клиновидных синусах, решетчатом лабиринте.

МСКТ, как высокотехнологичный и высокоинформативный метод, позволила оценить распространенность патологического процесса на прилежащие анатомические структуры, что оказалось невозможным при применении традиционных рентгеновских методик.

Для верификации показателей диагностической эффективности методов лучевой диагностики использовались данные гистологического исследования биоптата, который брался во время операции из краев резекции и участка визуально поражённой костной ткани. Данные биопсии были критерием установления факта наличия или отсутствия остеонекроза. Во всех случаях в зонах, определяемых по МСКТ как зона деструкции, согласно данным биопсии, был выявлен остеонекроз. Однако, зона воспаления была во всех случаях шире, чем зона остеонекроза, определяемая по данным МСКТ.

В раннем послеоперационном периоде (до 4 суток) для оценки краев резекции и расположения фиксирующих конструкций всем пациентам (n=87, 100,0 %) проводили ортопантомографию (Рис. 4). На основании полученных данных оценивались объём оперативного вмешательства, оценка области остеотомии и состояние краев резекции. Также оценивалось состояние и расположение установленных эндопротезов.

На основании данных послеоперационной компьютерной томографии (n=14, 16,1 %) оценивались следующие параметры: проведенное оперативное вмешательство (определялся объём оперативного вмешательства, проводилась оценка области остеотомии, состояние краев резекции), оценка состояния височно-

нижнечелюстных суставов, околоносовых синусов, оценка состояния и расположения эндопротезов, новообразованной костной ткани, изменения других костей черепа.

Результаты, полученные с помощью МСКТ позволяли более точно оценить полноту проведенного оперативного вмешательства у данной группы пациентов: сохранение или отсутствие изменений костной структуры в других костях средней зоны лица, что свидетельствовало о сохранении остеонекротического процесса и о необходимости повторной операции.

#### **Заключение.**

Диагностическая эффективность лучевых методов в обследовании пациентов с фосфорными остеонекрозами челюстей составила для МСКТ: чувствительность – 93,1%, специфичность – 98,6%, точность – 97,8%, для ортопантомографии: чувствительность – 66,7%, специфичность – 72,2%, точность – 69,3%, для обзорной рентгенографии черепа: чувствительность – 72,4%, специфичность – 79,8%, точность – 74,8%. Таким образом, МСКТ является наиболее информативным методом оценки лицевого скелета у данной категории пациентов и позволяет точно планировать хирургическое лечение.

#### **Конфликт интересов и источник финансирования.**

Работа выполнена в рамках реализации гранта Президента РФ МД-5534.2016.7 "Разработка новых лучевых технологий и алгоритмов их применения в 3D-моделировании, диагностике и мониторинге лечения заболеваний и повреждений челюстно-лицевой области".

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов в данном исследовании.

#### **Список литературы:**

1. Маланчук В.О., Копчак А.В., Бродецкий И.С. Клінічні особливості остеомієліту щелеп у хворих з наркотичною залежністю. *Укр. мед. часопис.* 2007; 4 (60): 111-117.
2. Баранник Н.Г., Варжапетян С.Д., Мосейко А.А., Манучина О.Н. Опыт лечения пациентов с остеомиелитом челюстей и вторичным иммунодефицитом на фоне приёма наркотических препаратов. *Актуальні питання медичної науки та практики.* 2013; 1 (80): 12-20.
3. Маланчук В.О., Бродецкий И.С., Забудська Л.Р. Особливості рентгенологічної картини остеомієліту щелеп у хворих на фоні наркотичної залежності. *Укр. мед. часопис.* 2009; 2 (70): 122-125.
4. Серова Н.С., Курешова Д.Н., Бабкова А.А. и др. Многосрезовая компьютерная томография в диагностике токсических фосфорных некрозов челюстей. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2015; 5: 11-16.
5. Иващенко А.А., Матрос-Таранец И.Н., Прилуцкий А.С. Современные аспекты этиопатогенеза, клинической картины и лечения остеомиелитов челюстей у пациентов с наркотической зависимостью и ВИЧ-инфекцией. *Збірник статей.* 2009; 1 (13): 213-219.
6. Маланчук В. А., Бродецкий И.С. Комплексное лечение больных остеомиелитом челюстей на фоне наркотической зависимости. *Вестник Вгму.* 2014; 2 (13): 115-123.
7. Серова Н.С., Бабкова А.А., Курешова Д.Н. и др. Комплексная лучевая диагностика остеонекрозов у дзезоморфинзависимых пациентов. *REJR.* 2015; 5 (4): 13-23.
8. Курешова Д.Н., Серова Н.С., Бабкова А.А., Басин Е.М. Роль мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике и контроле фосфорных остеонекрозов челюстей у дзезоморфинзависимых пациентов. *Онкохирургия.* 2015; 2: 50-51.

9. Лесовая И.Г., Хименко В.М., Хименко В.В. Клинический опыт оказания специализированной помощи больным с нетипичным течением одонтогенного остеомиелита, страдающих наркоманией и синдромом приобретенного иммунодефицита. Новые технологии в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. 2006; 77-82.

10. Тимощев А.А., Дакал А.В. Клиническое течение гнойно-воспалительных заболеваний челюстей и мягких тканей челюстно-лицевой области у больных, употребляющих наркотик «винт». Современная стоматология. 2010; 1: 96-102.

11. Погосян Ю.М., Аюбян К.А., Гаспарян Л.А. Рентгенодиагностика остеонокроста челюстей у больных, употребляющих наркотическое средство «крокодил». Вопросы теоретической и клинической медицины. 2013; 2 (78): 44-49.

12. Рузин Г.П., Ткаченко О.В. Клинические проявления токсического остеомиелита в зависимости от давности употребления наркотика. Украинський стоматологічний альманах. 2015; 1: 47-52.

13. Бабкова А.А., Серова Н.С., Басин Е.М., Курешова Д.Н. Комплексная лучевая диагностика остеонокростов лицевого скелета у наркозависимых пациентов, употребляющих дезоморфин. Онкохирургия. 2015; 2: 47-48.

### References:

1. Malanchuk V.A., Kopchak A.V., Brodetsky I.S. Clinical features of jaw osteomyelitis in drug addict patients. Ukrainian medical journal. 2007; 4 (60): 111-117 (in Ukrainian).

2. Barannik N.G., Varzhapetyan S.D., Moseiko A.A., Manuchina O.N. The experience of treatment of patients with osteomyelitis of the jaws and secondary immunodeficiency on a background of narcotic drugs. Aktual'ni pitanja medichnoї nauki ta praktiki. 2013; 1 (80): 12-20 (in Russian).

3. Malanchuk V.O., Brodetsky I.S., Zabudska L.R. Radiological features of the jaws osteomyelitis in drugaddicted patients. Ukrainian medical journal. 2009; 2 (70): 122-125 (in Ukrainian).

4. Serova N.S., Kureshova D.N., Babkova A.A., Basin E.M. Multislice computed tomography in the diagnosis of toxic phosphorus necrosis of the jaw. Journal of rentgenology and radiology. 2015; 5: 11-16 (in Russian).

5. Ivashchenko A.L., Matros-Taranets I.N., Prilutskiy A.S. Modern aspects of the etiopathogenesis, clinical presentation and treatment of osteomyelitis of jaws at patients with narcotic dependence and a HIV-infection. Zbirnik statej. 2009; 1 (13): 213-219 (in Russian).

6. Malanchuk V.O., Brodetsky I.S. Complex treatment of patients with osteomyelitis of the jaws against the background of drug addiction. Vestnik Vgmu. 2014; 2 (13): 115-123 (in Russian).

7. Babkova A.A., Kureshova D.N., Serova N.S., Pasha S.P., Basin E.M. Complex radiological diagnosis of osteonecrosis in desomorphine dependent patients. REJR. 2015; 5 (4): 13-23 (in Russian).

8. Kureshova D.N., Serova N.S., Babkova A.A., Basin E.M. The role of multislice computed tomography in the diagnosis and control of phosphate osteonecrosis of the jaws in desomorphine dependent patients. Oncosurgery. 2015; 2: 50-51 (in Russian).

9. Lesovaja I.G., Himenko V.M., Himenko V.V. Clinical experience in providing specialized aid to patients with atypical course of odontogenic osteomyelitis suffering from drug addiction and acquired immunodeficiency syndrome. New technologies in dentistry and maxillofacial surgery. 2006; 77-82 (in Russian).

14. Национальное руководство / Главный редактор тома С.К. Терновой. Москва: ГЭОТАР-Медиа. 2013. Сер. Национальные руководства по лучевой диагностике и терапии/Главный редактор серии С.К. Терновой. 1000 с.

15. Серова Н.С. Дентальная объёмная томография в решении некоторых задач стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Эндодонтия TODAY. 2010; 2: 55-57.

16. Серова Н.С., Курешова Д.Н., Бабкова А.А., Басин Е.М. Рентгенологическая классификация остеонокростов средней зоны лица у пациентов с наркотической зависимостью от дезоморфина и первитина. Диагностическая и интервенционная радиология. 2016; 10 (3): 35-41.

17. Thekkemuriyi, D.V., John, S.G., and Pillai, U. 'Krokodil'—a designer drug from across the Atlantic, with serious consequences. Am J Med. 2014; 127.

18. Mullins M.E., Schwarz E.S. 'Krokodil' in the United States Is an Urban Legend and Not a Medical Fact. The American Journal of Medicine. 2014; 127 (7): 25.

19. No Confirmed Reports of Desomorphine ( "Krokodil" / "Crocodyle" ) in Canada (PDF). Canadian Centre on Substance Abuse. November 21, 2013.

20. Skowronek R., Celiński R., Chowaniec C. "Crocodyle" – new dangerous designer drug of abuse from the East". Clinical Toxicology. 2012; 50 (4): 269.

10. Tymofiev A., Dakal A. Clinical course of purulent inflammatory diseases of the jaws and soft tissues of the maxillofacial area in patients using «vint» drug. Modern dentistry 2010; 1: 96-102 (in Russian).

11. Poghosyan Yu.M., Hakobyan K.A., Gasparyan L.L. Radiographic diagnosis of jaw osteonecrosis at patients who use the drug "Krokodil". Issues of clinical and theoretical medicine. 2013; 2 (78): 44-49 (in Russian).

12. Ruzin G. P., Tkachenko O. V. Clinical manifestations of toxic osteomyelitis depending on prescription drug. Ukrainian dental almanac. 2015; 1: 47-52 (in Russian).

13. Babkova A.A., Serova N.S., Basin E.M., Kureshova D.N. Complex radiation diagnosis of osteonecrosis of the facial skeleton in drug-dependent patients who use desomorphine. Oncosurgery. 2015; 2: 47-48 (in Russian).

14. National guide / Volume editor S. K. Ternovoy. Moscow: GEOTAR-Media. 2013. National guides in radiation diagnosis and therapy/ Editor in Chief S. K. Ternovoy. 1000 p. (in Russian).

15. Serova N.S. Dental volumetric tomography in the solution of some problems of dentistry and maxillofacial surgery. Endodontia TODAY. 2010; 2: 55-57 (in Russian).

16. Kureshova D.N., Serova N.S., Babkova A.A., Basin E.M. X-Ray classification of osteonecrosis of the midface in patients with drug-addiction from desomorphine and pervitin. Diagnostic and interventional radiology. 2016; 10 (3): 35-41 (in Russian).

17. Thekkemuriyi, D.V., John, S.G., and Pillai, U. 'Krokodil'—a designer drug from across the Atlantic, with serious consequences. Am J Med. 2014; 127.

18. Mullins M.E., Schwarz E.S. 'Krokodil' in the United States Is an Urban Legend and Not a Medical Fact. The American Journal of Medicine. 2014; 127 (7): 25.

19. No Confirmed Reports of Desomorphine ("Krokodil" / "Crocodyle") in Canada (PDF). Canadian Centre on Substance Abuse. November 21, 2013.

20. Skowronek R., Celiński R., Chowaniec C. "Crocodyle" – new dangerous designer drug of abuse from the East". Clinical Toxicology. 2012; 50 (4): 269.

## СЦИНТИГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ ДЕСТРУКТИВНЫМ ТУБЕРКУЛЕЗОМ ЛЕГКИХ

Сигаев А.Т., Багиров М. А., Амансахедов Р.Б., Перфильев А.В.,  
Короев В.В., Эргешов А.Э., Ибриев А.С.

**Цель.** Изучить изменения микроциркуляции легких у больных деструктивным туберкулезом в ранние и отдаленные сроки наблюдения после хирургического лечения с помощью перфузионной пневмосцинтиграфии.

**Материалы и методы.** Изучены данные 62 больных с распространенным деструктивным туберкулезом легких с множественной и широкой лекарственной устойчивостью микобактерий туберкулеза (МБТ). Для уточнения регионарной функции легких, в комплексной оценке эффективности хирургического лечения, всем больным выполнена пневмосцинтиграфия с внутривенным введением радиофармпрепарата (РФП) МАА99mTc (макротех), удельной активностью 159-180 МБк на одну процедуру. Радионуклидные исследования проводились на однофотонном эмиссионном компьютерном томографе (ОФЭКТ) «Nucline Spirit DH-V».

**Результаты.** Радионуклидные исследования, выполненные на молекулярном уровне, являются высокоинформативным методом лучевой диагностики в изучении распространенности, локализации и степени активности патологического процесса у больных деструктивным туберкулезом легких.

**Выводы.** В статье представлены виды хирургического лечения, сроки наблюдения радионуклидных исследований. Дана сцинтиграфическая оценка результатов регионарной функции легких с применением МАА99mTc у пациентов до и после хирургического лечения, при сегментарных резекциях, при лобэктомиях, при комбинированных резекциях. Представлена интерпретация сцинтиграфических исследований в изучении причин нарушения редукции капиллярного русла легких у больных деструктивным туберкулезом органов дыхания с множественной лекарственной устойчивостью.

Ключевые слова: деструктивный туберкулез легких, МАА99mTc, микроциркуляция, перфузионная сцинтиграфия, однофотонная эмиссионная компьютерная томография.

Контактный автор: Сигаев А.Т., sigae1938@mail.ru

Для цитирования: Сигаев А.Т., Багиров М. А., Амансахедов Р.Б., Перфильев А.В., Короев В.В., Эргешов А.Э., Ибриев А.С. Сцинтиграфическая оценка результатов хирургического лечения больных деструктивным туберкулезом легких. REJR. 2017; 7 (1):56-68. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-56-68.

Статья получена: 17.12.2016

Статья принята: 18.01.2017

## SCINTIGRAPHIC ASSESSMENT OF SURGERY OUTCOMES IN DESTRUCTIVE PULMONARY TUBERCULOSIS CASES

Sigaev A.T., Bagirov M.A., Amansakhedov R.B., Perfiliev A.V., Koroev V. V.,  
Ergeshov A.E.

**Purpose.** To assess changes in lung microcirculation in patients with destructive tuberculosis (TB) in early and long-term periods after surgical treatment with the help of perfusion scintigraphy.

**Materials and methods.** A total of 62 patients with destructive TB were examined

ФГБНУ Центральный  
НИИ туберкулеза  
г. Москва, Россия

Federal State Budgetary  
Institution "Central TB  
Research Institute".  
Moscow, Russia

with drug resistance to mycobacterium tuberculosis. All the patients underwent perfusion scintigraphy with MAA99mTc introduction for assessment of regional lung function. Radionuclide studies were performed using SPECT «Nucline Spirit DH-V».

**Results.** The radionuclide study on molecular level is a highly informative method of radiodiagnostics aimed to assess dissemination, localization and activity of tuberculosis (TB) process in destructive pulmonary TB cases.

**Conclusion.** In the article, we describe types of surgery, time schedule for radionuclide studies. We represent a scintigraphic assessment of regional lung function outcomes using MAA99mTc before and after surgery: segment resections, lobectomies, combined resections. We also provide the interpretation of scintigraphic studies investigating the causes of impaired pulmonary capillary bed reduction in destructive pulmonary TB cases with multidrug resistance.

Keywords: destructive pulmonary TB, MAA99mTc, microcirculation, perfusion scintigraphy, single-photon emission computed tomography.

Corresponding author: Sigaev A.T., sigae1938@mail.ru

For citation: Sigaev A.T., Bagirov M.A., Amansakhedov R.B., Perfiliev A.V., Koroev V. V. Ergeshov A.E. Scintigraphic assessment of surgery outcomes in destructive pulmonary tuberculosis cases. REJR 2017; 7 (1):56-68. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-56-68.

Received: 17.12.2016

Accepted: 18.01.2017

**В** настоящее время наблюдается неуклонный рост числа больных с быстро прогрессирующими формами деструктивного туберкулеза легких и нарастанием множественной и широкой лекарственной устойчивостью (МЛУ, ШЛУ) к антибактериальным препаратам. Как правило, эти больные трудно поддаются антибактериальной терапии, и не могут быть излечены консервативным путем, и, оставаясь основным источником распространенности инфекции, подлежат оперативному лечению [1, 2, 3, 6, 8]. С этой целью разработаны методики хирургического лечения в сочетании с химиотерапией, как при ограниченных, так и при распространенных формах туберкулезного процесса. Чаще всего выполняются такие виды оперативного лечения, как долевые резекции легких, комбинированные резекции, пневмонэктомии, коллапсохирургические вмешательства и другие [4, 5, 10]. При этом вопросы реабилитации оперированного легкого и состояние контрлатерального легкого, которому предстоит «основная» функциональная нагрузка, остаются недостаточно изученными. Метод перфузионной сцинтиграфии легких обладает высокой чувствительностью и надежностью получения информации о распространенности и степени выраженности функциональных изменений регионарного кровотока легких, как до и, особенно, в послеоперационном периоде [7, 9].

Цель исследования – изучить изменения микроциркуляции легких у больных деструк-

тивным туберкулезом в ранние и отдаленные сроки наблюдения после хирургического лечения с помощью перфузионной пневмосцинтиграфии.

#### **Материалы и методы исследования.**

Изучены данные 62 больных с распространенным деструктивным туберкулезом легких множественной и широкой лекарственной устойчивостью микобактерий туберкулеза (МБТ). В хирургической клинике ФГБНУ ЦНИИТ прооперировано: фиброзно-кавернозный туберкулез у 36 (58,0%), кавернозный у 10 (16,2%), множественные туберкулемы с распадом у 16 (25,8%). Мужчин было 40 (64,5%), женщин 22 (35,5%), средний возраст составил 42±10 лет. У 33 (53,2%) больных в мокроте выявлены микобактерии туберкулеза (МБТ+). По рентгенологическим данным в дооперационном периоде у 24(38,7%) больных туберкулезный процесс легких был односторонним, у 38 (61,3%) – двусторонним, каверны небольших размеров (до 2 см) отмечались у 26 (41,9%), у остальных 36 (58,1%) – от 2 до 5 см. Осложнения наблюдались у 32 (51,6%) больных из них, у 12 – в виде легочного кровохаркания и кровотечения, у 9 – стеноз верхнедолевого бронха, у 11 – дыхательная недостаточность II-III степени. У 30 (48,4%) больных отмечены сопутствующие заболевания из них, у 10 – сердечно-сосудистые, у 8 – ХОБЛ, у 9 – сахарный диабет 2 типа и у 3 – гастрит.

Для уточнения регионарной функции легких в комплексной оценке эффективности хи-



Рис. 1. Схема микроциркуляции легких в норме.

Fig. 1. Schematic for pulmonary microcirculation, normal.

рургического лечения всем больным выполнена пневмосцинтиграфия с внутривенным введением радиофармпрепарата (РФП) МАА99mTc (макротех), удельной активностью 159-180 МБк на одну процедуру. Радионуклидные исследования проводились на однофотонном эмиссионном компьютерном томографе (ОФЭКТ) «Nucline Spirit DH-V». Оценка состояния микроциркуляции легких осуществлялась на до и послеоперационном периоде по двум параметрам: визуально-текстуальная и количественная регистрация импульсов в каждом легком в отдельности, а также в «зонах интереса», т.е. в зонах основного патологического процесса, что позволило более точно интерпретировать полученные данные и сопоставить их с результатами клинических наблюдений.

Для полной характеристики клинкорентгенологических данных и их интерпретации в сопоставлении с результатами радионуклидных исследований установлены критерии оценки микроциркуляции легких, каждое легкое (правое и левое) разделены на три зоны. Модель микроциркуляции легких представлена на схеме (Рис. 1).

В зависимости от показателей морфофункциональных изменений выделены 4 степени нарушения микроциркуляции легких: снижение регионарного кровотока до 25% от должного (расценивали как норму – 0 степень), от 26 до 50% – как умеренные нарушения (I степень), от 51 до 75% – как выраженные (II степень) и от 76% и больше – как резко выра-

женные (III степень). Для статистической обработки данных сцинтиграфических исследований использовали критерий (x<sup>2</sup>) для произвольной таблицы сопряженности в программе Microsoft Office Excel. Методика радионуклидного исследования до операции и в послеоперационном периоде была идентичной. Данные об изменении степени нарушения регионарной функции легких у больных деструктивным туберкулезом в дооперационном периоде представлены в таблице 1.

Из таблицы следует, что в дооперационном периоде из 62 больных деструктивным туберкулезом легких у 13 (21,0%) наблюдались ограниченные нарушения кровотока (0 и I степени), у 49 (79,0%) – выраженные и резко выраженные нарушения (II-III степени), (x<sup>2</sup>=17,1); P<0,001. Наиболее выраженные нарушения кровотока отмечались у 41 (66,2%) больного кавернозным и фиброзно-кавернозным туберкулезом легких. Высокая степень нарушения региональных показателей в основном зависит от редукции капиллярного русла, обусловленной фиброзом или преобладанием воспалительных изменений в сосудах микроциркуляторного русла легкого.

**Результаты и обсуждения.**

В зависимости от тяжести, состояния туберкулезного процесса и степени нарушения регионарного кровотока все больные разделены на 2 группы: 1-я группа 13 (21,0%) больных с легкой степенью нарушения кровотока (0-1 степени), 2-я группа 49 (79,0%) больных с вы-

**Таблица №1. Степень нарушения микроциркуляции легких у больных деструктивным туберкулезом до оперативного лечения.**

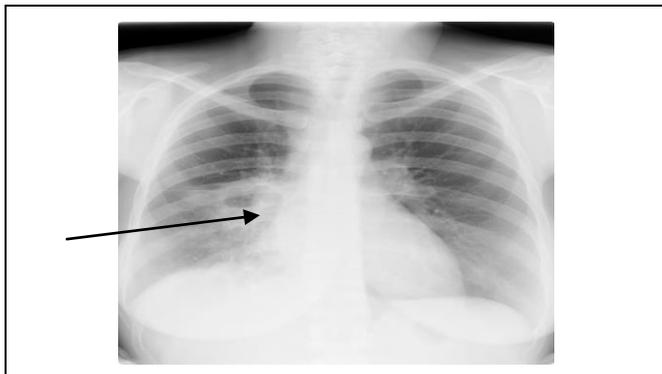
Клиническая форма туберкулеза легких	Число больных	Степень нарушения кровотока			
		0	I	II	III
Фиброзно-кавернозная	36	-	2	15	19
Кавернозная	10	1	2	4	3
Множественные туберкулемы	16	3	5	8	-
Всего, %	62 100,0	4 6,5	9 14,5	27 43,5	22 35,5

**Таблица №2. Степень нарушения регионарного кровотока легких и виды хирургического лечения у больных деструктивным туберкулезом.**

Степень нарушения кровотока легких	Число больных	Виды хирургического лечения			
		Сегментарные	Лобэктомии	Комбинированные резекции + торакопластика	
				Лобэктомия + сегментэктомия	Билобэктомия
Легкая степень 0-I ст.	13	10	3	-	-
Выраженная и резко выраженная II-III ст.	49	2	20	17	10
Всего,	62 100,0	12 19,4	23 37,1	17 27,4%	10 16,1%

**Таблица №3. Виды операций и степень нарушения кровотока, сроки наблюдения и количество радионуклидных исследований у больных туберкулезом легких.**

Виды хирургического лечения	Степень нарушения кровотока	Сроки наблюдения		
		1,5 – 2 мес.	6 мес.	1 год и >
		n= 12	n= 8	n= 4
Сегментарные резекции n= 12	0	-	3 (37,5)	3 (75,0)
	I	1 (8,3)	3 (37,5)	1 (25,0)
	II	6 (50,0)	2 (25,0)	-
	III	5 (41,7)	-	-
Лобэктомии n = 23		n=23	n= 15	n=8
	0	-	1 (6,7)	1 (12,5)
	I	2 (8,7)	2 (13,3)	1 (12,5)
	II	11(47,8)	8 (53,3)	4 (50,0)
	III	10 (43,5)	4 (26,7)	2 (25,0)
Комбинированные резекции n = 27		n= 27	n= 16	n= 9
	0	-	4 (25,0)	8 (89,9)
	I	10 (37,0)	7 (43,7)	1 (11,1)
	II	10 (37,0)	5 (31,3)	-
	III	7 (26,0)	-	-



**Рис. 2. Обзорная рентгенограмма органов грудной клетки.**

В нижней доле правого легкого визуализируется полость распада, 5,0 x 6,0 см в диаметре с выраженной перифокальной инфильтрацией и очагами диссеминации по всему легочному полю (указано стрелкой). Слева – полиморфные очаги, преимущественно в нижних отделах легкого.

**Fig. 2. Plain chest X-ray scan.**

In the lower lobe of the right lung there is a visible cavity 5.0 x 6.0 cm diameter with expressed perifocal infiltration and dissemination foci across the lung field (arrow). On the left, there are polymorphic foci, predominantly in the lower segments of the lung.

раженными нарушениями регионарного кровотока (II-III степень), из них: сегментарные резекции у 12 (19,4%), лобэктомии у 23 (37,1%), комбинированные резекции – у 27 (43,5%) в том числе лобэктомия + сегментэктомия у 17, билобэктомия – у 10 больных. Эти данные представлены в таблице 2.

После хирургического лечения сцинтиграфия легких проводилась через 1,5-2 месяца, через 6 месяцев и через 1 год. Однако радионуклидные исследования провести в динамике всем больным не представилось возможным, так как в зависимости от индивидуальных обстоятельств действий число пациентов с каждым сроком наблюдения все время сокращалось. В этой связи нами было установлено, что в каждой исследованной группе в различные сроки наблюдения оставшиеся пациенты принимались за 100%, при этом радионуклидная методика оставалась прежней. Эти данные представлены в таблице 3.

Из таблицы следует, что после сегментарных резекций через 1,5-2 месяца после хирургического лечения у 11 (91,7%) из 12 больных наблюдались выраженные изменения регионарного кровотока (II-III степени). Через 6 месяцев получена положительная динамика у 6 (75,0%) из 8 больных, у 2 (25,0%) динамики не отмечалось. Через год после операции у всех 4 больных наступила положительная динамика.

После лобэктомии через 1,5-2 месяца у 21

(91,3%) из 23 больных в оперированном легком наблюдались выраженные нарушения регионарного кровотока (II-III ст.) и лишь у 2 (8,7%) – ограниченные изменения. Через 6 месяцев лечения положительная динамика наступила у 3 (20,0%) из 15 больных, у 12 (80,0%) динамики не выявлено. Через год после хирургического лечения лишь у 2 (25,0%) из 8 больных наступила положительная динамика, у 6 (75,0%) динамики не выявлено ( $\chi^2=12,2$ ;  $p<0,001$ ).

После комбинированных резекций легких через 1,5-2 месяца у 17 (63,0%) из 27 больных у оперированного легкого были выраженные нарушения кровотока (II-III ст.), у 10 (37,0%) – ограниченные изменения. Через 6 месяцев после лечения у 11 (68,7%) из 16 больных наступило улучшение, у 5 (31,3%) динамики не выявлено. Через год после операции у всех 9 больных наступила положительная динамика, т.е. регионарный кровоток легких был в пределах вариантов нормы. В этой связи особое значение уделяется торакопластическим операциям.

Таким образом, у всех 62 больных деструктивным туберкулезом легких в раннем послеоперационном периоде (через 1,5-2 мес.) в 79% случаев функция в оперированном легком оставалась значительно сниженной, в то время как в контралатеральном легком наблюдалось усиление регионарного кровотока ( $\chi^2=17,1$ ;

$p<0,001$ . В отдаленные сроки наблюдения (через 6 мес. и через год) при сегментарных и комбинированных резекциях легких в сочетании с торакопластическими операциями у этой группы больных наблюдалась положительная динамика микроциркуляции, в то время как при лобэктомиях улучшение наступило лишь в 25% случаях ( $\chi^2=23,2$ );  $p<0,001$ .

Данные радионуклидного исследования в изучении состояния регионарной функции оперированного легкого у больных деструктивными формами туберкулеза органов дыхания приведены в двух клинических наблюдениях.

#### **Клиническое наблюдение 1.**

Пациентка С. 37 лет поступила в ЦНИИТ РАМН 27.12.2010 г. с диагнозом: фиброзно-кавернозный туберкулез нижней доли правого легкого в фазе инфильтрации и обсеменения, МБТ+, сахарный диабет 2 типа в стадии субкомпенсации. Предъявляла жалобы на кашель с выделением гнойной мокроты, одышку при физической нагрузке, слабость, фебрильную температуру тела до 38 С.

Из анамнеза: в 2008 году выявлен инфильтративный туберкулез нижней доли правого легкого в фазе распада и двустороннего обсеменения, МБТ+. 25.02.2009г. госпитализирована в терапевтический отдел ЦНИИТ, проводилась антибактериальная терапия, установлена множественная лекарственная устойчивость МБТ к H, R, S, K, E, Cap, Cs, PAS.. С ок-

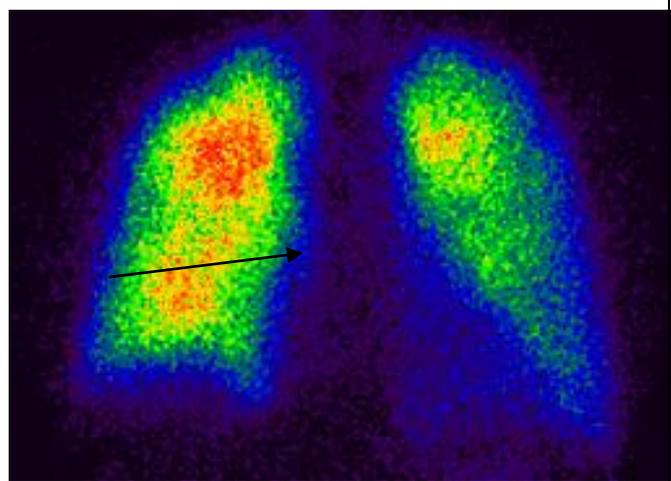


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

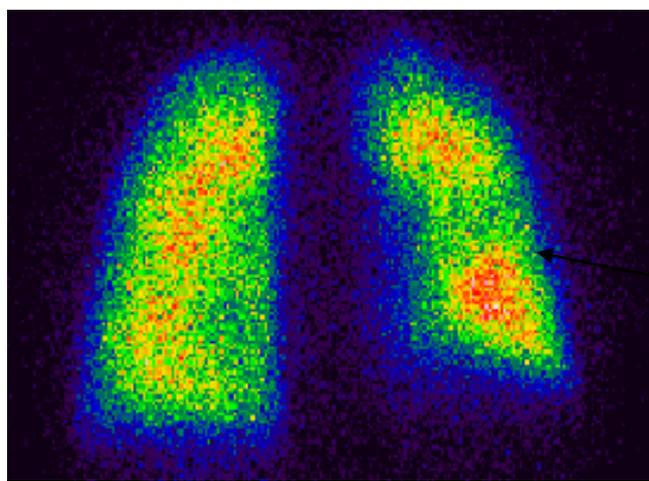


Рис. 3 б (Fig. 3 в)

зона Ro	Правое легкое в %	Зона Ro	Левое легкое в %
I	18,7	II	21,1
III	12,4	IV	13,8
V	14,3	VI	19,7
Суммарно	45,4	Суммарно	54,6

Рис. 3 в (Fig. 3 с)

**Рис. 3. Сцинтиграмма с MAA99mTc а, б, в.**

В прямой проекции (а), в верхней доле правого легкого кровотоки усилены, в средних и базальных сегментах снижены, слева в нижних отделах легкого визуализируется диффузное снижение кровотока. Со стороны спины (б), справа в средних отделах легкого кровотоки значительно снижены. Микроциркуляция правого легкого составила 45,4%, левого – 54,6% (в).

**Fig. 3. Scintiscan with MAA99mTc а, b, c.**

The anterior view scan (a) shows increased blood flow in the upper lobe of the right lung, decreased blood flow in the medial and basal segments; diffuse reduction of blood flow is visible on the left of the lower segments. The posterior view scan (b) shows significantly decreased blood flow on the right of the medial segments. Microcirculation of the right lung is 45,4%, the left lung – 54,6% (c).



**Рис. 4. Обзорная рентгенограмма органов грудной клетки.**

Состояние после билобэктомии справа, легкое расправлено, занимает весь объем плевральной полости при наличии пневмоперитонеума. Слева – полиморфные очаги в фазе уплотнения.

**Fig. 4. Plain chest X-ray scan.**

The status after bilobectomy on the right, the lung is stretched and occupies the whole volume of the pleural cavity in the presence of pneumoperitoneum. On the left, there are polymorphic foci in the consolidation phase.

тября 2009 г. переведена на IV режим химиотерапии. Несмотря на массивную противотуберкулезную терапию, стабилизации процесса не наблюдалось. Больная была переведена в хирургическое отделение. При фибробронхоскопии определялся инфильтративный туберкулез Б-6 справа, стеноз III степени. На ФВД – незначительное снижение вентиляционной способно-

сти легких (ЖЕЛ-99,3%, ОФВ1-87,4%).

На обзорной рентгенограмме от 11.01.2011 г. в нижней доле правого легкого визуализируется полость распада, 5,0 x 6,0 см в диаметре, с выраженной перифокальной инфильтрацией и множественными сливными очагами диссеминации по всему легочному полю. Слева множественные полиморфные очаги,

преимущественно в нижних отделах легкого (Рис. 2).

На скintiграмме от 17.02.2011г с МАА99mTc в двух проекциях. В прямой проекции (а), в верхней доле правого легкого кровотоки усилены, в средних и базальных сегментах снижены, слева в нижних отделах легкого визуализируется диффузное снижение кровотока. Со стороны спины (б), справа в средних отделах легкого кровотоки значительно снижены. Микроциркуляция правого легкого составила 45,4%, левого – 54,6% (Рис. 3 а-в). В связи с непереносимостью антибактериальной терапии, наличия МЛУ и МБТ+, 09.03.2011 г. выполнена операция: нижняя билобэктомия справа и наложен пневмоперитонеум. Послеоперационный период протекал без осложнений. На обзорной рентгенограмме легкое полностью расправлено и при наличии пневмоперитонеума занимает весь объем плевральной полости. Слева полиморфные очаги в фазе уплотнения (Рис. 4). Больная выписана и продолжала химиотерапию по месту жительства. Через 6 месяцев после операции была проведена скintiграфия легких с МАА99mTc. Справа после лобэктомии микроциркуляция сохранена в пределах 23,9%, в остальных отделах кровотоки отсутствуют по типу «функциональной ампутации», что соответствует хирургическому лечению. Слева микроциркуляция легкого усилена в объеме за счет средних и базальных сегментов и составила 76,1%, т.е. отмечается перераспределение кровотока за счет оперированного правого легкого (Рис. 5 а-в).

При контрольном обследовании через год после операции состояние пациентки удовлетворительное, жалоб не предъявляет, МБТ-. На обзорной рентгенограмме и КТ через год после операции правое легкое полностью расправлено, в структуре средостения – танталовые скобки, признаков рецидива процесса не наблюдается (Рис. 6 а-в). На ФВД незначительное снижение вентиляционной способности легких (ЖЕЛ-75,8%, ОФВ 1-72,4%). На скintiграмме с МАА99mTc через год после операции микроциркуляция правого легкого снижена и составила 20,1% по сравнению с предыдущим 23,9%. Слева по всему легочному полю кровотоки усилены и составил 79,9% (Рис. 7а-в).

Таким образом, после проведенной лобэктомии на рентгенограмме и КТ оставшиеся отделы правого легкого полностью расправлены, занимают весь объем плевральной полости, визуально регионарная функция на всем протяжении оставалась без динамики. Скintiграфические данные показали, что в оставшихся отделах оперированного легкого наблюдалась тенденция к снижению регионарной функции и первоначально составила 45,4%, через 6 месяцев – 23,9% и через 1 год – 20,1%. Это объясня-

ется тем, что в зависимости от «перерастяжения» паренхимы оставшейся доли правого легкого и наличия в ней очаговых изменений с нарастанием пневмосклеротических фокусов, все это существенно влияет на состояние микроциркуляции легких и отрицательно отражается на динамике радионуклидных показателей.

#### **Клиническое наблюдение 2.**

Пациентка Ш. 40 лет поступила в ЦНИИТ 17.02.2011 г. с диагнозом: фиброзно-кавернозный туберкулез верхней доли левого легкого. МБТ +, гепатит «С». При поступлении предъявляла жалобы на кашель с гнойной мокротой, одышку при незначительной физической нагрузке, потливость, плохой аппетит. Считает больной с ноября 2000 г., к врачу обратилась лишь через 1,5 месяца. При рентгенографии легких выявлен инфильтративный туберкулез верхней доли левого легкого в фазе распада и обсеменения МБТ+. В течение 6 месяцев по месту жительства принимала противотуберкулезные препараты первого ряда (отмечала плохую переносимость рифампицина и этамбутола). Затем самостоятельно прервала лечение. На фоне длительного и нестабильного лечения сформировался фиброзно-кавернозный туберкулез верхней доли левого легкого МБТ+. Больная госпитализирована в хирургическое отделение ФГБУ ЦНИИТ, где была развернута противотуберкулезная терапия по IV режиму в сочетании с симптоматической и гепатотропной терапией. На КТ органов грудной клетки левое легкое уменьшено в объеме, в верхнем легочном поле и прикорневой зоне определяются фиброзные каверны с множественными очагами обсеменения. Справа – единичные мелкие очаги (Рис. 8 а, б). На ФВД – ЖЕЛ-68%, ОФВ-40,6%. Значительное снижение вентиляционной способности легких по смешанному типу. Для установления распространенности и степени активности патологического процесса в легких было проведено радионуклидное исследование.

На скintiграмме в двух проекциях, с МАА 99mTc от 02.03.2011г. в верхней доле левого легкого отмечается резкое снижение регионарного кровотока по типу «функциональной ампутации», в нижележащих отделах – снижение кровотока диффузного характера и составила 21,1%. Справа в верхней доле легкого отмечается ограниченное снижение кровотока, в средних и базальных сегментах, микроциркуляция увеличена и составила 78,9% (Рис. 9 а-в).

Пациентке была проведена операция (28.02.2011 г.) «верхняя лобэктомия с частичной резекцией S6 слева». Послеоперационный период был неосложненным. Гистологически в удаленном препарате определялась фиброзная каверна в фазе выраженного прогрессирования.

На КТ аксиальных срезах после резекции верхней доли и S6 слева легкое расправлено,

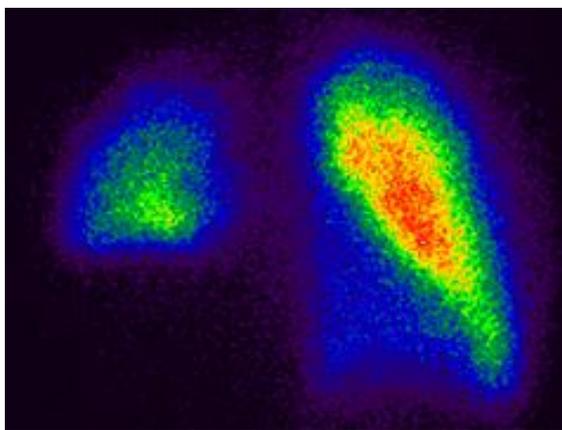


Рис. 5 а (Fig. 5 а)

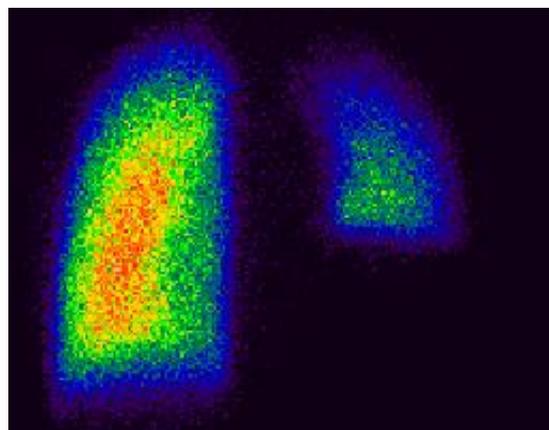


Рис. 5 б (Fig. 5 в)

Зона Ro	Правое легкое в %	Зона Ro	Левое легкое в %
I	13,0	II	23,1
III	9,6	IV	33,1
V	1,3	VI	19,9
Суммарно	23,9	Суммарно	76,1

Рис. 5 в (Fig. 5 с)

**Рис. 5. Сцинтиграмма с MAA99mTc (а, б, в).**

Через 6 месяцев после операции, справа в верхней доли легкого микроциркуляция сохранена в пределах 23,9%, в остальных отделах кровотоков резко снижен по типу «функциональной ампутации». Слева кровотоков усилен по всему легочному полю.

**Fig. 5. Scintiscan with MAA99mTc (a, b, c).**

6 months after surgery. On the right of the upper lobe of the lung microcirculation remains within 23.9%, in the remaining segments blood flow is significantly decreased like in “functional amputation”. On the left, blood flow is increased across the lung field.



Рис. 6 а (Fig. 6 а)



Рис. 6 б (Fig. 6 в)



Рис. 6 в (Fig. 6 с)

**Рис. 6. Обзорная рентгенограмма (а) и КТ (б, в) органов грудной клетки через один год после операции.**

Правое легкое полностью расправлено, в структуре средостения визуализируются танталовые скобки (стрелки), признаков рецидива в легких с обеих сторон не отмечено.

**Fig. 6. Plain chest X-ray (a) and CT scans (b, c), one year after surgery.**

The right lung is completely stretched, the tantalum staples are visible in the mediastinum structure (arrows), no signs of relapse are seen in the both sides of the lungs.

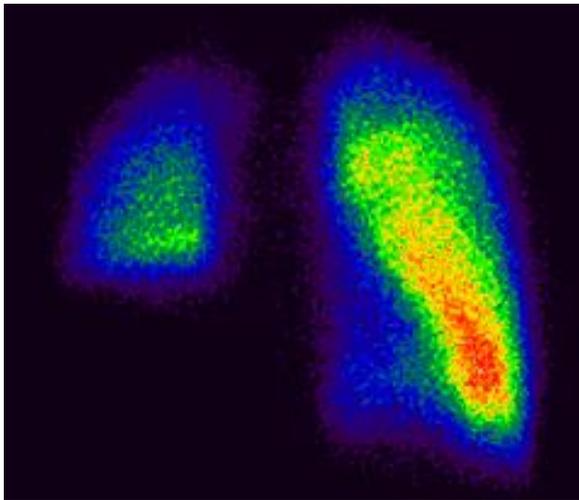


Рис. 7 а (Fig. 7 а)

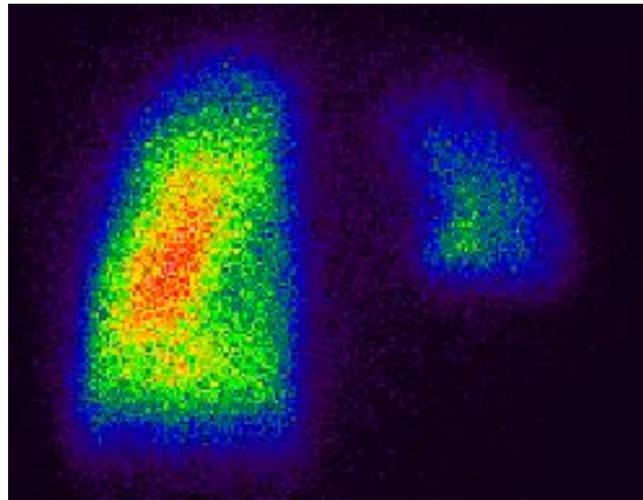


Рис. 7 б (Fig. 7 в)

Зона Ro	Правое легкое в %	Зона Ro	Левое легкое в %
I	8,6	II	20,2
III	10,3	IV	34,2
V	1,2	VI	25,5
Суммарно	20,1	Суммарно	79,9

Рис. 7 в (Fig. 7 с)

**Рис. 7. Сцинтиграмма с МАА99mTc через один год после операции (а, б, в).**

Микроциркуляция правого легкого снизилась и составила 20,1%, по сравнению с предыдущим 23,9%. Слева кровоток усилен по всему легочному полю.

**Fig. 7. Scintiscan with MAA99mTc, one year after surgery (a, b, c).**

Microcirculation of the right lung is decreased to 20.1% vs. the previous value of 23.9%. On the left, blood flow is increased across the lung field.

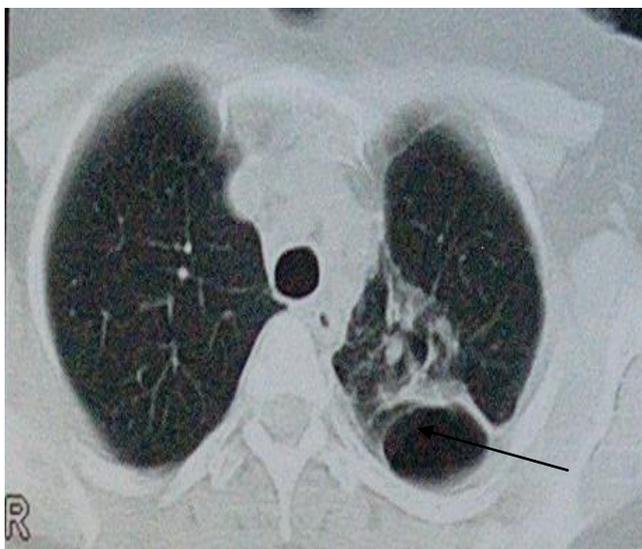


Рис. 8 а (Fig. 8 а)



Рис. 8 б (Fig. 8 в)

**Рис. 8. КТ, аксиальные реконструкции (а, б).**

В верхней доле левого легкого визуализируется санированная фиброзная каверна с ацинозными лобулярными очагами (стрелки). Справа полиморфные очаги в фазе уплотнения.

**Fig. 8. Axial CT slices (a, b).**

A fibrotic cavity with acinar lobular foci is visible in the upper lobe of the left lung (arrows). On the right, polymorphic foci in the consolidation phase.

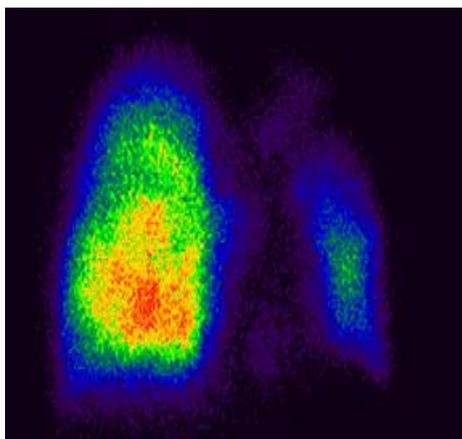


Рис. 9 а (Fig. 9 а)

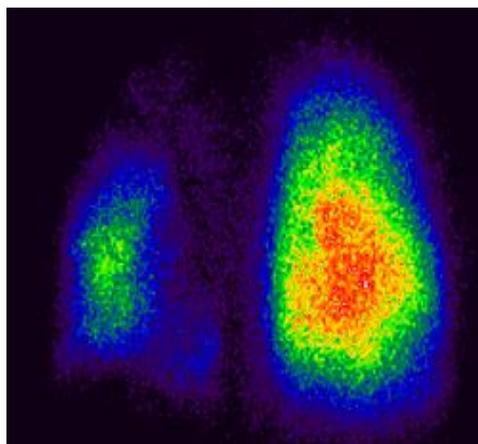


Рис. 9 б (Fig. 9 б)

Зона Ro	Правое легкое в %	Зона Ro	Левое легкое в %
I	15,1	II	3,2
III	37,4	IV	10,3
V	26,4	VI	7,6
Суммарно	78,9	Суммарно	21,1

Рис. 9 в (Fig. 9 в)

Рис. 9. Сцинтиграмма с МАА<sup>99m</sup>Tc (а, б, в).

В верхней 2/3 левого легкого резкое – снижение микроциркуляции, в нижележащих отделах кровотоки диффузно снижены и составил 21,1%. Справа в верхней доле легкого – ограниченное снижение кровотока, в средних и базальных отделах микроциркуляция увеличена и составила 78,9%.

Fig. 9. Scintiscan with MAA<sup>99m</sup>Tc (a, b, c).

In the upper 2/3 of the left lung microcirculation is significantly decreased, in the lower segments of the lung blood flow is diffusely decreased to 15.6%. On the right of the upper lobe of the lung there is limited decrease of blood flow, in the medial and basal segments microcirculation is increased to 84,4%.

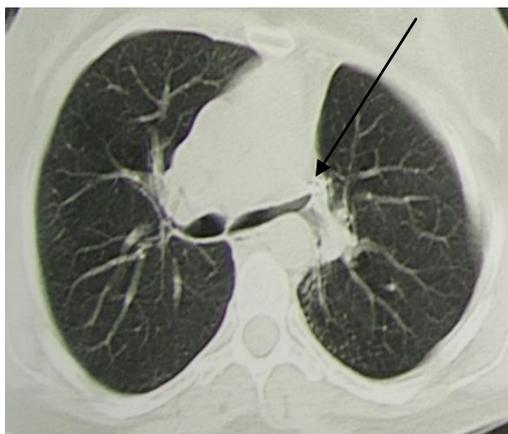


Рис. 10 а (Fig. 10 а)

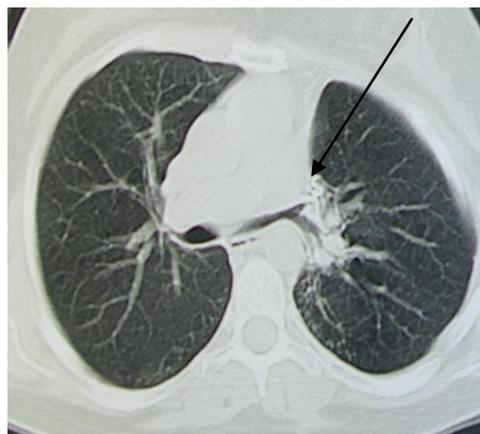


Рис. 10 б (Fig. 10 б)

Рис. 10. МСКТ, аксиальные срезы (а, б).

После резекции верхней доли и S6 слева - легкое уменьшено в объеме, в прикорневой зоне визуализируются танталовые скобки (стрелки). Справа – без видимой патологии.

Fig. 10. Axial CT slices (a, b).

After resection of the upper lobe and S6 on the left. The lung volume is decreased, the tantalum staples are visible in the pre-root region (arrows). On the right, no visible pathology.

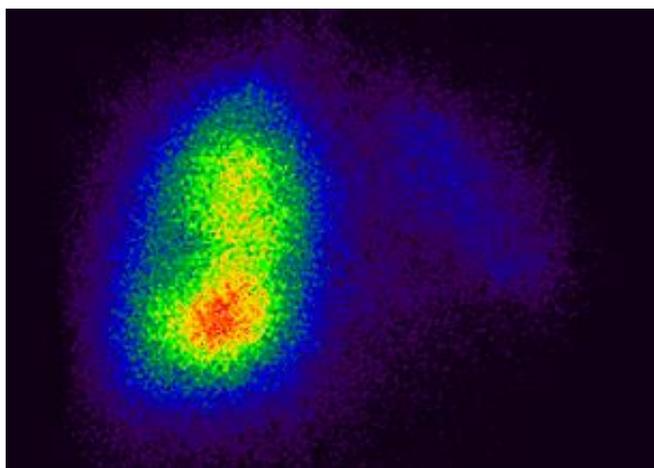


Рис. 11 а (Fig. 11 а)

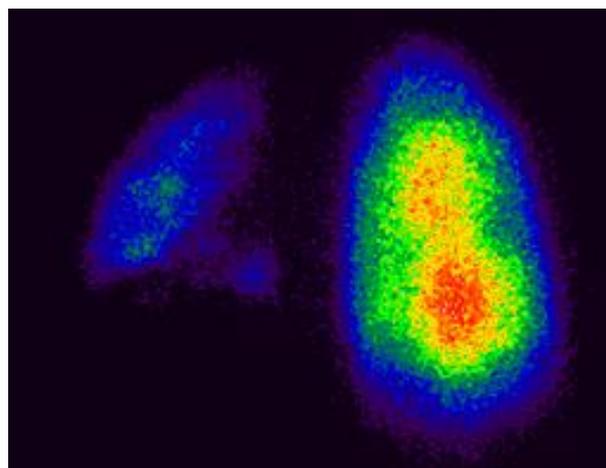


Рис. 11 б (Fig. 11 в)

Зона Ro	Правое легкое в %	Зона Ro	Левое легкое в %
I	18,1	II	0 5
III	41,6	IV	7,2
V	24,7	VI	7,9
Суммарно	84,4	Суммарно	15,6

Рис. 11 в (Fig. 11 с)

**Рис. 11. Сцинтиграмма с МАА99mTc (а, б, в).**

Состояние после резекции верхней доли и S6 левого легкого, микроциркуляция в оставшихся отделах составила 15,6%. Справа - перераспределение кровотока за счет базальных сегментов.

**Fig. 11. Scintiscan with MAA99mTc (a, b, c).**

After resection of the upper lobe and S6 of the left lung. Microcirculation in the remaining segments is 19.1%. On the right, redistribution of blood flow involving the basal segments.



**Рис. 12. Обзорная рентгенограмма органов грудной клетки.**

Состояние после комбинированной резекции и 3-х реберной торакопластики слева - гемоторакс уменьшен в объеме, неравномерное уплотнение листков плевры. В верхнемедиальной зоне и прикорневом отделе легкого визуализируются танталовые скобки. Справа без видимой патологии.

**Fig. 12. Plain chest X-ray scan.**

After combined resection and thoracoplasty of three ribs on the left. Hemithorax volume is decreased, uneven consolidation of pleural layers. The tantalum staples are visible in the upper medial zone and the pre-root region of the lung. On the right, no visible pathology.

уменьшено в объеме, в прикорневой зоне визуализируются танталовые скобки, признаков прогрессирования специфического процесса не отмечалось. Справа – без видимой патологии. (Рис. 10 а, б). Через месяц после операции на сцинтиграмме с МАА99mTc; слева в оставшейся

нижней доле легкого кровотоки резко снижен и составил 15,6%, визуализируется ротация легкого в верхнемедиальную зону. Справа кровотоки усилены за счет базальных сегментов. (Рис. 11 а-в). Учитывая наличие очаговой диссеминации в оставшихся отделах левого легкого для профилактики «перерастяжения» малого объема

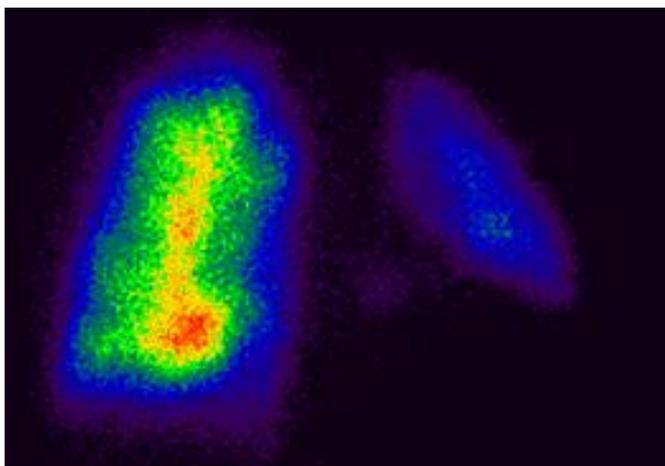


Рис. 13 а (Fig. 13 а)

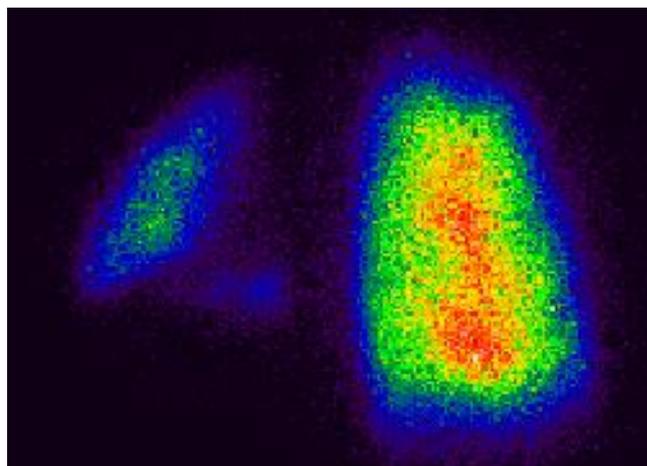


Рис. 13 б (Fig. 13 в)

на Ro	Правое легкое в %	Зона Ro	Левое легкое в %
I	18,0	II	1,4
III	24,2	IV	8,8
V	38,7	VI	8,9
Суммарно	80,9	Суммарно	19,1

Рис. 13 в (Fig. 13 с)

**Рис. 13. Сцинтиграмма с MAA99mTc (а,б,в).**

Через год, после комбинированной резекции и 3-х реберной торакопластики слева - микроциркуляция несколько увеличилась и составила 19,1%. по сравнению с предыдущим исследованием - 15,6%. Справа - усиление микроциркуляции по всему легочному полю.

**Fig. 13. Scintiscan with MAA99mTc (a, b, c).**

One year after combined resection and thoracoplasty of three ribs on the left. Microcirculation is increased to 21.1% vs. the previous value of 19.1%. On the right, microcirculation is increased across the lung field.

оставшейся легочной ткани, решено выполнить операцию «ВАТС отсроченную 3-х реберную экстраплевральную торакопластику слева»

На обзорной рентгенограмме от 09.04.2012 г. состояние после обширной комбинированной резекции, оперированное легкое расправлено, занимает весь объем плевральной полости, отмечается неравномерное уплотнение листков плевры. В прикорневом отделе и верхне-медиальной зоне визуализируются танталовые скобки. Справа без видимой патологии (Рис. 12).

При контрольном обследовании через 10 месяцев после обширной комбинированной резекции состояние больной удовлетворительное, обострений не было, проведена сцинтиграфия легких с MAA99mTc, которая установила, что микроциркуляция в левом легком улучшилась и составила 19,1% по сравнению с предыдущим исследованием – 15,6%. Справа – усиление микроциркуляции по всему легочному полю и составило 80,9% (Рис. 13 а-в).

Таким образом, клинический пример демонстрирует, что после 1-го этапа операции

паренхима оставшегося легкого расправлена, легочный рисунок обеднен, при наличии очаговой диссеминации функция оперированного легкого была резко снижена и составила 15,6%. После 2-го этапа операции с применением 3-х реберной торакопластики в оперированном легком наблюдалось заметное усиление регионарного кровотока, и функция в нем составила 19,1%, что положительно отражалось на динамику радионуклидных показателей.

**Заключение.**

У больных деструктивным туберкулезом легких, независимо от вида хирургического лечения, в раннем послеоперационном периоде (через 2-3 месяца) редукция капиллярного русла остается значительно сниженной. Во время оперативного лечения, как правило, «травмируется» паренхима легкого, остаются воспалительные изменения, наблюдаются плевральные наслоения и радионуклидные показатели остаются низкими.

При лобэктомиях в ранние и отдаленные сроки наблюдения у этой группы больных коррекция гемиторакса не проводилась ввиду того,

что на рентгенограммах и КТ резецированное легкое было расправлено, остаточной полости не отмечалось, кровотечений не наблюдалось, однако, сцинтиграфические данные показали, что функция оперированного легкого была значительно сниженной.

При комбинированной резекции легких в отдаленные сроки наблюдения (6 мес, через год) при применении дифференцированной коррекции объема гемиторакса с интраплевральной или экстраплевральной торакопластикой, на рентгенограммах и КТ наблюдалось сохранение и даже усиление регионарного кровотока в оставшихся отделах легкого, что объективно подтверждалось на сцинтиграммах.

После удаления основного патологического очага, как правило, в контрлатеральном легком на сцинтиграмме наблюдается компенсаторное усиление микроциркуляции, т.е. перераспределение регионарного кровотока, в то

время как клинко-рентгенологические и КТ исследования, в функциональном отношении, остаются иногда недостаточно информативными. В этой связи радионуклиды объективно дополняют рентгенологические и КТ данные.

Таким образом, радионуклидный метод исследования позволяет с высокой точностью установить функциональное состояние оперированного легкого, оценить эффективность лечебных мероприятий, дать характеристику распространенности и степени активности патологического процесса у больных деструктивным туберкулезом и широко рекомендовать данный метод в хирургической клинике.

#### **Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

#### **Список литературы:**

1. Богуш Л.К. Хирургическое лечение туберкулеза легких. М., Медицина, 1979. 296 с.
2. Гарифуллин З.Р., Аминев Х.К. Эффективность хирургического лечения больных лекарственно-устойчивым туберкулезом органов дыхания в зависимости от характера течения заболевания. *Туберкулез и болезни легких*. 2009; 7: 41-46.
3. Гиллер Д.Б., Токаев К.В., Багиров М.А. и др. Непосредственные ре-зультаты видеотораскопических и видеоассистенттораскопических резекций легких и пневмонэктомий у больных туберкулезом. *Проблемы туберкулеза и болезней легких*. 2006; 8: 38-42.
4. Диденко Г.В. Результаты хирургического лечения больных туберкулезом легких. *Проблемы туберкулеза и болезней легких*. 2007; 11: 26-28.
5. Неведов А.В. Современные методы коррекции гемиторакса после резекции легких по поводу туберкулеза. *Проблемы туберкулеза и болезней легких*. 2007; 9: 47-50.

#### **References:**

1. Bogush L.K. Surgical treatment for pulmonary TB. M., Medicine, 1979. 296 p. (in Russian).
2. Garifullin Z.R., Aminev Kh. K. Effectiveness of surgical treatment of patients with drug resistant pulmonary TB depending on the course of the diseases. *Tuberculosis and pulmonary diseases*. 2009; 7: 41-46 (in Russian).
3. Guillier D.B., Tokaev K.V., Bagirov M.A. et al. Direct results of videothoroscopic and video-assisted thoracoscopic lung resections and pneumonectomies in TB patients. *Problems of tuberculosis and pulmonary diseases*. 2006; 8: 38-42 (in Russian).
4. Didenko G.V. Results of surgical treatment of pulmonary tuberculosis cases. *Problems of tuberculosis and pulmonary diseases*. 2007; 11: 26-28 (in Russian).
5. Nefedov A.V. Modern methods of hemithorax correction after lung resection in TB. *Problems of tuberculosis and pulmonary diseases*. 2007; 9: 47-50 (in Russian).

6. Перельман М.И. Резекции легких при туберкулезе. Новосибирск., Изд.-во Сибирского отделения АН СССР, 1962. 372 с.
7. Сигаев А.Т. Сцинтиграфические методы исследования во фтизиатрии и торакальной хирургии. *Проблемы туберкулеза и болезней легких*. 2006; 2: 40-43.
8. Токаев К.В., Гиллер Д.Б., Короев В.В. с соав. Хирургическое лечение больных туберкулезом легких с XDR МБТ. *Туберкулез и болезней легких*. 2011; 5: 190-191.
9. Rostad H., Naalsung A., Strand T.E., et al. Result of pulmonary resection for lung cancer in Norway, patients older than 70 years. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2005; 27: 325-328.
10. Todd L., Demmy Chukwumere Nwogu. Video-assistant Thoracic Surgery Lobectomy Better. *Quality of Life Considerations. Ann. Thorac Surg*. 2008; 85: 719-728.

6. Perelman M.I. Lung resections in TB. Novosibirsk, Publishing House of the Siberian Department of the Academy of Sciences of the USSR, 1962. 372 p. (in Russian).
7. Sigaev A.T. Scintigraphic methods of studies in phthiology and thoracic surgery. *Problems of tuberculosis and pulmonary diseases*. 2006; 2: 40-43 (in Russian).
8. Tokaev K.V., Guillier D.B., Korojev V.V. et al. Surgical treatment of pulmonary TB cases with XDR. *Problems of tuberculosis and pulmonary diseases*. 2011; 5: 190-191 (in Russian).
9. Rostad H., Naalsung A., Strand T.E., et al. Result of pulmonary resection for lung cancer in Norway, patients older than 70 years. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2005; 27: 325-328.
10. Todd L., Demmy Chukwumere Nwogu. Video-assistant Thoracic Surgery Lobectomy Better. *Quality of Life Considerations. Ann. Thorac Surg*. 2008; 85: 719-728.

## ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ТРЕХМЕРНЫХ РЕКОНСТРУКЦИЙ КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОТОВОКОЙ АДЕНОКАРЦИНОМОЙ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Кармазановский Г.Г., Нерестюк Я.И., Кригер А.Г., Хайриева А.В.

**Цель исследования.** Определить диагностическую значимость трехмерных реконструкций КТ-изображений при протоковой аденокарциноме поджелудочной железы.

**Материалы и методы.** Ретроспективный анализ КТ исследований 30 пациентов с протоковой аденокарциномой поджелудочной железы. В первой группе 15 пациентам выполнили ДПЭ (дуоденопанкреатэктомию), во второй (остальные 15 пациентов) – панкреатодуоденальную резекцию. КТ-исследование проводилось на компьютерных томографах Philips Brilliance CT 64 и Brilliance iCT 256 с применением внутривенного болюсного контрастного усиления. Постпроцессорная обработка осуществлялась на рабочей станции Brilliance Workspace Portal с помощью стандартного программного пакета "CT Viewer" с получением трехмерных моделей на основе слияния нескольких фаз исследования. Локализация протоковой аденокарциномы была оценена двумя рентгенологами. Также в соответствии с бальной шкалой оценена значимость трехмерных реконструкций и двухмерных КТ-изображений в определении локализации опухоли и оценке сосудистой инвазии.

**Результаты.** Чувствительность, специфичность и точность в определении локализации аденокарциномы ПЖ в 1 группе при использовании трехмерных моделей увеличились до 94%, 50%, 80%, соответственно. В соответствии с бальной шкалой информативность трехмерных реконструкций в визуализации опухоли и определении локализации была выше мультипланарных двухмерных изображений. Данные об инвазии сосудистой стенки были хорошо представлены в равной степени для трехмерной и двухмерной постобработки.

**Выводы.** Постобработка КТ-изображений с получением трехмерных моделей поджелудочной железы улучшает предоперационную оценку резектабельности, позволяет точнее определять локализацию опухоли. Совершенствование программ трехмерного моделирования должно быть направлено в сторону автоматизации для внедрения в ежедневную клиническую практику.

Ключевые слова: МСКТ, постпроцессорная обработка данных, трехмерное моделирование, протоковая аденокарцинома, локализация опухолей.

Контактный автор: Нерестюк Я.И., nerestyuk@inbox.ru

Для цитирования: Г.Г. Кармазановский, Я.И. Нерестюк, А.Г. Кригер, А.В. Хайриева. Диагностическая значимость трехмерных реконструкций кт-изображений у пациентов с протоковой аденокарциномой поджелудочной железы. REJR. 2017; 7 (1):69-76. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-69-76.

Статья получена: 23.12.2016      Статья принята: 17.01.2017

ФГБУ «Институт хирургии им А.В. Вишневского» Министерства здравоохранения России Москва, Россия.

## DIAGNOSTIC VALUE OF THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTIONS OF CT IMAGES IN PATIENTS WITH DUCTAL PANCREAS ADENOCARCINOMA

Karmazanovsky G.G., Nerestyuk Ya.I., Kriger A.G., Khayrieva A.V.

A.V. Vishnevsky Institute  
of Surgery.  
Moscow, Russia.

**Purpose.** To evaluate the diagnostic significance of three-dimensional reconstructions of the computed tomographic (CT) images in ductal adenocarcinoma of the pancreas.

**Materials and methods.** Thirty patients with histologically approved pancreatic adenocarcinomas were retrospectively examined. Half patients underwent TP (total pancreatectomy) (group 1), the other half underwent pancreatoduodenectomy (group 2). All patients underwent 256-MDCT scan examination (Brilliance iCT, Phillips) with standard volume of contrast media, post-processing was performed on Brilliance Workspace Portal. In all cases we created 3d-models and calculated volumes of pancreas, tumor, arteries and veins with the assessment at VR (color), MIP, SSD. Localization of ductal adenocarcinoma was evaluated by two radiologists. To evaluate the significance of three-dimensional and two-dimensional reconstruction of CT images according to a rating scale.

**Results.** The sensitivity, specificity and accuracy in localization determining of adenocarcinoma of the pancreas in group 1 for three-dimensional models has increased to 94%, 50%, 80% respectively. In accordance with the point scale informative three-dimensional reconstructions in visualization of the tumor and determine the localization was higher. The data on invasion of the vascular wall were well represented in equal measure for three-dimensional and two-dimensional postprocessing.

**Conclusion.** Post-processing of CT images with reconstruction of three-dimensional models of the pancreas improves preoperative assessment of resectability, enables the precise localization of the tumor. Improved three-dimensional modeling software must be sent in the direction of automatization for introduction in daily clinical practice.

Keywords: MDCT, postprocessing technique, 3D rendering of pancreas, ductal adenocarcinoma, localization of tumors.

Corresponding author: *Nerestyuk Ya.I., nerestyuk@inbox.ru*

For citation: *Karmazanovsky G.G., Nerestyuk Ya.I., Kriger A.G., Khayrieva A.V. Diagnostic value of three-dimensional reconstructions of ct images in patients with ductal pancreas adenocarcinoma. 2017; 7 (1):69-76. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-69-76.*

Received: 23.12.2016

Accepted: 17.01.2017

**П**ротоковая аденокарцинома является наиболее распространенным первичным новообразованием поджелудочной железы и составляет 80% злокачественных опухолей поджелудочной железы [1, 2]. Данный тип опухоли поджелудочной железы занимает четвертое место в структуре причин смерти от рака во всем мире. Опухоль обладает агрессивным ростом, выявляется на далеко зашедших стадиях, а пятилетняя выживаемость составляет всего 5%. Адьювантная химиотерапия является единственным способом, позволяющим увеличить выживаемость пациентов с R0 резекцией [3, 4].

Компьютерная томография (КТ) является методом выбора в диагностике и предоперационном стадировании рака поджелудочной железы [4-7]. По мере совершенствования компь-

ютерных томографов (мультиспиральная компьютерная томография) и получения изотропных вокселей, стала доступна более совершенная постпроцессорная обработка, с помощью которой возможно получить исчерпывающие данные о локализации опухоли, инвазии сосудов и соседних органов, что имеет огромное значение для хирурга на предоперационном этапе [2].

При планировании операции расположение опухоли поджелудочной железы по отношению к окружающим структурам, хирургически значимым сосудам и соседним органам имеет первостепенное значение для хирурга. Возможность оценки объема опухоли по отношению к ткани поджелудочной железы также представляет ценную информацию. В настоящее время трехмерная визуализация чаще используется

для интерактивного планирования операций при сложных резекциях печени, при планировании операций на поджелудочной железе встречаются единичные публикации [8]. Grenacher L и соавт. показали, что трехмерная реконструкция поджелудочной железы с полуавтоматической сегментацией может быть создана аналогично печеночной визуализации [9]. Предпосылкой для сегментации гепатопанкреатобилиарной зоны служит топографоанатомическая сложность представления данной зоны на аксиальных срезах.

Принцип специальных программ обработки является общим для любой анатомической структуры и заключается в создании областей интереса методом послойного выделения изображений на каждом срезе. При этом программы также используют различные алгоритмы упрощения, например, 3д или 2д интерполяция, автоматические инструменты основанные на выделении структур с высокими КТ-числами (сосуды в момент пиковой концентрации, кости и др.) [10]. К таким программам относятся: HepaVision2 (MeVis GmbH, Bremen, Germany) [11], LiverLive (Navidez Ltd., Ljubljana, Slovenia), Medical Imaging Interaction Toolkit (MITK) ReLiver (Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, Germany), Myrian® (Intrasense, France), Fujifilm Receives FDA Clearance for Synapse® 3D (FUJIFILM Medical Systems U.S.A), Amira software program (Mercury Computer Systems, Chelmsford, MA, U.S.A.), Easy Vision; Philips, APM «Гамма Мультивокс Д2» (Россия, Гамма-мед), Osirix MD (Швейцария), рабочая станция GE Healthcare (U.S.A.), syngo.via (Siemens, Германия).

Целью данного исследования является ретроспективный анализ 3D моделей, полученных по данным КТ у пациентов с протоковой аденокарциномой, и определение значимости трехмерного моделирования в клинической практике в сравнении с аксиальными КТ-изображениями.

#### **Материалы и методы.**

Проведен ретроспективный анализ КТ-исследований 30 пациентов с гистологически подтвержденной протоковой аденокарциномой поджелудочной железы, госпитализированных в Институт хирургии им. А.В. Вишневского с 2009 по 2012 гг., которым выполнено хирургическое лечение (первая группа – дуоденопанкреатэктомия (ДПЭ) (n=15)), вторая группа – панкреатодуоденальная резекция (n=15)).

Ретроспективный анализ КТ-изображений был произведен одним рентгенологом с помощью двухмерной обработки, другим – с построением трехмерных реконструкций. Использовалась стандартизированная форма оценки, которая включала локализацию, размер, распространение опухоли в перипанкреатическую

клетчатку. В дальнейшем в ходе исследования для первого рентгенолога был предложен вопросник, который оценивал информативность трехмерного изображения и обычных двухмерных КТ (табл. 1).

#### *Технические особенности.*

КТ-исследование органов брюшной полости проводилось на мультidetекторных компьютерных томографах Brilliance 64, Brilliance iCT 256 фирмы Philips. За 30 мин до исследования пациент выпивал 200 мл воды. Нативное исследование выполнялось с толщиной среза 0,9 мм, питч 1,1, 120 кВ, 220 мАс, ширина окна W/C 360/60, коллимация 64×0,625/ 128×0,625, область сканирования – от купола диафрагмы до крыльев подвздошных костей. Время сканирования составляло 5–7 сек. Для получения артериальной и венозной фаз сканирования исследование начиналось на 10-й и 35-й секундах с момента достижения порогового контрастирования аорты 130 HU (программный пакет bolus tracking). Отсроченная фаза проводилась у всех пациентов на 4–6й минуте после введения контрастного препарата.

#### *Постпроцессорная обработка изображений.*

Для визуализации образований ПЖ проводилась оценка изображений во все фазы контрастного усиления на рабочей станции Brilliance Workspace Portal, со стандартным программным пакетом «CT Viewer», с получением трехмерных моделей органов и тканей на основе совмещения артериальной и венозной фаз исследования, окрашиванием разных тканей, а также с расчетом объемов получаемых структур. Сегментация осуществлялась инструментом «заливка» с регулируемым уровнем "скорости" выделения.

Статистический анализ проводился с использованием программы SPSS для Windows, парные корреляции вычисляли с помощью коэффициента корреляции Спирмана. Общая корреляция считалась сильной при значении более 0,7, средней- 0,5-0,69, умеренной - 0,3-0,49, слабой - 0,2-0,39, очень слабой- меньше 0,19; частная корреляция - высокая значимая корреляция при  $p < 0,01$ , значимая -  $p < 0,05$ , тенденция достоверной связи  $p < 0,1$ , не значимая  $p > 0,01$ . Проверка равенства средних значений проводилась с применением t-критерия Стьюдента с расчетом групповой статистики и критериев для независимых выборок.

#### **Результаты.**

Соотношение мужчин и женщин для первой и второй групп было равное и составляло 42%/58% и 46%/53,3% , соответственно. Средний возраст составил 62 года (SD=6,6) и 55 лет (SD=8,8). По данным гистологического заключения преобладали умеренно-дифференцированные аденокарциномы (табл.

2).

В первой группе пациентов, где отмечалось распространенное опухолевое поражение, трехмерная реконструкция повышала диагностические возможности в определении локализации (табл. 3).

Это объясняется тем, что при распространенном поражении поджелудочной железы происходит изменение топографо-анатомических ориентиров, на основе которых выделяются сегменты поджелудочной железы. Самым коротким сегментом поджелудочной железы является перешеек, поэтому его поражение должно быть исключено самым тщательным образом. При этом трехмерная реконструкция на основе совмещения фаз исследования представляет более детальную и наглядную информацию (Рис. 1).

В соответствии с предложенным вопросом, визуализация опухоли, ее локализация в соответствии с сегментарным строением представлялась лучше при трехмерной реконструкции КТ-изображений. Однако, статистическая достоверность в нашем исследовании не значимая ( $P = 0.132, 0.484$ ). Визуализация инвазии была хорошо представлена в обоих случаях ( $P=1$ ) (табл. 4).

Инвазия воротной вены или верхней брыжеечной вены в хирургии поджелудочной железы уже давно не является противопоказанием к операции, однако возможность протезирования при протяженном поражении может представлять большие трудности. Поэтому трехмерные изображения лучше, чем двухмерные инструменты, представляют уровень инвазии, протяженность и уже перед операцией определяют тактику хирурга (Рис. 2). Уверенные или сомнительные данные о сосудистой инвазии должны указываться на трехмерной реконструкции, чтобы хирург четко знал, на что он должен обратить особое внимание (Рис. 3).

Трехмерные реконструкции представляют опухоль более наглядно и, кроме того, обладают более быстрой управляемостью, значительно сокращая время, нужное на тщательный просмотр обычных КТ-срезов.

Время на создание трехмерной модели составило 61,7 мин ( $SD=8,7$ ).

#### **Обсуждение.**

Несмотря на достигнутый прогресс в диагностике и хирургии, прогноз для рака поджелудочной железы по-прежнему неблагоприятный. Хирургическая резекция является методом выбора для увеличения продолжительности жизни при протоковой аденокарциноме. Таким образом, основная цель этапа диагностики заключается в оценке наличия инвазии хирургически значимых сосудов, для определения операбельных и неоперабельных пациентов раком поджелудочной железы. Компьютерная томо-

графия считается золотым стандартом в диагнозе рака поджелудочной железы и в оценке резектабельности опухоли в большинстве центров [6]. Чувствительность КТ, по данным литературы, в оценке резектабельности рака поджелудочной железы составляет от 81% до 96,3% [12, 13, 14-16]. Из-за особенностей анатомического взаимоотношения поджелудочной железы и окружающих сосудов, трехмерные реконструкции являются полезными в представлении дополнительной информации [17, 18]. Для хирурга важно на предоперационном этапе увидеть опухоль в трехмерном изображении, а также представить ее отношение с окружающими органами и сосудами. Кроме того, хирургу необходимо наглядно оценить объем опухоли по отношению к здоровой паренхиме поджелудочной железы. При помощи свободного вращения трехмерного изображения он может представлять более четко степень венозной инвазии (еще до операции), в отличие от двумерных изображений: аксиальных, коронарных и сагиттальных. Таким образом, хирург уже перед операцией планирует этапы вмешательства.

Остается малоизученным клиническое значение трехмерной обработки КТ изображения поджелудочной железы. Данные исследования по этому вопросу представлены в единичных работах.

В Гарвардской медицинской школе описано создание реконструкций поджелудочной железы и соседних сосудистых структур, но их клиническая оценка не представлена [19].

По данным диссертационной работы Гузевой Е.Б. (2002 г.) «Трёхмерное моделирование по результатам спиральной компьютерной томографии с болюсным контрастным усилением как основа выполнения виртуальных хирургических операций на органах брюшной полости и забрюшинного пространства» для создания трехмерных моделей использовались две методики внутривенного болюсного контрастного усиления:

-однократное введение 100 мл неионного рентгеноконтрастного препарата с последующим выполнением двух сканирований: через 20-25 сек (артериальная фаза) и 80 сек (венозная фаза);

-однократное введение 100 мл неионного рентгеноконтрастного препарата с последующим сканированием через 40-45 сек (фаза воротной вены).

Основной методикой контрастного усиления для создания трехмерных изображений автором была выбрана методика однократного контрастирования, не только по причине технических возможностей, но и по причине отсутствия возможности совмещать изображения из различных фаз сканирования на этапе пост

**Таблица № 1. Вопросник на тему: Информативность трехмерных реконструкций и двухмерных КТ.**

Четко ли определяется локализация?	отлично  средне  плохо
Хорошо ли видна инвазия сосудов?	
Хорошо ли видна опухоль?	

**Таблица № 2. Гистологическая классификация групп.**

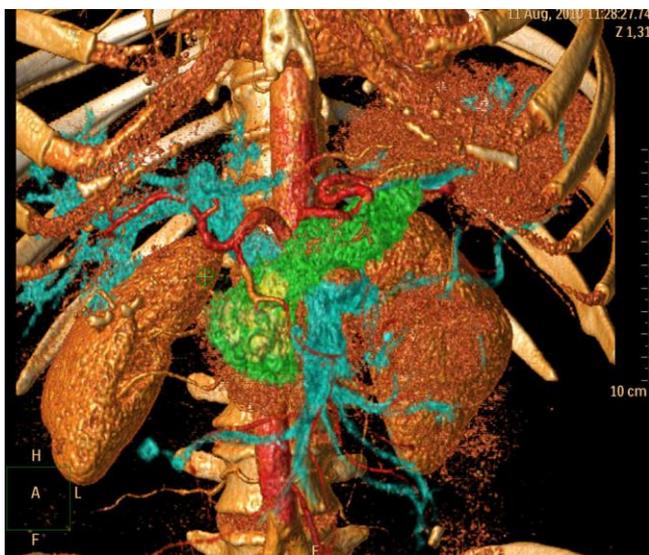
	Группа 1 (Дуоденопанкреатэктомия)	Группа 2 (Панкреатодуоденальная резекция)
G1 (Высокодифференцированная аденокарцинома)	10%	10%
G2 (Умереннодифференцированная аденокарцинома)	90%	70%
G3 (Низкодифференцированная аденокарцинома)	-	20%

**Таблица № 3. Показатели чувствительности, специфичности, точности в определении локализации опухолевого поражения для двух рентгенологов.**

Исследователь	Чувствительность	Специфичность	Точность
Рентгенолог № 1 (анализ двухмерных данных)	84,6%	50%	68%
Рентгенолог № 2 (анализ данных с получением трехмерных моделей)	94%	50%	80%

**Таблица № 4. Сравнение информативности 3D и обычных КТ.**

	Визуализация опухоли		Локализация опухоли		С судистая инвазия	
	3D	СТ	3D	Т	3D	СТ
Коэффициент	1,3	1,5	1,5	2,0	2,1	2,1
P	0,132		0,484		1	



**Рис. 1 (Fig. 1)**

**Рис. 1. МСКТ. Трехмерная реконструкция КТ-изображения, полученная на основе совмещения артериальной и портальной фаз контрастирования.**

Протоковая аденокарцинома (желтым цветом) головки-перешейка поджелудочной железы.

**Fig. 1. MSCT. Three-dimensional reconstruction of CT images, on the basis of combining arterial and portal phases of contrast enhancement (fusion).**

Ductal adenocarcinoma (yellow) head-isthmus of pancreas.

процессорной обработки данных. При этом пик контрастирования приходился на воротную вену, а интенсивность контрастирования артериальных сосудов уменьшалась, но была достаточной для их визуализации. Поэтому данное исследование имеет существенные ограничения в визуализации и построении трехмерных реконструкций опухолей поджелудочной железы с ранним контрастированием, артериальных сосудов (особенно малого диаметра), т.е. во всех случаях, когда отсутствует денситометрическая разница (градиент плотности) тканей.

Трехмерная реконструкция уже заняла прочное место в области ортопедии и нейрохирургии, где представлены только неподвижные и фиксированные анатомические структуры.

Создание трехмерных реконструкций в висцеральной хирургии является более сложным, так как в процессе акта дыхания может происходить смещение внутренних органов и мезентеральных сосудов [9]. В этом отношении поджелудочная железа минимально подвержена двигательными артефактами из-за забрюшинного расположения. Трехмерная реконструкция печени, печеночных сосудов и желчных протоков прочно утвердилась в некоторых центрах при резекции печени у живых доноров и при опухолях печени. Она используется в предоперационном периоде с целью определения различных вариантов резекции, для оценки технической осуществимости в отношении анатомии сосудов и желчных протоков, а также для оценки



Рис. 2 а (Fig. 2 а)

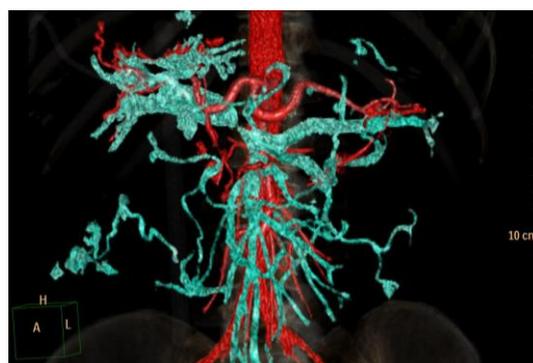


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

**Рис. 2. МСКТ. Трехмерная реконструкция.**

Протоковая аденокарцинома (желтым цветом) головки-перешейка поджелудочной железы (а). Протяженность инвазии воротной вены после виртуального удаления опухоли (б).

**Fig. 2. MSCT. Three-dimensional reconstruction.**

Ductal adenocarcinoma (yellow) head-isthmus of pancreas (a). The extent of invasion of the portal vein after the virtual removal of the tumor (b).



Рис. 3 а (Fig. 3 а)

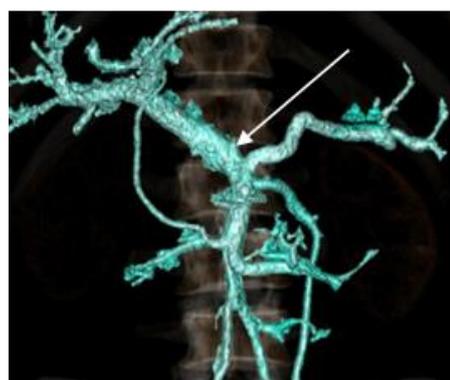


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

**Рис. 3. МСКТ. Трехмерная реконструкция.**

Протоковая аденокарцинома (желтым цветом) перешейка-тела поджелудочной железы (а). После виртуального удаления опухоли определяется короткая инвазия (стрелка) воротной вены на уровне конfluence (б).

**Fig. 3. MSCT. Three-dimensional reconstruction.**

Ductal adenocarcinoma (yellow) isthmus-the body of the pancreas (a). After the virtual removal of the tumor is determined by the short invasion (arrow) of the portal vein at the level of confluence (b).

объема опухоли и остаточной паренхимы с помощью волюметрии. Предпосылкой для трехмерной визуализации первичных данных является полуавтоматическая сегментация таких структур, как поджелудочная железа, опухоль, желудок, печень, селезенка, почки и любые кисты. Однако, при опухолях поджелудочной железы, процесс сегментации является особенно трудоемким и проблематичным, поскольку при воспалительных процессах или гиповаскулярных опухолях градиент между органами и окружающими структурами низкий из-за распространения за пределы органа. Подготовка трехмерных моделей должна включать в себя выделение всех важных органов и сосудистых структур в брюшной полости, чтобы обеспечить хирурга максимальной информацией и прогнозировать возможные осложнения в ходе операции.

Создание трехмерных моделей поджелудочной железы связано с большими трудностями. Процедура создания трехмерной реконструкции для визуализации опухолей поджелудочной железы по-прежнему требует огромного количества усилий как технических, так и временных. Кроме того, объективная и точная оценка локализации опухоли невозможна, поскольку сегментация всегда проводится в соответствии с субъективной интерпретацией рентгенолога.

Автоматическая обработка КТ-изображений опухолей поджелудочной железы, как правило, невозможна, особенно при гиповаскулярных опухолях, когда сегментация затруднена ввиду незначительного градиента плотностей между органом и опухолью. Основываясь на определенном узком диапазоне КТ чисел, программное обеспечение не способно сегментировать только область интереса, поэтому выделение тканей всегда ошибочно. Однако в литературе описаны перспективные исследования по созданию автоматической сегментации органов [20]. На основе 32 моделей печени авторы представляют три типа градации серой шкалы. С помощью этих типов в программе создается шаблон, на основе которого осуществляется автоматическое выделение паренхимы органа и его границы.

Программы для автоматического сегментирования сосудов не существуют. Но на основе хорошей контрастности во время пикового прохождения контрастного вещества через сечение сосуда возможно отмечать область интереса, в которой программа в узком диапазоне

КТ-чисел отображает модель. При этом необходимо помнить, что трехмерная визуализация сосудов – это результат выделения внутреннего просвета сосуда. Таким образом, прорастание опухоли в соответствующие сосуды, как и в случае с двухмерной томограммой, может лишь косвенно визуализироваться, например, на основе внезапной разницы в калибре сосуда или полной окклюзии сосуда. В настоящем исследовании постпроцессорная обработка в виде создания трехмерных моделей была сопоставлена с аксиальными КТ-сканами, оценена двумя рентгенологами. Полученные данные свидетельствовали о лучшей визуализации опухоли на трехмерных моделях, чем при аксиальных срезах. Данных об инвазии были одинаковыми в обоих случаях. Управляемость трехмерного изображения по сравнению с обычными КТ считается менее сложным.

Трехмерная реконструкция не может улучшить диагностику в сравнении с двухмерными изображениями, она может только представить ситуацию в более пластичной форме. Таким образом, трехмерное изображение, как правило, не улучшает оценку резектабельности рака поджелудочной железы. Данный этап постпроцессинга очень важен для хирурга в предоперационном планировании при лечении рака поджелудочной железы. Однако, создание трехмерных моделей поджелудочной железы до сих пор требует продолжительного времени и поэтому не может использоваться в повседневной клинической практике. Если технические возможности позволят в дальнейшем нивелировать вышеперечисленные факторы, то трехмерное моделирование может стать обязательным при проведении хирургического вмешательства при раке поджелудочной железы.

#### **Заключение.**

Подводя итог, можно сказать, что в настоящее время трехмерное моделирование рака поджелудочной железы с окружающими сосудами и органами сдерживается, но полученные результаты, безусловно, несут дополнительную информацию для хирурга. Программы трехмерного моделирования поджелудочной железы должны совершенствоваться для внедрения в ежедневную клиническую практику.

#### **Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

#### **References:**

1. D'Onofrio M., Barbi E., Girelli R., Martone E., Gallotti A., Salvia R., Tinazzi P.M., Bassi C., Pedersoli P., Pozzi R. M. Radiofrequency ablation of locally advanced pancreatic adenocarcinoma: An overview. *World J Gastroenterol.* 2010; 16 (28): 3478-3483.
2. Schima W., Ba-Ssalamah A., Kölblinger C., Kulinna-Cosentini C., Puspoeck A., Götzinger P. Pancreatic adenocarcinoma. *Eur Radiol.* 2007; 17: 638-649.
3. Ishiguchi T., Ota T., Naganawa S., Fukatsu H., Itoh S., Ishi-

- gaki T. CT and MR imaging of pancreatic cancer. *Hepatogastroenterology*. 2001; 48: 923-927.
4. Klauß M., Schöbinger M., Wolf I., Werner J., Meinzer H.-P., Kauczor H.-U., Grenacher L. Value of three-dimensional reconstructions in pancreatic carcinoma using multidetector CT: Initial results. *World J Gastroenterol*. 2009; 15(46): 5827-5832.
5. Karmazanovsky G., Fedorov V., Kubyshkin V., Kotchatkov A. Pancreatic head cancer: accuracy of CT in determination of resectability. *Abdom Imaging*. 2005; 30 (4): 488-500.
6. Schima W., Ba-Ssalamah A., Plank C., Kulinna-Cosentini C., Prokesch R., Tribl B., Sautner T., Niederle B. Pancreas. Part II: Tumors. *Radiologe*. 2006; 46: 421-437.
7. Zakharova O.P., Karmazanovsky G.G., Egorov V.I. Pancreatic adenocarcinoma: Outstanding problems. *World J Gastrointest Surg*. 2012; 4 (5): 104-13.
8. Wen Z.H., Yao F., Wang Y.U. 64 Slice spiral computed tomography and three dimensional reconstruction in the diagnosis of cystic pancreatic tumors. *Experimental and therapeutic medicine*. 2016; 11: 1506-1512.
9. Grenacher L., Thorn M., Knaebel H.P., Vetter M., Hassenpflug P., Kraus T. et al. The role of 3-D imaging and computer-based postprocessing for surgery of the liver and pancreas. *Rofo*. 2005; 177: 1219-1226.
10. Kunert T., Heimann T., Schröter A., Schöbinger M., Böttger T., Thorn M., et al. An Interactive System for Volume Segmentation in Computer-Assisted Surgery. In: Galloway RL Jr, editor. *Proc. SPIE Vol. 5367, Medical Imaging 2004: Visualization, Image-Guided Procedures, and Display*. SPIE The International Society for Optical Engineering, Bellingham. 2004: 799-809.
11. Meier S., Schenk A., Mildenerger P., Bourquain H., Pitton M., Thelen M. Evaluation of a new software tool for the automatic volume calculation of hepatic tumors. First results. *Rofo*. 2004; 176: 234-238.
12. Richter G.M., Wunsch C., Schneider B., Dux M., Klar E., Seelos R., Kauffmann G.W. Hydro-CT in detection and staging of pancreatic carcinoma. *Radiologe*. 1998; 38: 279-286.
13. Richter G.M, Simon C., Hoffmann V., DeBernardinis M., Seelos R., Senninger N., Kauffmann G.W. Hydrospirale CT of the pancreas in thin section technique. *Radiologe*. 1996; 36: 397-405.
14. Bipat S., Phoa S.S., van Delden O.M., Bossuyt P.M., Gouma D.J., Laméris J.S., Stoker J. Ultrasonography, computed tomography and magnetic resonance imaging for diagnosis and determining resectability of pancreatic adenocarcinoma: a meta-analysis. *J Comput Assist Tomogr*. 2005; 29: 438-445.
15. Klauss M., Mohr A., von Tengg-Kobligh H., Friess H., Singer R., Seidensticker P., Kauczor H.U., Richter G.M., Kauffmann G.W., Grenacher L. A new invasion score for determining the resectability of pancreatic carcinomas with contrast-enhanced multidetector computed tomography. *Pancreatology*. 2008; 8: 204-210.
16. Zeman R.K., Cooper C., Zeiberg A.S., Kladakis A., Silverman P.M., Marshall J.L., Evans S.R., Stahl T., Buras R., Nauta R.J., Sitzmann J.V., al-Kawas F. TNM staging of pancreatic carcinoma using helical CT. *AJR Am J Roentgenol*. 1997; 169: 459-464.
17. Kalra M.K., Maher M.M., Mueller P.R., Saini S. State-of-the-art imaging of pancreatic neoplasms. *Br J Radiol*. 2003; 76: 857-865.
18. Smith S.L., Rajan P.S. Imaging of pancreatic adenocarcinoma with emphasis on multidetector CT. *Clin Radiol*. 2004; 59: 26-38.
19. Nakagohri T., Jolesz F.A., Okuda S., Asano T., Kenmochi T., Kainuma O., Tokoro Y., Aoyama H., Lorensen W.E., Kikinis R. Virtual pancreatoscopy of mucin-producing pancreatic tumors. *Comput Aided Surg*. 1998; 3: 264-268.
20. Heimann T., Wolf I., Meinzer H.P. Active shape models for a fully automated 3D segmentation of the liver—an evaluation on clinical data. *Med Image Comput Comput Assist Interv Int Conf Med Image Comput Comput Assist Interv*. 2006; 9: 41-48.

## КИСТОЗНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В ТКАНЯХ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Травина М.Л.<sup>1</sup>, Попов А.Г.<sup>2</sup>, Попов С.А.<sup>3</sup>, Куликова Е.В.<sup>1</sup>

**К**истозные изменения в тканях молочной железы являются наиболее частой патологией, выявляемой на приемах у врачей-специалистов. Кистозные изменения обнаруживаются как у взрослых, так и в детском и подростковом возрасте. Правильная верификация результатов УЗИ позволяет распределить пациентов по группам и разработать тактику дообследования и лечения с учетом рисков дальнейшего прогрессирования заболевания.

**Цель исследования.** Систематизация признаков и дополнение классификации кистозных образований с целью дальнейшего распределения пациентов по группам.

**Материалы и методы.** Приведен анализ различных классификаций кистозных включений молочной железы, применяемых в клинической практике. Анализ результатов проведен на основании осмотра и лечения 22 381 пациента в возрасте от 8 до 72 лет, обратившихся на прием в специализированное маммологическое отделение Научного центра здоровья детей за период с 2008 по 2015 гг.

**Результаты и выводы.** Ультразвуковое исследование (УЗИ) – наиболее информативный метод выявления кистозной патологии. Предложены дополнения к классификации кистозных образований по УЗИ Берг. Представленная дополненная классификация позволяет с учетом ультразвуковых признаков и симптомов определить необходимость проведения дальнейшего дообследования и с учетом результатов распределить пациентов по группам дальнейшего диспансерного наблюдения и лечения.

Ключевые слова: маммология, киста молочной железы, фиброно-кистозная мастопатия, ультразвуковое исследование, пункция кисты.

Контактный автор: Травина М. Л., Tvtmarina@mail.ru

Для цитирования: Травина М.Л., Попов А.Г., Попов, С.А. Куликова Е.В. Кистозные включения в тканях молочной железы. REJR 2017; 7 (1):77-83. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-77-83.

Статья получена: 16.12.2016      Статья принята: 18.01.2017

## INCLUSION CYST IN BREAST TISSUE

Travina M.L.<sup>1</sup>, Popov A.G.<sup>2</sup>, Popov S.A.<sup>3</sup>, Kulikova E. V.<sup>1</sup>

**C**ystic changes in the breast are the most frequent pathology diagnosed after a physical examination. Ultrasonography (US) is the most informative technique for detecting cystic disease. Cystic changes are revealed in adults as well as in children and adolescents. The proper results verification of ultrasonography provides an opportunity for both distribution of patients in groups and development of a strategy for further examination and treatment taking into account the risk of further disease progression.

**Purpose.** Systematization of features and the addition to the classification of cystic formations with a view to further distribution of the patients by groups.

**Materials and methods.** The analysis of the different classifications of breast cystic inclusions was conducted. The outcome analysis was conducted on the comprehensive dataset (patient records and patient management). The study enrolled 22 381 patients aged from 8 to 72 years who received specialized medical care at the Mammology Department of the Scientific Center of Children's Health in the period from 2008 to 2015.

**Results.** Ultrasonography is the most informative method for detection of cystic pa-

1 – ФГАУ «Научный центр здоровья детей» Минздрава РФ.

г. Москва, Россия.

2 – МЦ «Мир семьи».

г. Санкт-Петербург, Россия.

3 – ФГБОУ ВО

«Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет».

г. Санкт-Петербург, Россия.

1 - FSBI "Scientific Center for Children Health".

Moscow, Russia.

2 - MC "Family world".

Saint Petersburg, Russia.

3 - Saint-Petersburg State Pediatric Medical University.

Saint Petersburg, Russia.

thology. We proposed additions to the classification of cystic masses on ultrasound Berg.

**Conclusion.** Presented expanded classification system provides determination the need for further investigation using the ultrasound signs and symptoms based on the results of classifying patients into groups for further dispensary observation and treatment.

Keywords: mammalogy, breast cysts, fibrocystic breast disease, ultrasonography, cyst puncture.

Corresponding author: *Travina M. L., Tvtmarina@mail.ru*

For citation: *Travina M.L., Popov A.G., Popov S.A., Kulikova E.V. Inclusion cyst in breast tissue. REJR 2017; 7 (1):77-83. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-77-83.*

Received: 16.12.2016

Accepted: 18.01.2017

**М**олочная железа является гормонозависимым органом. Любые дисгормональные нарушения в организме влияют на изменения функций тканей [1]. Увеличение или появление патологической секреции, не связанной с периодами беременности и лактации, может свидетельствовать о развитии кистозных образований, а усиление пролиферативных процессов – о появлении патологических структур. Любые изменения тканей молочной железы увеличивают риск запуска онкологических процессов [2]. Применяемые в клинической практике классификации патологических (кистозных) образований молочной железы не позволяют систематизировать и распределять пациентов в группы онкологического риска. С учетом включения в осмотр детей и подростков изменился возрастной спектр выявляемой кистозной патологии. В детском возрасте в скрининговых программах в декретированные возраста рекомендуется проведение только физического осмотра, что ограничивает возможности выявления измененных структуры железы [3]. С возраста 35 лет в программу онкологического скрининга вводится маммография как основной метод обследования, которая, тем не менее, при наличии плотной ткани или даже при выявленной патологии не позволяет однозначно охарактеризовать внутреннюю структуру образований и изменений периферической ткани молочной железы [4]. Как в детской и подростковой практике, так и в других возрастных категориях, для идентификации выявленных при осмотре патологических уплотнений используется метод ультразвукового исследования (УЗИ) с целью определения внутренней структуры образования, особенно кистозных изменений [5]. Локальные изменения в тканях молочной железы могут быть абсолютно бессимптомными с латентным течением и не причинять беспокойства пациентке; наличие жалоб наиболее характерно при прогрессировании патологии с кистозными включениями [6].

Нами предложена модификация классификации кистозных образований по УЗИ Венди Берг (Медицинский центр при Университете Питтсбурга, США) с включением дополнительного раздела, связанного с кистознообразными расширениями протоковой системы [7]. Предложены алгоритмы дообследования и дальнейшего наблюдения и лечения.

#### **Материалы и методы.**

В маммологическом отделении ФГАУ «НЦЗД» Минздрава России за 7 лет работы выполнено обследование 22 381 пациентке в возрасте от 8 до 72 лет, из них детей и подростков было 6126 (27,4%), взрослых – 16 255 (72,6%). После дообследования методом УЗИ кистозные образования выявлены у 741 пациентки (12,1%) в группе от 8 до 17 лет и у 7965 (49%) в группе от 18 до 72 лет.

Осмотр состоял из сбора анамнеза, жалоб, физического осмотра и ультразвукового исследования молочных желез (аппарат GE Logiq Book XP, Voluson 730, датчик 7,5 МГц; GE Healthcare, США); маммография проводилась в группе женщин старше 35 лет (в соответствии с приказом № 572н на аппарате Siemens Mammomat Inspiration (Siemens AG, Германия) [3]. Из дополнительных методов диагностики использовались тонкоигольная и толстоигольная биопсия, цитологическое и гистологическое исследование полученного после пункции материала, биохимическое и микробиологическое исследование жидкостного содержимого кист, при необходимости – магнитно-резонансная томография с контрастом (GE Signa 1,5 T; GE Healthcare, США).

Для классификации кистозных образований молочной железы используются следующие классификации.

1. В основе маммографического исследования лежит классификация Н.И. Рожковой: распределение выявленной патологии в зависимости от преобладания компонентов железы (фиброзный, кистозный, железистый компо-

нент; смешанные формы мастопатии; склерозирующий аденоз и узловые формы фиброзно-кистозной мастопатии) [8, 9].

2. Классификация BIRADS (Breast Imaging Reporting and Data System) позволяет распределить пациентов по выявленной патологии и стандартизировать лечебно-диагностические алгоритмы на основании лучевых методов диагностики [10].

3. В учебнике Н.В. Заболотской кистозные образования распределены по группам типичных и атипичных кистозных образований, дилатации протоков [11].

4. В зарубежных странах используется классификация кистозных образований по УЗИ Берг (табл. №1) [7].

В классификаторе по МКБ-10 для регистрации кистозных образований в молочной железе использованы коды N60, N60.0, N60.1, N60.3, N60.4, N64.3, N64.5, N64.8.

мастопатия определена как болезнь, связанная с нарушением соотношения эпителиального и соединительнотканного компонентов, широким спектром пролиферативных и регрессивных изменений тканей молочной железы.

Ранее лечение выявленных узловых форм в молочной железе проводилось методом секторальных резекций, но в настоящее время в связи с возможностью более углубленной инструментальной диагностики мировым стандартом является лечебно-диагностическая тонкоигольная пункция под контролем УЗИ с целью аспирации кистозного содержимого и его дальнейшего лабораторного исследования [14].

В группе детей и подростков с кистозными включениями (8-17 лет) тонкоигольная пункция выполнена 608 пациенткам (82%) из 741, в группе взрослых (18-72 года) – 1680/7965 (21,1%).

По литературным данным, фиброзно-

**Таблица № 1. Описание типов кистозных образований молочной железы по УЗИ (W.A. Berg, 2003).**

Тип кисты	Описание
I	Простая киста
II	Кластерные миникисты
III	Кисты с тонкими перегородками
IV	Сложные кисты (с густым однородным содержимым)
V	Кисты с толстой капсулой / толстыми неровными внутрикистозными перегородками / внутрикистозные разрастания
VI	Со смешанным тканевым и жидкостным содержимым

**Обсуждение.**

В норме молочная железа при пальпации мягкая, безболезненная, без патологических включений. На УЗ-изображении железистая ткань хорошо структурирована, соотношение с жировым компонентом не имеет значения, протоки и патологические образования не определяются.

Любые нарушения структуры железы у пациентки трактуются как симптомы патологических отклонений и нарушения гормонального фона. Выявление жидкостных включений в структуре железы обусловлены повышенной секрецией как железистого, так и протокового эпителия. Активная секреторная функция физиологична только для периода беременности и лактации.

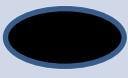
Впервые кистозные изменения молочных желез описал S. Cooper в 1829 г., а термин «серозно-кистозная опухоль молочной железы» был введен В. Brodi в 1840 г. в связи с обнаружением жидкостного содержания в образовании [12, 13]. По определению Всемирной организации здравоохранения (1984 г.), фиброзно-кистозная

кистозная мастопатия у пациенток старше 18 лет встречается в 50-60% случаев, чаще приходится на возрастной период 30-50 лет, и значительно реже патология выявляется у женщин в постменопаузальном периоде [15-17].

Этапные пики гормональной перестройки, характерные для детского и подросткового периодов, обуславливают повышение секреторной активности и несоответствие резорбционной активности эпителия, что может привести к образованию кистозных расширений протоков под сосково-ареолярным комплексом. При физикальном осмотре подростков кистозные образования можно обнаружить не более чем в 3% случаев, тогда как при включении в диагностические мероприятия ультразвукового метода выявляемость анэхогенных образований увеличивается до 12-19% в зависимости от возрастной группы подростков [18, 19].

В своей работе мы используем собственную классификацию выявленных кистозных изменений по результатам УЗИ молочных желез с учетом видов кистозных изменений в протоковой системе железы (модернизация класси-

**Таблица № 2. Расширенная классификация кистозных образований молочной железы по результатам УЗИ с учетом риска озлокачествления и тактики дообследования (C-D-классификация).**

Тип кисты	Описание	Схема	Описание УЗИ-картины	Рекомендации по дообследованию	Онкологическая настороженность
C1	Простая киста		Анэхогенное образование в тонкой капсуле с усилением дорзальной тени	Тонкоигольная аспирация при диаметре образования более 1 см с проведением цитологического исследования материала	Низкая
C2	Кластерные миникисты		Множественные анэхогенные образования	Тонкоигольная аспирация при диаметре образования более 1 см с проведением цитологического исследования материала	Низкая
C3	Кисты с тонкими перегородками		Анэхогенные образования с тонкими внутрисполостными перегородками. Без усиления кровотока на режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК)	Тонкоигольная аспирация при диаметре образования более 1 см с проведением цитологического исследования материала	Низкая
C4	Сложные кисты (с густым однородным содержимым)		Образование с четкими контурами, густым содержимым. Без усиления кровотока на режиме ЦДК	Тонкоигольная аспирация; при густом содержимом — промывание полости. Цитологическое исследование материала	Средняя
C5	Кисты с толстой капсулой / толстыми неровными внутрикистозными перегородками / внутрикистозные разрастания		Анэхогенное образование с утолщенной, неравномерной капсулой или перегородкой, внутрисполостные разрастания. Усиление кровотока на режиме ЦДК	Тонкоигольная или <i>core</i> -биопсия при наличии разрастаний. Цитологическое или гистологическое исследование материала	Высокая
C6	Со смешанным тканевым и жидкостным содержимым		Гипоэхогенное образование с несимметричными жидкостными включениями. Усиление кровотока на режиме ЦДК	Тонкоигольная или <i>core</i> -биопсия при наличии разрастаний. Цитологическое или гистологическое исследование материала	Высокая
D1	Эктазия протоков		Расширение протоков более 0,4 см. Без визуализации стенок протока	Контроль за выделениями из соска. Цитологическое исследование выделений. Дуктография по показаниям	Низкая
D2	Псевдокисты (кистозные расширения протоков)		Анэхогенное образование в тонкой капсуле со связью с протоком	Тонкоигольная аспирация при диаметре образования более 1 см с проведением цитологического исследования материала	Низкая
D3	Внутрипротоковые разрастания со снижением тонуса в протоке		Утолщение стенок протока или внутрипротоковые разрастания	Контроль за выделениями из соска. Цитологическое исследование выделений. Дуктография по показаниям. При отсутствии выделений из соска — тонкоигольная или <i>core</i> -биопсия. Цитологическое или гистологическое исследование материала	Высокая

фикации W.A. Berg, 2003; табл. № 2).

Представленная классификация позволяет с учетом ультразвуковых признаков и симптомов определить необходимость проведения

дальнейшего дообследования и с учетом результатов распределить пациентов по группам дальнейшего диспансерного наблюдения и лечения.

Стоит более углубленно рассмотреть редко встречаемые формы кистозных образований, выявленных при УЗИ.

#### **Диагностические типы.**

**Категория С1.** Апокриновые кисты относятся к диагностическому типу С1. Особенности на УЗ-картине не отмечается, однако при тонкоигольной биопсии характерно получение абсолютно бесцветной прозрачной жидкости. Результаты биохимического исследования демонстрируют обратное соотношение Na и K – 3:1. При кистах из железистого эпителия соотношения Na и K – 1:3. Учитывая высокую онкологическую настороженность, при выявлении апокриновой кисты рекомендуется магнитно-резонансная томография с контрастом [20].

В категории кист С1 при дообследовании могут быть выявлены инфицированные кисты, серомы, галактоцеле, масляные кисты.

**Категория С2.** В категории С2 особое внимание следует уделять единичному кластерному включению в молочной железе, слабого наполнения с единичными гиперэхогенными включениями. Требуется маммографическое исследование, а при совпадении локализации с участком микрокальцинатов – тонкоигольная и/или core-биопсия толстой иглой (Core needle biopsy). Данные проявления могут быть обусловлены некрозом альвеолярных структур и экссудативным отеком ткани.

**Категория С3.** В С3, как и в С1, могут встречаться инфицированные кисты, серомы, галактоцеле, масляные кисты.

**Категория С4.** Типичные кисты категории С4 (организовавшиеся кисты) имеют плотное вязкое зеленоватого цвета содержимое, при цитологии определяются как бесструктурные массы. Инфицированная киста имеет гнойное отделяемое, при цитологическом исследовании – нейтрофилы. Шоколадные кисты с бурым, коричневым или кровянистым содержимым обусловлены травмой (гематома), внутрикистозным разрастанием; при цитологическом исследовании определяется кровь. При наличии клеточной атипии требуется дообследование (маммография, core-биопсия). Гелеомы образуются при капсулировании ранее введенного свободного силикона или другого синтетического материала с целью увеличения молочной железы. При пункции выявляется прозрачная плотная масса, при цитологии материал не окрашивается. Олеогранулемы – некроз жировой ткани (после операции, травм); при пункции выявляется прозрачная желтая густая жидкость, плохо сохнет на стекле, при цитологическом исследовании – детрит.

**Категория С5.** Для всех кист категории С5 обязательно проведение тонкоигольной или core-биопсии под контролем УЗИ с целью исключения злокачественных разрастаний, одна-

ко уплотнение капсулы кисты или внутрикистозное включение могут быть обусловлены воспалительным процессом или высокобелковым содержимым жидкости и отложением «осадка».

**Категория С6.** Категория С6 требует обязательной цитологической или гистологической верификации с фибroadеномой, узловой фиброзно-кистозной мастопатией, аденомой, абсцессом.

По данным классификации Берг, группы С5 и С6 имеют высокий риск онкологической настороженности – до 35% [21].

**Категорию D1** относят к физиологическому процессу в периоды беременности и лактации, к патологическому – в любые другие периоды жизни женщины. Визуализация протоков свидетельствует о наличии секрета, что обусловлено дисгормональным состоянием организма.

**Категория D2** чаще встречается в детском и подростковом возрасте, обусловлена особенностями развития протоковой системы железы, проявляется синюшностью на ареоле [22]. Характерна локализация в центральной зоне под соском. При размерах кисты более 1 см из-за высокого риска инфицирования требуется обязательной аспирации [22]. Во время лактации или в раннем постлактационном периоде при обнаружении анэхогенного образования (по УЗИ) и жидкости белого цвета (при пункции) диагностируется галактоцеле, что связано с расширением млечных протоков вследствие затруднения или отсутствия эвакуации молока.

**К категории D3** относятся патологические расширения протоков в связи внутрипротоковыми разрастаниями или утолщением стенок протока. Требуется углубленного дообследования.

Представленная классификация дает возможность целевого распределения пациентов в связи с особенностями кистозных включений в молочной железе, выявленными при УЗИ. Систематизировав благодаря УЗИ симптомы и признаки патологических изменений, целесообразно распределять пациентов по группам C-D-классификации с целью определения дальнейшей тактики дообследования и ведения пациентов.

#### **Выводы:**

1. Основным методом диагностики кистозных образований молочной железы является метод ультразвукового исследования.
2. Выявленные анэхогенные образования размером более 1 см необходимо дообследовать методом тонкоигольной биопсии для лечения и цитологической верификации.
3. Применяемые классификации BIRADS и МКБ-10 неинформативны для определения рисков кистозных образований с учетом их

возможного озлокачествления.

4. Анэзогенные включения в подростковом возрасте чаще всего связаны с псевдокистозным расширением протоков.

5. При тонкоигольной биопсии обязательно цитологическое исследование полученного материала. При выявлении пристеночных образований методом диагностики является согебиопсия.

6. Предложенная расширенная C-D-

### Список литературы:

1. Рожкова Н. И., Меских Е. В., Бурдина Л. М., Сметник В. П., Бурдина И. И. Лекарственная патогенетическая коррекция доброкачественных заболеваний молочной железы. Доступно на: <http://medi.ru/doc/g430707.htm>.
2. Беспалов В. Г., Травина М.А. Доброкачественные заболевания молочных желез. Фиброзно-кистозная болезнь и риск рака молочной железы. Опухоли женской репродуктивной системы. 2015; 11 (1): 12.
3. Приказ Минздрава России N 572н (ред. от 17.01.2014) от 01 ноября 2012 "Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю "акушерство и гинекология (за исключением использования вспомогательных репродуктивных технологий)".
4. Berg W. A. et al. Combined screening with ultrasound and mammography vs mammography alone in women at elevated risk of breast cancer. *Jama*. 2008; 299 (18): 2151-2163.
5. Bassett LW. Imaging of breast masses. *Radiol Clin North Am*. 2000.
6. Dixon J. M., Mansel R. E. ABC of breast diseases. Symptoms assessment and guidelines for referral. *BMJ: British Medical Journal*. 1994; 309 (6956): 722.
7. Berg W. A., Campassi C. I., Ioffe O. B. Cystic lesions of the breast: sonographic-pathologic correlation 1. *Radiology*. 2003; 227(1): 183-191.
8. Рожкова Н. И., Власов П. В. Тактика комплексного обследования женщин с синдромом диффузных изменений в молочной железе. Методические рекомендации. 1985.
9. Рожкова Н. И. Рентгенодиагностика заболеваний молочной железы. Медицина. 1993; 1.
10. Rao A. A. et al. A Pictorial Review of Changes in the BI-RADS Fifth Edition. *RadioGraphics*. 2016; 36 (3): 623-639.
11. Заболотская Н. В., Заболотский В. С. Комплексное

### References:

1. Rozhkova N.I., Meskikh E.V., Burdina L.M., et al. Drug pathogenetic correction of benign breast disease [Internet]. Available at: <http://medi.ru/doc/g430707.htm> (accessed: 19 Oct 2016) (in Russian)
2. Bespalov V.G., Travina M.L. Fibrocystic disease and breast cancer risk (a review of literature). *Women Reproductive System Tumors*. 2015; 11 (4): 58-70 (in Russian)
3. Decree of the Ministry of Health of the Russian Federation N 572n (amended 17 Jan 2014) dated 01 Nov 2012 "Ob utverzhdenii Poryadka okazaniya meditsinskoy pomoshchi po profilju "akusherstvo i ginekologiya (za iskljucheniem ispol'zovaniya vspomogatel'nykh reproduktivnykh tekhnologiy)" [Internet]. (accessed: 15 Oct 2016) (in Russian)
4. Berg W.A., Blume J.D., Cormack J.B., et al. Combined screen-

классификация позволяет распределить пациентов по группам для дальнейшего дообследования и наблюдения с учетом риска выявления онкологической патологии.

### Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

- ультразвуковое исследование молочных желез. *Sono Ace International (русская версия)*. 2000; 6: 86-91.
12. Cooper S. A. *Illustrations of the Diseases of the Breast; by Sir Astley Cooper... In Two Parts. S. McDowalland sold by Longman, Rees, Orme, Brown, & Green, 1829.*
13. Brodie, B.: *Brodie's tumor (London Medical Gazette, 1840, 25:808-814) . Reprinted in Medical Classics, 1948; 2: 941-954.*
14. Forrest A. P., Kirkpatrick J. R., Roberts M. M. *Needle aspiration of breast cysts. Br Med J*. 1975; 3 (5974): 30-31.
15. Бурдина Л. М. Особенности состояния молочных желез и гормонального статуса у больных с доброкачественными гиперпластическими заболеваниями внутренних половых органов. *Маммология*. 1993; 1: 4-11.
16. Лебягин В. П., Высоцкая Н. В., Легков А. А. с соавт. Лечение доброкачественных и злокачественных заболеваний молочных желез. Москва, Рондо, 1997. 287 с.
17. Сидоренко Л. Н. *Мастопатия. Ленинград, Медицина, 1991. 264 с.*
18. Травина М.А, Винерская И.В, Попов А.Г., Распространенность болезней молочной железы у девочек г. Москвы. *Российский педиатрический журнал*. 2016; 19 (5): 298-302.
19. Weinstein S. P. et al. *Spectrum of US Findings in Pediatric and Adolescent Patients with Palpable Breast Masses 1. Radiographics*. 2000; 20 (6): 1613-1621.
20. Травина М. А., Попов А. Г. Заболевания молочной железы в практике врачей акушеров-гинекологов. *Здоровье женщины*. 2016; 2: 42-48.
21. Garcia C. J. et al. *Breast US in Children and Adolescents 1. Radiographics*. 2000; 20 (6): 1605-1612.
22. Травина М. А., Попов А. Г. Клиническая маммология - есть ли проблемы в педиатрии. *Фарматека*, 2016; 8 (321): 72-5.

- ing with ultrasound and mammography vs mammography alone in women at elevated risk of breast cancer. JAMA*. 2008; 299 (18): 2151-3. doi: 10.1001/jama.299.18.2151.
5. Bassett LW. Imaging of breast masses. *Radiol Clin North Am*. 2000; 38 (4): 669-71.
6. Dixon J.M., Mansel R.E. ABC of breast diseases. Symptoms assessment and guidelines for referral. *BMJ*. 1994; 309 (6956): 722-6. doi: 10.1136/bmj.309.6956.722.
7. Berg W.A., Campassi C.I., Ioffe O.B. Cystic lesions of the breast: sonographic-pathologic correlation. *Radiology*. 2003; 227 (1): 183-91. doi: 10.1148/radiol.2272020660.
8. Rozhkova N.I., Vlasov P.V. Strategy for comprehensive study of women with diffuse changes in breast. *Guidelines. Moscow*. 1985 (in Russian).

9. Rozhkova N.I. X-ray diagnosis of breast diseases. Moscow: Meditsina, 1993: 224 p. (in Russian)
10. Rao A.A., Feneis J., Lalonde C., Ojeda-Fournier H. A pictorial review of changes in the BI-RADS fifth edition. *Radiographics*. 2016; 36 (3): 623–39. doi: 10.1148/rg.2016150178.
11. Zabolotskaya N.V., Zabolotskii V.S. Complex ultrasound examination of mammary glands. *SonoAce International*. 2000; (6): 86–91 (in Russian)
12. Cooper A. Illustrations of the diseases of the breast. London: S. McDowall, 1829: 89 p.
13. Brodie B. Lecture on sero-cystic tumors of the breast. *London Medical Gazette*. 1840; 25: 808–14.
14. Forrest A.P., Kirkpatrick J.R., Roberts M.M. Needle aspiration of breast cysts. *BMJ*. 1975; 3 (5974): 30–1. doi: 10.1136/bmj.3.5974.30.
15. Burdina L.M. Features of the mammary glands and hormonal status in patients with benign hyperplastic diseases of internal genital organs. *Mammology*. 1993; (1): 4–11 (in Russian).
16. Letyagin V.P., Vysotskaya N.V., Legkov A.A., et al. Treatment of benign and malignant breast diseases. Moscow, Rondo, 1997. 287 p. (in Russian).
17. Sidorenko L.N. Fibrocystic mastopathy. Leningrad, Meditsina, 1991. 264 p. (in Russian).
18. Travina M.L., Vinyarskaya I.V., Popov A.G. The prevalence of breast diseases in girls in Moscow. *Russian journal of pediatrics*. 2016; 19 (5): 298–302 (in Russian).
19. Weinstein S.P., Conant E.F., Orel S.G., et al. Spectrum of US findings in pediatric and adolescent patients with palpable breast masses. *Radiographics*. 2000; 20 (6): 1613–21. doi: 10.1148/radiographics.20.6.g00nv091613.
20. Travina M.L., Popov A.G. Breast diseases in the practice of obstetricians and gynecologists. *Women's Health*. 2016; (2): 42–48. (in Russian).
21. García C.J., Espinoza A., Dinamarca V., et al. Breast US in children and adolescents. *Radiographics*. 2000; 20 (6): 1605–12. doi: 10.1148/radiographics.20.6.g00nv171605.
22. Travina M.L., Popov A.G. Clinical mammology - are there any problems in pediatrics? *Pharmateca*. 2016; (8): 72–5 (in Russian).

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ОПУХОЛЕЙ ЯИЧНИКА. МЕТОДИКА, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ, ОГРАНИЧЕНИЯ

Солопова А.Е.<sup>1</sup>, Терновой С.К.<sup>1,2</sup>, Устюжанин Д.В.<sup>2</sup>, Макацария А.Д.<sup>1</sup>

**Р**азработка протокола и изучение возможностей магнитно-резонансной спектроскопии в дифференциальной диагностике опухолей яичника.

**Материалы и методы.** С 2015 по 2016 гг. было включено в исследование 34 пациентки в возрасте от 32 до 75 лет (в среднем  $56 \pm 7,6$ ) с 36 опухолями яичника, имеющими солидный компонент. Диагностический алгоритм включал клиническое обследование, УЗИ, анализ онкомаркеров (СА-125, СА-19,9), МРТ с динамическим внутривенным контрастированием и МР-спектроскопию. Исследование проводилось с использованием МР-томографа Philips Achieva 3T TX. Одновоксельная протонная МР-спектроскопия выполнена с помощью последовательности PRESS со следующими параметрами: TR 1500, TE 130, FOV мин  $1,0 * 1,0 * 1,0$  мм<sup>3</sup>, размер вокселя 1-2 см, до и после внутривенного контрастирования. Были проанализированы спектральные характеристики солидного компонента опухолей: резонансные пики холина, N-ацетиласпартата (НАА), креатина, липидов (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> группы), вычислены отношения пиков холина к креатину, НАА к креатину и липидов к креатину, проведена сравнительная оценка вышеописанных параметров у доброкачественных и злокачественных опухолей яичника, проанализирована достоверность полученных различий, факторов, определяющих воспроизводимость методики, ограничений.

**Результаты.** Распределение выявленных опухолей яичника по гистологическому типу и степени злокачественности: 47,2% – доброкачественные опухоли (N=17), из них: фибромы – 22,2% (8), текомы – 8,3% (3), цистаденофибромы – 16,7% (6); 52,7% - злокачественные опухоли (N=19), из них: цистаденокарциномы – 33,3% (12), светлоклеточная аденокарцинома – 13,8% (5), опухоли стромы полового тяжа – 5,6% (2). При стадировании злокачественных опухолей яичника согласно FIGO, 3 (15,8%) классифицированы как I A, 6 (31,6%) классифицированы как II A, 4 (21%) – II C, 5 (26,3%) – III C, 1 (5,3%) – IV. Максимальный размер опухолей составил от 14,5 до 128 мм (среднее  $62,5 \pm 19,6$  мм). Сравнительный анализ показал более высокую информативность МРС, выполненной после в/в контрастирования, благодаря, вероятно, более четкой визуализации солидного компонента опухоли и облегчению выделения максимального однородной зоны интереса. Повышение концентрации холина определялось во всех ЗНОЯ (100%) и в 12/14 доброкачественных опухолей (85,7%). Пик креатина отмечен в 13/15 злокачественных (86,7%) и 10/14 доброкачественных опухолях (71,4%) соответственно. Средние показатели соотношения холин/креатин составили  $6.51 \pm 0.78$  в солидном компоненте доброкачественных опухолей по сравнению с  $9.16 \pm 0,74$  в злокачественных опухолях яичников, при этом данные различия были статистически достоверными ( $p = 0,001$ ).

**Выводы.** Спектральные характеристики доброкачественных и злокачественных опухолей яичников, имеющих солидный компонент, по результатам одновоксельной протонной МРС достоверно различаются. Согласно полученным результатам МР-спектроскопия обладает большей информативностью при проведении после контрастирования в связи с возможностью более качественного позиционирования вокселя. Соотношение размеров пиков холина к креатину является наиболее информативным спектральным параметром в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей яичников. Основные диагностические ограничения МР-спектроскопии отмечены, если размер вокселя превышал размеры солидного компонента в связи с захватом неоднородной части образования/окружающих тканей.

Ключевые слова: рак яичников, МРТ, МР-спектроскопия, опухоли яичников.

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

Для цитирования: Солопова А.Е., Терновой С.К., Устюжанин Д.В., Макацария А.Д. Магнитно-резонансная спектроскопия в дифференциальной диагностике опухолей

1- ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет).  
2 - Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова ФГБУ «Российский кардиологический научно-производственный комплекс». г. Москва, Россия.

Статья получена: 12.12.2016      Статья принята: 30.01.2017

**MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY IN DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF OVARIAN TUMORS: DIAGNOSTIC ABILITY AND LIMITATIONS.**Solopova A.E.<sup>1</sup>, Ternovoy S.K.<sup>1,2</sup>, Ustuzhanin D.V.<sup>2</sup>, Makatsaria A.D.<sup>1</sup>

To prospectively evaluate the ability and limitations of single voxel proton MR-spectroscopy (MRS) in differential diagnosis of ovarian tumors.

**Materials and methods.** From 2015 to 2016 34 patients aged 32 to 75 years (mean 56±7,6) with 36 tumors of the ovary with a clear visualized solid component (SC) were included in the study. Diagnostic algorithm consisted of clinical examination, ultrasound, tumor markers analysis (CA-125, CA-19.9), MRI with dynamic contrast enhancement and MR-spectroscopy (Philips Achieva 3T TX MR-system). Single voxel proton MR-spectroscopy was performed using PRESS sequence with the following parameters: TR 1500, TE 130, voxel size 1-2 cm, before and after intravenous contrast enhancement (DCE). The spectral characteristics of the tumors solid component was analyzed: resonance peaks of choline, N-acetyl aspartate (NAA), creatine, lipids, and the choline-to creatine (Cho/Cr), NAA-to-creatine (NAA/Cr) and lipid-to-creatine (Lip/Cr) ratios were measured, the comparative evaluation of the above parameters in benign and malignant ovarian tumors were performed with respect to the significance of the obtained differences, the factors determining the reproducibility of the technique, limitations were analyzed.

**Results.** The distribution of identified ovarian tumors by histological type and malignancy grade: 47.2% of benign tumors (N=17): fibroma – 22,2% (8), tecoma – 8,3% (3), cystadenofibroma – 16,7% (6); 52,7% - malignant tumors (N=19): cystadenocarcinoma – 33,3% (12), clear cell adenocarcinoma – 13,8% (5), stromal sex cord tumor – 5,6% (2). Staging of malignant ovarian tumors was performed according to the FIGO classification: 3 (15,8%) classified as I A, 6 (31,6%) were classified as II A, 4 (21%) – II C, 5 (26,3%) – III C, 1(5,3%) –IV. The maximal size of the tumors ranged from 14.5 mm to 128 mm (average of 62.5±19.6 mm). Increasing concentration of choline (clear peak) was obtained in all (100%) malignant and 12/14 (85.7 %) of benign tumors. The creatine peak observed in 13/15 (86.7%) of malignant and in 10/14 (71,4%) benign tumors, respectively.

MRS comparative analysis showed better results while performed after DCE as the tumor size could be easily evaluated. The mean Cho/Cr ratio was  $6.51 \pm 0.78$  in SCs of benign versus  $9.16 \pm 0.74$  in SCs of malignant tumors, with significant difference ( $p = 0.001$ ). There were no statistically significant differences between benign and malignant tumors in the NAA/Cr ( $p = 0.42$ ) and Lip/Cr ratios ( $p = 0.16$ ).

**Conclusion.** The Cho/Cr ratio is the most informative spectral parameter in differential diagnosis of benign and malignant ovarian tumors. MRS showed better results while performed after DCE because of better voxel positioning.

Keywords: ovarian cancer, MR-spectroscopy, MRI, ovarian tumors.

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

For citation: Solopova A.E., Ternovoy S.K., Ustuzhanin D.V., Makatsaria A.D. Magnetic resonance spectroscopy in differential diagnosis of ovarian tumors: diagnostic ability and limitations. REJR. 2017; 7 (1):84-93. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-84-93.

Received: 12.12.2016

Accepted: 30.01.2017

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University.

2 - A.L. Myasnikov Russian cardiology Research Center. Moscow, Russia.

**З**локачественные опухоли яичников (ЗНО) занимают 7-е место (5%) в онкологической заболеваемости женского населения России, находятся на пятом месте среди причин женской смертности от онкологии и на первом среди злокачественных образований органов малого таза [1]. Вместе с тем, образования яичника являются наиболее часто выявляемой патологией женского таза и в подавляющем большинстве наблюдений (85-92%) носят физиологический или доброкачественный характер [1, 2].

Дифференциальная диагностика опухолей яичника является определяющим звеном в выборе адекватной тактики ведения пациенток [2, 3, 5]. Несмотря на многолетний опыт использования МРТ в диагностике патологических состояний органов малого таза, как за рубежом, так и в России, не существует единой концепции стандартов ее проведения [3, 4]. Наиболее значительные сложности возникают при обнаружении сложных по структуре образований с наличием/преобладанием солидного компонента в виду значительной гистологической гетерогенности этой группы опухолей.

В связи с активным внедрением в практику таких современных методик, как одновоксельная протонная МР-спектроскопия (МРС), появились новые возможности, дающие не только представление о структуре опухоли, но и о метаболической активности опухоли [6 - 8]. Возможность спектрального анализа опухоли открывают кардинально новые направления, как первичной дифференциальной диагностики образований яичника, так и мониторинга злокачественных опухолей, позволяющие определять изменения, происходящие под воздействием специфического лечения *in vivo*.

Одновоксельная протонная магнитно-резонансная спектроскопия (1H-МРС) – неинвазивный метод исследования метаболизма опухолей *in vivo*, который продемонстрировал свою эффективность и в настоящее время все шире используется для дифференциальной диагностики и контроля эффективности лечения опухолей различных локализаций, в том числе головного мозга, молочной и предстательной желез [8 - 10].

Вместе с тем, исследования возможностей методики в дифференциальной диагностике опухолей яичников крайне ограничены, результаты противоречивы, что обусловлено с одной стороны гистологическим разнообразием опухолей, с другой – ограниченным использованием спектроскопии в клинической практике, в доступной российской литературе публикации отсутствуют [6 - 9]. Исходя из вышесказанного, представляет научный и практический интерес оптимизация протокола исследования, требуют

углубленного изучения ограничения данного метода визуализации.

#### **Цель исследования.**

Разработка протокола и изучение диагностических возможностей магнитно-резонансной спектроскопии в дифференциальной диагностике опухолей яичника.

#### **Материалы и методы исследования.**

С октября 2015 г. по май 2016 г. комплексное диагностическое обследование проведено у 34 пациенток с 36 содержащими солидный компонент/преимущественно солидными/солидными опухолями яичника. Критерием исключения из исследования являлась принадлежность опухоли к гистологической группе тератом согласно результатам гистологического исследования – для унификации спектральных характеристик, поскольку проминентный пик липидов может существенно влиять на средние показатели в группе в целом; кроме того, диагностика опухолей данной группы, как правило, не представляет сложностей при использовании стандартной МРТ.

Возраст пациенток варьировал в пределах 32 - 75 лет (средний возраст  $56 \pm 7,6$  лет), 58,3% (21 пациенток) находились в менопаузе.

Комплексное обследование включало контрольное УЗИ с доплерографией, анализ онкомаркеров сыворотки крови (СА-125, СА-19-9, РЭА), МРТ органов малого таза с целью уточнения структуры образования яичника, при необходимости – распространенности опухолевого процесса перед оперативным лечением. Всем пациенткам после проведения МРТ в рамках предоперационной диагностики были выполнены эндоскопические или полостные оперативные вмешательства. Результаты УЗИ, МРТ во всех наблюдениях сопоставляли с гистологическим исследованием послеоперационного материала.

Магнитно-резонансную томографию проводили на высокопольном МР-томографе Philips Achieva 3T TX с напряженностью магнитного поля 3 Т. Для исследования органов малого таза использовалась гибкая 32-канальная катушка для тела.

Протокол МР-исследования был составлен таким образом, чтобы при минимальных временных затратах получать максимальную диагностическую информацию о структуре и при необходимости оценку распространенности опухоли яичников.

#### **Протокол исследования включал:**

1) T2-ВИ TSE в сагиттальной плоскости между головками бедренных костей, в аксиальной плоскости от ворот почек до лобкового симфиза, при необходимости в корональной плоскости. При наличии преимущественно солидного образования необходимо дополнение

изображениями вдоль оси тела матки для оценки взаимосвязи с образованием (дифференциальная диагностика лейомиомы матки и фибромы яичника).

2) T1-ВИ GE в аксиальной и сагиттальной плоскости.

3) Дополнительно для опухолей с высокой интенсивностью сигнала (ИС) на T1-ВИ, T1-ВИ GE с подавлением сигнала от жира (FatSat) – для дифференциальной диагностики жирового компонента, муцинозного компонента, реже меланина в других опухолях.

4) DWI с b-факторами 0,1000 м/мм<sup>2</sup> с оценкой значения коэффициента диффузии (ADC – apparant diffusion coefficient) и построением карт диффузии.

5) Динамические T1-ВИ (Dynamic 3D FatSat) для опухолей с признаками злокачественности на нативных изображениях (наличие вегетаций, солидного компонента). Контрастный препарат (КП) из расчета 0,1 ммоль/кг вводится с помощью автоматического инжектора со скоростью 2 мл/сек (20 мл физиологического раствора) с последующей пост-процессинговой обработкой – построением перфузионных карт, кривых накопления КП, количественной оценкой кривых.

6) Одновоксельная протонная МР-спектроскопия (рис. 1, 2).

Проведение динамической МРТ (условно) состояло из трех сегментов: первый – нативное исследование; второй – динамическое исследование до и после внутривенного введения контраста (Gd-DTPA) из расчета 0,1 ммоль/кг; третий – МР-спектроскопия (фактически выполнялась 2 раза – до и после второго этапа для сравнительной оценки влияния КП на результаты и

информативность МРС).

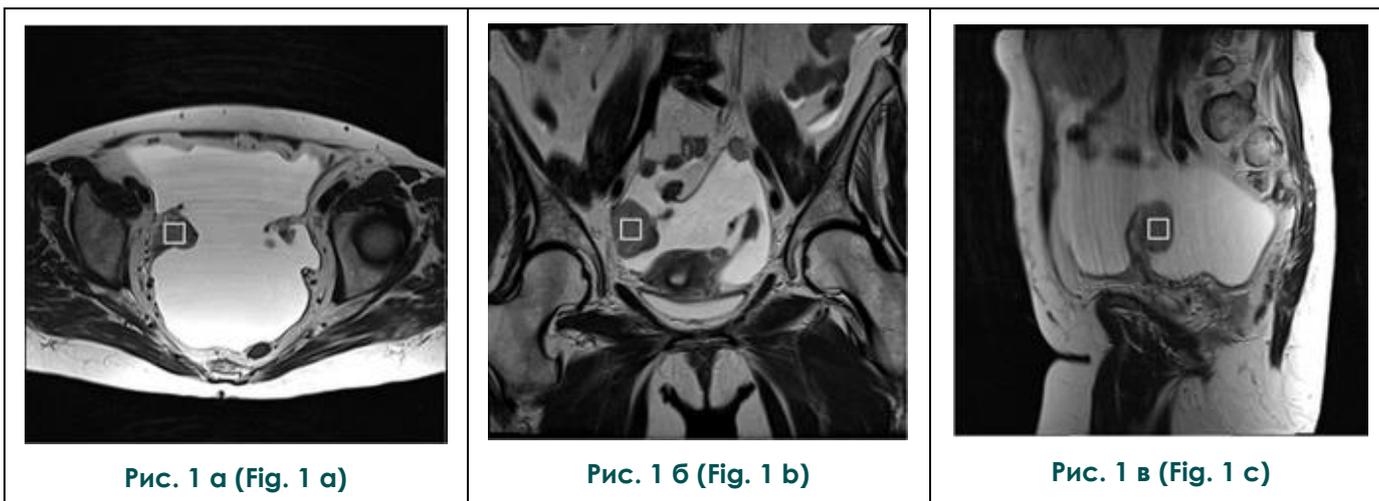
**Методика выполнения МР-спектроскопии.**

На серии нативных T2-взвешенных изображений в сагиттальной/корональной/аксиальной плоскости (в зависимости от формы и размеров, а также локализации опухоли) и постконтрастных аксиальных T1-взвешенных изображений с подавлением сигнала от жира выделяют срез с наилучшей визуализацией солидного компонента образования, который является основным ориентиром для последующего позиционирования вокселя (рис. 1 а – в). Получение качественных спектров, адекватных для анализа, было возможно при размерах вокселя не менее 10 мм в однородной части солидного компонента опухоли.

МР-спектроскопию выполняли с использованием методики точечной локализации PRESS (point-resolved spectroscopy sequence), используя усовершенствованный протокол исследования:

PRESS (с шиммированием и методики выборочного химического сдвига CHESS (hemical shift selective)) по следующим параметрам TR: 1500, TE: 135, размеры вокселя от 10 мм<sup>3</sup> (таб. № 1), выбирая зону в структуре солидного компонента опухоли с максимальной однородностью сигнала, с «захватом» максимального объема солидного компонента опухоли, минимизируя содержание окружающей стромы яичника, параовариальной или параметральной клетчатки.

Для оценки метаболических пиков проводили реконструирование спектра с использованием программного обеспечения производителя (Philips, Нидерланды). На основе полученной

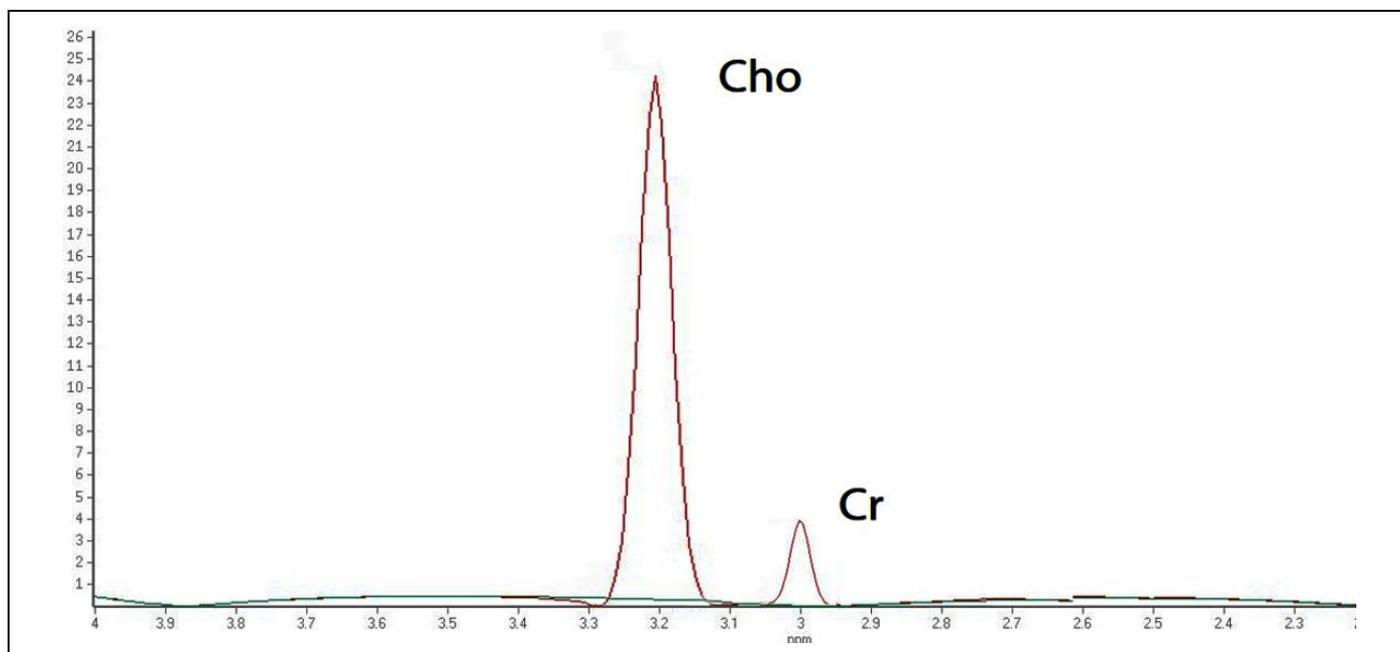


**Рис. 1. МРТ малого таза. T2-ВИ в а - аксиальной, б - корональной, в - сагиттальной плоскостях.**

Пациентка Х., 51 г., серозная аденокарцинома правого яичника. Пример позиционирования вокселя (квадрат).

**Fig. 1. Pelvic MRI. T2-weighted images in a - axial , b - coronal and c - sagittal planes.**

Patient Kh., 51 y.o. with serous adenocarcinoma of the right ovary. An example of voxel positioning (square).



**Рис. 2. МР-спектроскопия.**

Графическое изображение метаболического спектра, полученного при анализе солидного компонента опухоли, представленной на рис. 1. Определяются четкие пики холина (3,23 ppm, обозначен Cho), креатина (3,04 ppm, обозначен Cr).

**Fig. 2. MR-spectroscopy.**

A graphical depiction of the metabolic spectrum, obtained by analysis of the tumor solid component represented in fig.1. Identify clear peaks of choline (3.23 ppm, marked with Cho), creatine (3.04 ppm, marked with Cr).

**Таблица № 1. Протокол одновоксельной протонной МР-спектроскопии, использованной в исследовании.**

Последовательность, взвешенность и ось сканирования	TR	TE	MTX	STh (мм)	GAP
PRESS	1500	135	256x256	10	0

реконструкции оценивали качество спектра – на первичном необработанном спектре оценивали амплитуды метаболических пиков, считали их приемлемыми, если амплитуда пиков в 3 и более раз выше базового пикового шума.

После оценки качества полученного спектра проводили полуколичественный спектральный анализ: измерения сигнала с последующим расчетом площади под кривой от лактата (1,31 ppm), липидов (1,33 ppm), НАА (2,02 ppm), креатина (3,04 ppm), холин-содержащих веществ (3,23 ppm) и других важных метаболитов. Затем были рассчитаны соотношения площадей под кривыми пиков холина к креатину, НАА к креатину и лактата к креатину для каждого вокселя с использованием стабильного пика креатина в качестве референсного значения.

**Результаты исследования и их обсуждение.**

Во всех наблюдениях результаты МРТ были сопоставлены с данными послеоперационного гистологического исследования. Средний возраст больных доброкачественными опухолями яичника составил 41,8±12,8 лет, злокаче-

ственными новообразованиями – 56,2±9,5 лет.

Анализ уровней СА-125 показал, что в группе больных с ЗНО яичника он был достоверно выше, чем у пациенток с доброкачественными опухолями – 315,4±118,4 и 42,8±28,1 соответственно.

Распределение выявленных опухолей яичника по гистологическому типу и степени злокачественности: 47,2% – доброкачественные опухоли (N=17), из них: фибромы – 22,2% (8), текомы – 8,3% (3), цистаденофибромы – 16,7% (6); 52,7% - злокачественные опухоли (N=19), из них: цистаденокарциномы – 33,3% (12), светлоклеточная аденокарцинома – 13,8% (5), опухоли стромы полового тяжа – 5,6% (2).

При стадировании злокачественных опухолей яичника согласно FIGO (табл. №2), 3 (15,8%) классифицированы как I A, 6 (31,6%) классифицированы как II A, 4 (21%) – II C, 5 (26,3%) – III C, 1(5,3%) – IV.

Средняя длительность исследования составила 35 минут.

Оценка информативности исследования проводилась в соответствии с анализом этапов,

**Таблица № 2. Группировка больных ЗНО в соответствии со стадией TNM и FIGO.**

<i>TNM</i>	<i>FIGO</i>	Количество больных n (%)
<i>T1a</i>	<i>IA</i>	3 (15,8%)
<i>T2a</i>	<i>IIA</i>	6 (31,6%)
<i>T2c</i>	<i>IIC</i>	4 (21%)
<i>T3c (N1)</i>	<i>IIIC</i>	5 (26,3%)
<i>T2C N2 M1</i>	<i>IV</i>	1(5,3%)
<b>ВСЕГО:</b>		<b>19 (100%)</b>

**Таблица № 3. МР-характеристика выявленных опухолей.**

МР-признак	Злокачественные опухоли (n=19)	Доброкачественные опухоли (n=17)	p
<b>Максимальный размер образования (мм)*</b>	79,35±3,86	54,85±1,69	0,09
<b>Характеристики структуры образования:</b>			0,001
- солидная;	5 (26,3%)	11 (64,7%)	
- смешанная	14 (73,6%)	6 (35,3%)	
<b>Контуры образования:</b>			0,002
- четкие, ровные	4 (21%)	13 (76,5%)	
- нечеткие, неровные	15 (78,9%)	4 (23,5%)	
<b>Наличие асцита</b>	8 (42,1%)	-	0,025
<b>Наличие перитонеальных имплантов</b>	6 (31,6%)	-	0,03
<b>Наличие лимфаденопатии</b>	4 (21%)	-	0,058

\* наибольшее измерение по длинной оси образования

описанных выше. При использовании нативно-го исследования, перфузионных и диффузионных последовательностей (табл. №3).

Протонная МР-спектроскопия была выполнена до и после проведения внутривенного динамического контрастирования. Согласно результатам исследования, количество ошибочных (ложноотрицательных (ЛО) и ложноположительных (ЛП)) результатов во второй группе исследований было ниже (ЛО: 2 и 3 соответственно; ЛП: 1 и 2 соответственно), при этом основные характеристики спектра существенно не отличались, что свидетельствовало об отсутствии значимого влияния введения КП на характеристики метаболитов при облегчении оптимального позиционирования вокселя в наиболее однородную зону солидного компонента опухоли.

Повышение концентрации холина (четкий пик) в ЗНОЯ были получены во всех (100%) и в 12/14 доброкачественных опухолях (85,7%). Четкий пик креатина отмечен в 13/15 злокачественных (86,7%) и 10/14 доброкачественных опухолях (71,4%) соответственно (рис. 3 а – г).

Средние показатели соотношения холин/креатин были  $6,51 \pm 0,78$  в солидном ком-

поненте доброкачественных опухолей по сравнению с  $9,16 \pm 0,74$  в злокачественных опухолях яичников, при этом данные различия были статистически достоверными ( $p = 0,001$ ) (рис. 4 а – г).

Результаты проведенного нами исследования согласуются с работой Ма и соавт. (2015 г.), в которой оценивали спектры, полученные при анализе изолированно солидных опухолей, были проанализированы пики холина, N-ацетиласпартата, лактата и жира, а также их соотношения; и Stanwell и соавт. (2008 г.), продемонстрировав более высокие показатели отношения холин/креатин у злокачественных образований яичников [10]. Согласно представленным в работе результатам, интегральный коэффициент холин/креатин в ЗНО яичника больше 3,09, в то время как в доброкачественных опухолях пик либо отсутствует, либо интегральный коэффициент холин/креатин меньше 1,15. Lee и соавт. (2009 г.) обнаружили, что использование в качестве критерия порогового значения соотношения холин/креатин равного 2 позволяет с точностью дифференцировать доброкачественные и злокачественные опухоли яичников [6]. Более низкие показатели в двух

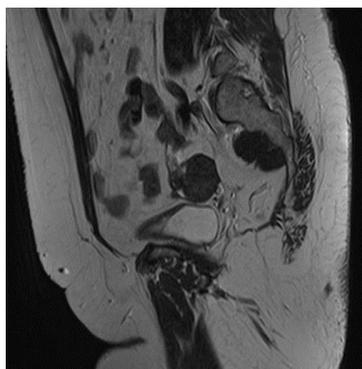


Рис. 3 а (Fig. 3 a)

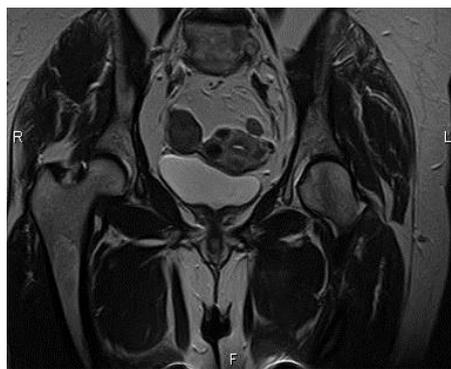


Рис. 3 б (Fig. 3 b)



Рис. 3 в (Fig. 3 с)

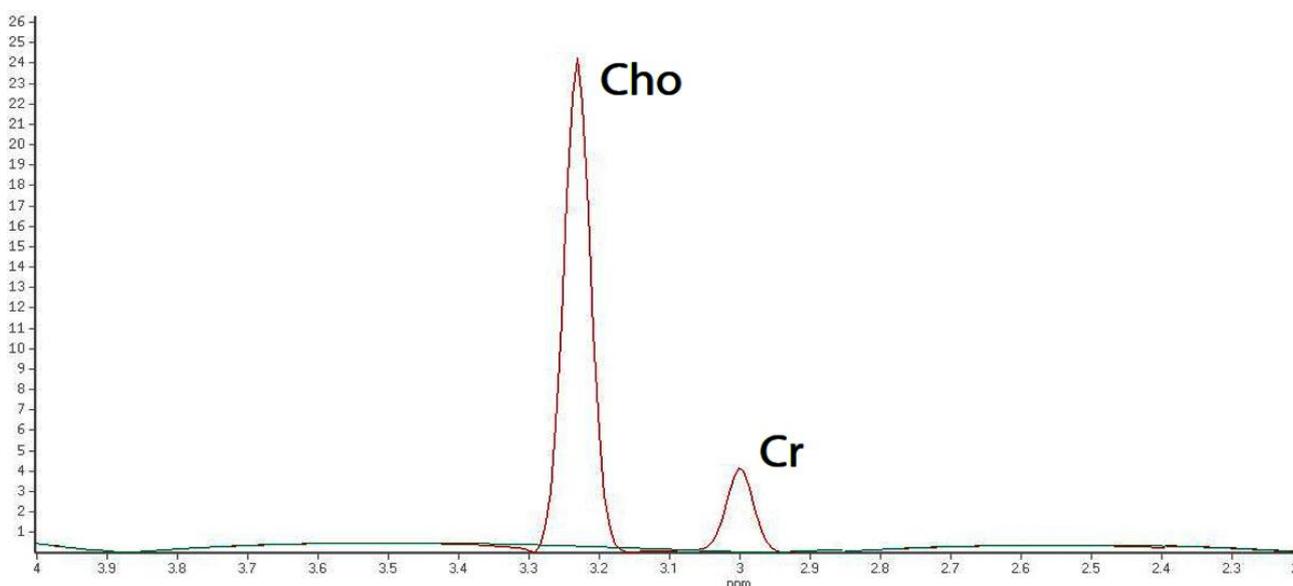


Рис. 3 г (Fig. 3 d)

**Рис. 3. МРТ малого таза.**

Пациентка X., 54 года. Фиброма правого яичника.

а - T2-ВИ в сагиттальной плоскости.

б - T2-ВИ в корональной плоскости.

в - Постконтрастное T1-ВИ с подавлением сигнала от жира в аксиальной проекции.

г - МР-спектроскопия. Cho – пик холина, Cr – пик креатина. Отношение Cho/Cr равно 5,7.

**Fig. 3. Pelvic MRI.**

54-year-old patient with right ovarian fibrothecoma.

a - Coronal T2-weighted image shows isointense solid mass.

b - Sagittal T2-weighted image shows isointense solid mass.

c - Postcontrast axial T1-FS with intermediate tumor enhancement.

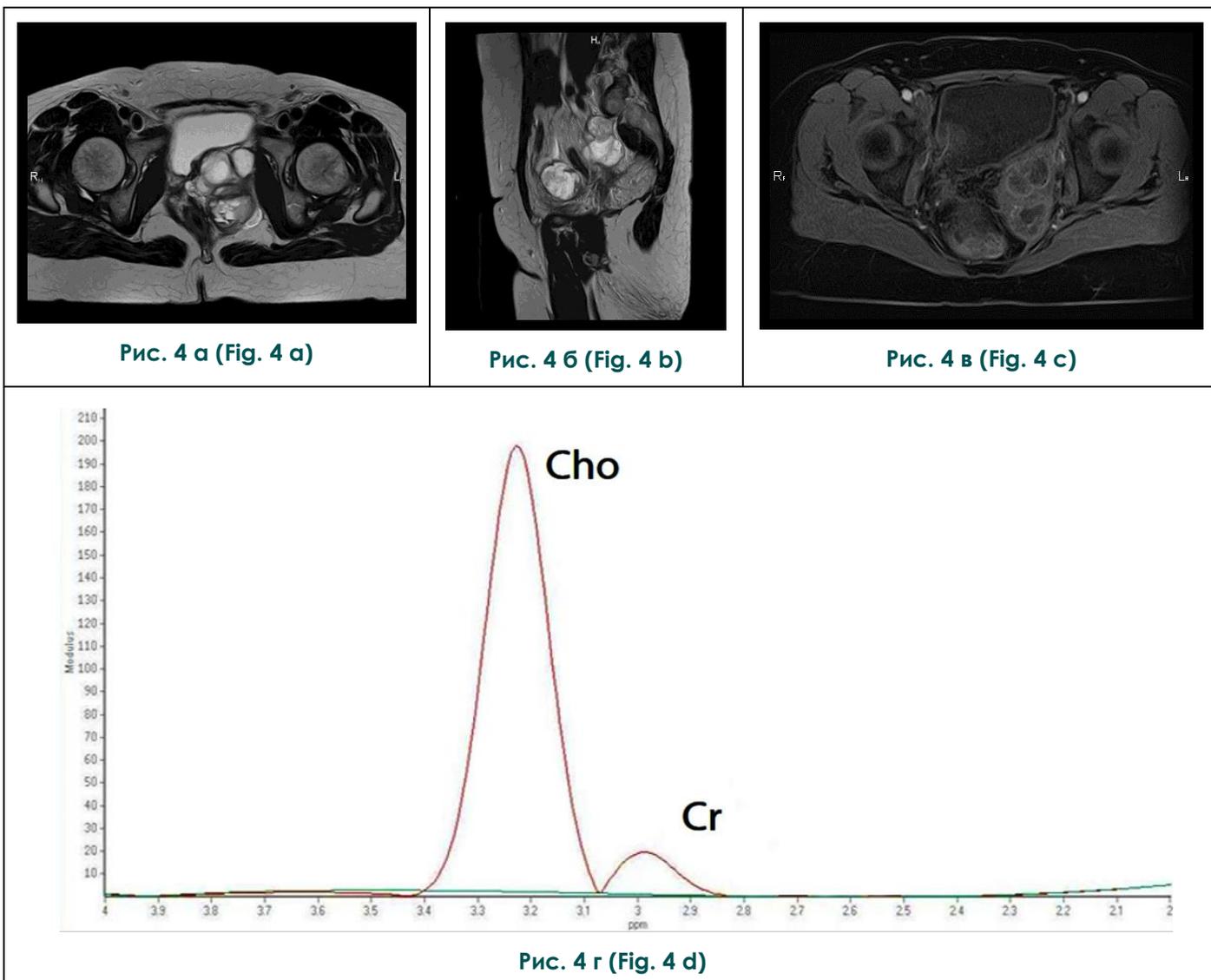
d - MR-spectroscopy shows clear prominent choline and creatine peaks with choline-to-creatinine ratio of 5,7.

вышеуказанных работах, вероятно, связаны с включением части кистозного компонента при позиционировании вокселя.

Резонансные пики НАА в 80,6% опухолей (13 доброкачественных, 16 злокачественных), липидные пики определялись в 47,6% наблюде-

ний (6 доброкачественных, 9 злокачественных), четкий пик лактата визуализировался только в 1 наблюдении (2,8%).

Статистически значимых различий в площадях под кривой пиков НАА, а также по соотношениям НАА/креатин ( $p = 0,42$ ) в исследова-



**Рис. 4. МРТ малого таза.**

Пациентка М., 61 год. Эндометриоидная карцинома правого яичника.

а - T2-ВИ в аксиальной плоскости.

б - T2-ВИ в сагиттальной плоскости.

в - Постконтрастное T1-ВИ с подавлением сигнала от жира в аксиальной проекции.

г - МР-спектроскопия. Cho – пик холина, Cr – пик креатина. Отношение Cho/Cr равно 11,8.

**Fig. 4. Pelvic MRI.**

61-year-old patient with right ovarian endometrioid carcinoma.

a - Sagittal T2-weighted image shows isointense solid mass.

b - Axial T2-weighted image shows isointense solid mass.

c - Postcontrast axial T1-FS with irregular marked solid tumor component enhancement.

d - MR-spectroscopy shows extremely prominent choline peak, creatine peak with choline-to-creatinine ratio of 11,8.

нии получено не было. Полученные данные коррелируют с результатами исследований Ма и соавт. (2015) и Stanwell и соавт. (2008), в которых при наличии незначительных вариаций в

площадях под кривой статистически значимых различий выявлено не было [6, 10].

По результатам работы Cho и соавт. (2002) в злокачественных опухолях яичников и добро-

качественных тератомах на 1,3 ppm выявлен проминентный липидный пик, отсутствующий у доброкачественных эпителиальных опухолей; в нашем исследовании было принято решение об исключении доброкачественных опухолей герминогенной природы (тератом) из оценки, ввиду наличия жира в структуре опухоли и возможного влияния на средние показатели в подгруппе, с учетом широких возможностей проведения дифференциальной диагностики данного гистологического типа при нативном исследовании с использованием режимов жироподавления (FatSat) [7, 11-13].

В исследовании Takeuchi и соав. (2012) были получены данные о 100% чувствительности и 92% специфичности липидных пиков в диагностике фибром и фибропектом яичника [8]. Мы не получили достоверных различий размеров липидных пиков в доброкачественных опухолях и ЗНО яичника. Средние показатели соотношения липидного пика/креатину, по нашим результатам, составили  $8,35 \pm 2,6$  и  $7,2 \pm 1,5$  в злокачественных и доброкачественных опухолях соответственно, при этом разница не является статистически значимой (липидный пик/креатин ( $p = 0.16$ )).

Использование МРС в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей яичников с применением соотношения холин/креатин по результатам анализа ROC-кривых показал уровень отсечки в 7,95 (площадь под кривой 0,976 с показателями чувствительности МРТ до 91,3%, специфичность – 95,7%, точность – 92,9% соответственно).

Основными ограничениями использова-

ния методики являются сложности позиционирования вокселя в условиях необходимости соблюдения минимального его размера не менее 1 см. При этом для получения информативного спектра с незначительным количеством «шума» необходимо выделять максимально однородную зону, что при небольших размерах опухолей представляет значительные сложности.

#### Выводы.

1. Согласно полученным данным, спектральные характеристики доброкачественных и злокачественных опухолей яичников, имеющих солидный компонент, по результатам одновоксельной протонной МРС достоверно различаются. Соотношение размеров пиков холина к креатину является наиболее информативным спектральным параметром в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей яичников.

2. Согласно полученным результатам, МР-спектроскопия обладает большей информативностью при проведении после введение контрастного вещества в связи с возможностью более качественного позиционирования вокселя.

3. Основные диагностические ограничения МР-спектроскопии отмечены, если размер вокселя превышал размеры солидного компонента в связи с захватом неоднородной части образования/окружающих тканей.

#### Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

#### Список литературы:

- Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2013г (заболеваемость и смертность). М., МНИОИ им. П.А. Герцена. 2015. 250 с.
- Солопова А.Е., Чащин А.А., Солопова А.Г., Макацария А.Д. Эпителиальный рак яичников. Клиническая лекция. Акушерство, гинекология и репродукция. 2016; 10 (3): 52-64.
- Forstner R., Thomassin-Naggara I., Cunha T.M., Kinkel K., Masselli G., Kubik-Huch R., Spencer J.A., Rockall A. ESUR recommendations for MR imaging of the sonographically indeterminate adnexal mass: an update. *Eur Radiol* (2016). doi: 10.1007/s00330-016-4600-3.
- Солопова А.Е., Терновой С.К., Макацария А.Д., Гуров С.Н. Возможности диффузионно-взвешенных последовательностей магнитно-резонансного исследования в оценке эффективности неoadъювантной химиотерапии больных раком яичников. *REJR*. 2016; 6 (4): 68-80. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-68-80.
- Alt C.D., Brocker K.A., Eichbaum M., Sohn C., Arnegger F.U., Kauczor H.U., Hallscheidt P. Imaging of female pelvic malignancies regarding MRI, CT, and PET/CT: Part 2. *Strahlenther Onkol*. 2011; 187 (11): 705-14.
- Ma F.H., Qiang J.W., Cai S.Q., Zhao S.H., Zhang G.F., Rao Y.M. MR Spectroscopy for Differentiating Benign From Malignant Solid Adnexal Tumors. *AJR Am J Roentgenol*. 2015; 204 (6): W724-30. doi: 10.2214/AJR.14.13391. PubMed PMID: 26001263.
- Cho S.W., Cho S.G., Lee J.H. et al. In-vivo proton magnetic resonance spectroscopy in adnexal lesions. *Korean J Radiol*. 2002; 3: 105-112.
- Takeuchi M., Matsuzaki K., Harada M. Preliminary observations and diagnostic value of lipid peak in ovarian thecomas/fibrothecomas using in vivo proton MR spectroscopy at 3T. *J Magn Reson Imaging*. 2012; 36: 907-911.
- Kolwijck E., Engelke U.F., van der Graaf M., et al. N-acetyl resonances in in vivo and in vitro NMR spectroscopy of cystic ovarian tumors. *NMR Biomed* 2009; 22: 1093-1099.
- Stanwell P., Russell P., Carter J, Pather S., Heintze S., Mountford C. Evaluation of ovarian tumors by proton magnetic resonance spectroscopy at three Tesla. *Invest Radiol*. 2008; 43: 745-751.
- Bell D.J., Pannu H.K. Radiological assessment of gynecolog-

ic malignancies. *Obstet Gynecol Clin North Am.* 2011; 38 (1): 45-68.

12. Forstner R., Sala E., Kinkel K., Spencer J.A. *ESUR guidelines: ovarian cancer staging and follow-up.* *Eur Radiol.* 2010;

20 (12): 2773-80.

13. *ESUR guidelines: ovarian cancer staging and follow-up.* *Eur Radiol.* 2010; 20 (12): 2773-80.

### References:

1. Kaprin A.D., Starinskiy V.V., Petrova G.V. *Malignant tumors in Russia in 2013 (morbidity and mortality).* M., P.Herzen Moscow Oncology Research Institute, 2015. 250 p. (in Russian).

2. Solopova A.E., Chashchin A. A., Solopova A. G., Makatsariya A.D. *Epithelial ovarian cancer. Clinical lecture. Obstetrics, gynaecology and reproductology.* 2016; 10 (3): 52-64 (in Russian).

3. Forstner R., Thomassin-Naggara I., Cunha T.M., Kinkel K., Masselli G., Kubik-Huch R., Spencer J.A., Rockall A. *ESUR recommendations for MR imaging of the sonographically indeterminate adnexal mass: an update.* *Eur Radiol* (2016). doi: 10.1007/s00330-016-4600-3.

4. Solopova A.E., Ternovoy S.K., Makatsariya A. D., Gurov S.N. *Diffusion weighted magnetic resonance imaging in ovarian cancer neoadjuvant chemotherapy response evaluation.* *REJR.* 2016; 6 (4): 68-80. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-68-80 (in Russian).

5. Alt C.D., Brocker K.A., Eichbaum M., Sohn C., Arnegger F.U., Kauczor H.U., Hallscheidt P. *Imaging of female pelvic malignancies regarding MRI, CT, and PET/CT: Part 2.* *Strahlenther Onkol.* 2011; 187 (11): 705-14.

6. Ma F.H., Qiang J.W., Cai S.Q., Zhao S.H., Zhang G.F., Rao Y.M. *MR Spectroscopy for Differentiating Benign From Malignant Solid Adnexal Tumors.* *AJR Am J Roentgenol.* 2015; 204 (6): W724-30. doi: 10.2214/AJR.14.13391. PubMed PMID:

26001263.

7. Cho S.W., Cho S.G., Lee J.H. et al. *In-vivo proton magnetic resonance spectroscopy in adnexal lesions.* *Korean J Radiol.* 2002; 3: 105-112.

8. Takeuchi M., Matsuzaki K., Harada M. *Preliminary observations and diagnostic value of lipid peak in ovarian thecomas/fibrothecomas using in vivo proton MR spectroscopy at 3T.* *J Magn Reson Imaging.* 2012; 36: 907-911.

9. Kolwijck E., Engelke U.F., van der Graaf M., et al. *N-acetyl resonances in in vivo and in vitro NMR spectroscopy of cystic ovarian tumors.* *NMRBiomed* 2009; 22: 1093-1099.

10. Stanwell P., Russell P., Carter J, Pather S., Heintze S., Mountford C. *Evaluation of ovarian tumors by proton magnetic resonance spectroscopy at three Tesla.* *Invest Radiol.* 2008; 43: 745-751.

11. Bell D.J., Pannu H.K. *Radiological assessment of gynecologic malignancies.* *Obstet Gynecol Clin North Am.* 2011; 38 (1): 45-68.

12. Forstner R., Sala E., Kinkel K., Spencer J.A. *ESUR guidelines: ovarian cancer staging and follow-up.* *Eur Radiol.* 2010; 20 (12): 2773-80.

13. *ESUR guidelines: ovarian cancer staging and follow-up.* *Eur Radiol.* 2010; 20 (12): 2773-80.

## МЕТОДИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ПЛОСКОСТОПИЯ ВЗРОСЛЫХ

Терновой С.К., Серова Н.С., Беляев А.С., Бобров Д.С., Терновой К.С.

**Цель исследования.** Разработать методику функциональной мультиспиральной компьютерной томографии (фМСКТ) голеностопного сустава и стопы для оценки изменения взаимоотношения костей мелких суставов стопы при плоскостопии взрослых.

ФГАОУ ВО  
Первый МГМУ  
им. И.М. Сеченова  
Минздрава России  
(Сеченовский  
Университет)  
г. Москва, Россия.

**Материалы и методы.** В исследование включено 38 пациентов (76 стоп) с болевым синдромом в положении статической опоры на стопы. Испытуемым выполнялось исследование голеностопного сустава и стопы с нагрузкой в положении лежа на спине в мультиспиральном компьютерном томографе Aquilion ONE 640 (Toshiba). После выполнения исследования проводились оценка и измерение смещения костей стопы.

**Результаты.** Разработанный способ фМСКТ, используемый для диагностики плоскостопия взрослых, позволяет повысить точность и информативность диагностики, в отличие от классического метода – рентгенографии с нагрузкой, использование которого позволяет осуществить оценку только высоты свода стопы и не обеспечивает возможности оценки изменений в таранно-пяточно-ладьевидном суставе, а также детальной оценки взаимоотношений плюсневых костей, диагностики молоточкообразной деформации межфаланговых суставов. Данная методика разработана и внедрена впервые. Оформлена заявка на изобретение № 2016123715 от 15 июня 2016 г. «Способ мультиспиральной компьютерно-томографической диагностики заболеваний голеностопного сустава и стопы».

**Выводы.** фМСКТ стопы и голеностопного сустава - перспективный неинвазивный метод, предназначенный для определения степени изменений в суставах стопы при приобретенном плоскостопии. Методика позволяет наиболее точно и детально диагностировать различные сочетания патологических изменений при приобретенном плоскостопии взрослых, что дает возможность корректно определять тактику лечения и объем хирургического вмешательства при данной патологии.

Ключевые слова: приобретенное плоскостопие, компьютерная томография стопы с нагрузкой, плоскостопие взрослых.

Контактный автор: Беляев А.С., as-belyaev@inbox.ru

Для цитирования: Терновой С.К., Серова Н.С., Беляев А.С., Бобров Д.С., Терновой К.С. Методика функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике плоскостопия взрослых. *REJR*. 2017; 7 (1):94-100. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-94-100.

Статья получена: 20.01.2017

Статья принята: 28.02.2017

## METHODOLOGY OF FUNCTIONAL MULTISPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF ADULT FLATFOOT

Ternovoy S.K., Serova N.S., Belyaev A.S., Bobrov D.S., Ternovoy K.S.

**Purpose.** To develop a methodology of functional multispiral computed tomography (fMSCT) of the foot and ankle to assess changing relationship of the bones of the foot small joints in adults flat feet.

I.M. Sechenov First  
Moscow State Medical  
University.  
Moscow, Russia.

**Materials and methods.** The study included 38 patients (76 feet) with pain in the position of foot static support. The research of the ankle and foot was performed with load in the supine position using multispiral computed tomography Aquilion ONE 640 Toshiba. After the study displacement of the foot bones were analyzed and measured.

**Results.** The developed fMSCT methodology used for the diagnosis of flatfoot in adults, improves the accuracy and informativeness of diagnosis, in contrast to the classical load X-ray method, which allows to evaluate only the height of the foot arch and do not provide change's estimation of talus-calcaneal-navicular joint, as well as a detailed assessment of the relationship of the metatarsal bones, diagnostics of hummer interphalangeal joints deformation. This method was developed and implemented for the first time ever. A patent application № 2016123715 dated 15 June 2016 "Method of multispiral computed tomography of foot and ankle diseases" is submitted.

**Conclusions.** fMSCT of the foot and ankle is a promising non-invasive method designed to determine the extent of changes in the foot joints with acquired flatfoot. The method allows the most accurate and detailed diagnostics of different combinations of pathological changes in acquired flatfoot in adults that gives an opportunity to correctly define the treatment tactics and the volume of surgical intervention within this pathology.

Keywords: acquired flat foot, CT scan of the foot with load, flat feet in adults.

Corresponding author: Belyaev A.S., as-belyaev@inbox.ru

For citation: Ternovoy S. K., Serova N.S., Belyaev A.S., Bobrov D. S., Ternovoy K. S. Methodology of functional multispiral computed tomography in the diagnosis of adult flat-foot. *REJR*. 2017; 7 (1):94-100. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-94-100.

Received: 20.01.2017

Accepted: 28.02.2017

**З**аболевания голеностопного сустава и стопы занимают по частоте одно из первых мест и составляют 25-30% от общего количества пациентов с патологией опорно-двигательной системы. Любое нарушение функций стопы, независимо от этиологии и патогенеза, приводит к нарушению функции опоры, походки, устойчивости, требует дополнительных средств опоры, использования ортопедической обуви [1].

Плоская стопа (*pes planus*) характеризуется уменьшением сводов стопы различной степени, вплоть до полного исчезновения. Анализ результатов обследования большой группы людей показал, что плоскостопие выявляют у 10% детей и 16,4% взрослых. Чаще всего (63,3%) встречаются поперечное плоскостопие в сочета-

нии с отведением 1 пальца стопы кнаружи [1].

Плоскостопие – полиэтиологическое заболевание, развивается в результате воздействия одновременно нескольких факторов. Статическое плоскостопие следует рассматривать как результат патологических изменений трех основных составляющих системы (мышечной, соединительно-тканной, костной) вследствие различных причин.

Первоначально известное как дисфункция задней большеберцовой мышцы у взрослых, это заболевание охватывает широкий диапазон деформаций. Деформации отличаются по тяжести и скорости прогрессирования. Постановка диагноза как можно раньше является одним из самых важных факторов в лечении. Ранее агрессивное нехирургическое лечение имеет

важное значение, но пациент должен серьезно рассмотреть возможность хирургической коррекции, чтобы избежать ухудшения. При всех четырех стадиях заболевания, целью операции является восстановление нормальной анатомии и функции стопы [2].

Вальгусная девиация заднего отдела стопы приводит к снижению продольного свода, при этом таранная кость разворачивается головкой круто вниз, в сторону подошвы, и свод уплощается, еще больше усугубляя вальгусную деформацию. При выраженной плоской стопе ладьевидная кость смещается латерально относительно головки таранной кости, находясь в состоянии подвывиха. Плоскостопие и вальгус заднего отдела стопы рассматривают как нераздельный компонент этой патологии. Так при плоскостопии рессорная функция стопы ослабляется, что увеличивает ударные нагрузки на коленные и тазобедренные суставы. Это приводит к быстрой утомляемости человека, сопровождается болевыми ощущениями в разных частях тела, расположенных далеко от стопы [3].

До появления высокоинформативных неинвазивных методов исследования, таких как компьютерная томография и магнитно-резонансная томография, диагностика плоскостопия и вальгусной деформации стоп проводилась при помощи стандартной рентгенографии стоп с нагрузкой, в двух проекциях [4]. При выполнении МСКТ и МРТ диагностика данной патологии стала более точной, однако при подобных исследованиях нет возможности судить непосредственно о степени нарушения взаимного расположения костей стопы при приобретенных деформациях, так как у данной группы пациентов изменения взаимоотношения костей и связанный с ними болевой синдром возникают только в положении вертикальной нагрузки на стопу [5].

На данный момент существует также огромное количество возможных измерений, производимых на боковых и прямых рентгенограммах стопы для определения степени деформации в разных суставах [6].

Среди прочих методов исследования выделяется и магнитно-резонансная томография, которая служит, прежде всего, для морфофункциональной оценки задней большеберцовой мышцы [7].

В последние годы в литературе стали появляться научные статьи, описывающие методику компьютерной томографии с нагрузочными пробами [8, 9].

Большой объем необходимой диагностической информации определяет сложность оперативного вмешательства при данной патологии, т.к. плоскостопие является заболеванием с комплексными деформациями в различных суставах стопы [6].

Для решения данной проблемы на базе Российско-японского научно-образовательного центра был разработан метод диагностики приобретенного плоскостопия взрослых при помощи фМСКТ.

#### **Цель.**

Разработать методику фМСКТ голеностопного сустава и стопы для оценки степени изменений в мелких суставах стопы при приобретенном плоскостопии взрослых.

#### **Материалы и методы.**

Для отработки методики было обследовано 38 пациентов (76 стоп) с болевым синдромом при вертикальном положении на мультиспиральном компьютерном томографе Aquilion ONE 640 (Toshiba) разработанным способом.

А. Томографирование проводят по протоколу Ankle/Foot volume:

Б. Томографирование проводят по протоколу Ankle/Foot helical:

С целью диагностики приобретенного плоскостопия и определения тактики лечения применялись следующие клинико-инструментальные методы:

- клинический метод (уточнение жалоб, сбор анамнеза, осмотр, оценка ортопедического статуса и т. д.);

- функциональная мультиспиральная компьютерная томография;

Клиническое обследование.

Клинический осмотр включал в себя сбор анамнеза (системные заболевания, травмы), уточнение локализации и выраженности болевого синдрома, определение угловых деформаций осей нагрузки (стопа, голень), определение эластичности деформации (тест Хубсчера-Джека, мануальная коррекция положения), оценку коррекции вальгусного положения задних отделов стоп при отрыве пяток (выраженное нарушение функции ЗББМ/ригидная деформация), обратный тест Колемана.

При проведении фМСКТ стоп с нагрузкой диагностический поиск сводился к выявлению нарушения взаимоотношения в таранно-пяточно-ладьевидных суставах, отклонению угла пяточной кости, наличия таранно-малоберцового импиджмента.

Разработанная на базе Российско-

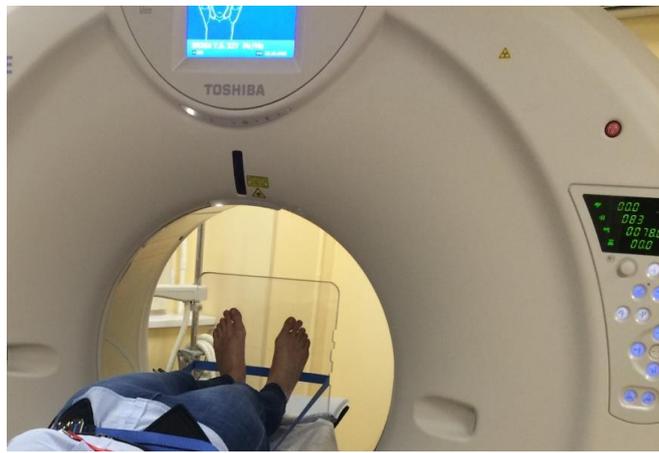


Рис. 1 (Fig. 1)

**Рис. 1. Фото.**

Укладка пациента при выполнении фМСКТ стоп с нагрузкой.

**Fig. 1. Photo.**

Patient's position during fMSCT examination of foot and ankle with the load.

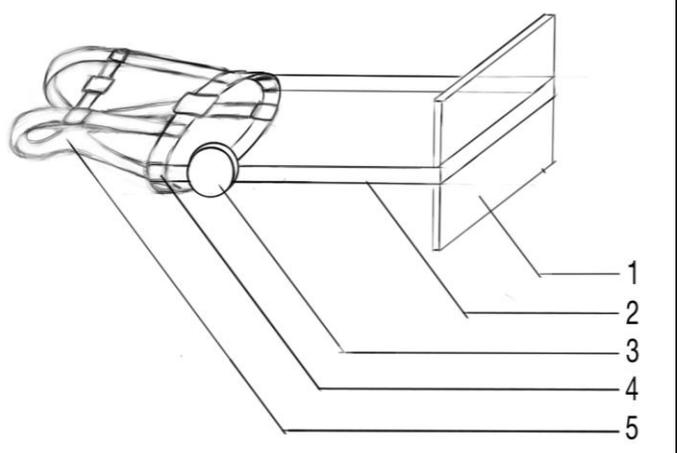


Рис. 2 (Fig. 2)

**Рис. 2. Схема устройства для выполнения фМСКТ стоп с нагрузкой.**

1 - опорная площадка, 2 - ремни для соединения жилета и опорной площадки, 3 - тензодатчик (динамометр), 4 - пояс, 5 - фиксирующий жилет.

**Fig. 2. Special device for fMSCT of foot and ankle with the load.**

1 - support platform, 2 - belts for connecting the waistcoat and support platform, 3 - dynamometer, 4 - belt, 5 - fixing vest.

японского центра визуализации методика заключается в следующем:

перед укладкой на стол томографа пациенту надевают жилет с поясом, фиксирующимся на плечи и тазовые кости и осуществляют опору стоп о специальную площадку (Рис.1). Пациента укладывают на стол томографа в положении лежа на спине, ногами в сторону апертуры гентри. Подошвы обеих стоп устанавливают на специальное приспособление таким образом, чтобы создать равномерную осевую нагрузку на обе стопы (вес пациента) (Рис. 2).

Для разметки области исследования выполняют топограмму. Томографирование начинают на 4-5 см выше голеностопного сустава и заканчивают на уровне нижней поверхности специального приспособления для опоры.

Исследование проводилось по специально разработанному протоколу (табл.1/табл.2). После выполнения топограмм в сагиттальной и фронтальной проекциях проводят серию срезов в аксиальной проекции. При этом пациент испытывает аксиальную нагрузку на поверхность стопы с силой, пропорциональной массе собственного тела (определяется с помощью тензодатчика- динамометра и весоизмерительного преобразователя.

После получения срезов в аксиальной про-

екции (Рис. 3 а) выполняют мультипланарную реконструкцию (МПР), с преимущественной оценкой стопы в сагиттальной (Рис. 3 б) проекции. Отдельное внимание уделяется построению косо́й проекции для оценки патологического смещения ладьевидной кости в таранно-пяточно-ладьевидном суставе, построение которой происходит на сагиттальной МПР, верхняя точка оси проходит через задний край дистального эпифиза большеберцовой кости, нижняя точка оси проходит через середину ладьевидной кости (Рис. 3 в).

Оценка взаимного расположения костей стопы также проводилось на 3D-реконструкциях стопы, что упрощалось с помощью имитации вертикальной нагрузки и, соответственно, расположение костей максимально приближено к физиологическому, возникающему при нагрузке на стопы (Рис. 3 г).

Проведенное исследование позволяет выявить ряд значительных преимуществ фМСКТ по сравнению с классической рентгенографией с нагрузкой, а именно:

- позволяет в полной мере оценить взаимное расположение голеностопного сустава и суставов стопы при нагрузке индивидуально в зависимости от веса пациента
- дает возможность оценить подвывихи и

Таблица № 1. Протокол МСКТ Ankle/Foot volume.

Протокол МСКТ стопы с нагрузочной пробой	
Режим томографирования	Объемный
Толщина среза	0,5 мм
Угол наклона гентри	0 гр.
Зона исследования	160 мм
Напряжение	120 кВ
Сила тока	150 мА
Время одного оборота рентгеновской трубки	0,5 с
Время исследования	0,5 с
Тип реконструкции	Костный/мягкотканый

Таблица № 2. Протокол МСКТ Ankle/Foot helical.

Протокол МСКТ стопы с нагрузочной пробой	
Режим томографирования	Спиральный
Толщина среза	0,5 мм
Угол наклона гентри	0 гр.
Зона исследования	до 500 мм
Напряжение	120 кВ
Сила тока	100 мА
Время одного оборота рентгеновской трубки	0,5 с
Время исследования	4,2 с
Тип реконструкции	Костный/мягкотканый

вывихи в дистальных межфаланговых суставах в момент опоры,

- позволяет построить достоверную косую мультипланарную реконструкцию для оценки степени подвывиха в таранно-пяточно-ладьевидном суставе (для определения степени изменений в крупных суставах стопы при плоскостопии, плоско-вальгусной деформации стопы, полой стопе)

- не требует использования дополнительных грузов

- позволяет точно количественно оценить исследуемые параметры

Наличие осевой нагрузки на стопу при компьютерной томографии также позволяет значительно повысить эффективность исследования, в отличие от диагностики без нагрузки.

В результате, после проведения фМСКТ с опорой на стопу, были получены наиболее точные данные о взаиморасположении костей в голеностопном суставе и в стопе, а также повысилась точность полученных данных о пространственном взаиморасположении плюсневых костей и фаланг пальцев стоп, а также в таранно-пяточно-ладьевидном суставе.

*Пример.*

Пациентка П. Направляющий диагноз:

Плоско-вальгусная деформация обеих стоп. Вальгусная деформация 1 пальца правой стопы.

Для уточнения диагноза в рамках предоперационной подготовки пациентке была проведена мультиспиральная компьютерная томография стоп с нагрузочной пробой. Исследование проводили на 640-спиральном компьютерном томографе AquilionOne фирмы Toshiba в спиральном режиме с толщиной среза 0,5 мм.

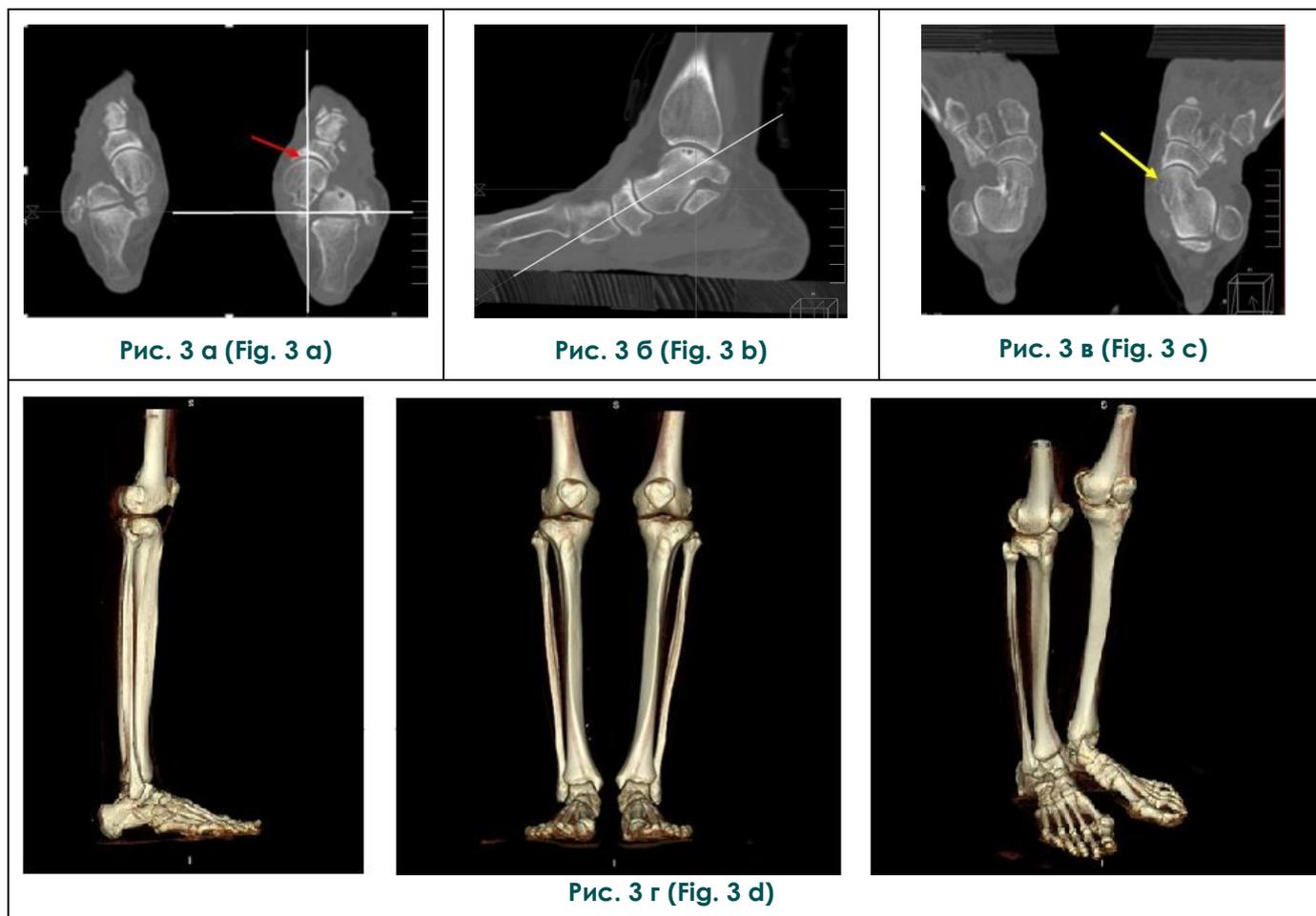
Для объективной оценки динамики состояния стоп нами использовались следующие рентгенометрические параметры: M1P1, M1M2, P1P2, M1M5, M4M5, M5P1, DASA, PASA.

M1P1 — угол вальгусного отклонения I пальца стопы — образован пересечением осей I плюсневой кости и проксимальной фаланги I пальца.

M1M2 — межплюсневый угол — образован продольными осями I и II плюсневых костей. Увеличение данного угла вызывает состояние, называемое metatarsus primus adductus.

P1P2 — угол межфаланговой вальгусной деформации I пальца — это угол между осями проксимальной и дистальной фаланг I пальца

M4M5 — угол варусного отклонения пятой плюсневой кости — образован осями IV и V



**Рис. 3.** МСКТ. Аксиальная реконструкция (а), сагиттальная с разметкой для построения мультипланарной реконструкции (б), косая мультипланарная реконструкция, построенная по данной методике (в), 3D – реконструкции (г).

Определяется смещение ладьевидной кости относительно таранной в левом таранно-пяточно-ладьевидном суставе (указано красной стрелкой), а также патологическое смещение головки таранной кости в таранно-пяточно-ладьевидном суставе (указано желтой стрелкой).

**Fig. 3.** MSCT. Axial reconstruction (a), sagittal with scheme for the multiplanar reconstruction (b), oblique multiplanar reconstruction, based on current method (c), 3D-reconstruction (d).

Displacement of the navicular bone of the left talus-calcaneal-navicular joint (red arrow), and a pathological displacement of talus head in talus-calcaneal-navicular joint (yellow arrow).

плюсневых костей.

M1M5 — угол открытия переднего отдела стопы — угол между осями I и V плюсневых костей, характеризующий степень распластанности переднего отдела стопы.

M5P1 — угол плюснефалангового варусного отклонения V пальца — образован осями V плюсневой кости и проксимальной фалангой V пальца. Увеличение данного угла соответствует состоянию quintus varus [11].

Расстояние между головкой 1 плюсневой кости и диафизом 2 плюсневой (перпендикуляр ко 2 плюсневой из центра головки 1 плюсневой кости) при нагрузке 15 мм, без нагрузки 9 мм.

Расстояние между отростком таранной кости и пяткой в области тарзального синуса

без нагрузки 6 мм, под нагрузкой 2 мм.

Межплюсневый угол (M1M2) без нагрузки 12 градусов, под нагрузкой – 21 градус.

Под нагрузкой 6 степень смещения сесамовидных костей по Hardy – Clapham, без нагрузочных проб – 3 степени [7,8,12]. Выявлена плосковальгусная деформация стопы со значительными морфологическими и функциональными нарушениями. Показана реконструктивная операция на стопе.

В отличие от известных методов мультиспиральная компьютерная томография с нагрузочной пробой позволяет в полном объеме оценивать состояние, взаимное расположение и степень деформации костей и суставов стоп.

**Заключение.**

Разработанный способ мультиспиральной компьютерной томографии заболеваний голеностопного сустава и стопы с нагрузочной пробой позволяет повысить точность диагностики за счет визуализации взаимоотношения структур, составляющих костно-суставной аппарат голеностопного сустава и стопы при наличии осевой нагрузки. Это дает возможность оперирующим травматологам-ортопедам более точно определять тактику и объем хирургического вмешательства при патологии голеностопного сустава и стопы.

**Список литературы:**

1. Миронов С.П., Котельников Г.П. Ортопедия: национальное руководство. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2008. 832 с.
2. Плосковальгусная деформация стоп. Клинические рекомендации. Минздрав Российской Федерации, Санкт-Петербург, 2013.
3. Задерей Ю.Н., Качер В.С., Гадыцкий А.В., Ковалько Н.Т., Роман Л.К., Василенко И.Н. Современные методы и средства диагностики статических деформаций стопы человека. Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2009; 2: 23-27.
4. Жоха К. К., Александрович В. А. Плоскостопие. Новости лучевой диагностики, 1998; 2: 12-13.
5. Park H., Hwang J. H., Seo w J. O., Kim H. W. The Relationship Between Accessory Navicular and Flat Foot: A Radiologic Study. *Pediatr Orthop.* 2015; 35 (7): 739-745.
6. Mendicino R. W., Catanzariti A. R., Peterson K. S. Adult acquired flatfoot: Nonoperative options. *Lower extremity review*, 2012.
7. Hardy R.H., Clapham J.C. Observations on hallux valgus based on a controlled series. *J Bone Joint Surg Br.* 1951; 33(3): 376-91.
8. Meehan R. E., Brage Mi. Adult acquired flatfoot

**References:**

1. Mironov S. P., Kotelnikov G. P. Orthopaedics: the national guide. Moscow, GEOTAR-Media, 2008. 832 p. (in Russian).
2. Planus pes deformity of the feet. Clinical guidelines. The Ministry Of Health Of The Russian Federation, Saint-Petersburg, 2013 (in Russian).
3. Zaderey Yu.N., Kacher V. S., Gadyatskaya A. V., Kovalko N. T., Roman L. K., Vasilenko I. N. Modern methods and means of diagnosis of static deformations of the foot of man. *East European journal of advanced technologies.* 2009; 2: 23-27 (in Russian).
4. Zhoha K. K., Alexandrovich V.L. News of beam diagnostics. 1998; 2: 12-13 (in Russian).
5. Park H., Hwang J. H., Seo w J. O., Kim H. W. The Relationship Between Accessory Navicular and Flat Foot: A Radiologic Study. *Pediatr Orthop.* 2015; 35 (7): 739-745.
6. Mendicino R. W., Catanzariti A. R., Peterson K. S. Adult acquired flatfoot: Nonoperative options. *Lower extremity review*, 2012.
7. Hardy R.H., Clapham J.C. Observations on hallux valgus based on a controlled series. *J Bone Joint Surg Br.* 1951; 33 (3): 376-91.
8. Meehan R. E., Brage Mi. Adult acquired flatfoot deformity: clinical and radiographic examination. *Foot and ankle clin N Am.* 2003; 8: 431-452.

Методика не ограничивается только диагностикой плосковальгусной деформации стоп, а также предполагает разработку различных вариантов диагностики других патологических состояний стопы и голеностопного сустава.

**Конфликт интересов и источник финансирования.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансирования данного исследования.

9. Терновой С.К., Серова Н.С., Абрамов А.С., Терновой К.С. Методика функциональной мультиспиральной компьютерной томографии шейного отдела позвоночника. *REJR.* 2016; 6 (4): 38-43. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-38-43
10. Kido M., Ikoma K., Hara Y., Imai K., Maki M., Ikeda T., Fujiwara Hi., Tokunaga D., Inoue N., Kuboa T. Load response of the medial longitudinal arch in patients with flat foot deformity: in vivo 3D study. *Clinical biomechanics.* 2013; 28: 568-573.
11. Кондрашова И.А., Кондрашов А.Н. Давлетова Н.А. Клинико-рентгенологические аспекты диагностики hallux valgus и поперечного плоскостопия. *Травма.* 2013; 4 (14).
12. Boberg J.S., Torgrude E., Poock J. Radiographic evaluation of the hallucal sesamoids. 12: 51-54.
13. Kann J.N., Myerson M.S. Intraoperative pathology of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Clin.* 1997; 2: 343-355.
14. Thomas J. L., Kunkel M. W., Lopez R., Sparks D. Radiographic Values of the Adult Foot in a Standardized Population. 2006; 45 (1): 3-12.

9. Ternovoy S.K., Serova N.S., Abramov A.S., Ternovoy K.S. Functional multislice computed tomography in the diagnosis of cervical spine vertebral-motor segment instability. *REJR.* 2016; 6 (4): 38-43. DOI:10.21569/2222-7415-2016-6-4-38-43.
10. Kido M., Ikoma K., Hara Y., Imai K., Maki M., Ikeda T., Fujiwara Hi., Tokunaga D., Inoue N., Kuboa T. Load response of the medial longitudinal arch in patients with flat foot deformity: in vivo 3D study. *Clinical biomechanics.* 2013; 28: 568-573.
11. Kondrashov I. A., Kondrashov A. N. Summary. Clinical-radiological aspects of diagnosis hallux valgus and transverse flatfoot. *Trauma.* 2013; 4 (14) (in Russian).
12. Boberg J.S., Torgrude E., Poock J. Radiographic evaluation of the hallucal sesamoids. 12: 51-54.
13. Kann J.N., Myerson M.S. Intraoperative pathology of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Clin.* 1997; 2: 343-355.
14. Thomas J. L., Kunkel M. W., Lopez R., Sparks D. Radiographic Values of the Adult Foot in a Standardized Population. 2006; 45 (1): 3-12.

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ИЗУЧЕНИИ ЦЕНТРОВ НЕЙРОНАЛЬНОЙ АКТИВАЦИИ В ОТВЕТ НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ СТРЕСС

Зашезова М.Х.<sup>1</sup>, Шария М.А.<sup>1</sup>, Устюжанин Д.В.<sup>1</sup>, Терновой С.К.<sup>1,2</sup>,  
Белькинд М.Б.<sup>1</sup>

Ф

ункциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) является важным исследовательским инструментом, который применяется для изучения локальных участков активности коры головного мозга в ответ на различные стимулы. В виду своего высокого пространственного разрешения, неинвазивности и отсутствия необходимости дополнительного контрастирования методика фМРТ довольно быстро получила широкое распространение в области неврологии. В последние годы фМРТ активно используется для исследования активации головного мозга во время процессов, связанных с познавательной и эмоциональной деятельностью. Определенные типы воздействия на человека (такие как боль, тактильное раздражение) вызывают реактивные изменения в вегетативной нервной системе, и могут быть использованы в качестве экспериментальных при изучении влияния стресса. ФМРТ с использованием экспериментальных моделей стрессовых ситуаций поможет обеспечить понимание механизмов влияния стресса. Информация о переводе психоэмоционального стресса в физиологические изменения имеет важное значение, так как открывает перспективы создания маркеров уязвимости и индивидуального лечения, а также способствует созданию новых стратегий и мероприятий, направленных на профилактику заболеваний.

1 - Институт клинической кардиологии им А.Л. Мясникова ФГБУ «Российского кардиологического научно-производственного комплекса» Минздрава России.  
2- ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).  
г. Москва, Россия.

Ключевые слова: функциональная магнитно-резонансная томография, нейроваскулярное взаимодействие, BOLD-контраст, психоэмоциональный стресс.

Контактный автор: Зашезова Марианна Хамидбиевна, maryann013@mail.ru

Для цитирования: Зашезова М.Х., Шария М.А., Устюжанин Д.В., Терновой С.К., Белькинд М.Б. Функциональная магнитно-резонансная томография в изучении центров нейрональной активации в ответ на психоэмоциональный стресс. REJR. 2017; 7 (1):101-107. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-101-107.

Статья получена: 09.02.2017      Статья принята: 27.02.2017

## FUNCTIONAL MRI SIGNAL CHANGES IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM IN RESPONSE TO PSYCHOEMOTIONAL STRESS

Zashezova M.Kh.<sup>1</sup>, Shariya M.A.<sup>1</sup>, Ustyuzhanin D.V.<sup>1</sup>, Ternovoy S.K.<sup>1,2</sup>, Belkind M.B.<sup>1</sup>

Functional magnetic resonance imaging (fMRI) is an important research tool, which is widely used to study the regional activity patterns of the cerebral cortex in response to a variety of tasks. fMRI procedure quickly became widespread in neurology because of its high spatial resolution, non-invasiveness and absence of contrast injection requirement. In recent years, fMRT is actively used to study the brain activation, associated with cognitive and emotional processing. Some types of tasks, typically evoking pain, anxiety, elicit reactive changes in autonomic nervous state that can be used as experimental challenges for studying stress. Functional imaging studies of experimental challenges provide insight into brain mechanisms mediating psychoemotional stress responses. The information on the transfer of psychoemotional stress to physiological changes is important, as it opens up prospects for creating vulnerability markers and individual treatment, and promotes the creation of new strategies and activities aimed at preventing diseases.

1 - Federal establishment "Cardiology research center" Ministry of Health of Russian Federation.  
2 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Moscow, Russia.

Keywords: functional magnetic resonance imaging, neurovascular interaction, BOLD-contrast, psychoemotional stress.

Corresponding author: Zashezova M.Kh., [maryann013@mail.ru](mailto:maryann013@mail.ru).

For citation: Zashezova M.Kh., Shariya M.A., Ustyuzhanin D.V., Ternovoy S.K., Belkind M.B. Functional mri signal changes in the central nervous system in re-sponse to psychoemotional stress. REJR. 2017; 7 (1):101-107. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-101-107.

Received: 09.02.2017 Accepted: 27.02.2017

**П**сихоэмоциональный стресс является фактором риска ряда заболеваний, занимающих ведущую роль в структуре заболеваемости и смертности в настоящее время [1, 2]. Кроме того, эмоциональные нарушения встречаются у многих пациентов, перенесших инфаркт миокарда или ишемический инсульт [3, 4]. Стандартные методы лучевой диагностики не позволяют визуализировать влияние стресса на головной мозг [5]. Новые возможности для изучения головного мозга в ответ на стрессовое воздействие предоставляет функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ).

ФМРТ представляет собой разновидность магнитно-резонансной томографии, которая визуализирует зоны нейрональной активации в ответ на предъявляемые стимулы. При этом фМРТ не позволяет напрямую увидеть электрическую активацию нейронов, а осуществляет это косвенно, через локальное изменение кровотока. В основе метода лежат два основных понятия: нейроваскулярное взаимодействие и BOLD-контраст.

#### **История открытия и основные принципы фМРТ.**

Взаимосвязь между нейрональной активацией и региональным кровотоком впервые обнаружил в 1881 г. итальянский физиолог Angelo Mosso, а к 1890 году Чарльз Рой и Чарльз Шеррингтон экспериментально доказали изменение локального кровотока в ответ на активацию близлежащих нейронов [5, 6]. В результате проведенных работ выяснилось, что существует сложная последовательность взаимосвязанных реакций, которые протекают в нейронах, окружающей глии и эндотелии стенки сосудов, которые обуславливают потребность активированных нейронов в большем количестве кислорода и питательных веществ. Эти изменения гемодинамики используются в современной фМРТ для оценки нейрональной активации. Возможным это стало благодаря другому научному открытию.

В 1990 г. Ogawa с соавт. обнаружили, что изменения уровня насыщенности крови кислородом ведут к изменениям контрастности на

МР-изображениях у животных [7, 8]. В основе этого феномена лежит тот факт, что дезоксигемоглобин по сравнению с оксигемоглобином обладает большими парамагнитными свойствами [9]. Энергообеспечение активированных нейронов коры в течение первых 5 минут происходит за счет анаэробного гликолиза, увеличивается транспорт глюкозы из капилляров в нервную ткань – возрастает перфузия. Соотношение оксигемоглобина и дезоксигемоглобина увеличивается, а относительное содержание дезоксигемоглобина в капиллярах и венах снижается. Локальное снижение концентрации дезоксигемоглобина во время активации нейронов ведет к повышению интенсивности сигнала на T2\*-взвешенных эхо-планарных и градиентных последовательностях [10]. Методика получила название BOLD-контраст (blood-oxygenation-level-dependent, дословно – контраст, зависящий от уровня оксигенации крови) и положила начало новой эпохе функциональной нейровизуализации.

#### **Применение фМРТ.**

К настоящему времени фМРТ стала доминирующей методикой для визуализации мозговой деятельности. В отличие от однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) и позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) при проведении фМРТ отсутствует необходимость использования радиоизотопов и маркировки специальных молекул (воды, глюкозы, аналогов нейротрансмиттеров). ОФЭКТ и ПЭТ используют абсолютные измерения метаболической активности и предоставляют информацию о нейронной функции с более высоким временным, но с гораздо меньшим пространственным разрешением.

К настоящему времени фМРТ широко используется в клинической практике: при планировании нейрохирургических вмешательств по поводу объемных образований головного мозга, для изучения функциональной реорганизации коры при демиелинизирующих заболеваниях, болезни Альцгеймера, в период реабилитации после острого нарушения мозгового кровообращения [11 - 17].

#### **Ограничения и недостатки фМРТ.**

При планировании эксперимента с применением фМРТ необходимо учитывать основные ограничения и недостатки метода. К ним в первую очередь относятся наличие у обследуемых противопоказаний, общих для всех МРТ исследований (установленный кардиостимулятор, ферромагнитные импланты, кровоостанавливающие клипсы сосудов головного мозга и прочие).

Кроме того, существуют дополнительные ограничения фМРТ:

- технические: повышенные требования к степени однородности магнитного поля и настройке радиочастотных катушек;
- потребность в дополнительных технических приборах для предъявления заданий: визуальных, звуковых, тактильных;
- невозможность стандартизации предъявляемых заданий;
- большая восприимчивость к артефактам (магнитной восприимчивости, движения обследуемого) при сравнении со стандартными МР-исследованиями.

Перед проведением фМРТ необходимо учитывать любые факторы, воздействующие на гемодинамику и нейроваскулярное взаимодействие и, как следствие, на BOLD-контраст (окклюзии и стенозы магистральных артерий головы, прием вазоактивных препаратов).

Особое значение имеет тщательное планирование эксперимента, правильный подбор парадигмы и активирующего воздействия – все задания должны быть воспроизводимы и выполняемы всеми участниками. Тяжелое состояние пациента, детский или пожилой возраст в определенных случаях могут выступать в качестве ограничений к проведению фМРТ.

#### **Функциональная МРТ в изучении влияния стресса.**

Интересным направлением использования фМРТ является изучение ответа головного мозга на стрессовое воздействие. Однако мало исследований проводится в этом направлении, не так много публикаций на эту тему можно встретить в отечественной и зарубежной литературе на сегодняшний день. Во многом это связано с методологическими проблемами воспроизведения эксперимента, а также с практическими сложностями интерпретации полученных данных, дифференцировки участков истинной активации в ответ на стресс от физиологического шума.

В работах по изучению влияния стресса основное внимание уделяется активации вегетативной нервной системы. Для экспериментального моделирования стресса используются определенные типы воздействия такие, как беспокойство, напряжение, боль, которые вызывают реактивные изменения в вегетативной нервной системе.

Одним из наиболее ранних примеров изучения ответа головного мозга на острую стрессовую реакцию был эксперимент фМРТ с задержкой дыхания.

В 2002 году Karleyton C. Evans и др. при помощи фМРТ на здоровых добровольцах показали активацию передней островковой и передней поясной коры, участков крыши мозга, мозжечка, миндалевидного тела, таламуса и базальных ганглиев в ответ на острую нехватку кислорода (рис. 1) [18].

Тогда впервые было сделано предположение, что островковая кора имеет важное значение в восприятии состояния одышки.

В качестве экспериментальных стресс-тестов они использовали пробу Вальсальвы, упражнения с максимально глубоким вдохом и изометрическую физическую нагрузку [19]. В результате были обнаружены зоны активации в области околосредоводопроводникового серого вещества и ядер шва (рис. 2).

Любопытными оказались результаты исследования, проведенного в 2009 году в Лондоне. Harrison N.A. с соавторами, опираясь на результаты исследований, проведенных на животных, предположили наличие психологических и эмоциональных поведенческих расстройств у людей с активными соматическими заболеваниями. На добровольцах было проведено двойное слепое рандомизированное исследование по изучению особенностей активации головного мозга на фМРТ при выполнении Струп-теста у пациентов с острой воспалительной реакцией, вызванной вакцинацией против брюшного тифа. В ходе исследования обнаружили, что в группе пациентов с острой воспалительной реакцией, в отличие от контрольной группы, определяются дополнительные зоны активации коры в дорсолатеральных отделах правой лобной доли и передних отделах поясной извилины (рис. 3) [20]. Ученые сделали вывод, что существует прямая взаимосвязь между активацией передней части поясной извилины с вегетативной регуляцией сердечно-сосудистой системы.

Подобные данные были получены в результате других фМРТ исследований с регистрацией изменений артериального давления, с одновременной регистрацией ЭКГ во время выполнения когнитивных задач [21, 22]. Ученые не только регистрировали активацию этой зоны во время стрессовых воздействий. На трех пациентах была продемонстрирована обратная связь: у людей с очаговым поражением передней части поясной извилины отмечалось притупление вегетативного возбуждения сердечно-сосудистой системы к аналогичному стрессовому воздействию.

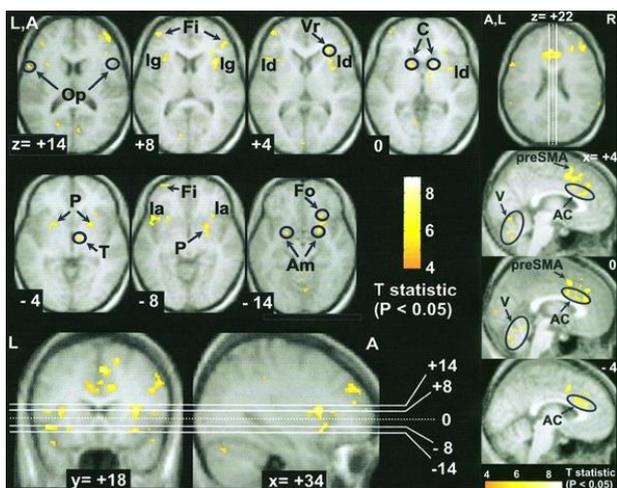


Рис. 1 (Fig. 1)

**Рис. 1. Функциональная МРТ. Карты активации головного мозга в ответ на острую нехватку кислорода (Karleyton C. Evans и др., 2002 г.) [18].**

Am – миндалевидные тела; С – головки хвостатых ядер; Fi – нижняя лобная извилина; Fo – глазничная часть нижней лобной извилины; Ia, Id, Ig – островковая доля (agranular, dysgranular, granular); Op – покрышечная часть нижней лобной извилины; P – скорлупа; T – таламус; Vr – восходящая ветвь латеральной борозды.

**Fig. 1. Functional MRI. Brain activation areas in response on acute air hunger (Karleyton C. Evans et al., 2002) [18].**

Am - amygdala; C - nucleus caudatus; Fi - gyrus frontalis inferior; Fo - pars orbitalis gyrus frontalis inferior; Ia, Id, Ig - insula (agranular, dysgranular, granular); Op - pars opercularis gyrus frontalis inferior; P - Putamen; T - thalamus; Vr - ramus ascendens sulcus lateralis.

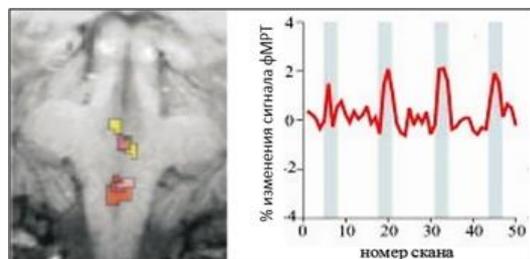


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

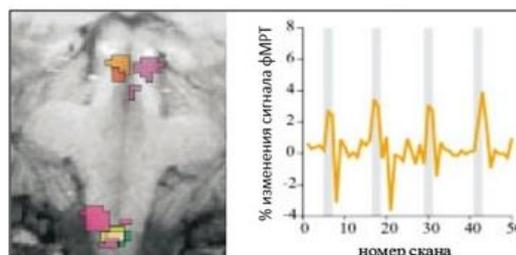


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

**Рис. 2. Функциональная МРТ. Стволовые центры активации в ответ на разные стресс-задачи (Topolovec J.C. и др., 2004 г.) [19].**

а – в ответ на изометрическую физическую нагрузку наблюдалась активация ядер шва; б – в ответ на пробу Вальсальвы отмечалась активация околоводопроодникового серого вещества.

**Fig. 2. Functional MRI. Stem activation centers in response to various stress tasks (Topolovec J.C. et al., 2004) [19].**

а – raphe nuclei activation in response to isometric exercise; б – activation periaqueductal gray in response to the Valsalva manoeuvre.

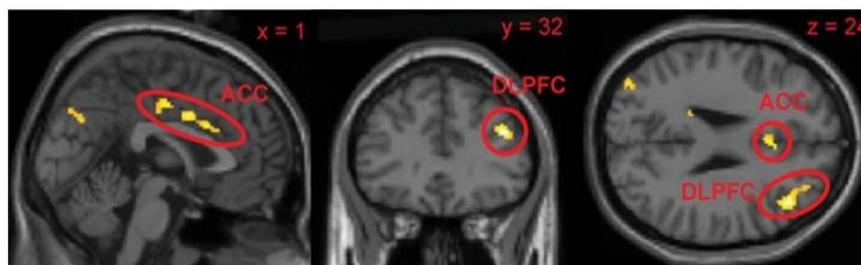


Рис. 3 (Fig. 3)

**Fig. 3. Functional MRI. Areas activation in response to Stroop Test in patients with inflammatory complications after typhoid vaccination (Harrison N.A. et al., 2009) [20].**

Activation zones were observed in dorsolateral prefrontal cortices (DLPF) and anterior cingulate cortices (ACC).

**Рис. 3. Функциональная МРТ. Зоны активации головного мозга в ответ на выполнение Струп-теста у пациентов с воспалительной реакцией после вакцинации против брюшного тифа (Harrison N.A. и др., 2009 г.) [20].**

Зоны активации отмечались в дорсолатеральных отделах правой лобной доли (DLPF – dorsolateral prefrontal cortices) и передних отделах поясной извилины (ACC – anterior cingulate cortices.).

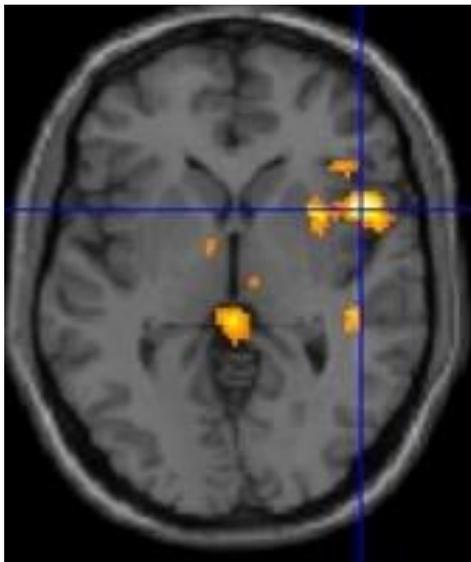


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

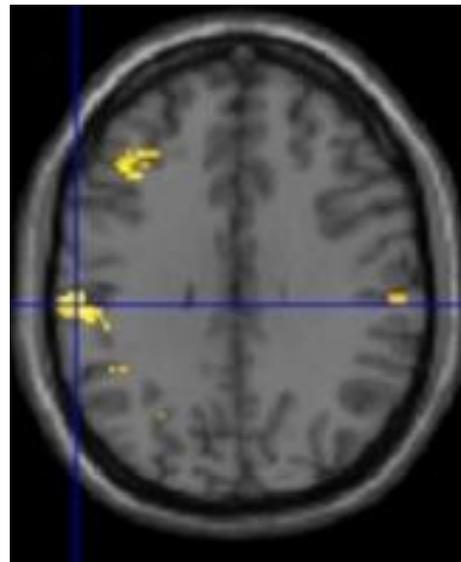


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

**Рис. 4. Функциональная МРТ. Зоны активации головного мозга в ответ на тактильное воздействие электрическим импульсом (собственное наблюдение) [24].**

Определялись зоны значимой активации в области левого островка (а) и прецентральной извилине правого полушария (б).

**Fig. 4. Functional MRI. Areas activation in response to electricity stimulation (own observation) [24].**

Activation zones were observed in the left hemisphere insula (a) and precentral gyrus of the right hemisphere (b).

Результаты этих работ согласуются с результатами ПЭТ-исследования, опубликованного в 2000 году, по изучению нейронных центров регуляции сердечно-сосудистой системы. Для вегетативной активации в качестве стрессорного воздействия в эксперименте использовали изометрические физические упражнения и сложные арифметические вычисления, при выполнении которых наблюдалось увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД). Полученные данные сопоставлялись с контрольными данными мозговой активности в отсутствие влияний. При этом были выявлены зоны активации в передней части поясной извилины, правой островковой коре и варолиевом мосту [23].

В нашей стране первые результаты фМРТ исследования зон активации головного мозга в ответ на стрессовое воздействие были получены в институте клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова в 2016 г. В исследование были включены 34 добровольца мужского пола. В качестве стрессового воздействия использовался электрический тактильный раздражитель. При

выполнении фМРТ было выявлено две зоны значимой активации: в левом полушарии островка и в области коры прецентральной извилины правого полушария (рис. 4) [24].

#### **Заключение.**

Функциональная магнитно-резонансная томография по праву является важной современной методикой нейровизуализации в виду высокого пространственного разрешения, неинвазивности и отсутствия необходимости дополнительного контрастирования. Правильно спланированное и проведенное исследование, с учетом всех ограничений, позволяет успешно использовать фМРТ для изучения нейрональной активации в ответ на стрессовое воздействие. Полученные в ходе вышеописанных экспериментов результаты имеют большое значение и могут быть использованы для изучения роли стресса в патогенезе различных заболеваний.

#### **Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

#### **Список литературы:**

1. Yusuf S., Hawken S., Ounpuu S., Dans T., Avezum A., Lanas F. et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART

study): case-control study. *Lancet*. 2004; 364: 937-952. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)17018-9.

2. Акимова Е.В., Каюмова М.М., Гакова Е.И., Смазнов В.Ю.,

Гафаров В.В., Кузнецов В.А. Ассоциации ишемической болезни сердца с некоторыми психосоциальными факторами риска в мужской популяции 25-64 лет. *Кардиология*. 2012; №12: 12-16.

3. Alsen P., Eriksson M. Illness perceptions of fatigue and the association with sense of coherence and stress in patients one year after myocardial infarction. *J Clin Nurs*. 2016; 25: 526-33. DOI: 10.1111/jocn.13088.

4. Starchina Y.A., Parfenov V.A., Chazova I.E., Sinitsyn V.E., Pustovitova T.S., Kolos I.P., Ustyuzhanin D.V. Cognitive function and the emotional state of stroke patients on antihypertensive therapy. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2007; 37 (1): 13-17. DOI: 10.1007/s11055-007-0143-z.

5. Основы лучевой диагностики и терапии. Национальное руководство. Главный редактор тома С.К. Терновой. Москва, 2013. Сер. Национальные руководства по лучевой диагностике и терапии. Главный редактор серии С.К. Терновой.

6. Mosso A. *Über den Kreislauf des blutes im menschlichen Gehirn*. Leipzig: von Veit. 1881.

7. Roy C.S., Sherrington C.S. On the Regulation of the Blood-supply of the Brain. *J Physiol*. 1890; 11 (1-2): 85-108.

8. Ogawa S., Lee T.M., Nayak A.S., Glynn P. Oxygenation-sensitive contrast in magnetic resonance imaging of rodent brain at high magnetic fields. *Magn. Reson. Med*. 1990; 14: 68-78.

9. Ogawa S., Menon R.S., Tank D.W. et al. Intrinsic signal changes accompanying sensory stimulation – functional brain mapping with magnetic resonance imaging. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 1992; 89: 5951-5955.

10. Pauling L., Coryell C.D. The magnetic properties and structure of hemoglobin, oxyhemoglobin and carbonmonoxyhemoglobin. *Proc. Natl. Acad. Sci*. 1936; 22: 210-216.

11. Hoppel B.E., Weisskoff R.M., Thulborn K.R., Moore J.B., Kwong K.K., Rosen B.R. Measurement of regional blood oxygenation and cerebral hemodynamics. *Magn. Reson. Med*. 1993; 30: 715–723.

12. Practice guideline for the performance of functional magnetic resonance imaging of the brain (fMRI). ACR practice guideline. American College of Radiology. 2007; 3: 153– 156.

13. Беляев А., Пек Кюнг К., Бреннан Н., Холодный А. Применение функциональной магнитно-резонансной томографии в клинике. *Russian electronic journal of radiology*. 2014; 1: 14-23.

14. Куликова С.Н., Переседова А.В., Кротенкова М.В., Брюхов В.В., Трифонова О.В., Завалишин И.А. Динамическое исследование реорганизации коры и структуры проводящих

путей при ремиттирующем рассеянном склерозе с парезом кисти. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2014; 1: 22-29.

15. Wang K., Liang M., Wang L., Tian L., Zhang X., Li K., Jiang T. Altered functional connectivity in early Alzheimer's disease: a resting-state fMRI study. *Hum. Brain Mapp*. 2007; 28: 967-978. DOI: 10.1007/s12264-014-1489-1.

16. Diamond E.L., Miller S., Dickerson B.C., Atri A., DePeau K., Fenstermacher E. et al. Relationship of fMRI activation to clinical trial memory measures in Alzheimer disease. *Neurology*. 2007; 69: 1331-1341. DOI: 10.1212/01.wnl.0000277292.37292.69.

17. Mintzopoulos D., Khanicheh A., Konstas A.A., Astrakas L.G., Singhal A.B., Moskowitz M.A., et al. Functional MRI of Rehabilitation in Chronic Stroke Patients Using Novel MR-Compatible Hand Robots. *Open Neuroimag J*. 2008; 2: 94–101. DOI: 10.2174/1874440000802010094.

18. Evans K.C., Banzett R.B., Adams L., McKay L., Frackowiak R.S., Corfield D.R. BOLD fMRI Identifies Limbic, Paralimbic, and Cerebellar Activation During Air Hunger. *Journal of Neurophysiology Published*. 2002; 88: 1500-1511.

19. Topolovec J.C., Gati J.S., Menon R.S., Shoemaker J.K., Cechetto D.F. Human cardiovascular and gustatory brainstem sites observed by functional magnetic resonance imaging. *J Comp Neurol*. 2004; 471(4): 446-61. DOI: 10.1002/cne.20033.

20. Harrison N.A., Brydon L., Walker C., Gray M.A., Steptoe A., Dolan R.J., Critchley H.D. Neural origins of human sickness in interoceptive responses to inflammation. *Biol Psychiatry*. 2009; 66 (5): 415-22. DOI: 10.1016/j.biopsych.2009.03.007.

21. Gianaros P.J., Derbyshire S.W., May J.C., Siegle G.J., Gamalo M.A., Jennings J.R. Anterior cingulate activity correlates with blood pressure during stress. *Psychophysiology*. 2005; 42: 627-635. DOI: 10.1111/j.1469-8986.2005.00366.x.

22. Critchley H.D., Mathias C.J., Josephs O., O'Doherty J., Zanini S., Dewar B.K., et al. Human cingulate cortex and autonomic control: converging neuroimaging and clinical evidence. *Brain*. 2003; 126: 2139-52. DOI: 10.1093/brain/awg216.

23. Critchley H.D., Corfield D.R., Chandler M.P., Mathias C.J., Dolan R.J. Cerebral correlates of autonomic cardiovascular arousal: a functional neuroimaging investigation in humans. *J Physiol*. 2000; 523: 259–270. DOI: 10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00259.x.

24. Zaszczova M., Ustyuzhanin D., Konovalov R., Ternovoy S. K. Functional MRI signal changes in the central nervous system in response to emotional stress. *ECR 2016; Poster No.: C-1292*. DOI: 10,1594/ecr2016/C-1292.

## References:

1. Yusuf S., Hawken S., Ounpuu S., Dans T., Avezum A., Lanas F. et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet*. 2004; 364: 937-952. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)17018-9.

2. Akimova E.V., Kayumov M., Gakova E.I., Smaznov V.Y., Gafarov V.V., Kuznetsov V.A. Association of coronary heart disease with some of psychosocial risk factors in the male population aged 25-64. *Cardiology*. 2012; №12: 12-16 (in Russian).

3. Alsen P., Eriksson M. Illness perceptions of fatigue and the association with sense of coherence and stress in patients one year after myocardial infarction. *J Clin Nurs*. 2016; 25: 526-33.

DOI: 10.1111/jocn.13088.

4. Starchina Y.A., Parfenov V.A., Chazova I.E., Sinitsyn V.E., Pustovitova T.S., Kolos I.P., Ustyuzhanin D.V. Cognitive function and the emotional state of stroke patients on antihypertensive therapy. *Neuroscience and Behavioral Physiology*. 2007; 37(1): 13-17. DOI: 10.1007/s11055-007-0143-z.

5. Basics of radiology and therapy. National manual. The main reviewer Ternovoy S.K. Moscow, 2013 (in Russian).

6. Mosso A. *Über den Kreislauf des blutes im menschlichen Gehirn*. Leipzig: von Veit. 1881.

7. Roy C.S., Sherrington C.S. On the Regulation of the Blood-supply of the Brain. *J Physiol*. 1890; 11 (1-2): 85-108.

- 8.Ogawa S., Lee T.M., Nayak A.S., Glynn P. Oxygenation-sensitive contrast in magnetic resonance imaging of rodent brain at high magnetic fields. *Magn. Reson. Med.* 1990; 14: 68-78.
- 9.Ogawa S., Menon R.S., Tank D.W. et al. Intrinsic signal changes accompanying sensory stimulation – functional brain mapping with magnetic resonance imaging. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 1992; 89: 5951-5955.
- 10.Pauling L., Coryell C.D. The magnetic properties and structure of hemoglobin, oxyhemoglobin and carbonmonoxyhemoglobin. *Proc.Natl. Acad. Sci.* 1936; 22: 210-216.
- 11.Hoppel B.E., Weisskoff R.M., Thulborn K.R., Moore J.B., Kwong K.K., Rosen B.R. Measurement of regional blood oxygenation and cerebral hemodynamics. *Magn. Reson. Med.* 1993; 30: 715–723.
- 12.Practice guideline for the performance of functional magnetic resonance imaging of the brain (fMRI). ACR practice guideline. American College of Radiology. 2007; 3: 153– 156.
- 13.Belyaev A., Peck Kyung K., Brennan N., Kholodny A. Clinical application of functional magnetic resonance imaging, Russian electronic journal of radiology. 2014; 1: 14-23 (in Russian).
- 14.Kulikova S.N., Peresedova A.V., Krotenkova M.V., Bryukhov V.V., Trifonov O.V., Zavalishin I.A. Longitudinal cortex reorganization and white matter tracts structural changes analysis in relapsing-remitting multiple sclerosis patient with hand palsy. *Annals of Clinical and Experimental Neurology.* 2014; 1: 22-29 (in Russian).
- 15.Wang K., Liang M., Wang L., Tian L., Zhang X., Li K., Jiang T. Altered functional connectivity in early Alzheimer's disease: a resting-state fMRI study. *Hum. Brain Mapp.,* 2007; 28: 967-978. DOI: 10.1007/s12264-014-1489-1.
- 16.Diamond E.L., Miller S., Dickerson B.C., Atri A., DePeau K., Fenstermacher E. et al. Relationship of fMRI activation to clinical trial memory measures in Alzheimer disease. *Neurology.* 2007; 69: 1331-1341. DOI: 10.1212/01.wnl.0000277292.37292.69.
- 17.Mintzopoulos D., Khanicheh A., Konstas A.A, Astrakas L.G., Singhal A.B., Moskowitz M.A., et al. Functional MRI of Rehabilitation in Chronic Stroke Patients Using Novel MR-Compatible Hand Robots. *Open Neuroimag J.* 2008; 2: 94–101. DOI: 10.2174/1874440000802010094.
- 18.Evans K.C., Banzett R.B., Adams L., McKay L., Frackowiak R.S., Corfield D.R. BOLD fMRI Identifies Limbic, Paralimbic, and Cerebellar Activation During Air Hunger. *Journal of Neurophysiology* Published. 2002; 88: 1500-1511.
- 19.Topolovec J.C., Gati J.S., Menon R.S., Shoemaker J.K., Cechetto D.F. Human cardiovascular and gustatory brainstem sites observed by functional magnetic resonance imaging. *J Comp Neurol.* 2004; 471(4): 446-61. DOI: 10.1002/cne.20033.
- 20.Harrison N.A., Brydon L., Walker C., Gray M.A., Steptoe A., Dolan R.J., Critchley H.D. Neural origins of human sickness in interoceptive responses to inflammation. *Biol Psychiatry.* 2009; 66 (5): 415-22. DOI: 10.1016/j.biopsych.2009.03.007.
- 21.Gianaros P.J., Derbyshire S.W., May J.C., Siegle G.J., Gama-lo M.A., Jennings J.R. Anterior cingulate activity correlates with blood pressure during stress. *Psychophysiology.* 2005; 42: 627-635. DOI: 10.1111/j.1469-8986.2005.00366.x.
- 22.Critchley H.D., Mathias C.J., Josephs O., O'Doherty J., Zanini S., Dewar B.K., et al. Human cingulate cortex and autonomic control: converging neuroimaging and clinical evidence. *Brain.* 2003; 126: 2139-52. DOI: 10.1093/brain/awg216.
- 23.Critchley H.D., Corfield D.R., Chandler M.P., Mathias C.J., Dolan R.J. Cerebral correlates of autonomic cardiovascular arousal: a functional neuroimaging investigation in humans. *J Physiol.* 2000; 523: 259–270. DOI: 10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00259.x.
- 24.Zashezova M., Ustyuzhanin D., Konovalov R., Ternovoy S. K. Functional MRI signal changes in the central nervous system in response to emotional stress. *ECR 2016; Poster No.: C-1292.* DOI: 10,1594/ecr2016/C-1292.

## ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ОЖИРЕНИЯ У БЕРЕМЕННЫХ

Чабанова Н.Б.<sup>1</sup>, Василькова Т.Н.<sup>1</sup>, Баклаева Т.Б.<sup>2</sup>

**О**жирение является широко распространенным заболеванием среди женщин репродуктивного возраста и является независимым фактором риска гестационных осложнений. Известно, что именно характер распределения жировой ткани определяет тяжесть сопутствующих ожирению осложнений. УЗИ жировой ткани является наиболее простым и доступным методом прямой оценки висцерального ожирения. В обзоре представлены данные литературы о возможностях применения ультразвукового исследования для диагностики висцерального ожирения у беременных.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, беременность, ожирение.

Контактный автор: Чабанова Н.Б., Natalya.Chabanova@gmail.com

Для цитирования: Чабанова Н.Б., Василькова Т.Н., Баклаева Т.Б. Возможности ультразвукового исследования в диагностике ожирения у беременных. REJR. 2017; 7 (1):108-114. DOI:10.21569/2222-7415-2017-1-1-108-114.

Статья получена: 15.11.2016

Статья принята: 28.11.2016

## ULTRASOUND POSSIBILITIES IN THE DIAGNOSIS OF OBESITY IN PREGNANT WOMEN

Chabanova N.B.<sup>1</sup>, Vasilkova T.N.<sup>1</sup>, Baklaeva T.B.<sup>2</sup>

**О**besity is a common disease among women of reproductive age and an independent factor for the risk of gestational complications. It is known that the nature of the distribution of adipose tissue determines the severity of obesity-related complications. This review presents the literature data on the possible use of ultrasound for the diagnosis of visceral obesity in pregnant women.

Keywords: ultrasound examination, pregnancy, obesity.

Corresponding author: Chabanova N.B., Natalya.Chabanova@gmail.com

For citation: Chabanova N.B., Vasilkova T.N., Baklaeva T.B. Ultrasound possibilities in the diagnosis of obesity in pregnant woman. REJR. 2017; 7 (1):108-114. DOI:10.21569/2222-7415-2017-1-1-108-114.

Received: 15.11.2016

Accepted: 28.11.2016

1 – ФГБОУ ВО Тюменский государственный медицинский университет Минздрава России.  
2 – ОАО "Медико-санитарная часть "Нефтяник".  
г. Тюмень, Россия.

1 - Tyumen State Medical University.  
2 - Medical Hospital «Neftyannik».  
Tyumen, Russia.

Ожирение является одним из самых распространенных заболеваний в мире и независимым фактором риска преэклампсии и гестационного сахарного диабета. В связи с широким распространением избыточной массы тела и ожирения среди женщин репродуктивного возраста особую актуальность приобретает проблема диагностики ожирения во время беременности. При ожирении гипертрофия и гиперплазия висцеральной жировой ткани происходит одновременно во всех локальных висцеральных жировых депо. Поэтому для оценки общего висцерального ожирения (ВО) требуется выявление и оценка степени ожирения хотя бы в одном депо [1].

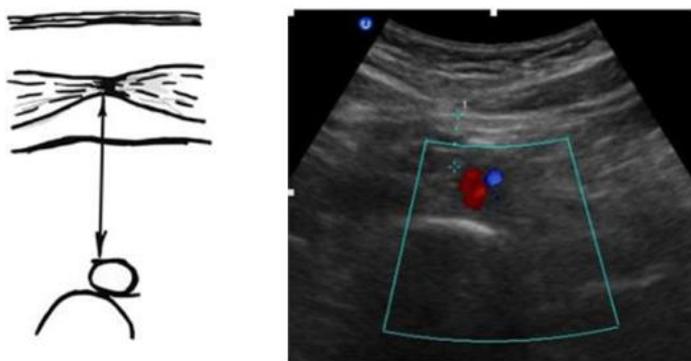
Традиционно для диагностики ожирения у беременных применяется антропометрический метод, включающий измерение веса и роста с последующим вычислением индекса массы тела (ИМТ). Однако, ИМТ позволяет судить лишь об общем количестве жира в организме и оценить, является ли масса недостаточной, нормальной или избыточной, но не отражает характер распределения жировой ткани. Кроме того, использование ИМТ, как и других антропометрических измерений, в качестве маркера ожирения во время беременности, особенно в III триместре, является неинформативным, так как не учитывает массу плода и изменения, происходящие в гидрационном компоненте тела женщины (влияние околоплодных вод и физиологической аутогемодилюции) [2]. В то же время именно тип жирового отложения определяет риск развития сопутствующих ожирению заболеваний и осложнений гестации [3].

Наиболее доступным, безопасным и широко применяемым в клинической практике методом, позволяющим провести оценку висцеральных отложений жира, к которым относятся интраабдоминальный жир, эпикардиальный

жир, отложение жира в межпредсердной перегородке (липоматоз межпредсердной перегородки), жировые отложения во внутренних органах (печень, поджелудочная железа) является ультразвуковое исследование (УЗИ) [4]. Результаты исследований последних лет показывают эффективность и высокую информативность применения ультразвукового метода для диагностики висцерального ожирения [5 - 7].

Данный метод широко внедрен в акушерско-гинекологическую практику, что позволяет использовать его возможности в диагностике ожирения у беременных. Высокая разрешающая способность метода и глубина исследования более 10 см позволяет оценить толщину не только подкожного, но и висцерального жира. Исследования зарубежных авторов показывают высокие корреляции показателей методов лучевой диагностики с антропометрическими индексами пациентов. Так, F. Armellini впервые применил УЗИ для определения толщины подкожного и интраабдоминального жира. При обследовании женщин с ожирением он выявил корреляционную взаимосвязь результатов с показателями компьютерной томографии. Показано преимущество ультразвукового контроля и динамики изменения толщины интраабдоминального жира в период снижения массы тела [8, 9].

Методика оценки характера накопления и распределения жировой ткани состоит в следующем. Используя ультразвуковой сканер с конвексным датчиком 2-5 МГц, определяется толщина слоя внутрибрюшного жира (ВБЖ), измеряемая как расстояние между передней стенкой брюшной аорты и задней поверхностью прямой мышцы живота на уровне 5 см ниже мечевидного отростка по методике, предложенной F. Armellini (рис. 1) [8]. При затруднении визуализации аорты используются возможности

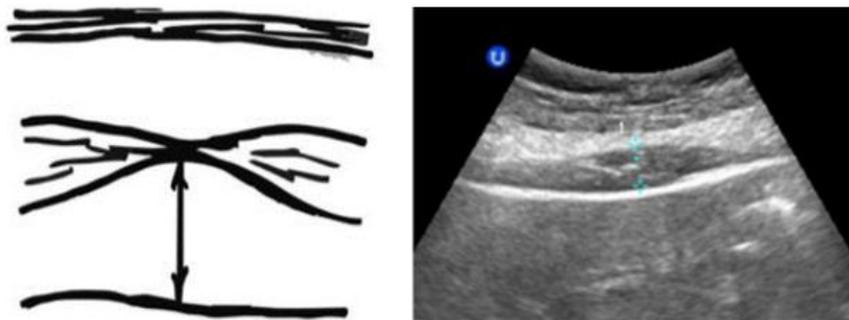


**Рис. 1. Схема и сонограмма стандартного ультразвукового исследования висцерального жира.**

Источник: Суслеева Н.М., Завадовская В.Д., Завьялова Н.Г., Шульга О.С., Самойлова Ю.Г. Оценка значимости ультразвукового метода диагностики висцерального ожирения. REJR. 2014; 4 (1) : 53-59 [28].

**Fig. 1. Diagram and standard ultrasound sonogram of visceral fat.**

Source: Suslyaeva N.M., Zavadovskaya V.D., Zav'yalova N.G., Shul'ga O.S., Samoylova Yu.G. The assessment of US in diagnostics of visceral obesity. REJR. 2014; 4 (1): 53-59 [28].



**Рис. 2.** Схема и сонограмма ультразвукового исследования преперитонеального жира.

Источник: Суслыева Н.М., Завадовская В.Д., Завьялова Н.Г., Шульга О.С., Самойлова Ю.Г. Оценка значимости ультразвукового метода диагностики висцерального ожирения. REJR. 2014; 4 (1): 53-59 [28].

**Fig. 2.** Diagram and sonogram ultrasound of preperitoneal fat.

Source: Suslyeva N.M., Zavadovskaya V.D., Zav'yalova N.G., Shul'ga O.S., Samoylova Yu.G. The assessment of US in diagnostics of visceral obesity. REJR. 2014; 4 (1): 53-59 [28].

цветового доплеровского картирования (ЦДК).

При этом висцеральное ожирение у женщин определяется при толщине внутрибрюшного жира более 35,5 мм [10, 11].

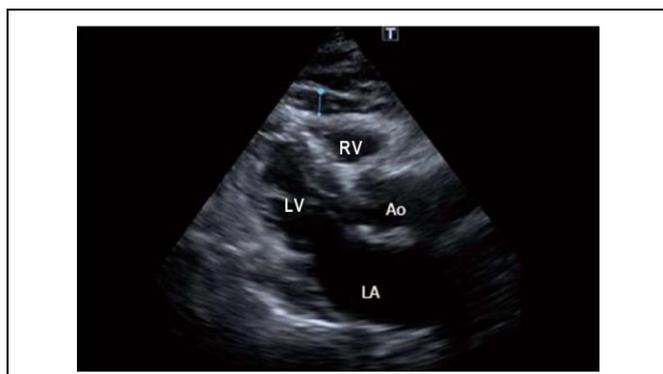
Наряду со стандартным ультразвуковым методом возможно использование модификации ультразвуковой диагностики висцерального ожирения, основанной на измерении толщины предбрюшинного жира по методике, предложенной корейскими и японскими авторами. Исследуемая находится в положении лежа на спине. Конвексный датчик 2-5 МГц устанавливается в эпигастральной области, непосредственно под мечевидным отростком, проводится продольное сканирование вдоль средней линии тела. Толщина подкожного жира определяется как расстояние между передней поверхностью белой линии живота и границей между жиром и кожей, а толщина преперитонеального жира – как расстояние между задней поверхностью белой линии живота и передней поверхностью печени (рис. 2) по методике, предложенной К. Тауата [12].

На основании полученных при данных рассчитывается индекс жира брюшной стенки, который представляет собой отношение максимальной толщины преперитонеального жира к минимальной толщине подкожного жира. Висцеральный тип преимущественного накопления жировой ткани устанавливается при величине индекса более 1 и подкожный тип – при показателе индекса менее 1 [12].

При беременности использование данной методики диагностики висцерального ожирения наиболее информативно в I триместре и ограничено во II и III триместрах в связи с изменением топографии внутренних органов

вследствие смещения их значительно увеличивающейся в размерах маткой. Прямая визуализация непосредственно висцеральной жировой ткани во всех сроках беременности простым способом возможна в эпикардиальном жировом депо с помощью эхокардиографии (ЭхоКГ), позволяющей не только оценить линейное количество в миллиметрах гормонально-активной жировой ткани, но и безопасно оценить ее количество в динамике при повторных исследованиях. В норме эпикардиальная жировая ткань (ЭЖТ) сосредоточена преимущественно в атриовентрикулярной и межжелудочковой борозде, вдоль крупных ветвей коронарной артерии (КА), вокруг предсердий, за свободной стенкой правого желудочка (ПЖ) и верхушкой левого желудочка (ЛЖ). При прогрессировании ожирения эпикардиальный жир заполняет свободную стенку желудочков, покрывая всю поверхность миокарда [1].

ЭЖТ может быть визуализирована с помощью ЭхоКГ в В-режиме в стандартной левой парастернальной позиции по длинной и короткой оси ЛЖ [14, 15]. Измерение толщины ЭЖТ (тЭЖТ) в этой позиции позволяет наиболее точно и стандартизованно, с использованием анатомических ориентиров, измерить тЭЖТ за ПЖ (рис. 3). ЭЖТ определяется как эхо-негативное пространство между свободной стенкой миокарда ПЖ и висцеральным листком перикарда, её толщина измеряется перпендикулярно свободной стенке ПЖ в 3-х последовательных сердечных сокращениях (фиксируется среднее значение). В каждом случае измерение проводится по линии, максимально перпендикулярной аортальному кольцу, которое используется как анатомический ориентир [14].



**Рис. 3. Двухмерная трансторакальная эхокардиограмма. Измерение толщины эпикардального жира.**

RV - правый желудочек, LV - левый желудочек, Ao - аорта, LA - левое предсердие.

Источник: Kaplan O, Kurtoglu E, Nar G, Yasar E, Gozubuyuk G, Dogan C. Evaluation of Electrocardiographic T-peak to T-end Interval in Subjects with Increased Epicardial Fat Tissue Thickness. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2015; 105(6):566-572.

DOI: 10.5935/abc.20150124

**Fig. 3. Two-dimensional transthoracic echocardiogram. Measurement of epicardial fat thickness.**

RV - Right ventricle; LV - Left ventricle; Ao - Aorta; LA - Left atrium.

Source: Kaplan O, Kurtoglu E, Nar G, Yasar E, Gozubuyuk G, Dogan C. Evaluation of Electrocardiographic T-peak to T-end Interval in Subjects with Increased Epicardial Fat Tissue Thickness. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2015; 105(6):566-572.

DOI: 10.5935/abc.20150124

До настоящего времени нет общепринятых рекомендаций по измерению тЭЖТ в систолу или диастолу. Так, ряд авторов в исследованиях проводят измерение тЭЖТ в диастолу, как и все измерения при ЭхоКГ, включая перикардальную жидкость, которая, как и ЭЖТ, является “плюс”- тканью [16 - 19]. Большинство исследователей предлагают измерять тЭЖТ в систолу, т.к. в диастолу происходит компрессия ЭЖТ и занижение значений этого показателя [20 - 22].

Общепринятого порогового значения тЭЖТ как фактора метаболического, сердечно-сосудистого риска в настоящее время не существует. Колебания тЭЖТ, при которых в разных

исследованиях была выявлена связь с коронарным атеросклерозом и МС, колеблются от 3 до 9 мм. Недостатком методики ЭхоКГ является измерение линейной тЭЖТ только в одном его местоположении и невозможность оценить весь объем ЭЖТ. Однако в ряде исследований доказано, что измерение тЭЖТ – это суррогатный маркер общего объема ЭЖТ [16, 20, 23]. Показана высокая корреляционная связь тЭЖТ, измеренной с помощью ЭхоКГ, с объемом ЭЖТ, оцененным с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) [24]. В исследовании Веселовской Н.Г и соавт. показано, что тЭЖТ  $\geq 7$  мм является более точным неинвазивным маркером инсулинорезистентности, нейрогуморальных и провоспалительных нарушений, связанных с висцеральным ожирением. Авторы считают, что показатель тЭЖТ  $\geq 7$  мм можно использовать как уточняющий критерий висцерального ожирения [25].

Преимуществами методики ЭхоКГ для оценки эпикардального ожирения являются простота, безопасность, доступность широкому кругу медицинских учреждений, быстрота исполнения и хорошая воспроизводимость, возможность безопасной многократной оценки тЭЖТ в динамике [20]. Доказано, что ЭЖТ, измеренная при ЭхоКГ, коррелирует с объемом абдоминального жира, определенным по компьютерной томографии (КТ) [20]. Количество ЭЖТ коррелирует с объемом жировых отложений в миокарде и печени, визуализируемых с помощью спектрометрии [26]. Также было выявлено, что увеличение объема ЭЖТ связано с увеличением объема абдоминальной жировой ткани, содержания триглицеридов в миокарде и печени, диагностированного с помощью магнитно-резонансной спектрометрии [27].

Таким образом, УЗИ жировой ткани является наиболее простым и доступным методом прямой оценки висцерального ожирения. Высокая информативность и безопасность позволяет использовать метод УЗИ в период гестации с целью диагностики как клинических, так и субклинических фенотипов висцерального ожирения для дальнейшего углубленного обследования женщин, выявления инсулинорезистентности, оценки риска акушерских осложнений, ассоциированных с ожирением, и назначения мотивированных профилактических и лечебных мероприятий.

**Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

## Список литературы:

1. Чумакова Г.А., Веселовская Н.Г. Методы оценки висцерального ожирения в клинической практике. Российский кардиологический журнал. 2016; 4: 89-96. DOI:10.15829/1560-4071-2016-4-89-96.
2. Чабанова Н.Б., Василькова Т.Н., Шевлюкова Т.П., Хасанова В.В. Проблемы диагностики избыточной массы тела и ожирения во время беременности. Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. 2016; 18 (2): 176-180.
3. Василькова Т.Н., Баклаева Т.Б., Матаев С.И., Рыбина Ю.А. Влияние различных типов жировоголожения на состояние сердечно-сосудистой системы. Сердце: журнал для практикующих врачей. 2014; 75(1): 45-49.
4. Маркова Т.Н., Кичигин В.А., Диомидова В.Н., Марков Д.С., Петрова О.В. Оценка объема жировой ткани антропометрическими и лучевыми методами и его связь с компонентами метаболического синдрома. Ожирение и метаболизм. 2013; 35 (2): 23-27. DOI: 10.14341/2071-8713-2013-2
5. Суляева Н.М., Завадовская В.Д., Шульга О.С., Завьялова Н.Г., Самойлова Ю.Г., Бородин О.Ю. Возможности ультразвукового исследования в диагностике висцерального ожирения. Ультразвуковая диагностика. 2012; 4: 24-29.
6. Спиридонова Т.К., Диомидова В.Н. Ультразвуковые технологии в центрах здоровья - потенциал для ранней диагностики ожирения. Казанский медицинский журнал. 2016; 97 (2): 191-199. DOI: 10.17750/KMJ2016-191
7. Рябиков А.Н., Гулиев З.З., Малютина С.К., Рагино Ю.И. Новый ультразвуковой маркер – толщина премезентериального жира: связь с метаболическими индикаторами и факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний. Атеросклероз. 2013; 9 (2): 11-19.
8. Armellini F., Zamboni M., Rigo L., Todesco T, Bosello O, Bergamo-Andreiset IA et al. The contribution of sonography to the measurement of intraabdominal fat. Journal of Clinical Ultrasound. 1990; 18 (7): 563-7. DOI: 10.1002/jcu.1870180707
9. Armellini F, Zamboni M., Rigo L, Robbi R, Todesco T, Castelli S, Measurements of Intra-Abdominal Fat by Ultrasound and Computed Tomography: Predictive Equations in Women. Human Body Composition. 1993; 60: 75-7. DOI: 10.1007/978-1-4899-1268-8\_15
10. Kim S.K., Kim H.J., Hur K.Y. Visceral fat thickness measured by ultrasonography can estimate not only visceral obesity but also risks of cardiovascular and metabolic diseases et al. American Journal of Clinical Nutrition. 2004; 79: 593-599.
11. Stolk R.P. Ultrasound measurements of intraabdominal fat estimate the metabolic syndrome better than do measurements of waist circumference / R.P. Stolk, R. Meijer, W.P. Mali, D.E. Grobbee, Y.van der Graaf. American Journal of Clinical Nutrition. 2003; 77: 857-860.
12. Suzuki R. Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment of the ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen / R. Suzuki, S. Watanabe, Y. Hirai et al. American Journal of Medicine. 1993; 95: 309-314 DOI: 10.1016/0002-9343(93)90284-v
13. Tayaama K., Inukai T., Shimomura Y. Preperitoneal fat deposition estimated by ultrasonography in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. Diabetes Research and Clinical Practice. 1999; 43 (1): 49-58. DOI: 10.1016/s0168-8227(98)00118-1
14. Iacobellis G., Assael F., Ribaldo M.C., Zappaterreno A., Alessi G., Marioet U. al. Epicardial fat from echocardiography: a new method for visceral adipose tissue prediction. Obesity Research. 2003; 11 (2): 304-10. DOI: 10.1038/oby.2003.45
15. Bertaso A.G., Bertol D., Duncan D.D., Foppa M. Epicardial Fat: Definition, Measurements and Systematic Review of Main Outcomes. Arquivos Brasileiros de Cardiologia 2013; 101 (1): 18-28. DOI: 10.5935/abc.20130138
16. Jeong J.W., Jeong M.H., Yun K.H., Oh S.K., Park E.M., Kimet Y.K. al. Echocardiographic epicardial fat thickness and coronary artery disease. Circulation Journal. 2007; 71 (4): 536-9. DOI: 10.1253/circj.71.536
17. Eroglu S., Sade L.E., Yildirim A., Bal U., Ozbicer S., Ozgulet A.S. al. Epicardial adipose tissue thickness by echocardiography is a marker for the presence and severity of coronary artery disease. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases. 2009; 19 (3): 211-7. DOI: 10.1016/j.numecd.2008.05.002
18. Mookadam F., Goel R., Alharthi M.S., Jiamsripong P., Cha S. Epicardial Fat and Its Association with Cardiovascular Risk: A Cross-Sectional Observational Study. Heart Views 2010; 11 (3): 103-8. DOI: 10.4103/1995-705x.76801
19. Pierdomenico S.D., Pierdomenico A.M., Neri M., Cucurullo F. Epicardial Adipose tissue and metabolic syndrome in hypertensive patients with normal body weight and waist circumference. American Journal of Hypertension. 2011; 24: 1245-9. DOI: 10.1038/ajh.2011.134
20. Iacobellis G., Willens H.J. Echocardiographic epicardial fat: a review of research and clinical applications. Journal of the American Society of Echocardiography. 2009; 22: 1311-9. DOI: 10.1016/j.echo.2009.10.013
21. Mustelie J.V., Rego J.O., Gonzales A.G., Sarmiento J.C.G., Riverón B.V. et al. Echocardiographic parameters of epicardial fat deposition and its relation to coronary artery disease. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2011; 97 (2): 122-9. DOI: 10.1590/S0066-782X2011005000068
22. Чумакова Г.А., Веселовская Н. Г., Козаренко А. А. Трубина Е.Н., Ушакова Т.Н. Эпикардальное жировое депо: морфология, диагностика, клиническое значение. Сердце 2011; 10 (3): 143-7.
23. Kim H.M., Kim K.J., Lee H.J. Yu H., Moon J., Kanget E. et al. Epicardial adipose tissue thickness is an indicator for coronary artery stenosis in asymptomatic type 2 diabetic patients: its assessment by cardiac magnetic resonance. Cardiovascular Diabetology. 2012; 11 (1): 83-6. DOI: 10.1186/1475-2840-11-83
24. Flüchter S., Haghi D., Dinter D., Heberlein W., Kühl H.P., Neff W., et al. Volumetric assessment of epicardial adipose tissue with cardiovascular magnetic resonance imaging. Obesity 2007; 15 (4): 870-8. DOI: 10.1038/oby.2007.591
25. Веселовская Н.Г., Чумакова Г.А., Отт А.В., Гриценко О.В., Шенкова Н.Н. Альтернативный способ оценки висцерального ожирения при диагностике метаболического синдрома. Российский кардиологический журнал. 2014; 107 (3): 82-86.
26. Iacobellis G., Sharma A.M. Adiposity of the heart. Annals of Internal Medicine. 2006; 145 (7): 554-5 DOI: 10.7326/0003-4819-145-7-200610030-00021
27. Granér M., Siren R., Nyman K. Lundbom J., Hakkarainen A.,

Pentikäinen M. O. et al. Cardiac steatosis associates with visceral obesity in nondiabetic obese men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2013; 3 (98): 1189-97. DOI: 10.1210/jc.2012-3190.

**References:**

1. Chumakova G.A., Veselovskaya N.G. Methods of visceral obesity assessment in clinical practice. *Russian Journal of Cardiology*. 2016; 4: 89-96 DOI: 10.15829/1560-4071-2016-4-89-96 (in Russian).
2. Chabanova N.B., Vasilkova T.N., Shevlukova T.P., Khasanova V.V. Problems of diagnosis of overweight and obesity during pregnancy. *The Journal of scientific articles "Health and Education millennium"*. 2016; 18 (2): 176-180 (in Russian).
3. Vasil'kova T.N., Baklaeva T.B., Mataev S.I. Rybina Yu.A. The effect of different types of adiposis has on the cardiovascular system. *Russian Heart Journal*. 2014; 75 (1): 45-9 (in Russian).
4. Markova T.N., Kichigin V.A., Diomidova V.N., Markov D.S., Petrova O.V. Evaluation of adipose tissue mass with anthropometric and visualization methods; its relation to the components of the metabolic syndrome. *Obesity and metabolism*. 2013; 10 (2): 23-7 (in Russian). DOI: 10.14341/2071-8713-2013-2
5. Suslyayeva N.M., Zavadovskaya V.D., Shulga O.S., Zavyalova N.G., Samojlova Yu.G., and Borodin O.Yu. Visceral Obesity Ultrasound Diagnostics. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2012; 4: 24-9 (in Russian).
6. Spiridonova T.K., Diomidova V.N. Ultrasound technologies in health centers - potential for early diagnosis of obesity. *Kazan Medical Journal*. 2016; 97 (2): 191-9. (in Russian) DOI: 10.17750/KMJ2016-191
7. Ryabikov A.N., Guliev Z.Z., Malyutina S.K., Ragino Yu.I. Novel ultrasonic marker of the thickness of premesenteric fat: the relationship with metabolic indicators and risk factors of cardiovascular diseases. *Ateroskleroz*. 2013; 9 (2): 11-9 (in Russian).
8. Armellini F., Zamboni M., Rigo L., Todesco T, Bosello O, Bergamo-Andreiset IA et al. The contribution of sonography to the measurement of intraabdominal fat. *Journal of Clinical Ultrasound*. 1990; 18 (7): 563-7. DOI: 10.1002/jcu.1870180707
9. Armellini F., Zamboni M., Rigo L., Robbi R., Todesco T., Castelli S. Measurements of Intra-Abdominal Fat by Ultrasound and Computed Tomography: Predictive Equations in Women. *Human Body Composition*. 1993; 60: 75-7. DOI: 10.1007/978-1-4899-1268-8\_15
10. Kim S.K., Kim H.J., Hur K.Y. Visceral fat thickness measured by ultrasonography can estimate not only visceral obesity but also risks of cardiovascular and metabolic diseases / et al. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2004; 79: 593-9.
11. Stolk R.P. Ultrasound measurements of intraabdominal fat estimate the metabolic syndrome better than do measurements of waist circumference / R.P. Stolk, R. Meijer, W.P. Mali, D.E. Grobbee, Y.van der Graaf. *American Journal of Clinical Nutrition*. 2003; 77: 857-860.
12. Suzuki R. Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment of the ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen / R. Suzuki, S. Watanabe, Y. Hirai et al. *American Journal of Medicine*. 1993; 95: 309-314. DOI: 10.1016/0002-9343(93)90284-v
13. Tayama K., Inukai T., Shimomura Y. Preperitoneal fat deposition estimated by ultrasonography in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes Research and*

28. Суслыева Н.М., Завадовская В.Д., Завьялова Н.Г., Шульга О.С., Самойлова Ю.Г. Оценка значимости ультразвукового метода диагностики висцерального ожирения. *REJR*. 2014; 4 (1): 53-59.

- Clinical Practice*. 1999; 43 (1): 49-58. DOI: 10.1016/s0168-8227(98)00118-1
14. Iacobellis G., Assael F., Ribaldo M.C., Zappaterreno A., Alessi G., Marioet U. al. Epicardial fat from echocardiography: a new method for visceral adipose tissue prediction. *Obesity Research*. 2003; 11 (2): 304-10. DOI: 10.1038/oby.2003.45
15. Bertaso A.G., Bertol D., Duncan D.D., Foppa M. Epicardial Fat: Definition, Measurements and Systematic Review of Main Outcomes. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2013; 101 (1): 18-28. DOI: 10.5935/abc.20130138
16. Jeong J.W., Jeong M.H., Yun K.H., Oh S.K., Park E.M., Kimet Y.K. al. Echocardiographic epicardial fat thickness and coronary artery disease. *Circulation Journal*. 2007; 71 (4): 536-9. DOI: 10.1253/circj.71.536
17. Eroglu S., Sade L.E., Yildirim A., Bal U., Ozbicer S., Ozgulet A.S. al. Epicardial adipose tissue thickness by echocardiography is a marker for the presence and severity of coronary artery disease. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2009; 19 (3): 211-7. DOI: 10.1016/j.numecd.2008.05.002
18. Mookadam F., Goel R., Alharthi M.S., Jiamsripong P., Cha S. Epicardial Fat and Its Association with Cardiovascular Risk: A Cross-Sectional Observational Study. *Heart Views* 2010; 11 (3): 103-8. DOI: 10.4103/1995-705x.76801
19. Pierdomenico S.D., Pierdomenico A.M., Neri M., Cucurullo F. Epicardial Adipose tissue and metabolic syndrome in hypertensive patients with normal body weight and waist circumference. *American Journal of Hypertension*. 2011; 24: 1245-9. DOI: 10.1038/ajh.2011.134
20. Iacobellis G., Willens H.J. Echocardiographic epicardial fat: a review of research and clinical applications. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2009; 22: 1311-9. DOI: 10.1016/j.echo.2009.10.013
21. Mustelie J.V., Rego J.O., Gonzales A.G., Sarmiento J.C.G., Riverón B.V. et al. Echocardiographic parameters of epicardial fat deposition and its relation to coronary artery disease. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2011; 97 (2): 122-9. DOI: 10.1590/S0066-782X2011005000068
22. Chumakova G. A., Veselovskaya N. G., Kozarenko A. A. Trubina E.N., Ushakova T.N. Epicardial adipose depot: morphology, diagnostics, clinical value. *Russian Heart Journal*. 2011; 10 (3): 143-7 (in Russian).
23. Kim H.M., Kim K.J., Lee H.J. Yu H., Moon J., Kanget E. et al. Epicardial adipose tissue thickness is an indicator for coronary artery stenosis in asymptomatic type 2 diabetic patients: its assessment by cardiac magnetic resonance. *Cardiovascular Diabetology*. 2012; 11 (1): 83-6. DOI: 10.1186/1475-2840-11-83
24. Flüchter S., Haghi D., Dinter D., Heberlein W., Kühl H.P., Neff W., et al. Volumetric assessment of epicardial adipose tissue with cardiovascular magnetic resonance imaging. *Obesity* 2007; 15 (4): 870-8. DOI: 10.1038/oby.2007.591
25. Veselovskaya N.G., Chumakova G.A., Ott A.V., Gritsenko O.V., Shenkova N.N. Alternative method of visceral obesity assessment in the diagnostics of metabolic syndrome. *Russian Journal of Cardiology*. 2014; 3: 82-6. DOI: 10.15829/1560-

4071-2014-3-82-86 (in Russian).

26. Iacobellis G., Sharma A.M. Adiposity of the heart. *Annals of Internal Medicine*. 2006; 145 (7): 554-5 DOI: 10.7326/0003-4819-145-7-200610030-00021

27. Granér M., Siren R., Nyman K. Lundbom J., Hakkarainen A., Pentikäinen M. O. et al. Cardiac steatosis associates with vis-

ceral obesity in nondiabetic obese men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2013; 3 (98): 1189-97. DOI: 10.1210/jc.2012-3190.

28. Suslyeva N.M., Zavadovskaya V.D., Zav'yalova N.G., Shul'ga O.S., Samoylova Yu.G. The assessment of US in diagnostics of visceral obesity. *REJR*. 2014; 4 (1): 53-59.

**ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА  
(МСКТ, МРТ, РАДИОНУКЛИДНЫЕ МЕТОДЫ)**

Терухито Мочизуки

**К** акими возможностями на сегодняшний день обладает медицинская визуализация в диагностике ишемической болезни сердца? Какие патофизиологические процессы находят отражение в диагностических изображениях? Какие методы лучевой диагностики целесообразно использовать при данном заболевании? В чем преимущество и в чем недостатки данных методов? Какова роль лучевой диагностики на различных этапах лечения пациента с ишемической болезнью сердца? На эти и другие вопросы дает ответ сегодняшний мастер-класс.

Медицинская  
школа  
Университета  
Эхиме

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, МСКТ, МРТ, ангиография, радиологические исследования.

**CARDIAC IMAGING IN «CAD»  
(CT, MR, NM)**

Teruhito Mochizuki

**W** hat are the current possibilities of medical visualization in diagnostics of ischemic heart disease? What pathophysiological processes could be seen in diagnostic imaging? What radiological methods are reasonable to use within this condition? What are the advantages and disadvantages of these methods? What is the role of radiology diagnostics during the different treatment stages of patients with ischemic heart disease? Current master class gives the answers to these and other questions.

Ehime University  
School of  
Medicine

Keywords: ischemic heart disease, MSCT, MRI, angiography, radionuclide diagnostics.

Для просмотра мастер-класса перейдите на сайт:  
[https://rejr.ru/twenty-five\\_nomer/master-class.html](https://rejr.ru/twenty-five_nomer/master-class.html)

**Teruhito Mochizuki**

MD Radiology, Ehime University School of Medicine

Член Международного экспертного совета Первого МГМУ  
 им. И.М. Сеченова

Based on Simpson	Left	Right
ES Ventricular Volume (Phase 40%)	31.3 ml	59.8 ml
ED Ventricular Volume (Phase 0%)	130.5 ml	130.6 ml
Ventricular Stroke Volume	99.2 ml	70.8 ml
Ventricular Ejection Fraction	76 %	54 %
Ventricular Cardiac Output	5456.8 ml/min	3892.5 ml/min
LV Wall Muscle Mass	115.4 gr	
HR (Mean)	55 bpm	

**Cardiac Imaging in CAD 2016.9.13**

EHIME UNIV. HOSPITAL  
 Philips, ICT 256  
 15 Nov, 2010 13:53:42.31

10724 90.0%  
 C  
 R  
 H  
 R A L  
 Angle: 0, 0, 0 deg

10724 90.0%  
 C  
 RA  
 5 cm  
 Vol. Rend.  
 Opacity 33  
 EHIME  
 Heart  
 C\_30  
 W\_750

10724 90.0%  
 C  
 ALF  
 10 cm  
 C\_30  
 W\_750

10724 90.0%  
 C  
 ALF  
 10 cm  
 C\_30  
 W\_750

10724 90.0%  
 C  
 ALF  
 10 cm  
 C\_30  
 W\_750

REJR  
 Russian Electronic Journal of Radiology  
 Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики

EHIME UNIVERSITY  
 1758  
 И.М. СЕЧЕНОВА

**Мастер-класс.**

**CARDIAC IMAGING IN «CAD» (CT, MR, NM)**

Для запуска презентации нажмите на любое место в области презентации, чтобы она загрузилась (если Вы просматриваете журнал в окне браузера, то вначале сохраните журнал к себе на компьютер и откройте его с локального диска, иначе презентация не будет работать).

- 1) Используйте кнопки "влево" и "вправо" в левом нижнем углу страницы для перемещения по слайдам.
- 2) Каждая презентация сопровождается текстовым или звуковым комментарием автора. Включите в верхнем левом углу третью вкладку – ЗАМЕТКИ. Следите за текстом автора при переключении презентации на новый слайд. Если презентация сопровождается звуком, то отрегулируйте уровень звука, нажав на иконку динамика.
- 3) Чтобы включить полноэкранный просмотр презентации достаточно нажать левой кнопкой мыши на правую нижнюю клавишу перехода в полноэкранный режим.

Если у Вас не отображается мастер-класс, установите Adobe Flash Player:

<http://get.adobe.com/ru/flashplayer/>



**Внимание! Презентация защищена авторскими правами. Полное или частичное копирование материала запрещено, без предварительного согласия авторов.**

## СЦИНТИГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТРАНСТИРЕТИНОВОГО АМИЛОИДОЗА СЕРДЦА (ДЕМОНСТРАЦИЯ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ)

Рыжкова Д.В., Макурова Т.В., Козленок А.В., Митрофанова Л.Б.

# Ц

**Цель исследования.** Демонстрация редкого клинического случая транстиретинового амилоидоза сердца.

**Материалы и методы.** Исследование пациента К., 61 года, поступившего с жалобами на одышку. Артериальная гипертензия и аортальный стеноз в анамнезе затрудняли дифференциальную диагностику болезни накопления. Пациенту было выполнено комплексное исследование, включающее ЭХОКГ, сцинтиграфию с <sup>99m</sup>Tc-пирофосфатом, эндомикардиальную биопсию, молекулярно-генетический анализ.

**Результаты.** На основании высокого уровня накопления <sup>99m</sup>Tc-пирофосфата в миокарде левого и правого желудочков был диагностирован транстиретиновый амилоидоз сердца. Иммуногистохимическое исследование и молекулярно-генетический анализ подтвердили предполагаемый диагноз.

**Выводы.** Высокоинформативным неинвазивным методом диагностики TTR-ассоциированного амилоидоза сердца является сцинтиграфия с <sup>99m</sup>Tc-пирофосфатом.

Ключевые слова: транстиретиновый амилоидоз сердца, сцинтиграфия, <sup>99m</sup>Tc-пирофосфат, эндомикардиальная биопсия.

Контактный автор: Рыжкова Д.В., Ryzhkova\_DV@almazovcentre.ru

Для цитирования: Рыжкова Д.В., Макурова Т.В., Козленок А.В., Митрофанова Л.Б.. Сцинтиграфическая диагностика транстиретинового амилоидоза сердца (демонстрация клинического случая). REJR. 2017; 7 (1):117-122. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-117-122.

Статья получена: 19.01.2017      Статья принята: 30.01.2017

## SCINTIGRAPHIC DIAGNOSIS OF TRANSTHYRETIN CARDIAC AMYLOIDOSIS (CLINICAL CASE DEMONSTRATION)

Ryzhkova D.V., Makurova T.V., Kozlenok A.V., Mitrofanova L.B.

# P

**Purpose.** Demonstration and description of the rare clinical case of transthyretin cardiac amyloidosis.

**Materials and methods.** Patient, 61-year-old was admitted to the clinic with exertional dyspnea. History of hypertension and aortic stenosis made it difficult to carry out differential diagnosis of accumulation disease. Patient underwent comprehensive complex investigation including echocardiography, scintigraphy with <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate, endomyocardial biopsy and genetic analysis.

**Results.** Diagnosis of transthyretin cardiac amyloidosis was based on the high accumulation level of <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate in the myocardium of left and right ventricles. Immunohistochemistry and molecular genetic analysis have confirmed the supposed diagnosis.

**Conclusions.** <sup>99m</sup>Tc-labeled pyrophosphate scintigraphy is an effective non-invasive diagnostic method that allows to identify ATTR cardiac amyloidosis.

Keywords: transthyretin cardiac amyloidosis; scintigraphy; <sup>99m</sup>Tc- pyrophosphate; endomyocardial biopsy.

Corresponding author: Ryzhkova D.V., Ryzhkova\_DV@almazovcentre.ru

ФГБУ Северо-Западный  
Федеральный  
медицинский  
исследовательский центр  
им. В. А. Алмазова  
Минздрава России  
Санкт-Петербург, Россия

Federal Almazov Medical  
Research Centre.  
Saint-Petersburg, Russia.

Received: 19.01.2017

Accepted: 30.01.2017

**А**милоидоз – это заболевание, вызванное отложением в тканях высоко упорядоченных агрегированных белков с клинической симптоматикой прогрессирующей полиорганной недостаточности [1]. В настоящее время известно более 28 различных видов белков-предшественников амилоида, наиболее распространены: моноклональные легкие цепи, транстиретин, аполипопротеин и SAA-белок [2]. Поражение сердца чаще наблюдается при амилоидозе легких цепей и транстиретиновом амилоидозе. Последний является результатом мутации гена TTR, ответственного за синтез белка транстиретина [3]. Вовлечение в патологический процесс сердечной мышцы ассоциировано с крайне неблагоприятным прогнозом заболевания, так как отложение амилоида в миокарде приводит к быстрому развитию и прогрессированию сердечной недостаточности, а основной причиной внезапной смерти становятся нарушения ритма и проводимости [4]. Ранняя диагностика амилоидоза сердца способствует своевременному началу специфической терапии и увеличению продолжительности жизни пациента [5].

Целью настоящей работы является демонстрация диагностической эффективности сцинтиграфии сердца с  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфатом в идентификации транстиретинового амилоидоза сердца.

#### **Клиническое наблюдение.**

На момент обращения за медицинской помощью пациент К., 61 года, предъявлял жалобы на одышку при умеренной физической нагрузке. Из анамнеза заболевания известно, что более 10 лет страдает гипертонической болезнью с умеренной артериальной гипертензией. В течение последних 7 лет наблюдались симптомы ИБС, стенокардии напряжения на уровне 2 функционального класса (ФК) и по результатам коронароангиографии был определен стеноз передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) до 60-70%. После выполнения коронарной ангиопластики ПМЖА со стентированием отмечен хороший клинический эффект. Также 4 года назад по данным эхокардиографии (ЭХОКГ) выявлен умеренный аортальный стеноз - градиент давления на аортальном клапане 26,6 мм.рт.ст., степень тяжести которого с течением времени не изменялась. Отмечались клинические признаки сердечной недостаточности в виде отеков нижних конечностей, сни-

жения толерантности к физической нагрузке, появления одышки при быстрой ходьбе, которые прогрессивно нарастали.

По данным холтеровского мониторирования ЭКГ (ХМ ЭКГ) установлена фибрилляция предсердий (ФП) с тенденцией к тахисистолии.

На момент настоящего обращения при ЭХОКГ выявлена выраженная дилатация предсердий и правого желудочка, концентрическая гипертрофия левого желудочка (ЛЖ) (индекс массы миокарда (ИММ) - 227 г/м<sup>2</sup>, относительная толщина стенок - 0,59), гипертрофия правого желудочка (ПЖ) (толщина передней стенки 0,5-0,7 см). Глобальная сократимость обоих желудочков (фракция выброса (ФВ ЛЖ) - 30%, TAPSE - 0,8 см, TASV - 5 см/с), а также показатели продольной деформации миокарда всех сегментов ЛЖ (глобальная продольная деформация 2-3%) оказались значительно сниженными. Выявлена рестриктивная диастолическая дисфункция обоих желудочков. Из дополнительных показателей качественной оценки ультразвуковой картины сердца отмечалось: значительное повышение ультразвуковой плотности миокарда желудочков (картина «матового стекла»), минимальный гидроперикард, утолщение межпредсердной перегородки и створок всех клапанов, включая трикуспидальный и пульмональный, низкий вольтаж ЭКГ (Рис. 1).

Кроме того, при биохимическом анализе крови отмечена высокая концентрация креатинина до 291 мкмоль/л, а также увеличение уровня  $\text{K}^+$  до 5,6 мкмоль/мл.

Столь существенные изменения при ЭХОКГ, как критическое увеличение ИММ, тяжелая диастолическая дисфункция обоих желудочков, снижение систолической дисфункции и повышение ультразвуковой плотности сердечной мышцы, нельзя было объяснить только наличием у пациента гипертрофии миокарда левого желудочка вследствие артериальной гипертензии и умеренного аортального стеноза. Поэтому, на основании результатов ЭХОКГ была заподозрена болезнь накопления с поражением сердечной мышцы.

Наращение явлений почечной недостаточности трактовалось как следствие нефросклероза на фоне длительно текущей артериальной гипертензии.

Для оценки отдельной функции почек пациенту выполнена динамическая нефросцинтиграфия с радиофармпрепаратом (РФП)

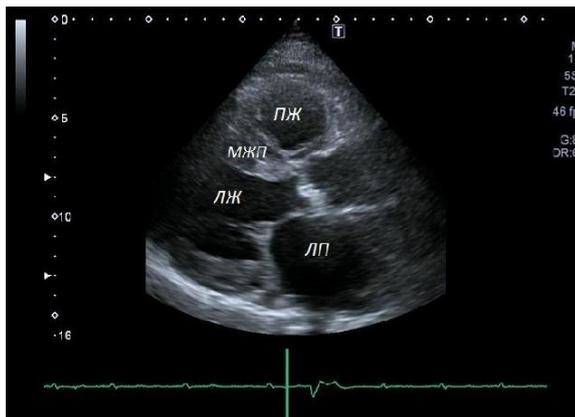


Рис. 1 а (Fig. 1 а)

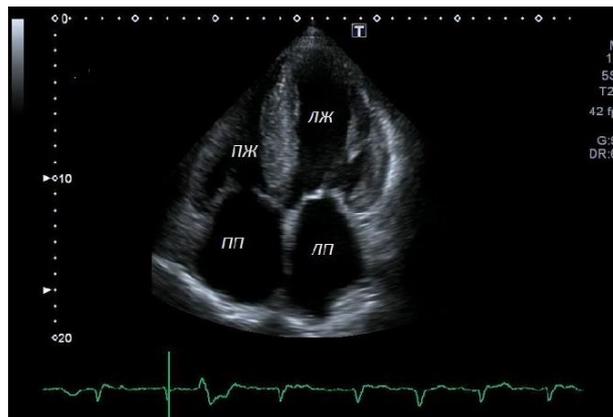


Рис. 1 б (Fig. 1 б)

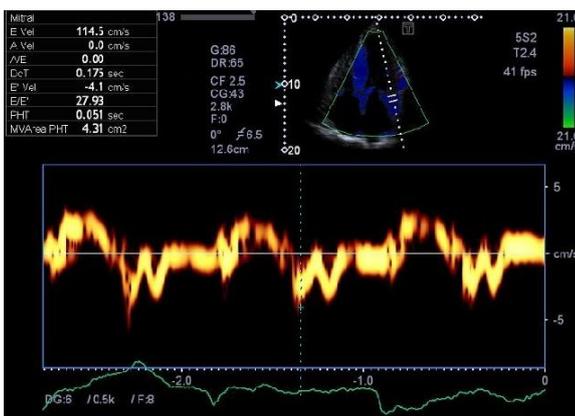


Рис. 1 в (Fig. 1 с)

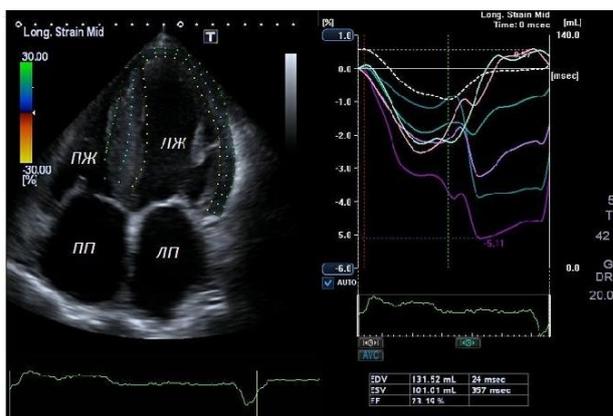


Рис. 1 г (Fig. 1 д)

**Рис. 1. Трансторакальная эхокардиограмма.**

а, б - выраженная гипертрофия стенок обоих желудочков;  
в - снижение показателей систолической функции;

г - крайне низкие цифры продольной деформации левого желудочка.

ЛП - левое предсердие, ПП - правое предсердие, ЛЖ - левый желудочек, ПЖ - правый желудочек, МЖП - межжелудочковая перегородка.

**Fig. 1. Transthoracic echocardiogram.**

а, в - both ventricular hypertrophy;  
с - decreasing of the systolic function;

д- extremely low value of longitudinal myocardial deformation of the left ventricle.

ЛП – left atrium, ПП – right atrium, ЛЖ – left ventricle, ПЖ – interventricular septum.

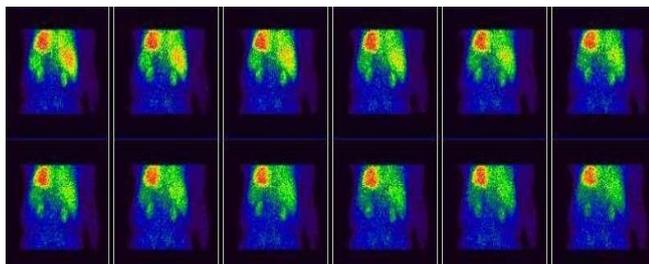


Рис. 2 (Fig. 2)

**Рис. 2. Динамические нефросцинтиграммы.**

Наблюдается значительное уменьшение размеров обеих почек и высокий уровень захвата <sup>99m</sup>Tc-пирофосфата сердечной мышцей.

**Fig. 2. Dynamic nephroscintigrams.**

There is a significant size reduction of both kidneys and a high level of <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate capture in the heart muscle.

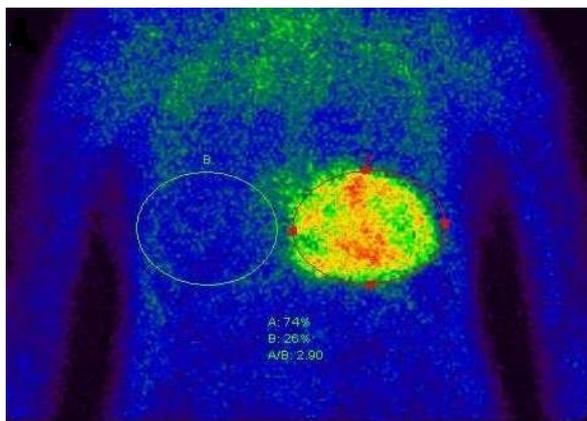


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

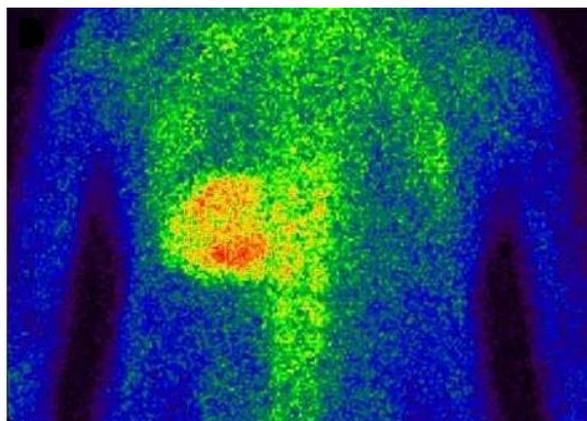


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

**Рис. 3. Сцинтиграммы с <sup>99m</sup>Tc-пирофосфатом.**

Планарная сцинтиграмма грудной клетки, на которой визуализируется сердце с гиперфиксацией РФП в передней (а) и задней (б) проекции, а также накопление РФП в области позвоночного столба (область В).

**Fig. 3. Scintigrams with <sup>99m</sup>Tc-pyrophosphate.**

Anterior (a) and posterior (b) planar images of the chest are showing high myocardial uptake, as well as accumulation of the radiopharmaceutical in the area of the spinal column (region B).

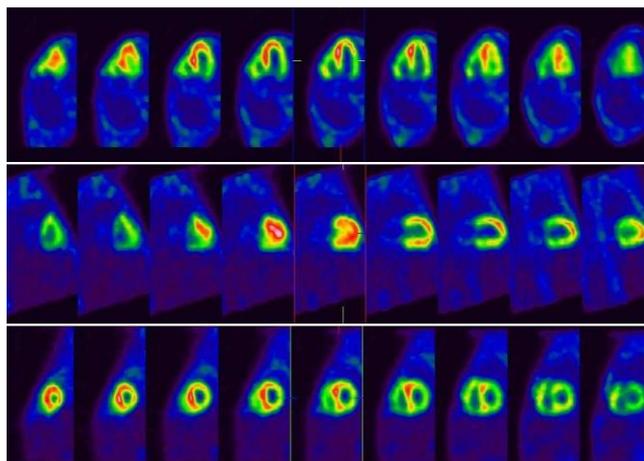


Рис. 4 (Fig. 4)

**Рис. 4. Томографические изображения сердца.**

Гипераккумуляция РФП определяется в стенках левого и правого желудочков, преимущественно в МЖП. РФП - радиофармпрепарат, МЖП - межжелудочковая перегородка.

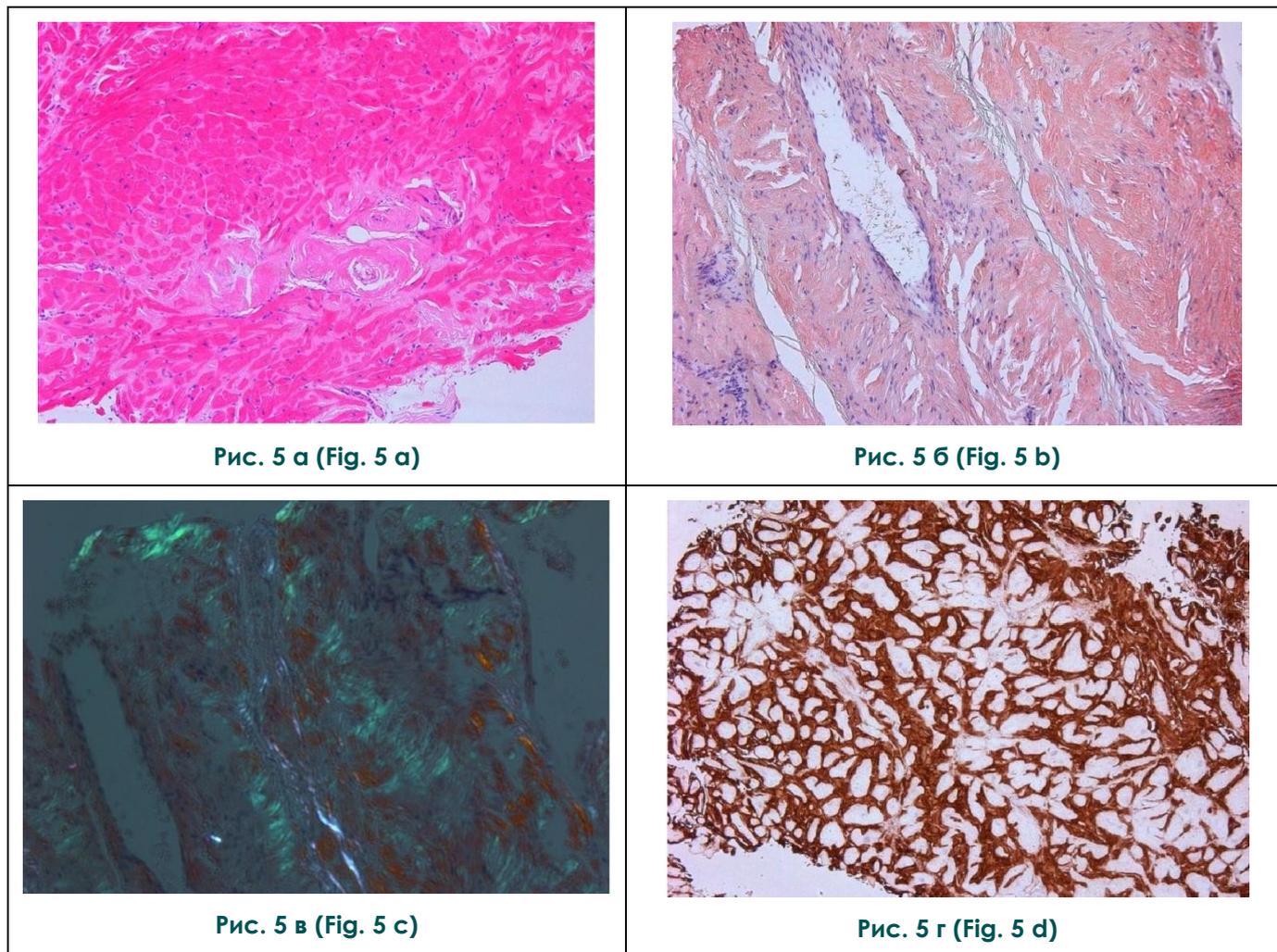
**Fig. 4. Tomographic cardiac imaging.**

<sup>99m</sup>Tc- pyrophosphate SPECT images of the chest are demonstrating high accumulation of the radiopharmaceutical in the left and right ventricles, mainly in the interventricular septum.

<sup>99m</sup>Tc-пирофосфат. Выбор РФП был не случаен, так как кроме эффективного его применения в клинической практике при нефросцинтиграфии, в зарубежных литературных источниках продемонстрирована высокая диагностическая точность сцинтиграфии с <sup>99m</sup>Tc-пирофосфатом в идентификации амилоидоза сердца [6, 7]. Таким образом, путем однократного введения РФП возможно решение двух задач: оценка раздельной функции почек и идентификация амилоидоза сердца. Данные динамической нефросцинтиграфии продемонстрировали значительное уменьшение размеров обеих почек и симметричное снижение скорости клубочковой фильтрации. Кроме того, был отмечен высокий уровень захвата <sup>99m</sup>Tc-пирофосфата сердечной мышцей (Рис. 2). По-

этому спустя 1,5 часа после инъекции РФП была проведена дополнительно сцинтиграфия грудной клетки в планарном и томографическом режимах. На планарных сцинтиграммах наблюдалась гиперфиксация <sup>99m</sup>Tc-пирофосфата в области сердца. Использовался количественный метод оценки накопления РФП в области сердца (выделение зоны интереса с последующим подсчетом среднего значения захвата РФП в каждой из них). Коэффициент дифференциального накопления рассчитывали как отношение накопления РФП в зоне интереса над областью сердца к контралатеральной зоне ("сердце/контралатеральная область"), при этом его значение составило 2,9 (Рис. 3).

На томосцинтиграммах грудной клетки отмечался высокий захват РФП миокардом ле-



**Рис. 5. Эндомикардиальная биопсия.**

а - отложение эозинофильных депозитов белка в миокарде. Окр. гематоксилином и эозином, x100;  
 б - отложение кирпично-красных депозитов амилоида в миокарде. Окр. конго красным, x100;  
 в - яблочно-зеленое свечение депозитов амилоида в поляризованном свете. Окр. конго красным, x100;  
 г - иммуногистохимическое исследование биоптата. Экспрессия транстиретина депозитами амилоида (коричневое окрашивание), x100.

**Fig. 5. Endomyocardial biopsy.**

а - deposition of eosinophilic protein deposits in the myocardium. Ochre. hematoxylin and eosin, x100;  
 б - deposition of brick-red deposits of amyloid in the myocardium. Ochre. Congo red, x100;  
 с - apple-green glow of amyloid deposits in polarized light. Ochre. Congo red, x100;  
 d - immunohistochemical analysis. The expression of transthyretin amyloid deposits (brown color), x100.

вого и правого желудочков, с преимущественной аккумуляцией <sup>99m</sup>Tc-пирофосфата в межжелудочковой перегородке (Рис. 4). На основании результатов сцинтиграфии сердца был заподозрен TTR вариант амилоидоза сердечной мышцы.

Для подтверждения диагноза пациенту была выполнена эндомикардиальная биопсия. При гистологическом исследовании во всех биоптатах была однотипная картина: обнаружены гипертрофированные мышечные волокна, окруженные белковыми депозитами с тинкториальными свойствами амилоида. Также отло-

жение амилоида отмечено в утолщенных стенках сосудов. Относительная площадь депозитов в 5 биоптатах - не более 30%. В одном биоптате - 90%. Иммуногистохимическое (ИГХ) исследование выявило экспрессию транстиретина в зонах отложения депозитов амилоида (Рис. 5).

Дополнительно пациенту проведено молекулярно-генетическое исследование биоптата методом секвенирования по Сенгеру гена TTR. В исследованном образце ДНК обнаружена замена Phe53Leu (F53L) в гене TTR(rs121918068), которая ассоциирована с развитием наследственного TTR амилоидоза.

**Обсуждение и выводы.**

Трудности диагностики амилоидоза сердца связаны с редкой встречаемостью заболевания и отсутствием патогномичных симптомов в клинической картине. С помощью различных методов лучевой диагностики амилоидоза, например, МРТ сердца, возможно определить структурное повреждение сердечной мышцы, типичное для амилоидоза сердца, а именно, субэндокардиальную циркулярную зону отсроченного контрастного усиления. Однако метод МРТ не позволяет дифференцировать тип амилоида. В свою очередь, по данным сцинтиграфии с  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфатом возможна точная дифференциальная диагностика типов амилоидоза сердца: транстиретинового и легких цепей.

Гиперфиксация  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфата в сердечной мышце при амилоидозе обусловлена связыванием кальция, находящегося в транстиретиновых амилоидных волокнах с мечеными фосфатными комплексами.

В литературе встречаются сведения, касающиеся высокой информативности сцинтиграфии с пирофосфатом в дифференциальной диагностике амилоидоза. В частности, в работе S. Bokhari и соавт. (2013), посвященной изучению сцинтиграфии с пирофосфатом у пациентов с различными типами амилоидоза сердца, было установлено, что коэффициент дифференциального накопления (КДН) "сердце/контралатеральная зона" существенно выше при TTR ассоциированном амилоидозе, чем при амилоидозе легких цепей (AL). Было рассчитано

пограничное значение показателя  $\text{КДН} \geq 1,5$ , характерное для транстиретинового амилоидоза [6].

Схожие данные были получены в многоцентровом исследовании, посвященном изучению диагностической эффективности сцинтиграфии с  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфатом у больных с транстиретиновым амилоидозом сердца [7]. Выявлена высокая информативность и прогностическая точность метода в диагностике TTR-ассоциированного амилоидоза сердца, и подтверждено, что при значении  $\text{КДН} > 1,5$  положительная прогностическая ценность метода составила 97%, отрицательная прогностическая ценность - 78%, чувствительность - 87% и специфичность - 95%.

В продемонстрированном клиническом случае TTR ассоциированный амилоидоз сердца был заподозрен именно на основании высокого значения КДН. Тип амилоидоза в последующем был подтвержден при ИГХ и молекулярно-генетическом исследовании.

Таким образом, сцинтиграфия сердца с  $^{99m}\text{Tc}$ -пирофосфатом является эффективным неинвазивным методом диагностики амилоидоза сердца, который позволяет с высокой точностью идентифицировать транстиретиновый тип амилоида.

**Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

**References:**

1. Merlini G., Bellotti V. Molecular mechanisms of amyloidosis. *N Engl J Med.* 2003; 349: 583-96.
2. Sipe J., Benson M., Buxbaum J. et al. Amyloid fibril protein nomenclature: 2010 recommendations from the nomenclature committee of the International Society of Amyloidosis. *Amyloid.* 2010; 17: 101-104.
3. Cacoub P., Axler O., De Zuttere D. et al. Amyloidosis and cardiac involvement. *Ann. Med. Interne.* 2000; 151: 611-617.
4. Ashutosh D. Wechalekar1 et al. Guidelines on the management of AL amyloidosis. *British Society for Haematology;* 2014.
5. Kristen A., Perz J., Schonland S. et al. Rapid progression of

- left ventricular wall thickness predicts mortality in cardiac light-chain amyloidosis. *Eur J Heart Fail.* 2007; 9: 617-624.
6. Bokhari S., Castano A., Pozniakoff T. et al.  $^{99m}\text{Tc}$ -pyrophosphate scintigraphy for differentiating light-chain cardiac amyloidosis from the transthyretin-related familial and senile cardiac amyloidoses. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2013; 6 (2): 195-201.
7. Castano A., Grogan M., Johnson G. B., et al. Multicenter experience of technetium pyrophosphate scanning for diagnosing TTR cardiac amyloid: a revival in nuclear cardiology. *J of Card Failure.* 2015; 21 (8): 85.

## COBRA HEAD SIGN – AN OLD SIGN BUT NEW FINDING

Kalsi S.S.<sup>1</sup>, Chua N.<sup>1</sup>, Khan S.<sup>1</sup>, Mahmood I.<sup>2</sup>

**Purpose.** To describe the appearances of the ‘cobra head sign’ in a case of hydrosalpinx of the uterus.

**Material and Methods.** A 35-year old woman presented with chronic abdominal pain and diarrhoea to the general medicine clinic. She had symptoms on going for several years and as part of her radiology work up she had several CT and MRI scans of the abdomen. During the caesarean section in 2010 she had an incidental pelvic uterine teratoma which was also removed. After this surgery in 2010 she underwent bilateral tubal ligation for sterilisation purposes.

**Results.** The T2 weighted MRI of the pelvis shows high signal intensities in the uterus adjacent to the ostium of the fallopian tubes. The bilateral high signal foci are spherical and are in continuation with the dilated fallopian tubes, also demonstrating internal high T2 signal suggestive of hydrosalpinx. The rest of the endometrium, myometrium gives expected normal signal.

**Conclusion.** To our knowledge there are no previous cases in the literature which describe this appearance in the uterus. The cobra head sign is well documented in cases of ureterocele and the mechanism, although slightly different, remains as a result of partial obstruction. Ureteroceles are formed by a prolapse of the mucosa in the distal ureter through the ureterovesical orifice into the bladder.

Keywords: MRI, pelvis, uterus, cobra head sign, hydrosalpinx of the uterus.

Corresponding author: Mahmood I., dr\_iftikhar@hotmail.com

For citation: Kalsi S.S., Chua N., Khan S., Mahmood I. Cobra head sign – an old sign but new finding. REJR. 2017; 7 (1):123-126. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-123-126.

Received: 12.08.2016

Accepted:

17.12.2017

## СИМПТОМ «ГОЛОВЫ КОБРЫ» – СТАРЫЙ ПРИЗНАК С НОВЫМИ ЗНАЧЕНИЯМИ

Калси С.С.<sup>1</sup>, Чуа Н.<sup>1</sup>, Кхан С.<sup>1</sup>, Махмуд И.<sup>2</sup>

**Цель.** Определить значение симптома «головы кобры» при гидросальпинксе матки.

**Материалы и методы.** В клинику обратилась женщина 35 лет с жалобами на длительные боли в животе и диарею. Пациентке было выполнено несколько исследований КТ и МРТ органов брюшной полости в связи с хроническими абдоминальными болями. В 2010 году во время кесарева сечения была обнаружена и удалена тератома матки как случайная находка. После оперативного лечения в 2010 году пациентке была выполнена двусторонняя перевязка маточных труб с целью хирургической стерилизации.

**Результаты.** На выполненных T2-взвешенных изображениях МРТ малого таза отмечается сигнал высокой интенсивности в участках матки, прилежащих к устьям маточных труб. Участки сигнала высокой интенсивности на T2-взвешенных изображениях сферической формы могут указывать на проявления гидросальпинкса. В остальных отделах эндометрия и миометрия определяется сигнал нормальной интенсивности.

**Выводы.** Ранее в литературе не встречалось описание таких изменений в матке. Симптом «головы кобры» часто встречается при уретероцеле. Несмотря на то, что механизм возникновения может различаться, изменения обычно происходят вследствие частичной обструкции. Уретероцеле формируется вследствие пролапса слизистой оболочки дистальной части мочеточника через его устье в мочевой пузырь.

1 - Basildon University Hospital. Essex, UK.

2 - London North West Healthcare NHS Trust. London, UK.

1 - Университетский госпиталь Базилтона. Эссекс, Великобритания.

2 - Лондонский северо-западный центр Национальной службы здравоохранения. Лондон, Великобритания.

Ключевые слова: МРТ, малый таз, матка, симптом «головы кобры», гидросальпинкс матки.

Контактный автор: Mahmood I., dr\_iftikhar@hotmail.com

Для цитирования: Калси С.С., Чуа Н., Кхан С., Махмуд И. Симптом «головы кобры» – старый признак с новыми значениями. REJR. 2017; 7 (1):123-126.  
DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-123-126.

Статья получена: 12.08.2016      Статья принята: 17.12.2016

## Purpose of the Study.

To describe the appearances of the “cobra head” sign in a case of hydrosalpinx of the uterus.

### Material & Methods.

A 35-year old woman presented with chronic abdominal pain and diarrhoea to the general medicine clinic. She had symptoms on going for several years and as part of her radiology work up she had several CT and MRI scans of the abdomen. She previously had five pregnancies with one termination, three viable pregnancies delivered naturally, and her last viable pregnancy delivered by caesarean section. During this section in 2010, she had an incidental pelvic uterine teratoma which was also removed. After this surgery in 2010, she underwent bilateral tubal ligation for sterilisation purposes. She had no previous abdominal operations and also suffered from depression for which she only took regular sertraline. Her observations and examination were unremarkable except for mild suprapubic tenderness. Her full blood count, urea and electrolytes and liver function tests were within normal range.

Her MRI scans at the general medical clinic are shown in figure 1 and 2.

### Results.

The axial and sagittal T2 weighted MRI of the pelvis shows high signal intensities in the uterus adjacent to the ostium of the fallopian tubes. The bilateral high signal foci are spherical and are in continuation with the dilated fallopian tubes, also demonstrating internal high T2 signal suggestive of hydrosalpinx. The rest of the endometrium, myometrium gives expected normal signal. No other abnormality was seen in the rest of the imaging sequences.

### Discussion & Conclusions.

Anatomically, the intramural segment of the uterus is the fallopian tubes shortest region, extending from the uterotubal junction, through the myometrium and endometrium, and opens out at the uterine ostium [1]. The intramural portions also contain about five or six blunt plicae, or folds, which encompass ciliated cells that help the ovum

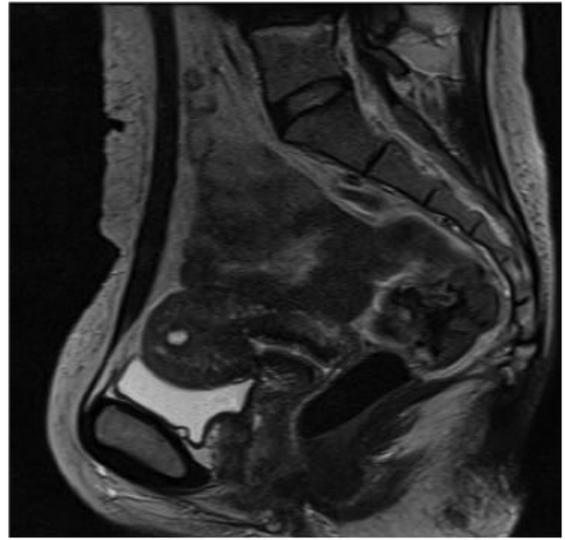
pass into the uterus [2]. Normally the cilia beat towards the uterus and tubal fluid is discharged from the fimbriated end into the peritoneal cavity, where it cleared, however occlusion of this end may lead to tubal dilatation [2]. Inflammatory processes may damage the tubal folds, resulting in uneven scarring and disappearance of the plicae [2]. This damage leads to markedly thin walls, and as the acute and chronic inflammatory cells are reabsorbed into the tubal wall, with the quiescence of the inflammatory process, clear fluid eventually replaces this exudate and a hydrosalpinx is formed [2].

Therefore, hydrosalpinx is essentially a fluid filled dilatation of the fallopian tube secondary to obstruction of the ampullary segment of the uterus, and is commonly caused by adhesions from previous pelvic inflammatory disease, tubal ligation, endometriosis, surgery or malignancy [3]. The blocked tube may be substantially dilated, and may be filled with pus, haemorrhage or serous fluid depending on the type and chronicity of obstruction [4]. It is important to recognise the MRI features of hydrosalpinx because they may provide clues to the nature of complex adnexal masses, in appropriate clinical settings [5].

We postulate that the patient's caesarean section for her fifth pregnancy resulted in adhesions due to endometrial trauma. In addition she had fallopian tube ligation for sterilisation (fig. 3) purposes after the caesarean section. This combination of adhesion configuration and the ligated fallopian tubes give rise to spherical collection of secretions (the spherical cobra head) and dilated fallopian tubes or hydrosalpinx (the cobra body/tail) as seen in our case (fig. 4, fig. 5). If the adhesions were not present the tubal secretions from the fallopian tubes would simply empty into the uterus, as described before. Also, if the fallopian tube ligation had not taken place, secretions blocked by the downstream endometrial adhesions would most likely have collected in the peritoneal cavity. In either situation the appearance of cobra head sign seen in our patient would not have occurred.



**Fig. 1.** MRI, T2, axial plane, pelvic region.



**Fig. 2.** MRI, T2, sagittal plane, pelvic region.



**Fig. 3.** MSCT, coronal reconstruction.  
Hydrosalpinx, adhesions and sterilization clips.



**Fig. 4.** MRI, T2, axial plane, pelvic region.  
"Cobra head" sign (hydrosalpinx).



**Fig. 5.** MRI, T2, sagittal plane, pelvic region.  
Hydrosalpinx and uterine adhesions.

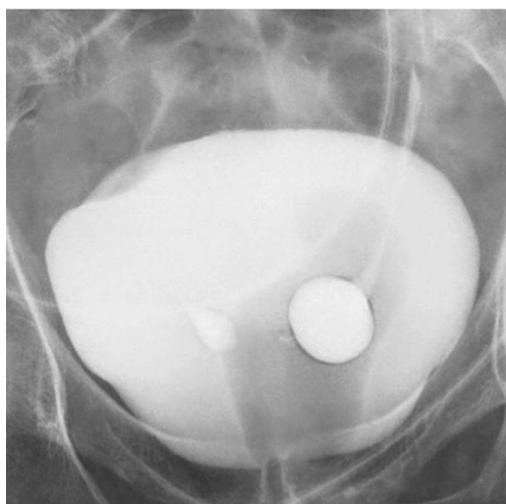


Fig. 6 a



Fig. 6 b

Fig. 6 “Cobra head” sign [7].

a – IVU. Ureterocele.

b – MRI. Hydrosalpinx.

To our knowledge there are no previous cases in the literature which describe this appearance in the uterus. The cobra head sign is well documented in cases of ureterocele and the mechanism, although slightly different, remains as a result of partial obstruction. Ureteroceles are formed by a prolapse of the mucosa in the distal ureter through the ureterovesical orifice into the bladder (fig. 6, 7) [6].

A similar appearance and mechanism has been seen in intraluminal type IIIa choledochocoele, a type of biliary tree cystic dilatation, again due to obstructive causes, which also resulted in a ‘cobra head sign’ appearance [8].

Ureteroceles are usually asymptomatic unless large. Likewise in our case, the patient’s symptoms were likely attributable to a gastrointestinal cause and at six month follow up post imaging reveals she has received further work up by the gastroenterologists although she has received no formal diagnosis as yet.

#### References:

1. Thomas D. *Histoquarterly: Fallopian Tube*, 2013. Available at: <https://micro2tele.com/2013/07/13/histoquarterly-fallopian-tube>.
2. Jarboe E. A. *Fallopian Tube*, 2015. Available at: <http://clinicalgate.com/fallopian-tube>.
3. Rezvani M., Shaaban A. M. *Fallopian Tube Disease in the Non-Pregnant Patient*. *RadioGraphics*. 2011; 31: 527–548.
4. Wheeler J. E. *Pathology of fallopian tube*. In: Blaustein A, ed. *Blaustein’s pathology of the female genital tract*. 2nd ed. New York, NY, Springer-Verlag. 1984; 393–411.
5. Kim M., Rha S. E., Oh S. N., Jung S. E., Lee Y. J., Kim Y. S. et

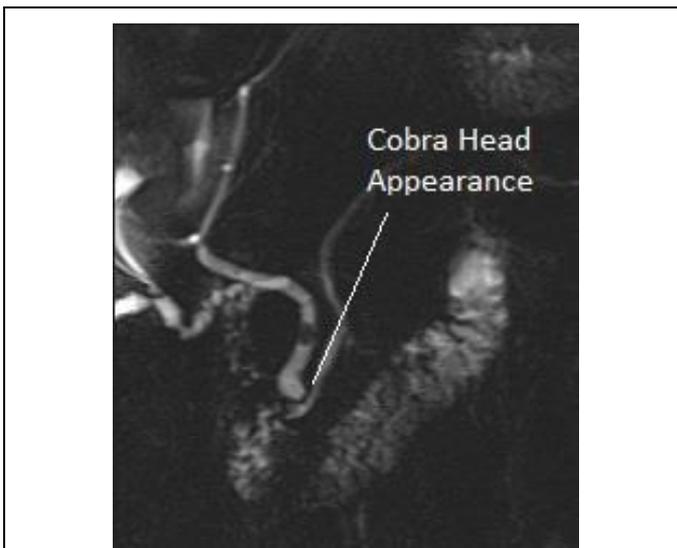


Fig. 7. MRCP.

Choledochocoele. “Cobra head” sign.

al. *MRI Image findings of Hydrosalpinx: a comprehensive review*. *RadioGraphics*. 2009; 29: 495–507.

6. Chavhan G. B. *The Cobra Head Sign*. *Radiology*. 2002; 225:781–782

7. Gaillard F.A. *Case courtesy*. Available at: [radiopaedia.org](http://radiopaedia.org), rID: 9682.

8. Reibibo L., Chivot C., Fuks D., Sabbagh., Yzet T., Regimbeau J. *Three-dimensional computed tomography analysis of the left gastric vein in a pancreatectomy*. *HPB (Oxford)*. 2012; 14 (6): 414–421.

## ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ БОЛЕЗНИ ХИРАЯМА

Филистеев П.А., Крючкова О.В., Зиновьев А.В.

**Цель исследования.** Изучение возможности магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике болезни Хираяма на высокопольном томографе.

**Материалы и методы.** Методом магнитно-резонансной томографии с напряженностью поля 3 Тесла были обследованы 6 пациентов с клинической картиной болезни Хираяма. Выполнялось стандартное исследование шейного отдела позвоночника в нейтральной позиции, функциональные пробы со сгибанием, дообследование с внутривенным контрастированием, МР-трактография.

**Результаты.** Был выявлен набор характерных МР-признаков, коррелирующий с клинической картиной и данными электромиографии: локальная атрофия спинного мозга в шейном отделе на уровне С5-С7, anomальное искривление спинного мозга, его уплощение, нарушение фиксации дорсального дурального мешка и подлежащей пластинки в нейтральной позиции, переднее смещение заднего листка твердой мозговой оболочки при сгибании и расширение заднего эпидурального пространства, контрастное усиление эпидурального компонента. Также МР-исследования были дополнены диффузионно-тензорной последовательностью с определением хода и структуры проводящих путей спинного мозга.

**Заключение.** Функциональное МР-исследование шейного отдела позвоночника со сгибанием должно быть неотъемлемой частью диагностического протокола при подозрении на болезнь Хираяма.

Ключевые слова: МРТ позвоночника с функциональными пробами, Болезнь Хираяма, МР-трактография спинного мозга.

Контактный автор: Филистеев П. А., pavel.filisteev@gmail.com

Для цитирования: Филистеев П.А., Крючкова О.В., Зиновьев А.В. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике болезни хираяма. REJR. 2017; 7 (1):127-135. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-127-135.

Статья получена: 22.02.2017      Статья принята: 09.03.2017

## HIRAYAMA DISEASE: THE ROLE OF MRI

Filistev P.A., Kryuchkova O.V., Zinoviev A.V.

**Purpose.** To evaluate the role of the magnetic resonance imaging (MRI) of Hirayama disease on high field MRI scanner.

**Materials and methods.** Six patients with clinically suspected Hirayama disease were scanned on 3 Tesla MRI with neutral position, flexion, contrast-enhanced MRI and diffusion tensor imaging.

**Results.** MRI findings of localized cervical cord atrophy at C5-C7 level, abnormal curvature, asymmetric cord flattening, loss of attachment of the dorsal dural sac and subjacent laminae in the neutral position, anterior displacement of the dorsal dura on flexion, contrast enhancement of the epidural component and a prominent epidural space were revealed. Also, MRI studies were complemented by diffusion tensor sequence with the definition of the course and structure of the conductive pathways of the spinal cord.

**Conclusion.** MRI study of the cervical spine with flexion should be an integral part of the diagnostic protocol for suspected Hirayama disease.

ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ. Москва, Россия

Central Clinical Hospital. Moscow, Russia.

Keywords: flexion MR, Hirayama disease, spinal cord DTI.

Corresponding author: Filisteev P.A., pavel.filisteev@mail.ru

For citation: Filisteev P.A., Kryuchkova O.V., Zinovev A.V. Hirayama disease: the role of mri. REJR. 2017; 7 (1):127-135. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-127-135.

Received: 22.02.2017 Accepted: 09.03.2017

**Б**лезнь Хираяма также известна как непрогрессирующая ювенильная спинальная мышечная атрофия дистальных отделов верхних конечностей. Она представляет собой разновидность цервикальной миелопатии, обусловленной срывом механизмов нормальной биомеханики в шейном отделе позвоночника при сгибании. Болезнь Хираяма считается доброкачественной нозологией из группы заболеваний мотонейрона со стабилизацией процесса после периода первичного прогрессирования. В основе ее патогенеза лежат микроциркуляторные изменения в бассейне передней спинальной артерии, причиной которых являются повторяющиеся сгибательные движения или длительный постоянный наклон шеи. Гипоксия приводит к ишемии и некрозу передних рогов спинного мозга нижнешейного отдела позвоночника. Данные изменения являются отличительной чертой данной патологии [1, 2].

Обычно заболевание возникает у молодых людей в возрасте 15-25 лет с доминантным поражением мужчин. Заболевание начинается и прогрессирует постепенно, с преимущественной односторонней слабостью в верхней конечности и атрофией, периферическими вялыми парезами без вовлечения сенсорных и пирамидных трактов. Болезнь Хираяма также сопровождается мышечной слабостью и атрофией в руке и в предплечье с сохранением плечелучевой мышцы. Из-за этого возникает характерная картина атрофии, поражающей миотомы C7, C8, Th1 [1]. Амиотрофия наиболее часто возникает в одной конечности, асимметричное билатеральное поражение возникает реже, еще реже можно наблюдать двустороннее вовлечение верхних конечностей.

В литературе описан спектр основных МР-изменений при болезни Хираяма. Настоящее исследование демонстрирует типичные признаки заболевания в нейтральной позиции и при сгибании шейного отдела позвоночника на томографе с напряженностью поля 3 Тесла, а также изменения в проводящих трактах спинного мозга.

#### **Материалы и методы.**

Исследование проведено на базе ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УДП РФ у 6 пациентов с клинической

картиной болезни Хираяма. Средний возраст обследованных составил 20 лет. Все заболевшие были мужского пола. Продолжительность болезни от начала заболевания до установки диагноза составила 2,5 года. Основными клиническими проявлениями патологии в исследованной группе были хроническая слабость и атрофия в дистальных отделах рук разной степени выраженности у всех пациентов, а также постоянный грубый тремор в пальцах кисти у 2 человек. Отсутствовали патологические рефлексии и неврологические симптомы со стороны сенсорного звена. Также для всех пациентов было характерно отсутствие клинических симптомов поражения черепных нервов, мозжечка, пирамидных трактов нижних конечностей, сфинктеров. Результаты электромиографии при этом свидетельствовали о формировании хронической денервации в мышцах и отсутствии объективного нарушения чувствительности.

Исследование проводилось на МР-томографе SIGNA HDxt (GE, Milwaukee, WI, USA) напряженностью поля 3 Тесла. МРТ в нейтральной позиции включало стандартное исследование шейного отдела позвоночника на 6-канальной спинальной катушке с использованием сагиттальных T2 и T1 взвешенных изображений в режиме быстрого спин-эха, в том числе с жироподавлением, фронтальной T2 взвешенной последовательности и аксиальной T2 последовательности в режиме градиентного эха (2D MERGE). Протокол функциональной МРТ со сгибанием в шейном отделе позвоночника состоял из T2 взвешенной спин-эхо последовательности в сагиттальной плоскости и аксиальной T2 последовательности в режиме градиентного эха (2D MERGE). Для максимального сгибания использовалась подушка для позиционирования, которая укладывалась под голову (Рис. 1). Для исследований с внутривенным контрастированием выбирали стандартную T1 последовательность в режиме спин-эхо. Толщина среза сагиттальных изображений составляла 3 мм, аксиальных – 2 мм.

Диффузионно-тензорные изображения получали с использованием эхо-планарной последовательности с 25 измеряемыми направлениями диффузии. Оценка результатов трактографии проводилась на рабочей станции GE



**Рис. 1. Фотография.**

Укладка пациента для выполнения МРТ шейного отдела позвоночника в положении гиперфлексии. Для максимального сгибания в шейном отделе под голову уложена подушка для позиционирования треугольной формы.

**Fig. 1. Foto.**

Presented positioning of the patient to perform an MRI of the cervical spine in flexion position. For maximum flexion in the cervical spine we use a triangular shape pillow under the head.

Advantage Workstation в специализированном приложении Functool - FiberTrak.

#### **Результаты.**

На МР-томограммах у всех пациентов отмечалась атрофия спинного мозга с уменьшением его толщины на уровне С5-С7, выпрямление шейного лордоза с кифотической деформацией разной степени выраженности. Уплотнение спинного мозга на сагиттальных томограммах в нейтральной позиции наблюдалось у всех пациентов, при этом у 4 пациентов обнаруживалась грушевидная форма спинного мозга на аксиальных изображениях за счет преимущественного поражения левой или правой стороны, у 2 пациентов поражение было симметричным. Нарушение прикрепления дурального мешка и подлежащей пластинки к костным элементам выявлено у всех пациентов. Интрамедуллярное изменение МР-сигнала отмечалось у 3 пациентов по данным стандартной МРТ, еще у одного пациента структурные изменения МР-сигнала в спинном мозге удалось верифицировать только по данным МР-трактографии (Рис. 2, Рис. 3).

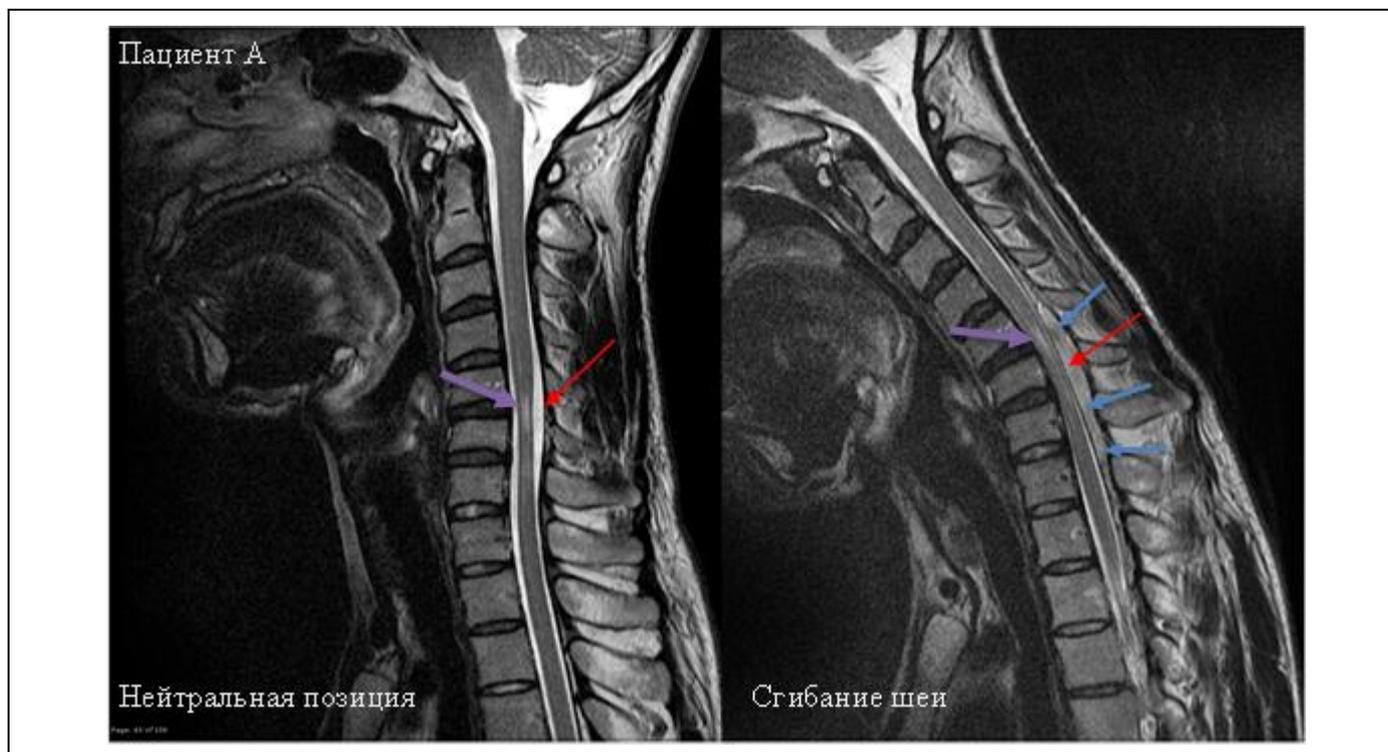
МРТ со сгибанием шейного отдела (МРТ с функциональными пробами) визуализировало переднюю миграцию дурального мешка у всех пациентов. В задних отделах позвоночного канала на уровне С5-С7 у всех обследованных определялся эпидуральный компонент серповидной формы, изоинтенсивный спинному мозгу на Т1 и гиперинтенсивный на Т2 взвешен-

ных изображениях – расширенное венозное сплетение. У 3 пациентов наблюдалось распространение изменений на грудной отдел позвоночника. После внутривенного контрастирования отмечалось интенсивное гомогенное контрастное усиление заднего эпидурального пространства (Рис. 2, Рис. 3).

Магнитно-резонансная трактография была выполнена у всех пациентов. В 5 случаях ее результаты совпадали с данными стандартного МРТ исследования. В 3 случаях отмечалось локальное уменьшение фракционной анизотропии спинного мозга, что соответствовало зоне миелопатии по Т2 взвешенным изображениям. В 1 случае отмечалась нормальная структура проводящих трактов, что совпадало с нормальными сигнальными характеристиками от спинного мозга на Т2 и Т1 импульсных последовательностях. В 1 случае удалось выявить уменьшение фракционной анизотропии в зоне компримированного спинного мозга, без четких признаков миелопатии на Т2 взвешенных изображениях (Рис. 4).

#### **Обсуждение.**

Ювенильная дистальная амиотрофия верхней конечности (болезнь Хираяма) – редкое заболевание, названное в честь К. Hirayama, впервые описавшего в 1959 году 12 пациентов с амиотрофией, отличавшейся от бокового амиотрофического склероза и прогрессирующих спинальных амиотрофий. Распространенность составляет примерно 0,5:100000. Наибо-



**Рис. 2.** МР-томограммы в сагиттальной плоскости.

Нейтральная позиция и в положении максимального сгибания (T2 взвешенное изображение) пациента А с болезнью Хираяма. Отмечается истончение спинного мозга на уровне С5-С7, изменение анатомического контура и миелопатия (фиолетовая стрелка), нарушение статики в шейном отделе позвоночника. Обращает на себя внимание нормальное положение задней стенки дурального мешка и твердой мозговой оболочки в нейтральной позиции и их передняя миграция при сгибании шеи (красная стрелка). Заднее эпидуральное пространство при сгибании резко увеличено и выглядит в виде гиперинтенсивного «полумесяца» с наличием множественных артефактов потока (синие стрелки).

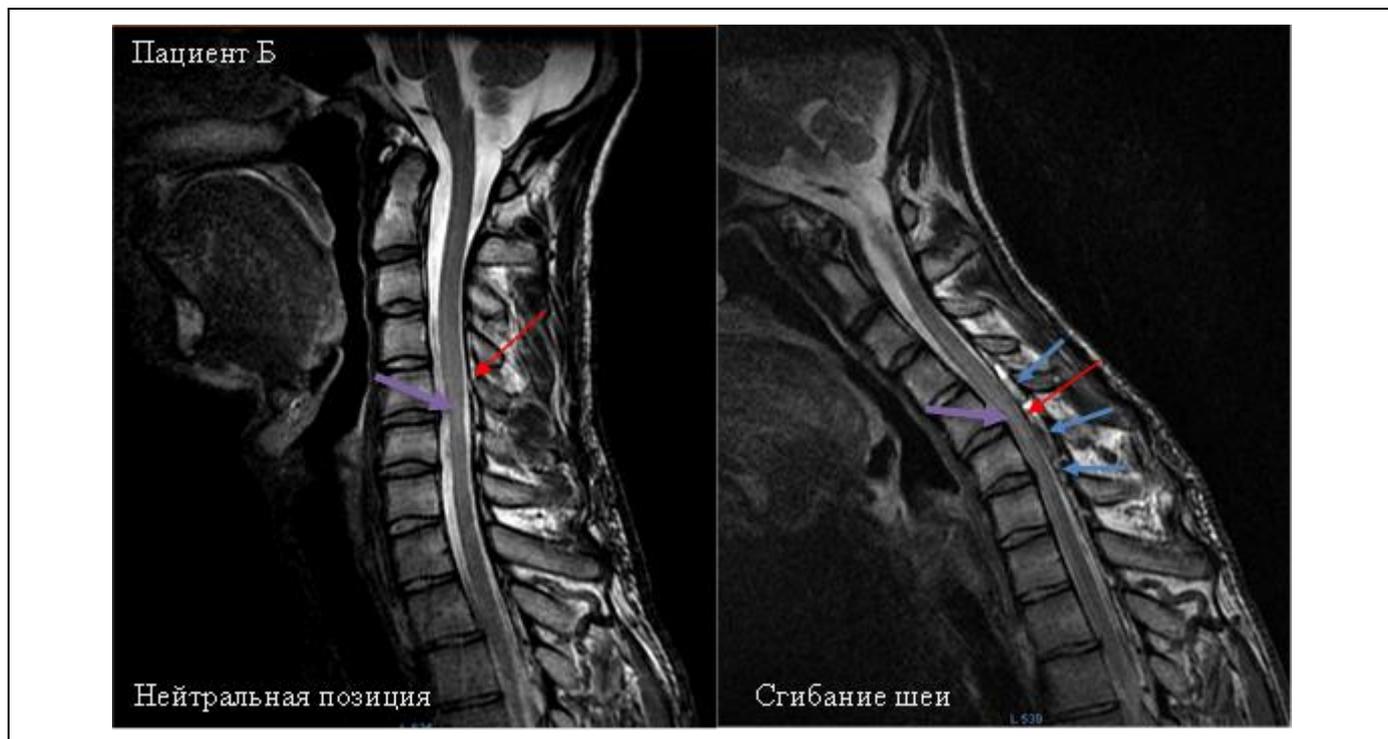
**Fig. 2.** MRI, the sagittal plane.

The neutral position and the position of maximum flexion (T2 weighted image) patient A with Hirayama disease. Marked thinning of the spinal cord at the C5-C7 level, changes in the anatomical contour and myelopathy (purple arrow), violation of statics in the cervical spine are presented. Attention is drawn to the normal position of the posterior wall of the dural sac and the dura mater in the neutral position and the front migration during flexion of the neck (red arrow). Posterior epidural space during flexion sharply increased and it looks as hyperintense "crescent", with the presence of multiple flow void artifacts (blue arrows).

лее часто встречается в странах Азии (Япония, Китай, Индия), хотя возможна у людей любой этнической принадлежности. Болезнь Хираяма чаще встречается у мужчин, соотношение мужчины/женщины в среднем составляет 7/1. Дебют заболевания приходится на возраст 15-25 лет. Большинство случаев – спорадические, в литературе имеется лишь несколько описаний семейных прецедентов.

Патогенез болезни Хираяма окончательно не установлен, рассматриваются теории о миелопатии, обусловленной нарушениями микроциркуляции при сгибании шеи, и о редкой форме болезни мотонейрона. Kikuchi et al. считают, что в основе болезни лежит несбалансированный рост, приводящий к диспропорции длины костной части позвоночного столба и со-

держимого позвоночного канала, и в результате этого происходит формирование «ригидного» дурального мешка [3]. В норме твердая мозговая оболочка спинного мозга прикрепляется к позвоночному каналу только в 2 местах: в области большого затылочного отверстия/позвонок С2-С3 краниально и на уровне нижних крестцовых позвонков/копчика каудально. Таким образом, дуральный мешок оказывается свободно подвешен в позвоночном канале почти на всем протяжении. Фиксация также осуществляется по ходу корешков спинномозговых нервов с помощью зубчатых связок (lig. denticulatum). Эти связки (20-21 пара) являются производными паутинной оболочки и представляют собой тонкие коллагенозные тяжи, которые находятся между рядами передних



**Рис. 3. МР-томограммы в сагиттальной плоскости.**

Нейтральная позиция и условия максимального сгибания пациента Б с болезнью Хираяма. Отмечается истончение и неоднородная структура спинного мозга на уровне С5-С6 (фиолетовая стрелка). При выполнении функциональной пробы со сгибанием шеи отмечается переднее смещение дорсальной твердой мозговой оболочки на уровне С4-Th2 (красная стрелка). При этом визуализируется расширенное заднее эпидуральное венозное сплетение с гетерогенным сигналом на Т2 взвешенных изображениях (синие стрелки).

**Fig. 3. MRI, sagittal plane.**

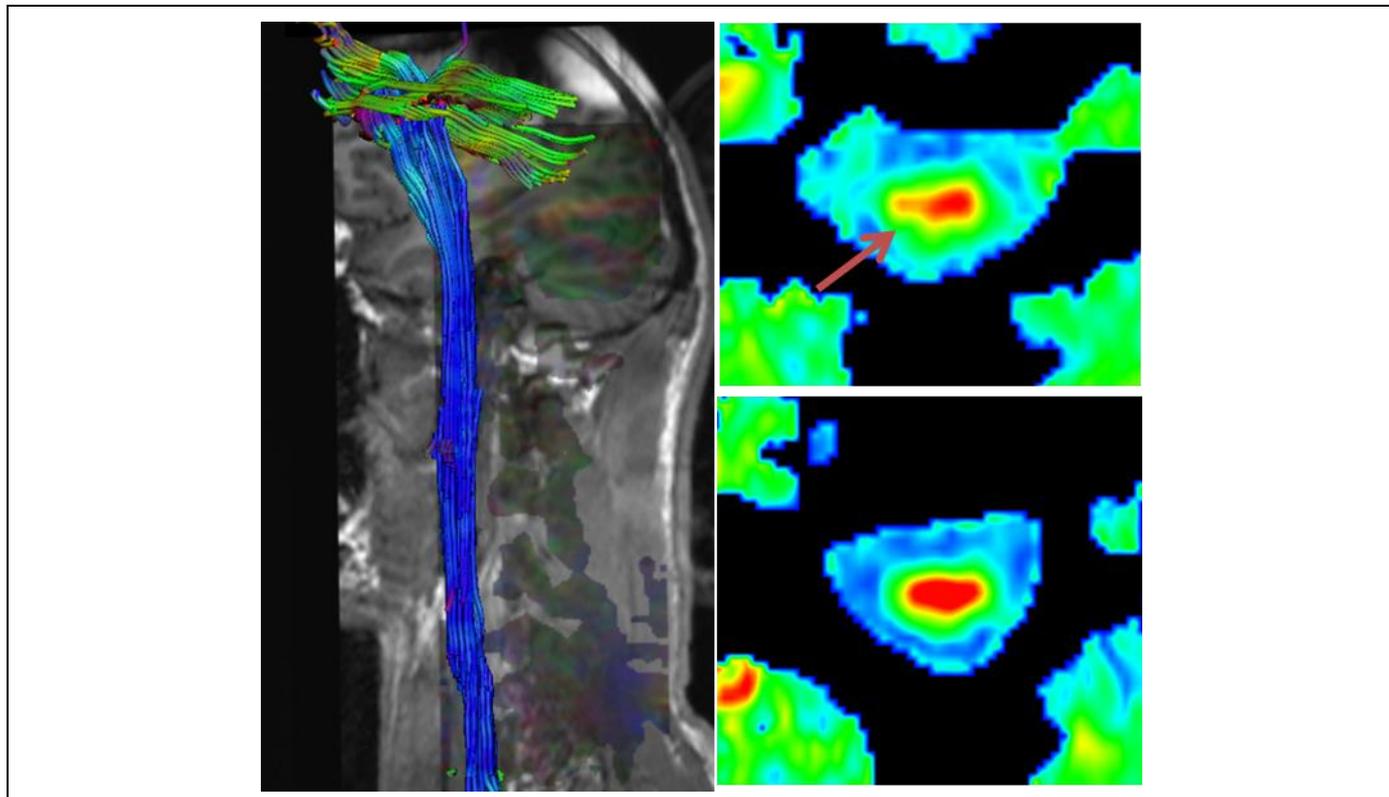
The neutral position and the position of maximum flexion from the patient B with Hirayama disease. There are thinning and inhomogeneous structure of the spinal cord at the C5-C6 (purple arrow). When you perform a functional test of flexion of the neck marked displacement forward of the dorsal dura at the level of C4-Th2 (red arrow). This leads to visualization of the extended dorsal epidural venous plexus with a heterogeneous signal on T2-weighted images (blue arrows).

и задних корешков спинномозговых нервов и соединяют спинной мозг с твердой мозговой оболочкой (Рис. 5). Они начинаются от твердой оболочки выше выхода I шейного нерва и заканчиваются на уровне XII грудного или I поясничного нерва, разделяя субарахноидальное пространство на передний и задний отделы. Функциональное значение зубчатых связок заключается в амортизации спинного мозга в позвоночном канале при движениях, также они участвуют в циркуляции спинномозговой жидкости. В них находятся преганглионарные симпатические волокна и чувствительные униполярные клетки.

У здоровых субъектов дуральная оболочка податливая, эластичная, содержит несколько поперечных складок, которые компенсируют возрастающую длину позвоночного канала при сгибании. В отличие от этого, при болезни Хираяма наблюдается более короткая и поэтому ригидная твердая мозговая оболочка. Она не

может компенсировать увеличения длины позвоночного канала, особенно выраженного при сгибании, тем самым смещаясь кпереди с компрессией спинного мозга [3]. Toma и Shiozawa предположили, что относительное диспропорциональное укорочение дурального мешка особенно выражено в пубертатном периоде, когда происходит резкое ускорение роста [4].

Повторяющееся сгибание шеи приводит к сдавлению спинного мозга в зоне максимального кифоза (чаще в нижнешейном отделе), с нарушением микроциркуляции в бассейне передней спинальной артерии. В ответ на это происходит атрофия передних рогов спинного мозга, так как они наиболее чувствительны к гипоксии. Белое вещество спинного мозга страдает в меньшей степени [2]. Установлено, что для болезни Хираяма характерно асимметричное истончение спинного мозга. Shinomiya и др. предположил, что вероятным фактором могут быть особенности строения связок заднего эпи-



**Рис. 4. МР-трактография спинного мозга шейного отдела позвоночника.**

Отмечается уменьшение фракционной анизотропии в правых отделах спинного мозга на уровне C5-C6 (красная стрелка), что позволяет сделать вывод о наличии дефицита трактов белого вещества и структурных изменениях проводящих путей на этом уровне. На другом уровне (нижнее левое изображение) показатели фракционной анизотропии в пределах нормы.

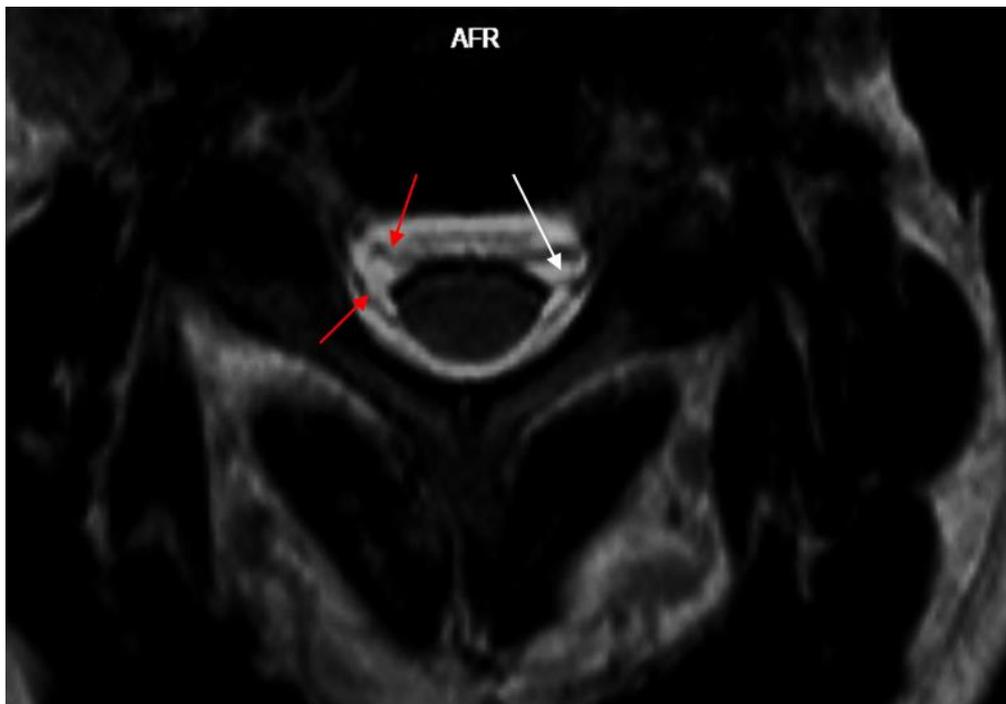
**Fig. 4. MR-tractography, spinal cord of the cervical spine.**

Marked decrease in fractional anisotropy in the right parts of the spinal cord at the C5-C6 level (red arrow) which allows you to infer the presence of white matter tracts deficit and structural changes pathways at this level. On another level (lower left image) indicators fractional anisotropy in the normal range.

дурального пространства [5]. Он выделил тонкие и толстые группы связок между твердой мозговой оболочкой и желтыми связками, которые противостоят сепарации дуального мешка от позвоночного канала. Несимметричное распределение этих связок относительно срединной линии может быть одной из причин асимметричного поражения спинного мозга при болезни Хираяма.

Клинически болезнь Хираяма характеризуется постепенным развитием мышечной слабости и атрофией в области кисти и нижней трети предплечья (миотомы C7-Th1). Плечелучевая мышца остается сохранной, что формирует картину «косой» границы амиотрофии. Как правило, наблюдается одностороннее поражение, иногда – асимметричное, редко – симметричное. Отмечается нарастание мышечной слабости при воздействии низких температур (холодовой парез), гипергидроз, полимиоклонус в пальцах пораженной конечности. У некоторых больных описаны фасцикуляции. Типично прогрессирование заболевания в течение 5-6 лет с

последующей стабилизацией. Признаки поражения верхнего мотонейрона, а также чувствительные, координаторные, тазовые нарушения отсутствуют. Результаты анализов крови и цереброспинальной жидкости не претерпевают изменений (иногда наблюдается незначительное повышение количества белка). По данным электрофизиологических исследований отмечено снижение амплитуд моторных ответов при стимуляции локтевого и срединного нервов при сохранении скорости распространения возбуждения и сенсорных ответов в пределах референсных значений. Может фиксироваться увеличение процента выпадения F-волн или невозможность их регистрации в связи с атрофией мышц. Характерны денервационные изменения в атрофированных мышцах. Часто наблюдается субклиническое поражение второй руки при клинически одностороннем течении заболевания. Для лечения болезни Хираяма рекомендуется ношение ортопедического воротника для ограничения сгибания шеи. В отдельных быстро прогрессирующих и тяжелых случа-



**Рис. 5.** На МРТ шейного отдела позвоночника.

В аксиальной плоскости в режиме 3D T2 TSE с толщиной среза 1 мм на середине боковых поверхностей спинного мозга визуализируется зубчатая связка слева (показана белой стрелкой), расположенная между корешками спинномозговых нервов, а также вентральный и дорсальный корешки спинномозгового нерва C5 справа (красные стрелки).

**Fig. 5.** MRI, cervical spine, axial plane.

A 3D T2 TSE mode with 1 mm slice thickness at the middle of the side of the spinal cord surfaces visualized denticulate ligament to the left (shown by a white arrow), located between the roots of the spinal nerves, as well as ventral and dorsal spinal nerve roots C5 to the right (red arrows).

ях продемонстрированы хорошие результаты хирургического лечения (пластика твердой мозговой оболочки, реконструкция с трансплантацией сухожилий, передняя декомпрессия шейного отдела позвоночника) [6, 7]. Прогноз при болезни Хираяма благоприятный.

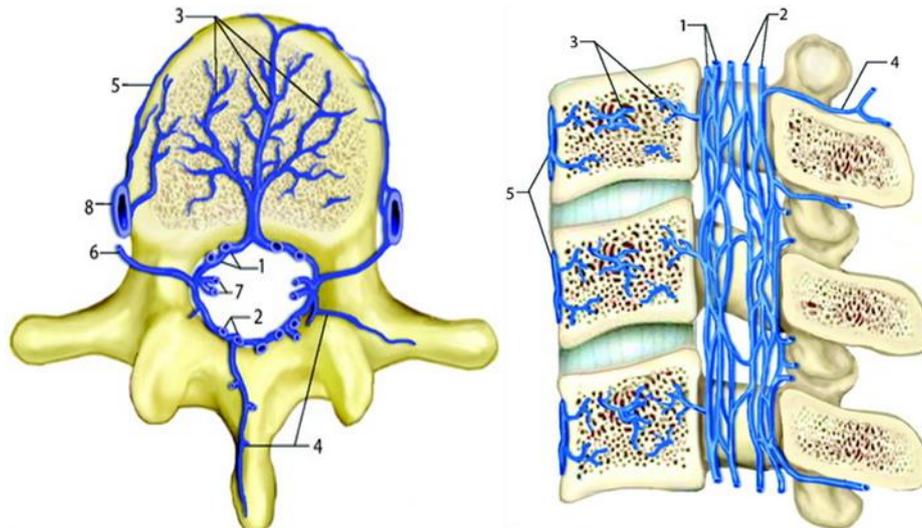
В группу патологий, с которыми необходимо проводить дифференциальный диагноз болезни Хираяма относятся сириномиелия, боковой амиотрофический склероз, шейный остеохондроз со стенозом позвоночного канала и миелопатией, опухоли и травматические изменения в спинном мозге [4]. Большинство этих заболеваний удастся исключить или подтвердить при выполнении рутинной МРТ шейного отдела позвоночника.

Рентгенологическое исследование шейного отдела позвоночника при болезни Хираяма неинформативно и выявляет только нарушение статики: выпрямление лордоза, кифоз, сколиоз, листезы. На латеральных миелограммах можно увидеть выраженную атрофию спинного мозга, переднее смещение дурального мешка, уменьшение сагиттального размера дуального мешка и появление рентгенонегативной полоски кзади от дурального мешка при сгибании. КТ-

миелография визуализирует несимметричное истончение спинного мозга с наличием гиподенсной полоски кзади от дурального мешка. [1, 8]. Однако, осложнения и инвазивность миелографических исследований привели к их полной замене на МРТ.

Характерными признаками болезни Хираяма на МРТ являются локальная атрофия спинного мозга на уровне C5-C7, несимметричное истончение спинного мозга, миелопатия с преимущественным поражением передних рогов, нарушение анатомического контура спинного мозга, дефект прикрепления задних отделов дурального мешка к позвоночному каналу. Чувствительность диагностики болезни Хираяма по вышеописанным признакам МРТ в нейтральной позиции достигает 80% [9, 10].

При проведении МРТ шейного отдела с максимальным сгибанием наблюдается нарушение прикрепления задней стенки дурального мешка и смещение его вместе со спинным мозгом вперед, расширение заднего эпидурального пространства [11, 12]. Отмечается гиперинтенсивный сигнал, серповидное расширение заднего эпидурального пространства с наличием артефактов потока от движущейся крови в



**Рис. 6. Анатомия венозного кровоснабжения позвоночника.**

Аксиальные и сагиттальные изображения.

- |  |  |
|--|--|
| 1 - Переднее внутреннее венозное сплетение | 5 - Переднее наружное венозное сплетение |
| 2 - Заднее внутреннее венозное сплетение   | 6 - Межпозвоночная вена                  |
| 3 - Базивертебральные вены                 | 7 - Передние и задние корешковые вены    |
| 4 - Заднее наружное венозное сплетение     | 8 - Восходящая поясничная вена           |

**Fig. 6. Venous anatomy of the vertebral column.**

Axial and lateral views.

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1 - Anterior internal vertebral venous plexus | 5 - Anterior external venous plexus |
| 2 - Posterior internal venous plexus          | 6 - Intervertebral vein             |
| 3 - Basivertebral venous plexus               | 7 - Radicular vein                  |
| 4 - Posterior external venous plexus          | 8 - Ascending lumbar vein.          |

расширенном эпидуральном венозном сплетении.

Широко обсуждается роль контрастного усиления парамагнетиками при дегенеративно-дистрофических и функциональных изменениях в позвоночнике [13]. В исследовании Sonwalkar et al. показали важную роль динамического контрастирования на МРТ у пациентов с подозрением на болезнь Хираяма. Гомогенное контрастное усиление заднего эпидурального пространства при болезни Хираяма считается типичным признаком [14]. Новые последовательности, такие как 3D-FIESTA, могут существенно сократить время МР-обследования шейного отдела позвоночника с функциональными пробами до 6 минут и доказали сопоставимую точность со стандартным протоколом без необходимости внутривенного контрастирования [15].

Исчезновение эпидурального компонента в нейтральной позиции шеи подтверждает сосудистую природу выявляемых в нем изменений, а именно расширение внутреннего заднего эпидурального венозного сплетения (Рис. 6).

Расширению внутреннего заднего веноз-

ного сплетения (его продольной и поперечной частей) при сгибании способствуют 3 патофизиологических фактора. Во-первых, переднее смещение дурального мешка формирует отрицательное давление в задних отделах позвоночного канала и результирующее увеличение потока в заднем внутреннем венозном сплетении [10]. Во-вторых, переднее смещение дурального мешка вызывает компрессию переднего внутреннего венозного сплетения, и, как следствие, увеличение нагрузки на заднее венозное сплетение с его компенсаторным расширением [12]. В-третьих, венозный дренаж из яремных вен уменьшается при сгибании шеи, что в свою очередь затрудняет венозный возврат из позвоночных венозных сплетений [10].

Метод диффузионно-тензорной визуализации основан на анализе направления диффузии молекул воды вдоль аксонов, входящих в состав различных трактов белого вещества. С его помощью регистрируются данные о направлении и плотности нервных путей, соединяющих различные структуры головного и спинного мозга; математическим выражением полученных данных является фракционная анизотро-

пия – количественная характеристика вектора диффузии. Диффузионно-тензорные изображения у пациентов с болезнью Хираяма потенциально могут указывать на клинически немые участки дезорганизации кортикоспинальных трактов, предвосхищая возникновение морфологических и клинических изменений в будущем. Постулируется, что уменьшение фракционной анизотропии может быть связано с рестрикцией диффузии молекул воды в компримированном спинном мозге [16]. Интрамедуллярный отек также способствует нарушению баланса между внутри- и внеклеточным содержанием жидкости и белка, что, как следствие, приводит к уменьшению свободной диффузии. В норме отмечается снижение значений фракционной анизотропии спинного мозга от уровня С2-С3 к уровню С5-С6. Как полагают, это связано с разным соотношением серого и белого вещества в краниокаудальном направлении, а также с отхождением стволов плечевых сплетений от нижнешейного отдела спинного мозга, что вызывает пространственную дезорганизацию белого вещества и уменьшение значений фракционной анизотропии [17]. На цветовых

картах проводящих путей спинного мозга могут быть продемонстрированы нарушения, невидимые на стандартных МР-сканах.

#### **Заключение.**

У пациентов соответствующей возрастной группы с локальными неврологическими нарушениями в верхних конечностях рекомендуется проведение МРТ шейного отдела позвоночника с функциональными пробами для исключения болезни Хираяма. Протокол, дополненный исследованием в положении гиперфлексии, позволяет выявить типичный для болезни Хираяма морфологический паттерн при сомнительных результатах рутинного МР-исследования. МР-трактография в отдельных случаях может определить начальные структурные изменения в спинном мозге, невизуализируемые на стандартных импульсных последовательностях.

#### **Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

#### **References:**

1. Hirayama K., Tokumaru Y. Cervical dural sac and spinal cord in juvenile muscular atrophy of distal upper extremity. *Neurology*. 2000; 54: 1922-6.
2. Hirayama K. Nonprogressive juvenile spinal muscular atrophy of the distal upper limb. In: De Jong JM, editor. *Handbook of Clinical Neurology*. Amsterdam, Netherlands: Elsevier; 1991. P. 107-20.
3. Kikuchi S., Tshiro K., Kitagawa K., Iwasaki Y., Abe H. A mechanism of juvenile muscular atrophy localized in the hand and forearm; Flexion myelopathy with tight dural canal in flexion. *Clin Neurol*. 1987; 27: 412-9.
4. Toma S., Shiozawa Z. Amyotrophic cervical myelopathy in Adolocent. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1995; 58: 56-64.
5. Shinomiya K., Sato T., Spengler D.M., Dawson J. Isolated muscle atrophy of the of the distal upper extremity in cervical spinal cord compressive disorders. *J Spinal Disord*. 1995; 8: 311-6.
6. Tokumaru Y., Hirayama K. Cervical collar therapy for juvenile muscular atrophy of distal upper extremity (Hirayama disease) results from 38 cases (abstr). *Rinsho Shinkeigaku*. 2001; 41: 173-8.
7. Chiba S., Yonekura K., Nonaka M., Imai T., Matumoto H., Wada T. Advanced Hirayama disease with successful improvement of activities of daily living by operative reconstruction. *Intern Med*. 2004; 43: 79-81.
8. Mukai E., Sobue I., Muto T., Takahashi A., Guto S. Abnormal radiological findings on juvenile-type distal and segmental muscular atrophy of upper extremities. *Clin Neurol*. 1985; 25: 620-6.
9. Chen C.J., Hsu H.L., Tseng Y.C., Lyu R.K., Chen C.M., Huang Y.C. et al. Hirayama flexion Myelopathy: Neutral position MR Imaging findings-importance of loss of attachment. *Radiology*. 2004; 231: 39-44.
10. Mukai E., Matsuo T., Muto T., Takahashi A., Soube I. Magnetic resonance imaging of juvenile-type distal and segmental muscular atrophy of upper extremities. *Clin Neurol*. 1987; 27: 99-107.
11. Pradhan S., Gupta R.K. Magnetic resonance imaging in juvenile asymmetric segmental spinal atrophy. *J Neurol Sci*. 1997; 146: 133-8.
12. Chen C.J., Chen C.M., Wu C.L., Ro L.S., Chen S.T., Lee T.H. Hirayama disease: MR diagnosis. *AJNR*. 1998; 19: 365-8.
13. Svishchenko A.V., Alifirova V.M., Vusik E.A., Usov V.Y. Contrast-enhanced MRI of the spine in lumbar degenerative disease. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2013; 3 (4): 100-108.
14. Sonwalkar H.A., Shah R.S., Khan F.K., Gupta A.K., Bodhey N.K., Vottath S. et al. Imaging features in Hirayama disease. *Neurol India*. 2008; 56: 22-6.
15. Raval M., Kumari R., Dung A.A.D., Guglani B., Gupta N., Gupta R. MRI findings in Hirayama disease. *The Indian Journal of Radiology & Imaging*. 2010; 20 (4): 245-249.
16. Mamata H., Jolesz F.A., Maier S.E. Characterization of central nervous system structures by magnetic resonance diffusion anisotropy. *Neurochem Int*. 2004; 45: 553-560.
17. Wheeler-Kingshott C.A., Hickman S.J., Parker G.J., Ciccarelli O., Symms M.R., Miller D.H., Barker G.J. Investigating cervical spinal cord structure using axial diffusion tensor imaging. *Neuroimage*. 2002; 16: 93-102.

МНОГОЛЕТНЕЕ НАБЛЮДЕНИЕ ОСТЕОПОРОЗА, СВЯЗАННОГО С  
БЕРЕМЕННОСТЬЮ

Серова Н.С., Драпалюк И.Б., Абнизов А.С., Бабкова А.А.

**Цель исследования.** Продемонстрировать многолетнее клиническое наблюдение за пациенткой с остеопорозом, резвившемся в третьем триместре беременности с последующей регрессией в остеопению через 4 года на фоне приема терапии.

**Материалы и методы.** Обследована пациентка А., 36 лет, впервые поступившая в клинику в 2008 году с жалобами на атравматический перелом шейки правой бедренной кости. Женщине была проведена остеоденситометрия на двухэнергетическом денситометре. Контрольное исследование проводилось в 2012 году для оценки корректности проводимой терапии. В 2016 году пациентка обратилась для повторного обследования с целью определения динамических изменений минеральной плотности кости. Исследование включило в себя комплекс лучевых методов диагностики, таких как остеоденситометрия на двухэнергетическом денситометре и количественная компьютерная томография (ККТ) на мультиспиральном компьютерном томографе.

**Результаты.** По данным остеоденситометрии, полученным на двухэнергетическом костном денситометре в 2008 году показатель Z-критерия в левом бедре составил до -1,7 стандартных отклонений, в сегментах L2-L4 до -2,0 стандартных отклонений, что соответствовало остеопении. За 4 года терапии произошла положительная динамика изменения состояния минеральной плотности костной ткани: показатель Z-критерия в левом бедре составил -0,7 стандартных отклонений, что соответствовало показателю ниже ожидаемых значений для данной возрастной группы, в сегментах L2-L4 до -1,1 стандартных отклонений, что соответствовало пограничному состоянию. При проведении контрольного исследования в 2016 году показатель Z-критерия составил 0,1 стандартных отклонений, что соответствовало нормальному показателю. По данным количественной компьютерной томографии (ККТ), полученным на мультиспиральном компьютерном томографе, показатель Z-критерия составил -1,72 стандартных отклонений, что также является значением в пределах возрастной нормы. Данные, полученные при традиционной остеоденситометрии, оказались отличными от результатов, полученных при проведении количественной компьютерной томографии, что обусловлено различием в методах подсчета минеральной плотности костной ткани, в том числе в оценке объема костной ткани. Однако тенденции полученных показателей совпадают.

**Выводы.** Выполнение комплекса высокотехнологичных и высокоинформативных методов лучевой диагностики, таких как ККТ и остеоденситометрия, позволяют быстро и точно определить состояние и динамические изменения костной ткани пациента, назначить корректную терапию и в дальнейшем оценить ее эффективность.

Ключевые слова: остеопороз, беременность, остеопения, денситометрия, количественная компьютерная томография.

Контактный автор: Абнизов А.С., abnizov\_90@mail.ru

Для цитирования: Серова Н.С., Драпалюк И.Б., Абнизов А.С., Бабкова А.А. Многолетнее наблюдение остеопороза, связанного с беременностью. REJR. 2017; 7 (1):136-144. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-136-144.

Статья получена: 28.12.2016

Статья принята: 15.02.2017

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)  
г. Москва, Россия.

## LONGITUDINAL FOLLOW-UP OF OSTEOPOROSIS ASSOCIATED WITH PREGNANCY

Serova N.S., Drapalyuk I.B., Abnizov A.S., Babkova A.A.

**Purpose.** To show longitudinal clinical observation of patient with osteoporosis which developed in the third trimester of pregnancy and regressing in osteopenia four years later against the background of therapy.

**Materials and methods.** A patient of 36 years old was admitted for the first time in 2012 with complaints of nontraumatic fracture of right femoral neck. Osteodensitometry using dual-energy densitometer was performed. Control study was performed in 2012 to assess the accuracy of therapy. In 2016, the patient was admitted for another examination to determine the dynamic changes of bone mineral density. The study included a complex of radiological methods of diagnostics, such as osteodensitometry using densitometer and dual energy quantitative computed tomography (QCT) using multislice computed tomography.

**Results.** According to osteodensitometry data obtained on dual-energy bone densitometer in 2008 Z-criterion in the left femoral bone was -1.7 of standard deviations, in the segments L2-L4 – -2.0 of standard deviations which represented osteopenia. For 4 years of treatment there have been positive dynamics of mineral bone density: ratio of the Z-criterion in the left femoral bone was -0.7 of standard deviations, which were higher than expected values for this age group, in the segments L2-L4 – -1.1 of standard deviations which represented borderline state. In 2016 the Z-criterion was 0.1 of standard deviations, which corresponded with normal levels. According to quantitative computed tomography (QCT) obtained with multidetector computed tomography, Z-criterion was -1,72 of standard deviations, which also corresponded with normal levels. The data obtained with traditional osteodensitometry were different from the results obtained using quantitative computer tomography, due to the difference in calculation methods of mineral bone density, including bone volume assessment. However dynamic of the obtained results are equal.

**Conclusions.** Complex of hi-tech and high-informative methods of radiological diagnostics, such as QCT and osteodensitometry, allow fast and accurate assessment of state and dynamic changes in bone tissue. It allows planning the most accurate treatment and assessment of its effectiveness.

Keywords: osteoporosis, pregnancy, osteopenia, dual-energy densitometry, quantitative computer tomography.

Corresponding author: Abnizov A.S., abnizov\_90@mail.ru

For citation: Serova N.S., Drapalyuk I.B., Abnizov A.S., Babkova A.A. Longitudinal follow-up of osteoporosis associated with pregnancy. REJR. 2017; 7 (1):136-144. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-136-144.

Received: 28.12.2016

Accepted: 15.02.2017

**В** ОЗ определяет остеопороз как системное заболевание скелета, характеризующееся снижением плотности костной ткани и нарушением микроархитектоники кости с последующим повышением ее хрупкости и учащением риска переломов [1].

Костная ткань состоит из коллагена I типа и ряда других неколлагеновых белков. В ней идут два процесса: резорбция старой и образование новой кости, создающие цикл восстановления костной ткани. В различных возрастных периодах интенсивность процессов в цикле различается. Например, в пубертатном и постпубертатном периоде костная масса актив-

но увеличивается, и к 20–30 годам достигает максимального развития. С 35 лет у женщин и с 45 лет у мужчин начинается физиологическая потеря костной массы. У женщин она резко возрастает в первые 5–10 лет после наступления менопаузы. А к 65–70 годам потери костной массы снижаются и составляют около 0,3–0,5% в год. К 80 годам костная ткань у женщин уменьшается на 30 и более процентов [1, 2, 3].

Определенную часть в возрастной структуре заболевания составляют лица молодого возраста. В связи с этим особенно важным представляется изучение остеопенического синдрома у данной категории лиц, так как

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Moscow, Russia.

снижение минеральной плотности костной ткани является наиболее существенным фактором развития остеопоротических переломов в дальнейшем. По данным эпидемиологических исследований, около 15% женщин в пременопаузальном возрасте имеют минеральную плотность кости (МПК)  $\leq -1$  стандартное отклонение от возрастной нормы, что соответствует остеопении, по данным двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии и, по разным данным, от 0,6% до 2,5% имеют МПК  $\leq -2,5$  стандартных отклонений, что соответствует остеопорозу. Следует отметить, что под термином «идиопатический остеопороз», часто употребляемым в литературе, понимают заболевание неизвестной этиологии, сопровождающееся снижением минеральной плотности костной ткани  $\leq -2,5$  стандартных отклонений, имеющее прогрессирующий характер, симптомами которого являются множественные переломы позвонков, а также переломы шейки бедра, ребер и плюсневых костей [4]. Заболевание встречается с одинаковой частотой у женщин и мужчин и имеет, вероятно, генетическую основу [5].

Беременность и лактация ассоциируются с потерей костной плотности у большинства женщин, причем снижение МПК часто имеет место даже в том случае, если женщина принимает достаточное количество кальция. Лактирующие женщины имеют отрицательный его баланс, что отражает повышенное выведение кальция с грудным молоком (помимо экскреции почками). Было также показано, что в странах с высокой рождаемостью средняя МПК у женщин ниже, чем в регионах с низкой рождаемостью. Авторы высказали предположение, что это является следствием влияния большого числа беременностей на механизмы, регулирующие кальциевый гомеостаз [6].

Изменение трабекулярной костной ткани при беременности варьирует от +1,3% до -20,7% за год, при этом МПК в кортикальной кости не меняется [7]. Считается, что женщины с остеопорозом, развившемся во время беременности, имеют генетическую предрасположенность к низкой пиковой костной массе, поскольку почти у половины родственников этих женщин также выявляется сниженная МПК. Эпидемиологические исследования продемонстрировали, что риск переломов у большинства из них не повышен, поскольку костная масса, как правило, восстанавливается через 4-6 месяцев после прекращения лактации. В этот период у большинства женщин отмечаются снижение уровня маркеров костной резорбции и увеличение содержания маркеров костеобразования, свидетельствующее о восстановлении метаболического равновесия в кости [8].

Развитие остеопенического синдрома у

женщин пременопаузального возраста является результатом взаимодействия изначально заложенной генетической программы, играющей ключевую роль в формировании скелета, и факторов, модулирующих ее. Наследственность определяет примерно 60—70% вариабельности костной массы [9]. В ходе исследований, оценивающих семейный анамнез у молодых женщин с низкими значениями минеральной плотности костной ткани, показано, что от 48 до 70% их матерей также имеют низкую костную массу [10].

Andrew с соавт. (2005) обнаружили, что у монозиготных близнецов частота переломов дистального отдела предплечья в несколько раз выше, чем у дизиготных, и также сделали вывод о сильном влиянии генетической составляющей на частоту атравматических переломов [11]. Jones с соавт. (2000) в своем исследовании продемонстрировали сильную зависимость между уровнем МПК у молодых женщин и значениями костной плотности их дочерей препубертатного возраста и предложили определять риск развития остеопенического синдрома у девочек по значениям костной массы их матерей [12]. Однако предшествующие исследования Hansen с соавт. (1992) не показали достоверного уменьшения плотности кости по сравнению с контрольной группой у женщин, чьи матери имели остеопенический синдром [13]. Более вероятно, что у женщин с низкой МПК и отягощенным семейным анамнезом имеют место мутации одного или нескольких аллелей генов, обладающих высокой фенотипической проявляемостью, что и определяет развитие остеопенического синдрома независимо от наличия или отсутствия других факторов риска.

В представленном клиническом наблюдении на последнем контрольном исследовании пациентке бала проведена комплексная лучевая диагностика с применением двухэнергетической остеоденситометрии, позволяющей провести морфометрическое исследование и динамическую оценку изменения МПК у пациенток. Также был применен высокотехнологичный, современный метод — количественная компьютерная томография. Однако, полученные показатели Z-критерия и T-критерия оказались различны.

Выявленные различия частично обусловлены применением различных методик определения костной плотности. Используемая наиболее широко двухэнергетическая рентгеновская остеоденситометрия представляет результаты исследования в виде так называемой «проекционной плотности», выражающейся в граммах МПК на единицу площади (г/см<sup>2</sup>), в то время как количественная компьютерная томография оценивает истинную плотность кости, выра-

жаемую в граммах МПК на единицу объема (г/см<sup>3</sup>). В связи с тем, что некоторые кости скелета (позвоночник) имеют тенденцию к периостальному росту и, следовательно, увеличению своего объема, измерение их плотности в двухмерной (остеоденситометрия) и трехмерной (ККТ) проекциях даст различные результаты, поскольку в первом случае не учитывается такой важный показатель, как объем кости [14].

ККТ дает возможность получать трехмерное изображение и производить прямое определение плотности костной ткани, а также выполнять пространственное разделение сигналов от трабекулярной и кортикальной костей. Трехмерный характер исследований позволяет оценить объемную минеральную плотность отдельно трабекулярного и кортикального веществ. Метод позволяет измерить плотность кости, общее содержание минералов, получить информацию об анатомии позвоночника, дифференцированно оценить состояние компактного слоя, губчатого вещества. Различие в объеме мягких тканей не влияет на точность измерения МПК. ККТ используется главным образом для измерения плотности трабекулярной костной ткани позвоночника, и его диагностическая ценность в случае остеопороза даже выше, чем у двухэнергетической остеоденситометрии. Переломы редко встречаются при значениях МПК выше 110 мг/см<sup>3</sup> и очень часто при МПК < 60 мг/см<sup>3</sup>. Так как методом ККТ оценивается только трабекулярная костная ткань (метаболически более активная), то скорость вызванных патологией изменений МПК, определяемая данной методикой, выше аналогичного показателя, получаемого с помощью двухэнергетической остеоденситометрии. Корреляция между костной плотностью позвоночника (по данным ККТ) и других участков скелета (по данным других методов) является хотя и статистически достоверной, но недостаточной для прогнозирования тех значений МПК в разных отделах скелета, которые могут быть получены методом ККТ [15].

В представленном исследовании отмечается корреляция улучшения показателей МПК пациентки с проводимой в течении четырех лет лекарственной терапией. Двухэнергетическая остеоденситометрия и ККТ являются методами первичного выявления остеопороза и оптимальны для дальнейшей динамической оценки изменений МПК.

#### **Клиническое наблюдение:**

В 2008 году в клинику обратилась 30-летняя пациентка А. для проведения рентгеновской денситометрии с целью выяснения состояния минеральной плотности кости (МПК).

Из анамнеза известно: мать пациентки имела атравматический перелом верхней конечности в возрасте 30 лет. Сама пациентка в течение 5 лет наблюдалась у гинеколога-

эндокринолога по поводу первичного бесплодия. Во время третьего триместра беременности пациентка почувствовала боль в правом бедре, походка стала неустойчивой, появились боли при ходьбе. Последние 2 недели до родов женщина вела малоподвижный образ жизни, соблюдая щадящий режим. За два месяца до первого исследования были срочные роды. После родов было проведено рентгенологическое исследование правого тазобедренного сустава, при котором выявлен перелом шейки бедра.

Произведена остеоденситометрия области обоих тазобедренных суставов.

Получены следующие данные: снижение показателей Z-критерия: в правом бедре до -4,2 стандартных отклонений, в левом бедре до -1,7 стандартных отклонений (Рис. 1). При проведении денситометрии области поясничного отдела позвоночника в сегментах L2-L4 показатели Z-критерия снижены до -2,0 стандартных отклонений, что соответствует остеопении (Рис. 2).

Далее пациентке было проведено оперативное лечение – тотальное эндопротезирование правого тазобедренного сустава (Рис. 3). Одновременно пациентка принимала Фосаванс 70 мг один раз в неделю и препараты, содержащие кальций (без контроля со стороны лечащего врача).

В 2012 году по назначению лечащего врача проведена контрольная денситометрия на аппарате «Lunar Expert» области левого тазобедренного сустава: показатель Z – критерия составил 1,1 стандартных отклонений, что соответствовало пограничному состоянию между возрастной нормой и остеопенией (Рис. 4).

При проведении денситометрии области поясничного отдела позвоночника в сегментах L2-L4 показатели Z-критерия оказались в пределах возрастной нормы: -0,7 стандартных отклонений (Рис. 5). Также проведено контрольное рентгенологическое исследование правого тазобедренного сустава (Рис. 6).

В 2016 году пациентка снова была приглашена на плановое обследование на двухэнергетическом костном денситометре «Lunar Expert» для проведения контрольной остеоденситометрии. Также пациентке была проведена количественная компьютерная томография мультиспиральном компьютерном томографе МСКТ Toshiba Aquilione One. В обоих случаях областями исследования явились сегменты L2-L3, L3-L4.

По данным, полученным на двухэнергетическом денситометре:

показатель Z-критерия составил 0,1 стандартных отклонений;

показатель T-критерия составил 0,5 стандартных отклонений. МПКТ 1,278 г/см<sup>2</sup>. (Рис. 7).

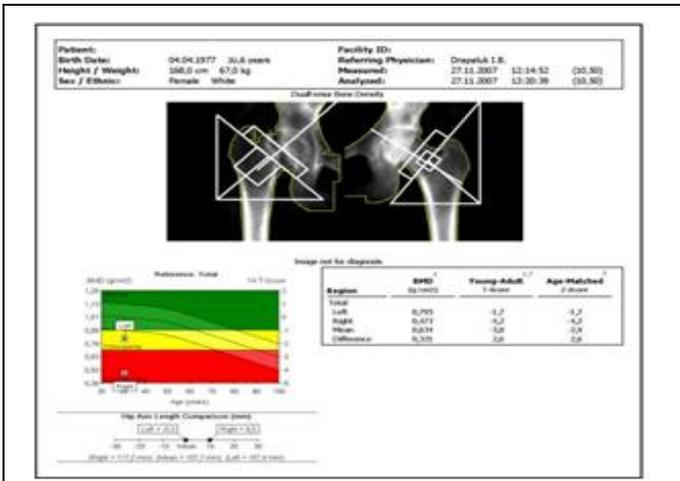


Рис. 1 (Fig.1)

**Рис. 1.**

Результаты измерений МПКТ проксимальных отделов левого и правого бедра (шейка бедра, треугольник Ward, trochanter) на двухэнергетическом костном денситометре «Lunar Expert» (2008 год).

Источник: Драпалюк И.Б., Серова Н.С., Бабкова А.А. Беременность и остеопороз. REJR. 2012; 2 (4): 68 – 73. [10]

**Fig. 1.**

Measurements of mineral bone density of proximal parts of the left and right femur (femoral neck, triangle of Ward, trochanter) on dual-energy densitometer «Lunar Expert» (2008 year).

Source: Drapalyuk I.B., Serova N.S., Babkova A.A. Pregnancy and osteoporosis. REJR. 2012; 2 (4): 68-73. [10]

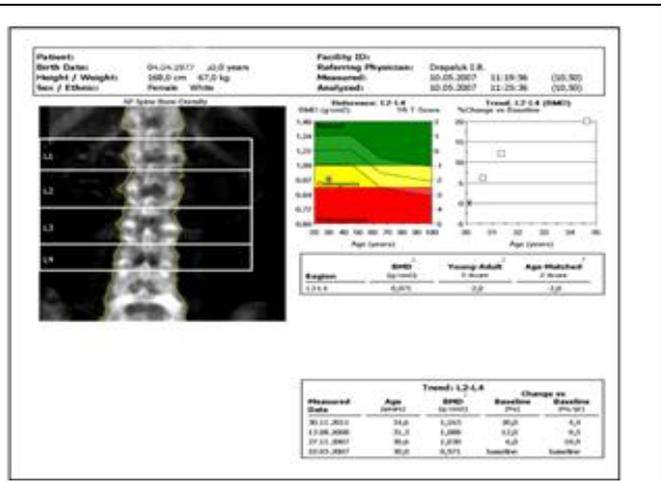


Рис. 2 (Fig. 2)

**Рис. 2.**

Результаты измерений МПКТ на двухэнергетическом костном денситометре «Lunar Expert» (поясничные позвонки L1-L4 в передне-задней проекции) (2008 год).

Источник: Драпалюк И.Б., Серова Н.С., Бабкова А.А. Беременность и остеопороз. REJR. 2012; 2 (4): 68 – 73. [10]

**Fig. 2.**

Measurements of mineral bone density on dual-energy densitometer "Lunar Expert" (lumbar vertebrae, L1-L4, in a AP projection) (2008 year).

Source: Drapalyuk I.B., Serova N.S., Babkova A.A. Pregnancy and osteoporosis. REJR. 2012; 2 (4): 68-73. [10]

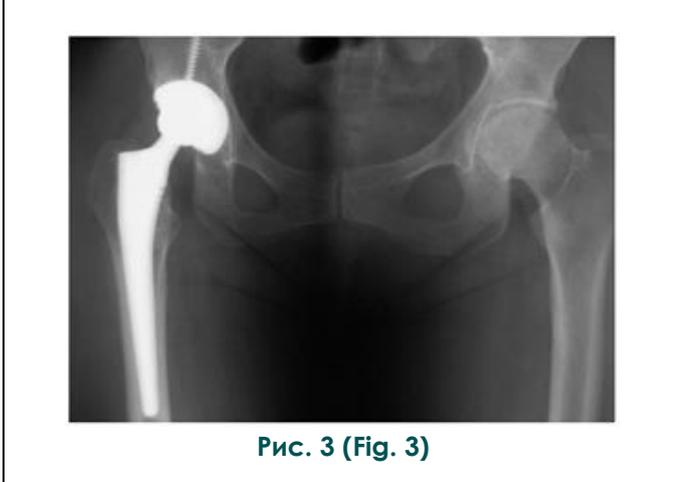


Рис. 3 (Fig. 3)

**Рис. 3.**

Рентгенограмма тазобедренных суставов, прямая проекция.

В области правого тазобедренного сустава определяется эндопротез. Костно-деструктивных изменений в области исследования не выявлено (2008 год).

Источник: Драпалюк И.Б., Серова Н.С., Бабкова А.А. Беременность и остеопороз. REJR. 2012; 2 (4): 68 – 73. [10]

**Fig. 3.**

The X-ray scan of hip joints, AP projection. The endoprosthesis of the right hip joint is defined. There are no bone-destructive changes (2008 year).

Source: Drapalyuk I.B., Serova N.S., Babkova A.A. Pregnancy and osteoporosis. REJR. 2012; 2 (4): 68 – 73. [10]

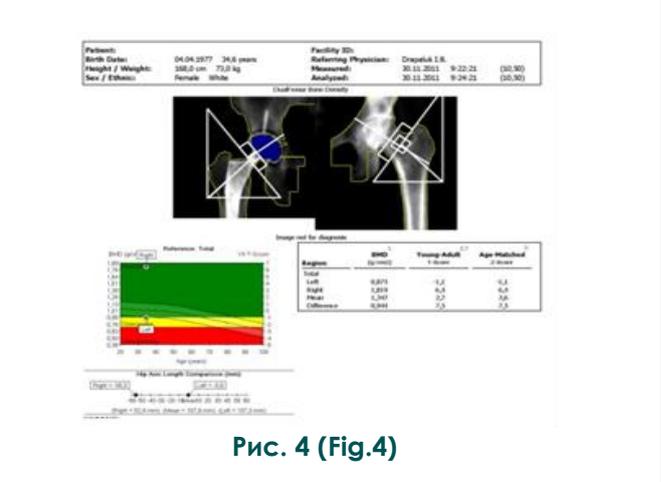


Рис. 4 (Fig.4)

**Рис. 4.**

Результаты измерений МПКТ проксимальных отделов левого бедра (шейка бедра, треугольник Ward, trochanter) на двухэнергетическом костном денситометре «Lunar Expert» (2012 год).

Источник: Драпалюк И.Б., Серова Н.С., Бабкова А.А. Беременность и остеопороз. REJR. 2012; 2 (4): 68 – 73. [10]

**Fig. 4.**

Measurements of mineral bone density of proximal parts of the left femur (femoral neck, triangle of Ward, trochanter) on dual-energy densitometer «Lunar Expert» (2012 year).

Source: Drapalyuk I.B., Serova N.S., Babkova A.A. Pregnancy and osteoporosis. REJR. 2012; 2 (4): 68 – 73. [10]

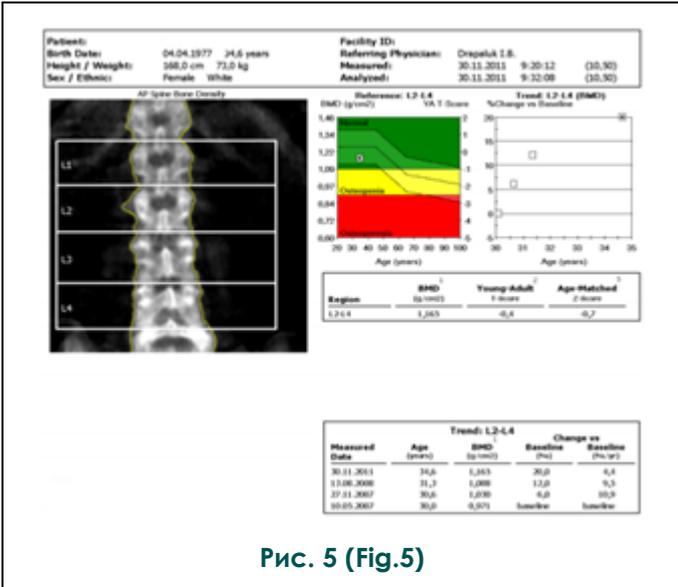


Рис. 5 (Fig.5)

**Рис. 5.** Результаты измерений МПКТ на двухэнергетическом костном денситометре «Lunar Expert» (поясничные позвонки L1-L4 в передне-задней проекции) (2012 год).

Источник: Драпалюк И.Б., Серова Н.С., Бабкова А.А. Беременность и остеопороз. REJR. 2012; 2 (4): 68 – 73. [10]

**Fig. 5.** Measurements of mineral bone density on dual-energy densitometer "Lunar Expert" (lumbar vertebrae of L1-L4 in a AP projection) (2012 year).

Source: Drapalyuk I.B., Serova N.S., Babkova A.A. Pregnancy and osteoporosis. REJR. 2012; 2 (4): 68-73. [10]



Рис. 6 (Fig.6)

**Рис. 6.** Рентгенограмма правого тазобедренного сустава в прямой проекции.

В области правого тазобедренного сустава определяется эндопротез. Костно-деструктивных изменений в области исследования не выявлено (2012 год).

Источник: Драпалюк И.Б., Серова Н.С., Бабкова А.А. Беременность и остеопороз. REJR. 2012; 2 (4): 68 – 73. [10]

**Fig. 6.** The radiograph of the right hip joint in a AP projection. The endoprosthesis of the right hip joint is defined. There are no bone-destructive changes (2012 year).

Source: Drapalyuk I.B., Serova N.S., Babkova A.A. Pregnancy and osteoporosis. REJR. 2012; 2 (4): 68-73. [10]

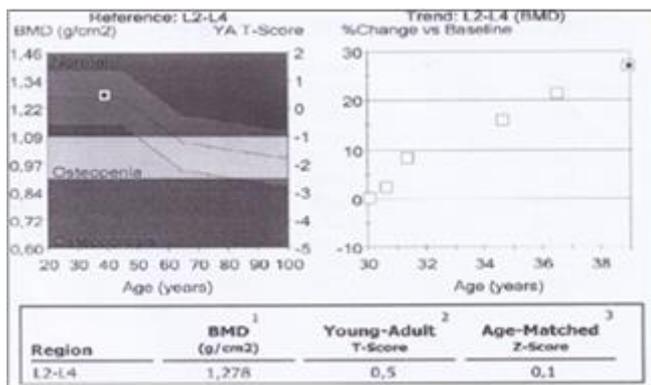


Рис. 7 (Fig.7)

**Рис. 7.** Результаты измерений МПКТ позвонков L2-L4 на двухэнергетическом костном денситометре «Lunar Expert» (2016 год).

**Fig. 7.** Measurements of mineral bone density of L2-L4 vertebrae using dual-energy densitometer "Lunar Expert" (2016 year).

ROI	BMD (mg/cm <sup>3</sup> )	T-Score	Z-Score
T11	-	-	-
T12	-	-	-
L1	-	-	-
L2	115,9	-2,0	-1,7
L3	111,4	-2,2	-1,9
L4	118,1	-1,9	-1,6
<b>Average:</b>	<b>115,1</b>	<b>-2,05</b>	<b>-1,72</b>
Age Matched Normal (UCSF):		159,8 ± 26	

Рис. 8 (Fig. 8)

**Рис. 8.** Результаты измерений МПКТ позвонков L2-L4 на мультиспиральном компьютерном томографе Toshiba Aquilione One 640 (2016 год).

**Fig. 8.** Measurements of mineral bone density of L2-L4 vertebrae using multispiral computer tomography Toshiba Aquilione One 640 (2016 year).

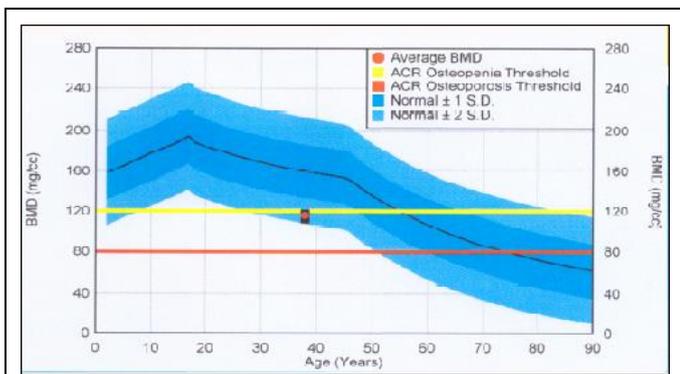


Рис. 9 (Fig.9)

**Рис. 9.**

МПКТ позвонков L2-L4 на МСКТ Toshiba Aquilione One 640 составила 115,1 мг/см<sup>3</sup> (2016 год).

**Fig. 9.**

Measurements of mineral bone density of vertebrae L2-L4 using MSCT Toshiba Aquilione One 640 was 115,1 mg/cm<sup>3</sup> (2016 year).

По данным, полученным при проведении количественной компьютерной томографии:

Показатель Z-критерия составил -1,72 стандартных отклонений;

Показатель T-критерия составил -2.05 стандартных отклонений. (Рис. 8).

Минеральная плотность костной ткани составила 115,1 mg/cm<sup>3</sup>. (Рис. 9).

**Обсуждение.**

Развитие остеопенического синдрома является результатом взаимодействия генетических факторов и факторов внешней среды. Снижение МПК при некоторых редко встречающихся заболеваниях обусловлено дефектом одного гена (болезнь Лобштейна, псевдоглиальный остеопороз и т.д.).

Однако в подавляющем большинстве случаев снижение МПК является следствием полигенного взаимодействия. Полиморфизм многих генов, вовлеченных в регуляцию костного метаболизма, показал корреляцию с минеральной плотностью кости у женщин. Наиболее изучены на сегодняшний день ген рецептора витамина D, эстрогенного рецептора, клеточного рецептора к кальцию, ген альфа 1 цепи коллагена 1 типа, инсулиноподобного фактора роста 1, интерлейкина-6, трансформирующего фактора роста, остеопротегерина. Эффекты этих генов, вероятно, более выражены у молодых, чем у женщин старшего возраста, что согласуется с представлениями о более сильном генетическом контроле пиковой костной массы, чем последующей потери кости. По-видимому, число генов-кандидатов, влияющих на различные звенья обмена кости, еще будет увеличиваться. Несмотря на сложность оценки одновременного действия нескольких генов на процессы синте-

за и резорбции кости, исследования совместного влияния некоторых генов на МПК уже начали проводиться. Эти исследования необходимы, поскольку выявление определенных аллелей генов, причастных к развитию остеопенического синдрома, в том числе у беременных, наряду с измерением минеральной плотности костной ткани и уровня биохимических маркеров, позволит точнее прогнозировать риск развития переломов, корректировать имеющиеся факторы риска и, при необходимости, назначать лекарственную терапию [16].

Согласно докладу рабочей группы ВОЗ от 1994 года, проблема остеопороза – одна из главных спорных проблем, которая волнует не только медицинское сообщество, но и общественность. На момент написания доклада, имелись данные о 56 000 переломах шейки бедра и 35 000 переломах дистального отдела костей предплечья за год на территории Франции. При этом, стоимость лечения составила 3,7 миллиарда французских франков, что на тот момент соответствовало 6,2 миллиардам долларов.

В наше время «Российская ассоциация по остеопорозу» (РОАП) предоставляет следующие данные: на территории Российской Федерации 14 миллионов человек больны остеопорозом. Клинические признаки выявлены у 9 миллионов человек. Финансовые затраты на лечение остеопороза составляют 300 миллиардов рублей.

Таким образом, своевременная диагностика и лечение остеопороза являются одними из серьезных медицинских проблем уже более двух десятилетий. Сейчас заболевание еще более актуально и является острой социальной и медицинской проблемой. К группе риска развития остеопороза также относятся беременные женщины. Развитие данного заболевания ведет к значительному увеличению риска возникновения переломов костей скелета, необходимости исключения физических нагрузок, снижению качества жизни пациентов.

На данный момент не существует единой рекомендованной диагностической схемы для выявления и профилактики снижения МПК ниже возрастной нормы у пациенток с беременностью. Врачам женских консультаций целесообразно направлять женщин с повышенным риском возникновения остеопороза на денситометрию. К факторам риска можно отнести астеничное телосложение, нарушение функции щитовидной железы, голодание, нерегулярный менструальный цикл, высокие спортивные нагрузки, курение.

Специального плана лечения при остеопорозе беременных на данный момент также не разработано, в связи с этим целесообразно проведение скрининга и профилактики данного заболевания до наступления беременности.

В случае, если основной причиной болезни

выявлена эстрогенная недостаточность, рекомендуется заместительная гормональная терапия препаратами женских половых гормонов. Для регенерации костных структур, как правило, назначают препараты "первой линии" – бисфосфонаты, в сочетании с препаратами кальция. При необходимости в план лечения также включают заместительную гормонотерапию.

В качестве скрининговых методов диагностики в настоящее время возможно проведение не только двухэнергетической рентгеновской денситометрии, но и количественной компьютерной томографии, что отражено в представленном клиническом наблюдении. Как было изложено выше, ККТ количественно измеряет плотность кости по данным пространственного изображения кортикальной и губчатой кости. Благодаря тому, что исследование дает объемные измерения, а не плоскостные показатели, ККТ позволяет вычислить истинную костную плотность. Именно поэтому результаты, полученные при проведении двухэнергетической денситометрии и ККТ, различаются.

Оба примененных метода позволили провести морфометрическое исследование костных структур, оценку МПК на настоящий момент, оценку изменения МПК у пациенток в динамике (2008, 2012, 2016 гг.). Также в представленном исследовании выявлена корреляция улучшения показателей МПК с проводимой в течение четырех лет (с 2008 года по 2012 год) лекарственной терапией.

Комплексная лучевая диагностика, включающая двухэнергетическую остеоденситометрию,

количественную компьютерную томографию, является неотъемлемой частью в исследовании женщин с остеопорозом, связанным с беременностью, позволяет оценить МПК, в дальнейшем провести динамические исследования МПК в различные периоды времени для оценки и при необходимости коррекции назначенной терапии.

#### **Заключение.**

Роль остеоденситометрии и количественной компьютерной томографии, как методов точного и своевременного выявления изменения МПК, в том числе развития остеопороза, и дальнейшей динамической оценки выявленных изменений МПК, несомненна и неоспорима. Однако, остается множество нерешенных вопросов, связанных с изменением МПК у пациенток во время беременности.

Применение комплекса высокотехнологичных методов лучевой диагностики, включающего двухэнергетическую остеоденситометрию, количественную компьютерную томографию, при обследовании пациенток с остеопорозом, связанным с беременностью, позволяет выявить данную патологию на ранних стадиях развития, оценить изменения минеральной плотности костной ткани в динамике. Данные методы позволяют определить тактику ведения данной группы пациентов, назначить лекарственную терапию, при необходимости скорректировать проводимое лечение.

#### **Источник финансирования и конфликт интересов.**

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

#### **Список литературы:**

1. Baszko-Balszyk D., Horst-Sikorska W., Sowinski J. *Pregnancy-associated osteoporosis manifesting for the first time during second pregnancy. Ginekol Pol.* 2005; 76 (1): 67-69.
2. Беневоленская Л.И., Никитинская О.А., Торопцова Н.В. *Остеопороз – социальная проблема XXI века. Русский медицинский журнал.* 2007; 4: 315–318.
3. Nikander R., Sievanen H., Heinonen A. et al. *Targeted exercise against osteoporosis: A systematic review and meta-analysis for optimizing bone strength throughout life. BMC Med.* 2010; 21: 8-47.
4. Ризгс Б. А., Мелтон Л. Д. III. *Остеопороз. Санкт-Петербург, ЗАО «Издательство БИНОМ», 2000. 558 с.*
5. Albagha O.M., Ralston S.H. *Genetic determinants of susceptibility to osteoporosis. Endocrinol Metab Clin North Am.* 2003; 32 (1): 65-81.
6. Ghannam N.N., Hammami M.M., Bak-heet S.M., Khan B.A. *Bone mineral density of the spine and femur in healthy Saudi females: relation to vitamin D status, pregnancy, and lactation. Calcif Tissue Int.* 1999; 65 (1): 23-28.
7. Wisser J., Florio I., Neff M., Konig V., Huch R., Huch A., von Mandach U. *Changes in bone density and metabolism in pregnancy. Acta Obstet Gynecol Scand.* 2005; 84 (4): 349–354.
8. Баранова О.В., Малевич Э.Е. *Современные возможности лучевых методов диагностики остеопороза. Журнал «Медицинские новости».* 2009; 10: 12-17.
9. Ensom M.H., Liu P.Y., Stephenson M.D. *Effect of pregnancy on bone mineral density in healthy women. Obstet Gynecol Surv.* 2002; 57 (2): 99-111.
10. Драпалюк И.Б., Серова Н.С., Бабкова А.А. *Беременность и остеопороз. REJR.* 2012; 2 (4): 68-73.
11. Andrew T., Antoniadou L., Scurrah K.J., Macgregor A.J., Spector T.D. *Risk of wrist fracture in women is heritable and is influenced by genes that are largely independent of those influencing BMD. J Bone Miner Res.* 2005; 20 (1): 67-74.
12. Jones G., Nguyen T.V. *Associations between maternal peak bone mass and bone mass in prepubertal male and female children. J Bone Miner Res.* 2000; 15 (10): 1998-2004.

13 Hansen M.A., Hassager C., Jensen S.B., Christiansen C. Is heritability a risk factor for postmenopausal osteoporosis? *J Bone Miner Res.* 1992; 7 (9): 1037-1043.

14. Основы лучевой диагностики и терапии. Национальное руководство / Главный редактор тома С.К. Терновой. Москва: ГЭОТАР-Медиа. 2013. Сер. Национальные руководства по лучевой диагностике и терапии/Главный редак-

тор серии С.К. Терновой. 1000 с.

15. Коротаев Н.В., Ершова О.Б. Этиология и патогенез снижения костной массы у женщин молодого возраста. *Остеопороз и остеопатии.* 2006; 2 (2): 19-25.

16. Лесняк О.М., Беневоленская Л.И. Остеопороз. Диагностика, профилактика и лечение. Москва. ГЭОТАР-Медиа, 2010. 270 с.

### References:

1. Baszko-Balszyk D., Horst-Sikorska W., Sowinski J. Pregnancy-associated osteoporosis manifesting for the first time during second pregnancy. *Ginekol Pol.* 2005; 76 (1): 67-69.

2. Benevol'skaya L.I., Nikitinskaya O.A., Toroptzova N.V., Osteoporosis – a social problem of the 21st century. *Russian Medical Journal.* 2007; 4: 315–318 (in Russian).

3. Nikander R., Sievanen H., Heinonen A. et al. Targeted exercise against osteoporosis: A systematic review and meta-analysis for optimizing bone strength throughout life. *BMC Med.* 2010; 21: 8-47.

4. Riggs B.L., Melton L.J. III. Osteoporosis. Saint-Petersburg, ZAO "Publisher BI-NOM", 2000. 558 p. (in Russian).

5. Albagha O.M., Ralston S.H. Genetic determinants of susceptibility to osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2003; 32 (1): 65–81.

6. Ghannam N.N., Hammami M.M., Bakheet S.M., Khan B.A. Bone mineral density of the spine and femur in healthy Saudi females: relation to vitamin D status, pregnancy, and lactation. *Calcif Tissue Int.* 1999; 65 (1): 23–28.

7. Wisser J., Florio I., Neff M., Konig V., Huch R., Huch A., von Mandach U. Changes in bone density and metabolism in pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2005; 84 (4): 349–354.

8. Baranova O.V., Malevich E.E. The modern opportunities of beam methods of diagnosis of osteoporosis. *«Medical News».* 2009; 10: 12-17 (in Russian).

9. Ensom M.H., Liu P.Y., Stephenson M.D. Effect of pregnancy on bone mineral density in healthy women. *Obstet Gynecol Surv.* 2002; 57 (2): 99-111.

10. Drapalyuk I.B., Serova N.S., Babkova A.A. Pregnancy and osteoporosis. *REJR.* 2012; 2 (4): 68-73 (in Russian).

11. Andrew T., Antoniadou L., Scurrah K.J., Macgregor A.J., Spector T.D. Risk of wrist fracture in women is heritable and is influenced by genes that are largely independent of those influencing BMD. *J Bone Miner Res.* 2005; 20 (1): 67-74.

12. Jones G., Nguyen T.V. Associations between maternal peak bone mass and bone mass in prepubertal male and female children. *J Bone Miner Res.* 2000; 15 (10): 1998-2004.

13 Hansen M.A., Hassager C., Jensen S.B., Christiansen C. Is heritability a risk factor for postmenopausal osteoporosis? *J Bone Miner Res.* 1992; 7 (9): 1037-1043.

14. Basics of radiology and radiotherapy. National guide / Volume editor S. K. Ternovoy. Moscow: GEOTAR-Media. 2013. National guides in radiation diagnosis and therapy/ Editor in Chief S. K. Ternovoy. 1000 p. (in Russian).

15. Korotaev N.V., Ershova O.B. Etiology and pathogenesis of decrease in bone weight at women of a young age. *Osteoporosis and osteopathy.* 2006; 2 (2): 19-25 (in Russian).

16. Lesnyak O.M., Benevol'skaya L.I. Osteoporosis. Diagnostics, prevention and treatment. Moscow, GEOTAR-Media, 2010. 270 p. (in Russian).

## ЮБИЛЕЙ

**Амосов Виктор Иванович**

55 ЛЕТ

9 февраля исполнилось 55 лет профессору Амосову Виктору Ивановичу. Виктор Иванович Амосов в 1979 году поступил в 1 Ленинградский Ордена Трудового Красного Знамени медицинский институт имени академика И.П.Павлова и в 1985 году закончил его с отличием. С тех пор его судьба неразрывно связана с этим прославленным учреждением. С 1985 он являлся клиническим ординатором, аспирантом, а затем преподавателем кафедры рентгенологии и радиологии СПбГМУ имени академика И.П.Павлова, в это же время с 1991 по 1997 год - заместитель декана лечебного факультета. Одновременно с 1990-го года В.И.Амосов был руководителем радиологической лаборатории Всесоюзного Научно-исследовательского института пульмонологии. В эти годы ему посчастливилось работать под руководством таких известных ученых, как член-корреспондент АМН СССР Н.В.Путов, профессора В.П.Паламарчук, Е.И.Тюрин, Ю.Ф.Некласов, А.Г.Веснин.

В 1989 году он защитил кандидатскую, а в 1996 году докторскую диссертации посвященные совершенствованию лучевой диагностики заболеваний легких.

В 1997 году ему присвоена ученая степень доктора медицинских наук и в 1998 году звание профессора.

С 1997 года Виктор Иванович возглавил кафедру рентгенологии и радиационной медицины Первого СПбГМУ имени академика И.П.Павлова, которой руководит и в настоящее время. Университет обладает мощной клинической базой на 1600 коек и В.И.Амосов координирует всю работу лучевой диагностики в клинических отделениях: рентгенологическом, радиологическом, ультразвуковом, КТ, МРТ и новом, открывшемся в августе 2011 года центре ПЭТ-КТ.

Является автором более 350 научных работ, из них 10 монографий в области лучевой диагностики, лучевой терапии, пульмонологии. Автор 7 изобретений, 2 новых медицинских технологий, программ для ЭВМ, целого ряда рационализаторских предложений, посвященных совершенствованию методов лучевой диагностики в пульмонологии.

Под его руководством выполнены 22 диссертации (3 докторских). Является членом диссертационных советов при Военно-медицинской академии им. С.М.Кирова и при Северо-Западном федеральном медицинском исследовательском центре им. В.А.Алмазова.

Является заместителем главного редактора журнала «Лучевая диагностика и терапия», членом редакционной коллегии научно-практического журнала "Регионарное кровообращение и микроциркуляция".

Виктор Иванович является членом правления Санкт-Петербургского Радиологи-

ческого Общества. В 2009 году был Президентом Невского Радиологического Форума, в 2016 году – Президентом 4 Международного конгресса Кардиоторакальная Радиология.

В 2013 году В.И.Амосову присуждена премия Российского Электронного Журнала Лучевой Диагностики за вклад в развитие лучевой диагностики, в 2014 году он награжден медалью имени М.И.Неменова за заслуги в области рентгенодиагностики.

**Дорогой Виктор Иванович, редакционная коллегия Российского Электронного Журнала Лучевой Диагностики от души поздравляет Вас с юбилеем, желает здоровья и новых творческих успехов в медицине и образовательной деятельности!**

## ЮБИЛЕЙ

**Долгушин Борис Иванович**

65 ЛЕТ

**Б**орис Иванович Долгушин родился 15 февраля 1952 года в селе Михайловка Шпикуловского (ныне Жердевского) района Тамбовской области.

В 1975 году окончил 2-й Московский государственный медицинский институт имени Н.И. Пирогова, затем в Онкологическом научном центре Академии медицинских наук СССР (ныне «Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина РАМН» — РОНЦ) — клиническая ординатура, клиническая аспирантура, затем работа младшим, старшим, ведущим научным сотрудником, заведующим отделением.

С 2014 года по настоящее время директор вновь созданного НИИ Клинической и экспериментальной радиологии, одновременно — заместитель директора по научной и лечебной работе ФГБУ РОНЦ им Н.Н. Блохина МЗ РФ.

Член-корреспондент РАМН с 2007 года, член-корреспондент РАН с 2013 года, академик РАН с 2016 года — Отделение медицинских наук РАН.

Специалист в области онкорadiологии.

Под руководством Долгушина Б.И. разработаны, испытаны, внедрены и широко применяются в клинической практике многие оригинальные методики интервенционно-радиологического малоинвазивного лечения в онкологии, в том числе — помощи, продления и повышения качества жизни неоперабельным пациентам. Им предложены различные интервенционные радиологические технологии для лечения под лучевым наведением и контролем больных с опухолевыми поражениями печени и желчных протоков, почек и мочеточников, легких, костей, пищевода, желудка, кишечника, трахеи и бронхов, а также ряда ятрогенных осложнений хирургического и других видов противоопухолевого лечения.

С внедрением технологии селективного внутриартериального воздействия на опухоль через питающие ее сосуды ему, одному из первых отечественных онкологов, удалось достичь пятилетней выживаемости неоперабельных больных гепатоцеллюлярным раком. Разработана стратегия и тактика клинического ведения онкологических больных при заболеваниях, осложнившихся механической желтухой. Уникальным достижением созданной им научной школы является разработка и клиническое внедрение оригинальной технологии эндобилиарной фотодинамической терапии при раке проксимальных желчных протоков: впервые примененная в клинической практике технология позволила в три раза повысить продолжительность жизни неоперабельных больных опухолью Клацкина.

Предложенная и внедренная в ряде регионов страны технология скрининга рака молочной железы дает существенное (до 30%) снижения смертности женщин от этого

недуга. Ощутимые результаты получены в разработке и внедрении новых диагностических технологий с использованием специально изготовленных для конкретных нозологических форм злокачественных новообразований короткоживущих радиофампрепаратов.

Он подготовил 7 докторов и 26 кандидатов наук.

Им опубликовано 310 научных работ, из них 7 монографий, 2 руководства, 1 атлас, ему принадлежит 3 авторских свидетельства.

Член редколлегии нескольких журналов: «Вестник онкологического научного центра», «Диагностическая и интервенционная радиология», «Медицинская визуализация», «Лучевая диагностика и терапия», «Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи» и др.

Президент Российского общества интервенционных онкорadiологов, председатель проблемной комиссии «Диагностическая и лечебная интервенционная радиология» Научного Совета РАН и Минздрава России.

Является членом Европейского и Североамериканского обществ рентгенологов.

Награжден медалью ордена «За заслуги перед отечеством» II степени, лауреат Премии Правительства РФ и премии им. Н.Н. Петрова РАН.

**Дорогой Борис Иванович, редколлегия Российского Электронного Журнала Лучевой Диагностики присоединяется к поздравлениям с юбилеем и желает Вам здоровья, долгих лет жизни и дальнейших успехов!**

## ТРЕБОВАНИЯ К ПУБЛИКАЦИЯМ В ЖУРНАЛЕ

REJR

**Р**оссийский Электронный Журнал Лучевой Диагностики (REJR, [www.rejr.ru](http://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](mailto: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.  
 Объем резюме 250-300 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.

К рисунку дается общая подпись, затем объясняют все цифровые и буквенные обозначения. В подписях к микрофотографиям необходимо указать метод окраски и увеличение.

Фотографии должны быть предоставлены в оригинальном виде без применения ретуши 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 статью свою подпись, автор тем самым передает редакции право на ее издание, гарантирует ее оригинальность и удостоверяет, что ни са-

ма 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. Тупкина Н.В., Касян Г.Р., Гвоздев М.Ю., Баринаева М.Н., Пушкарь Д.Ю. Недер-

жание 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.

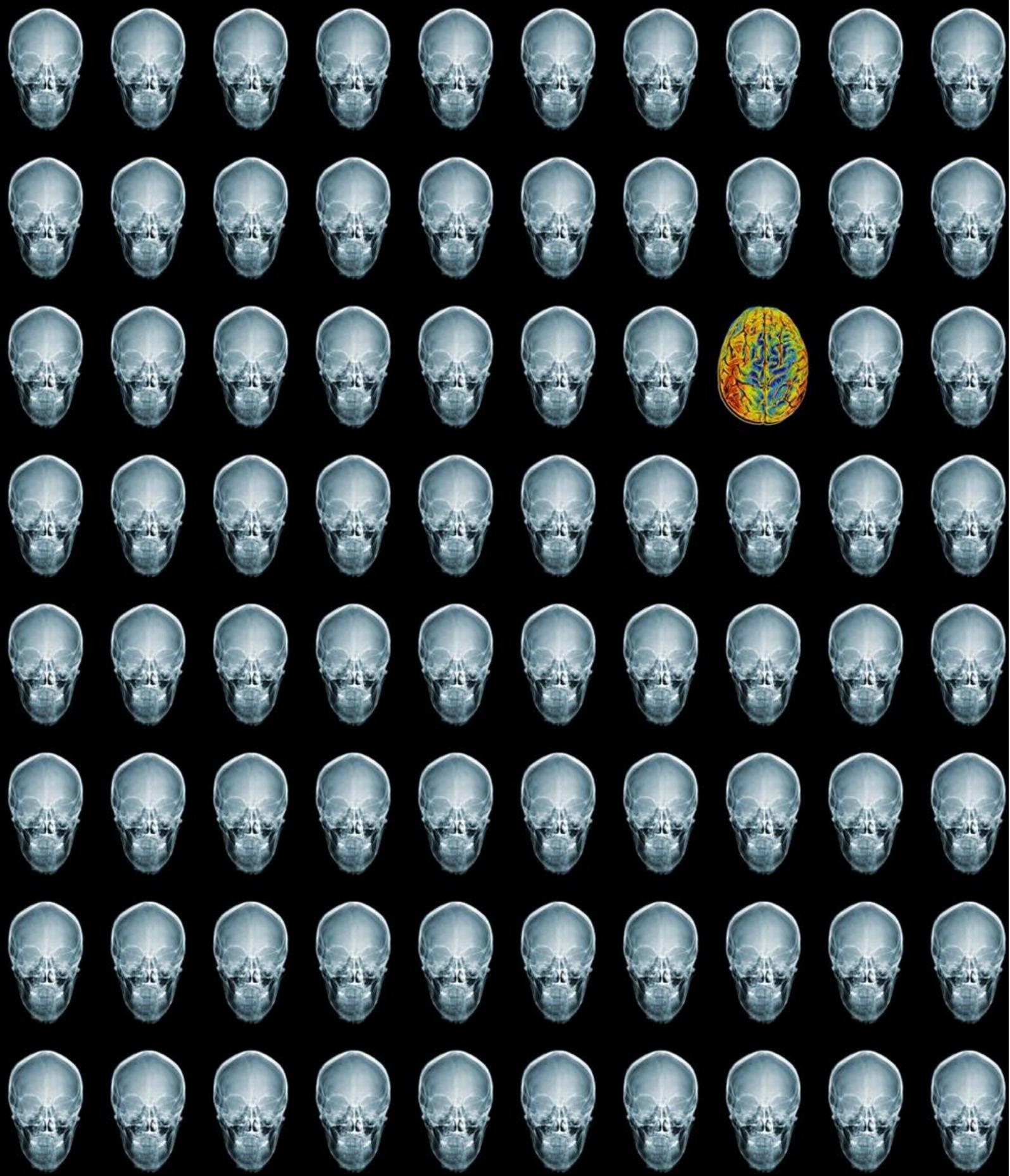
Yudin L.A., Kondrashin S.A. Radiology of the salivary glands diseases. Moscow, Vidar, 1995. 120 p. (in Russian).

#### **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/](http://www.who.int/respiratory/other/Pulmonary_hypertension/ru/) (accessed 7 February 2014) (in Russian).



# REJR

Том 7. № 1. 2017 год.