

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПАЦИЕНТАМИ, ОБСЛЕДОВАННЫМИ НА КТ И МСКТ В ДЕТСКОМ И ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ

Фомин Е.П.¹, Осипов М.В.², Бабинцева Н.А.¹, Синяк Е.В.¹

Цель исследования. Оценить возможности установления связи развития онкопатологии с воздействием ионизирующего излучения при проведении компьютерной томографии в детском и подростковом возрасте.

Материалы и методы. Исследование выполнено ретроспективно когортным методом, источником информации был Регистр КТ, созданный в г. Озёрск.

Результаты. За 10-летний период наблюдения у 890 лиц детского и подросткового возраста, проживавших в г. Озёрск, и подвергшихся воздействию ионизирующего излучения при прохождении компьютерной томографии в средней дозе 1,7 мЗв преимущественно в результате обследования головного мозга (81,5%), грудной клетки и брюшной полости, выявлено 12 случаев (1,3%) заболевания злокачественными новообразованиями. Установлено 9 случаев смерти, из них 4 случая смерти от онкопатологии, которая уже являлась диагнозом при направлении на КТ-обследование.

Выводы. Хотя полученные результаты не позволяют сделать выводы о радиационно-индуцированной избыточной смертности в исследуемой когорте, необходимо проведение дальнейшего наблюдения с учётом длительного латентного периода возникновения злокачественных новообразований (ЗНО), а также уже имеющихся случаев заболевания онкологической патологией.

Ключевые слова: КТ, регистр, облучение в ходе КТ в детском возрасте, медицинское облучение, радиогенный риск.

Контактный автор: Осипов М.В., e-mail: ferrum76@mail.ru

Для цитирования: Фомин Е.П., Осипов М.В., Бабинцева Н.А., Синяк Е.В. Результаты наблюдения за пациентами, обследованными на кт и мскт в детском и подростковом возрасте. REJR 2018; 8(1):137-144. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-1-137-144.

Статья получена: 15.02.2018

Статья принята: 23.03.2018

RESULTS OF FOLLOW-UP ON PATIENTS EXAMINED USING CT AND MSCT IN CHILDHOOD AND ADOLESCENCE

Fomin E.P.¹, Osipov M.V.², Babintseva N.A.¹, Sinyak E.V.¹

Purpose. To assess the possibility of establishing a relationship between oncologic pathology and the exposure to ionizing radiation from computed tomography (CT) in childhood and adolescence.

Materials and methods. The study was carried out retrospectively using cohort methodology; the source of the information was the Register of CT of Ozyorsk.

Results. Over a 10-year of follow-up, 890 children living in Ozyorsk has been exposed to ionizing radiation from computed tomography at average dose of 1.7 mSv as a result of examination of the brain (81.5%), thorax and abdomen. 12 cases (1.3%) of malignant neoplasm were revealed. The average age of the examined was 10 years; the period from the moment of exposure to the end of follow-up was about 5 years. There were 9 deaths in the cohort, 4 of them from cancer. In all 4 cases diagnosis of cancer was already supposed before CT scans were performed.

Conclusion. Although the result does not allow to draw a conclusion about radiation-induced excess mortality, further follow-up of the cohort is necessary, taking into account the long latency period of malignant neoplasms, as well as the already existing cases

1 - ФГБУЗ Центральная медико-санитарная часть №71 ФМБА РФ.

2 - ФГУП Южно-Уральский институт биофизики ФМБА РФ. г. Озёрск, Россия.

1 - Central Medical Sanitary Unit 71 of FMBA RF.

2 - Southern Urals Biophysics Institute of FMBA RF. Ozyorsk, Russia.

of oncological pathology.

Keywords: CT, registry, child CT, medical exposure, radiogenic risk.

Corresponding author: Osipov M.V., e-mail: ferrum76@mail.ru

For citation: Fomin E.P., Osipov M.V., Babintseva N.A., Sinyak E.V. Results of follow-up on patients examined using ct and msct in childhood and adolescence. REJR 2018; 8(1):137-144. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-1-137-144.

Received: 15.02.2018

Accepted: 23.03.2018

Обследования пациентов на компьютерном томографе (КТ) проводятся главным образом у лиц с уже существующими нарушениями в состоянии здоровья, зачастую по экстренным показаниям, когда речь идёт о спасении жизни больного. Во многих случаях КТ помогает установить диагноз при онкопатологии и других тяжёлых заболеваниях с высоким уровнем летальности. Как правило, период дожития у таких пациентов, обусловленный тяжестью патологии, значительно меньше, чем у лиц, не имеющих показаний для прохождения компьютерной томографии. Вместе с этим, независимо от состояния здоровья на момент обследования, при воздействии медицинского диагностического излучения пациенты подвергаются риску развития стохастических эффектов – прежде всего, возникновения злокачественных новообразований (ЗНО). Оценить канцерогенный риск при проведении КТ возможно только при дальнейшем наблюдении за состоянием здоровья пациента в течение его жизни, поскольку симптоматика, достаточная для установления диагноза, проявляется не сразу. К примеру, минимальный латентный период возникновения лейкоза в результате воздействия ионизирующего излучения (ИИ) составляет около двух лет, а для солидных опухолей 10-15 лет [1]. Вероятность смерти от конкурирующих причин, которые в большинстве случаев и являются поводом для назначения КТ, у лиц пожилого и старческого возраста зачастую реализуется раньше, чем наступает исследуемый эффект, т.е. пациент «не доживает до своего рака». В детском же возрасте при отсутствии сопутствующей возрастной патологии вероятность регистрации реализующихся стохастических эффектов воздействия ионизирующего излучения значительно выше.

Таким образом, наблюдение за пациентами детского и подросткового возраста, проходящими обследование на КТ и МСКТ, представляет интерес, как для радиационных эпидемиологов, так и врачей-онкологов в плане оценки радиогенного риска отдалённых последствий воздействия малых доз ионизирующего излуче-

ния. Это исследование является актуальным для таких городов ядерно-промышленного комплекса, как закрытое административно-территориальное объединение (ЗАТО) г. Озёрск, в котором население подвергается дополнительному радиационному воздействию вследствие работы на объектах ядерно-промышленного комплекса. Необходимо также отметить, что лица детского и подросткового возраста, проживающие в ЗАТО г. Озёрск, являются потенциальным пулом персонала предприятий с профессиональным воздействием радиационного фактора.

Материалы и методы.

Источником данных для проведения исследования является регистр КТ, созданный при совместном участии специалистов отдела радиационной эпидемиологии и радиобиологии ЮУрИБФ и отделения лучевой диагностики ЦМСЧ №71 г. Озёрск. В регистре собрана информация о пациентах, проживающих в ЗАТО г. Озёрск и обратившихся амбулаторно или направленных различными подразделениями ЦМСЧ №71 в кабинет компьютерной томографии. Методология сбора данных и их обработки изложены в публикациях, а методология расчёта дозы облучения пациента описана в Методических указаниях Роспотребнадзора [2 - 4].

На основании данных регистра КТ была сформирована когорта лиц, подвергавшихся воздействию облучения в результате прохождения КТ, к 31.12.2016 г. составлявшая 12 212 человек в возрасте от 0 до 100 лет, из которых для проведения настоящего эпидемиологического наблюдения была выделена субкогорта пациентов детского и подросткового возраста (на момент обследования пациенты были в возрасте от 0 до 18 лет).

Информация о заболеваемости ЗНО получена из онкокабинета ЦМСЧ №71, в котором собираются данные о пациентах, находящихся на учёте у онколога. Оценка жизненного статуса и причин смерти лиц детского и подросткового возраста была проведена с использованием данных регистра причин смерти, созданном в Южно-Уральском институте биофизики. Регистр содержит информацию о лицах, прожи-

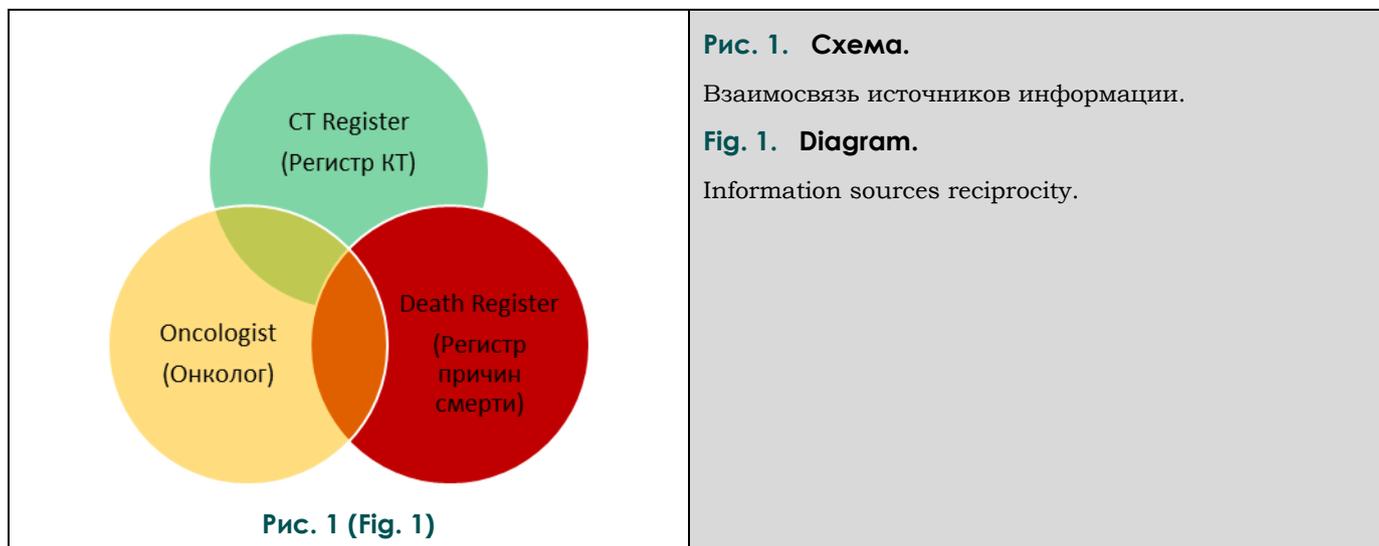


Рис. 1. Схема.

Взаимосвязь источников информации.

Fig. 1. Diagram.

Information sources reciprocity.

вавших в г. Озёрск, дате и причине смерти, которая подтверждалась с использованием данных из различных источников (бюро ЗАГС, протоколы патолого-анатомического исследования, акты судебно-медицинской экспертизы и пр.). Взаимосвязь источников информации показана на рисунке 1.

Считается, что детский организм более чувствителен к ионизирующему излучению, чем организм взрослого человека, поэтому, исходя из принципа ALARA, предложенного международной комиссией по радиационной защите (МКРЗ) с целью минимизации последствий воздействия ИИ на организм, радиационной защите пациентов детского и подросткового возраста мы уделяем особое внимание [5].

КТ и МСКТ пациентам детского и подросткового возраста в ЦМСЧ-71 проводится по строгим показаниям. Для этого совместно с лечащим врачом обсуждается обоснованность назначения, анализируются данные проведенных методов обследования, учитываются полученная диагностическая информация и дозы от проведенного ранее обследования, а также запрашиваются пленочные либо цифровые носители информации о рентгеновских обследованиях из других учреждений при их наличии. В настоящее время в кабинете МСКТ отделения лучевой диагностики ЦМСЧ №71 г. Озёрск применяются все необходимые методы, позволяющие снизить дозу облучения. К ним относятся: ограничение поля облучения, применение так называемых «детских протоколов», использование средств индивидуальной защиты (всем детям, проходящим обследование, лаборанты надевают защитный фартук, если он не экранирует зону обследования), а также специализированные алгоритмы, разработанные в отделе радиационной эпидемиологии и радиобиологии ЮУрИБФ совместно со специалистами из отделения лучевой диагностики ЦМСЧ №71, позволяющие минимизировать лучевую нагрузку на пациента [6, 7]. Однако применяемые методики

не могут полностью исключить воздействие радиационного фактора, поскольку он является источником получения диагностической информации.

Результаты.

Из 890 пациентов в возрасте от 0 до 18 лет, обследованных по различным показаниям за период с 01.01.2007 по 31.12.2016 гг., 54,6% составляют пациенты мужского пола, 45,4% – женского пола; это соотношение изменялось в зависимости от года обследования, но, как правило, доля мужчин была несколько выше. Количественная характеристика субкогорты в зависимости от пола, года обследования и средней дозы за одно обследование представлена в таблице №1.

Доля обследованных лиц детского и подросткового возраста составила около 7% от всех обследованных пациентов в Регистре. Процент повторов в таблице №1 указывает, какое количество пациентов детского и подросткового возраста в данном году обследовалось более одного раза. Доза облучения лиц детского и подросткового возраста была ниже, в сравнении с взрослыми пациентами, и составила $1,68 \pm 0,04$ (1,6-1,8) мЗв [2]. При проведении отдельных процедур (к примеру, обследование брюшной полости с контрастированием) доза облучения достигала нескольких мЗв, а максимальное её значение – 9,3 мЗв за одну процедуру – зафиксировано при комбинированном обследовании грудной клетки и мягких тканей шеи с болюсным внутривенным введением контрастного вещества у мальчика 17 лет. Полученные нами значения ЭД сравнимы с приводимыми зарубежными исследователями [6]. В 8 случаях (0,1% от всех обследованных лиц детского и подросткового возраста) значение ЭД не было зафиксировано в протоколе.

Распределение количества обследованных пациентов детского и подросткового возраста по полу и возрасту представлено на рис. 2.

Среднее значение возраста на момент об-

Таблица № 1. Распределение количества обследованных в детском возрасте в зависимости от пола, календарного года, среднее значение дозы от всех КТ-обследований в данном году, её средне-квадратическое отклонение и границы 95% доверительного интервала.

Год	Пациентов	% Повторов	*%18	Жен,%	Муж,%	ЭД, СКО, 95% ДИ
2007	56	3,6%	6,0%	50,0%	50,0%	1,1 ± 0,21 (0,7-1,5)
2008	65	16,9%	5,6%	38,5%	66,2%	0,92 ± 0,17 (0,6-1,3)
2009	92	14,1%	7,4%	46,7%	53,3%	0,73 ± 0,09 (0,6-0,9)
2010	44	15,9%	6,6%	52,3%	47,7%	0,68 ± 0,14 (0,4-0,9)
2011	45	2,2%	5,5%	35,6%	64,4%	0,8 ± 0,16 (0,5-1,1)
2012	70	40,0%	3,9%	31,4%	68,6%	1,9 ± 0,11 (1,7-2,2)
2013	113	10,6%	4,7%	55,8%	44,2%	2,1 ± 0,14 (1,9-2,4)
2014	127	7,9%	5,7%	39,4%	60,6%	1,8 ± 0,06 (1,7-1,9)
2015	138	12,3%	6,1%	47,1%	52,9%	2,1 ± 0,08 (1,9-2,2)
2016	140	4,3%	7,7%	44,3%	55,7%	2,7 ± 0,12 (2,5-2,9)
2007-2016	890	12,0%	5,9%	44,1%	56,4%	1,68±0,04 (1,6-1,8)

*процент лиц, обследованных в детском и подростковом возрасте, по отношению к общему количеству пациентов, обследованных в данном году.

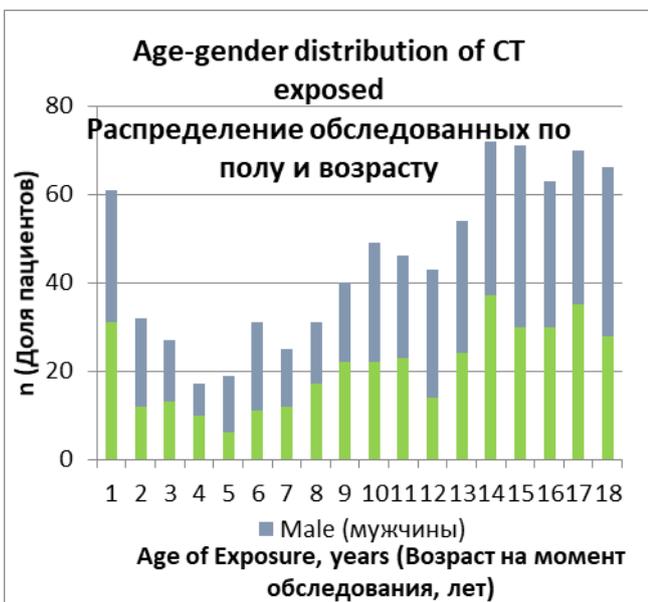


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Диаграмма.

Распределение пациентов, обследованных на КТ и МСКТ, по полу и возрасту.

Fig. 2. Diagram.

Information sources reciprocity.

лучения, взвешенное по количеству пациентов, составило $10,2 \pm 0,2$ (9,8-10,6) лет. По количеству обследований у детей преобладали КТ и МСКТ черепа, головного мозга. Показаниями для обследования являются такие состояния, как:

- травма головы,
- подозрение на новообразование, воспалительный процесс, кровоизлияние в головной мозг,
- подозрение на врожденную аномалию головного мозга, перинатальное гипоксическо-ишемическое повреждение,
- оценка эффективности оперативного вмешательства,

- краниостеноз,
- деструкция костей черепа,
- воспалительные изменения в придаточных пазухах носа, в височных костях.

Другую большую группу составляют дети с заболеваниями костей и суставов. Они направляются детским хирургом-ортопедом, травматологом, онкологом областного учреждения, неврологом. Показаниями для направления на МСКТ являются травмы, воспалительные заболевания, врожденные дисплазии, опухолевые изменения костно-суставных поверхностей, подозрение на грыжу межпозвонкового диска, а также исследование проводится при наличии противопоказаний к проведению МРТ.

Следующее место по частоте обследования у детей в кабинете МСКТ отделения лучевой диагностики ЦМСЧ№ 71 занимают органы грудной клетки. Такие пациенты были направлены детским фтизиатром, детским инфекционистом, участковым педиатром для уточнения наличия очаговых и инфильтративных изменений в легких, оценки состояния внутригрудных лимфоузлов, один ребенок – по рекомендации онкогематолога для проведения контрольного исследования лимфоузлов средостения.

Реже всего в нашем кабинете у лиц детского и подросткового возраста проводится обследование брюшной полости. Показаниями к проведению исследования являются подозрение на лимфопролиферативный процесс либо отслеживание динамических изменений при уже установленном диагнозе. Такие обследования проводятся чаще всего с контрастным усилением при помощи внутривенного болюсного введения неионного йодсодержащего контрастного вещества (к примеру, Юнигексол-300).

Также несколько пациентов были направлены по рекомендации эндокринолога для проведения МСКТ надпочечников. Необходимо отметить, что детям дошкольного возраста, а также пациентам с неконтролируемой двигательной активностью требуется анестезиологическое пособие, как правило, масочный наркоз, что несколько усложняет процедуру и увеличивает время исследования.

Структура обследований на КТ и МСКТ в зависимости от локализации представлена на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, облучению при проведении КТ и МСКТ у пациентов детского и подросткового возраста подвергался преимущественно головной мозг (81,5 %), значительно реже облучались органы грудной клетки (5,1 % случаев). Брюшная полость с контрастированием была обследована в 10 случаях (в 9 случаях у пациентов женского пола). Среднее значение дозы в зависимости от области обследования приведено в таблице №2.

Средняя доза облучения пациентов в зависимости от области обследования изменялась в пределах от 1 до 5 мЗв. Наименьшее значение дозы за одну процедуру характерно для наиболее часто встречающейся обследуемой области – головного мозга. Напротив, при обследовании органов брюшной полости с контрастированием, которое проводилось достаточно редко, пациенты детского и подросткового возраста подвергались большей лучевой нагрузке.

Из всех пациентов детского и подросткового возраста жизненный статус установлен для 97% обследованных. Среднее значение периода времени с момента обследования пациента до момента окончания наблюдения составило около 5 лет ($4,75 \pm 0,1$ (4,6 – 4,9)). Распределение

пациентов по длительности периода от начала облучения на КТ или МСКТ до окончания наблюдения представлено на рисунке 4.

Доля пациентов, у которых на дату окончания наблюдения период с момента облучения составил 5 лет и меньше, значительно выше, чем у пациентов, наблюдавшихся от 5 до 10 лет. Это обусловлено тем, что более современный тип сканера позволяет обследовать большее количество пациентов.

На момент окончания наблюдения 99% пациентов детского и подросткового возраста живы, 9 человек (1% от количества пациентов детского и подросткового возраста) умерло в возрасте от 0 до 19 лет от различных причин, в том числе 4 человека от злокачественных новообразований (ЗНО). Причиной смерти от онкопатологии в двух случаях являлось новообразование головного мозга (код С71 по МКБ-10), в одном случае ЗНО органов средостения (С38) и ещё в одном случае – лимфома Ходжкина (С81). Во всех четырёх случаях время от момента облучения на КТ или МСКТ до даты смерти не превышало 2 года, доза облучения находилась в пределах от 0,3 до 1,4 мЗв, а причина назначения КТ или МСКТ прямо или косвенно совпадала с заболеванием, которое стало причиной смерти.

На настоящий момент из исследуемой субкогорты на учёте у онколога состоит 11 пациентов (4 женщины и 7 мужчин) в возрасте от 11 до 24 лет, из них диагноз ЗНО установлен 10 пациентам впервые за период с 2004 по 2015 гг. Структура онкопатологии у данных лиц включает глиобластому височной области (С71.2), острый лимфобластный лейкоз (С91.2), острый лейкоз неутонченного клеточного типа (С95.0), хронический лимфолейкоз (С91.1), болезнь Ходжкина (С81), ЗНО щитовидной железы (С73.0), дисгерминома яичника (С56), рабдомиосаркома яичка (С62.9), медуллобластома мозжечка (С71.6). Средний возраст на момент облучения у этих лиц составляет $12,1 \pm 1,12$ (95% ДИ 9,6-14,6) лет, средняя доза облучения в результате проведения КТ и МСКТ $2,21 \pm 0,39$ (95% ДИ 1,4-3,1) мЗв. В 60% случаев областью исследования был головной мозг, в остальных случаях обследовалась грудная клетка и брюшная полость.

Обсуждение.

Обследование на КТ и МСКТ имеет несомненное преимущество перед другими лучевыми методами диагностики за счет быстроты, безболезненности исследования и высокой его информативности. Однако доза облучения при КТ и МСКТ по сравнению с традиционной рентгенографией существенно выше, соответственно, выше вероятность возникновения стохастических эффектов, обусловленных воздействием диагностического облучения в детском воз-

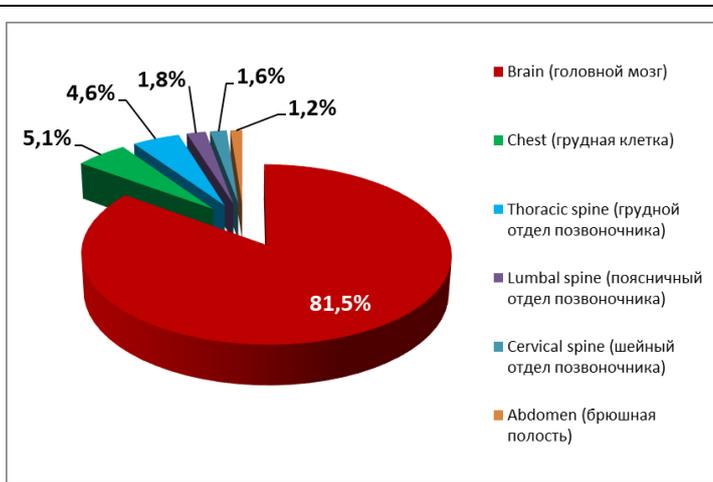


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Диаграмма.

Структура обследований на КТ и МСКТ пациентов детского и подросткового возраста (наиболее распространённые локализации, занимающие более 1% в общей структуре).

Fig. 3. Diagram.

Structure of CT and MSCT investigations of pediatric patients by the most common localizations (more than 1% in the structure)

Таблица № 2. Среднее значение дозы в зависимости от области обследования.

Доля обследований	Локализация	Среднее значение ЭД, мЗв*
81,5 %	Головной мозг	1,51 ± 0,04 (95% ДИ 1,42 – 1,59)
9,8 %	Грудной и поясничный отдел позвоночника	2,67 ± 0,21 (95% ДИ 2,24 – 3,1)
5,1 %	Грудная клетка	1,4 ± 0,12 (95% ДИ 1,15 – 1,6)
1,2 %	Брюшная полость	5,04 ± 0,54 (95% ДИ 3,82 – 6,25)

*указано стандартное отклонение и верхняя и нижняя границы распределения параметра внутри 95% доверительного интервала.

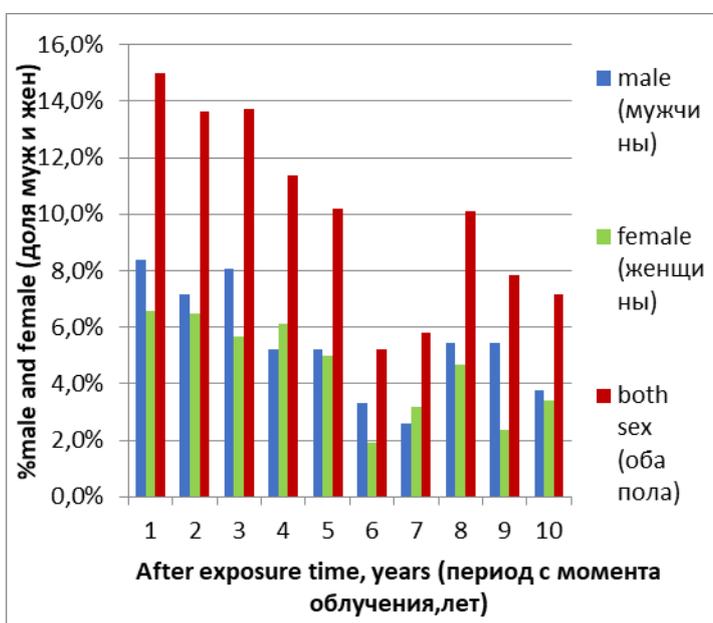


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Диаграмма.

Время с момента обследования на КТ пациентов детского и подросткового возраста до момента окончания наблюдения.

Fig. 4. Diagram.

Time since CT exposure of pediatric patients through the end of follow-up.

расте, а также у взрослых, при условии наличия достаточного периода времени для их реализации. Период времени, необходимый для реализации таких эффектов, в большинстве случаев не ограничивается одним годом, следовательно, для оценки радиогенного риска в эпидемиологическом наблюдении показатели заболеваемо-

сти и смертности, используемые для формирования ежегодной статистической отчётности, применяться не могут. Для оценки связи эффекта и его причины необходимо наблюдение за когортой лиц, внутри которой проявляется действие исследуемого фактора в течение времени, достаточного для регистрации наступле-

ния изучаемых эффектов (или взаимоисключающих событий).

Формирование такой когорты выходит за рамки задач, поставленных для отделений лечебно-диагностического профиля. Вместе с этим, необходимо понимать, что только эпидемиологическое наблюдение может дать достоверные сведения о наличии или отсутствии вероятностного эффекта от воздействия изучаемого фактора, а также его количественную оценку, которой, в конечном счете, и должен руководствоваться врач, принимающий решение о необходимости проведения обследования с использованием радиационного фактора [8].

В некоторых исследованиях зарубежных авторов, посвященных анализу радиогенного риска при проведении компьютерной томографии, показано, что избыточный радиогенный риск линейно растёт с увеличением дозы облучения (соответственно количеству проведённых КТ-обследований), что, по нашему мнению, характеризует в большей мере диагностическую результативность нескольких обследований КТ в динамике, чем возможный канцерогенный эффект облучения при КТ-обследовании [9]. Это согласуется с исследованиями по оценке риска от воздействия медицинского облучения на пациентов при проведении традиционной рентгенографии, в которых выявлено влияние на изучаемый эффект обратной причинно-следственной связи, а также с исследованиями по оценке риска влияния наличия предшествующего онкологического заболевания на установление диагноза последующего ЗНО [10, 11].

По данным исследований, при КТ головного мозга взрослого типовая доза облучения составляет порядка 2-4 мЗв (а у детей и подростков при аналогичном исследовании она выше, пропорционально коэффициенту конверсии), что является аналогом лучевой нагрузки, которую человек получает за 2-5 лет от воздействия естественного фонового излучения, и в 100-500 раз выше уровня дозы излучения, получаемой во время рентгенографии [3, 12]. В связи с этим в настоящем исследовании доза от возможной предшествовавшей рентгенографии и флюорографии не учитывалась. Предполагалось, что отсутствие данной компоненты в дозовой истории пациента детского и подросткового возраста не сможет значимо повлиять на значение суммарной ЭД. Тем не менее, авторы полагают, что в дозовой истории облучения пациентов

должны быть учтены не только КТ и МСКТ обследования, как основной дозообразующий фактор, а все рентгенодиагностические обследования, получаемые пациентом в течение жизни. Это обуславливает необходимость формирования радиологического паспорта пациента, что позволит приблизиться к пониманию этиологической доли диагностического облучения в реализации радиогенного риска.

Заключение.

Регистр КТ является уникальным источником медико-дозиметрических данных для эпидемиологического наблюдения с целью оценки радиогенного риска воздействия малых доз техногенного облучения непроизводственного характера.

Наиболее типичной облучаемой областью у пациентов детского и подросткового возраста при проведении КТ и МСКТ является головной мозг. Средняя доза однократного облучения головного мозга у пациента 10-летнего возраста в исследованной субкогорте составила 1,5 мЗв. Результатом эффективного применения принципа минимизации дозы при обследовании пациентов детского и подросткового возраста стало снижение среднего уровня облучения пациентов.

На момент окончания наблюдения в исследуемой когорте не установлено фактов смерти лиц детского и подросткового возраста от онкопатологии, роль воздействия ионизирующего излучения при проведении КТ и МСКТ – обследований для которых можно было бы считать этиологической. В то же время, полученные результаты не могут свидетельствовать об отсутствии вреда для пациентов детского и подросткового возраста от воздействия ионизирующего излучения при проведении КТ и МСКТ, поскольку злокачественные новообразования имеют длительный латентный период реализации. В связи с этим, необходимо проведение дальнейшего наблюдения, в особенности за теми пациентами исследуемой субкогорты, которые на данный момент уже находятся на учёте у онколога.

Источник финансирования и конфликт интересов.

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

Список литературы:

1. Preston D.L. et al. Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958–1998. *Radiation Research*. 2007; 168 (1): 1–64.
2. Лебедев Н.И., Осипов М.В., Бабинцева Н.А., Сняк Е.В., Фомин Е.П. Регистр пациентов, проходящих КТ – обследования в отделении лучевой диагностики ЦМСЧ-71 г. Озёрск.

Russian Electronic Journal of Radiology. 2017; 7 (2): 110-116. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-2-110-116.

3. Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований: Методические указания. М., Федеральный центр гигиены и

эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 38 с.

4. Осипов М.В., Лебедев Н.И., Фомин Е.П. Радиационная защита пациентов при медицинском облучении: способ снижения лучевой нагрузки при мультиспиральной компьютерной томографии. Источники и эффекты облучения работников ПО «Маяк» и населения, проживающего в зоне влияния предприятия. Ред. М.Ф. Киселев, С.А. Романов. Челябинск, Челябинский дом печати. 2014; VI: 115-122.
5. Parker L. Computed tomography scanning in children: radiation risks. *Pediatr Hematol Oncol.* 2001; 18: 307-08.
6. Osipov M.V., Lebedev N.I., Fomin E.P. Radiation Safety of Patients: Reducing the Radiation Dose in Abdominal Multislice Computed Tomography. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2015; 5 (2): 47 – 51.
7. Лебедев Н.И., Осипов М.В., Синяк Е.В., Фомин Е.П. Алгоритм контрольного МСКТ – исследования органов брюшной полости у пациентов, находящихся в процессе химиотерапии. *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* 2015; 60 (4): 81-86.
8. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* 37 (2-4), 2007.

References:

1. Preston D.L. et al. Solid Cancer Incidence in Atomic Bomb Survivors: 1958–1998. *Radiation Research.* 2007; 168 (1): 1–64.
2. Lebedev N.I., Osipov M.V., Babintseva N.A., Sinyak E.V., Fomin E.P. Checklist of patients undergoing CT at the radiology department CMSU-71 of Ozersk. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2017; 7 (2): 110-116. DOI: 10.21569 / 2222-7415-2017-7-2-110-116.
3. Control of effective radiation doses of patients during medical X-ray examinations: Methodological guideline. Moscow. Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rosпотребнадзор, 2011. 38 p.
4. Osipov M.V., Lebedev N.I., Fomin E.P. Radiation safety of medical patients: an approach to reduce the radiation dose resulted from multislice CT of the abdomen. Radioactive sources and radiation exposure effects on the Mayak PA workers and population living in the area of nuclear facility influence. Science eds. M.F. Kisselyov, S.A. Romanov. Chelyabinsk, Chelyabinsk Publishing House, 2014; VI: 104-109.
5. Parker L. Computed tomography scanning in children: radiation risks. *Pediatr Hematol Oncol.* 2001; 18: 307–08.
6. Osipov M.V., Lebedev N.I., Fomin E.P. Radiation Safety of Patients: Reducing the Radiation Dose in Abdominal Multislice Computed Tomography. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2015; 5 (2): 47 – 51.

9. Pearce M.S., Salotti J.A., Little M.P., McHugh K., Lee C., Kim K.P. et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *The Lancet.* 2012; 380 (9840): 499-505. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60815-0.
10. Осипов М.В., Сокольников М.Э. Предшествующее злокачественное новообразование как фактор риска второго рака в когорте работников предприятия ядерно-промышленного комплекса. *Российский онкологический журнал.* 2016; 21 (4): 190-194. DOI: 10.18821/1028-9984-2016-21-4-190-194.
11. Осипов М.В., Сокольников М.Э. Проблемы оценки канцерогенного риска медицинского облучения в когорте персонала предприятия ядерно-промышленного комплекса. *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* 2015; 60 (6): 60-66.
12. Brenner D.J., Hall E.J.. *Computed Tomography – An Increasing Source of Radiation Exposure.* *N Engl J Med* 2007; 357: 2277-2284. DOI: 10.1056/NEJMra072149. ред. проф. И.И. Борзмана, 2-е изд., (без изм.) СПб., Типография Ю. Н. Эрлих, Садовая, 1896. № 9.

gy.2015; 5 (2): 47 – 51.

7. Lebedev N.I., Osipov M.V., Sinyak E.V., Fomin E.P. An Algorithm of the Abdominal Multislice CT Study in Cancer Patients undergoing Chemotherapy. *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2015; 60 (4): 81-86.
8. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann. ICRP* 37 (2-4), 2007.
9. Pearce M.S., Salotti J.A., Little M.P., McHugh K., Lee C., Kim K.P. et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *The Lancet.* 2012; 380 (9840): 499-505. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60815-0.
10. Osipov M.V., Sokolnikov M.E. Prior malignancy as a risk factor of the second cancer in a cohort of nuclear industry personnel. *Russian Journal of Oncology.* 2016; 16 (4): 190-194.
11. Osipov M.V., Sokolnikov M.E. Problems of assessment of carcinogenic risk of medical exposure in a cohort of nuclear personnel. *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2015; 60 (6): 60-66.
12. Brenner D.J., Hall E.J.. *Computed Tomography – An Increasing Source of Radiation Exposure.* *N Engl J Med* 2007; 357: 2277-2284. DOI: 10.1056/NEJMra072149.