

УДК 616-073.75+616-079.1+623.454.862+612.014.481.1+539.1.07+539.16+616-053.2
DOI: 10.56871/MHCO.2023.47.29.008

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ПОДХОДОВ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ ДЕТЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕНТГЕНОРАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

© Виктор Геннадьевич Пузырев¹, Александр Валерьевич Водоватов^{1, 2},
Михаил Игоревич Комиссаров¹, Иван Юрьевич Алешин¹, Юлия Николаевна Капырина¹

¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.
194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2

² Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены
имени профессора П.В. Рамзаева. 197101, г. Санкт-Петербург, ул. Мира, 8

Контактная информация: Виктор Геннадьевич Пузырев — к.м.н., доцент, заведующий кафедрой общей гигиены.
E-mail: vgpuzyrev@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-0185-3545

Для цитирования: Пузырев В.Г., Водоватов А.В., Комиссаров М.И., Алешин И.Ю., Капырина Ю.Н. Анализ современных отечественных и зарубежных подходов к обеспечению радиационной защиты детей при проведении рентгенорадиологических исследований // Медицина и организация здравоохранения. 2023. Т. 8. № 1. С. 82–92. DOI: <https://doi.org/10.56871/MHCO.2023.47.29.008>

Поступила: 02.02.2023

Одобрена: 15.02.2023

Принята к печати: 21.03.2023

РЕЗЮМЕ. За последнее десятилетие значительно увеличиваются объемы применения рентгенорадиологических исследований в педиатрической практике. Повышение доступности и распространенности высокоинформативных исследований (компьютерной томографии, рентгенэндоваскулярных процедур, процедур ядерной медицины) приводит к росту доз облучения пациентов. Для успешного обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации необходим комплексный подход, основанный на использовании основополагающих принципов радиационной безопасности, — обоснования и оптимизации. Основные принципы защиты пациентов от медицинского облучения отражены во всех основополагающих отечественных нормативно-методических документах. К сожалению, вопросы радиационной защиты детей в этих документах освещены недостаточно. Целью данной работы являлся анализ существующих отечественных и зарубежных подходов к радиационной защите детей при медицинском облучении, направленный на выявление элементов радиационной защиты, нуждающихся в актуализации. Для данной работы были выбраны принципы обоснования и ограничения доз. Проведенный анализ основных отечественных и зарубежных нормативно-методических документов показал наличие значительных различий в практике радиационной защиты детей при медицинском облучении. В зарубежной практике особое внимание уделяется реализации принципа обоснования путем разработки и применения критериев обоснования назначения рентгенорадиологических исследований. Следует отметить отсутствие ограничения доз облучения практически здоровых лиц при проведении скрининговых исследований. Результаты работы указывают на необходимость актуализации

законодательной и нормативно-правовой базы в области радиационной безопасности детей при проведении рентгенорадиологических исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лучевая диагностика; радиационная защита; радиационная безопасность; рентгенорадиологические исследования; медицинское облучение; дети.

ANALYSIS OF THE EXISTING NATIONAL AND INTERNATIONAL APPROACHES TO ENSURING RADIATION PROTECTION OF CHILDREN DURING X-RAY EXAMINATION

© Viktor G. Puzyrev¹, Aleksandr V. Vodovатов^{1, 2}, Mikhail I. Komissarov¹, Ivan Yu. Aleshin¹, Yuliya N. Kapyrina¹

¹ Saint Petersburg State Pediatric Medical University. Lithuania 2, Saint Petersburg, Russian Federation, 194100

² Saint-Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev. Mira 8, Saint Petersburg, Russian Federation, 197101

Contact information: Viktor G. Puzyrev — MD, Ph.D., Assistant Professor, the Head of the Department of General Hygiene. E-mail: vgpuzyrev@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-0185-3545

For citation: Puzyrev VG, Vodovатов AV, Komissarov MI, Aleshin IYu, Kapyrina YuN. Analysis of the existing national and international approaches to ensuring radiation protection of children during X-ray examination. Medicine and health care organization (St. Petersburg). 2023; 8(1):82-92. DOI: <https://doi.org/10.56871/MHCO.2023.47.29.008>

Received: 02.02.2023

Revised: 15.02.2023

Accepted: 21.03.2023

ABSTRACT. Level of using X-ray examination in pediatric practice has increased significantly over the past decade. Awareness of availability and prevalence of highly informative examinations (computed tomography, X-ray endovascular procedures, nuclear medicine) leads to corresponding increase in patient doses. In order to successfully ensure the radiation safety of the population in Russian Federation, it is necessary to develop an integrated approach based on the fundamental principles of radiation safety. The basic principles of protecting patients from medical exposure are reflected in all national legislative documents. Unfortunately, the issues of radiation protection of children are not sufficiently lighted in these documents. The purpose of this work was to analyze the existing national and international approaches to radiation protection of children from medical exposure, to identify elements of radiation protection that need updating. Principles of justification and dose limitation were chosen for our work. The analysis of key national and international approaches showed significant differences in practice of radiation protection of children from medical exposure. In foreign practice, special attention is paid to the principle of justification through the development and application of the criteria for justification of X-ray examination. It should be noted that there is no limitation of radiation doses to practically healthy individuals during screening examination. Unfortunately, today the issues of radiation safety of children are not sufficiently covered in the Russian Federation. Therefore, the question of the need to improve the legal and regulatory framework in the field of radiation safety of children during X-ray examinations becomes actual.

KEY WORDS: X-ray diagnostics; radiation protection; radiation safety; X-ray examination; medical exposure; children.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Здоровье детей и подростков в любом обществе является актуальным вопросом и предметом первоочередной важности, так как оно определяет будущее страны, генофонд нации,

научный и экономический потенциал общества и, наряду с другими демографическими показателями, является важным фактором социально-экономического развития страны.

Анализ динамики изменения показателя общей заболеваемости детского населения за по-

следние 10 лет указывает на стабильный рост заболеваемости по таким основным классам болезней, как новообразования (для детей от 0 до 17 лет), болезни эндокринной системы, мочеполовой системы, а также травмы, отравления и другие последствия внешних причин для детей в возрасте от 15 до 17 лет. При этом для всего детского населения лидирующее место среди заболеваний занимают болезни органов дыхания: на 2020 год этот показатель составил 101 956,7 и 66 681,4 на 100 тыс. детей 0–14 и 15–17 лет соответственно [25–29]. На этом фоне растет тенденция к повышенному объему использования современных методов диагностики, к которым относятся в том числе и методы с использованием источников ионизирующего излучения [15]. Причем наряду со стандартными рентгенологическими исследованиями, широкое применение находят более информативные рентгенорадиологические методы исследования (компьютерная томография, позитронно-эмиссионная томография, интервенционные исследования и т.д.) [15]. Использование новых высокотехнологичных рентгенорадиологических исследований (РРИ) связано с повышенными дозами облучения (как индивидуальными, так и коллективными).

В связи с этим все более актуальным становится вопрос о радиационной безопасности пациентов, в том числе и детей. Основные принципы и мероприятия радиационной защиты пациентов от медицинского облучения отражены во всех основополагающих отечественных нормативных документах (Федеральный закон № 3 «О радиационной безопасности населения», НРБ-99/2009, ОСПОРБ-99/2010), а также ряде методических указаний и рекомендаций (МУ 2.6.1.0066-12, МУ 2.6.1.2944-11, МУ 2.6.1.1892-04 и т.д.). Но, к сожалению, данные документы практически не содержат информации об особенностях облучения и мероприятиях радиационной защиты детей. Кроме того, большинство представленных нормативных документов нуждается в актуализации, поскольку с момента их разработки прошло уже более 10 лет [10–12, 14, 16, 33].

Совершенствование нормативно-правовой базы и подготовка нормативных документов, регламентирующих вопросы радиационной безопасности, в том числе при осуществлении медицинской деятельности, должны проводиться с учетом стандартов и рекомендаций международных организаций. Об этом говорится в основных направлениях реализации государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности

(указ Президента РФ от 13 октября 2018 г. № 585 «Об утверждении Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу») [31].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести сравнительный анализ существующих отечественных и зарубежных подходов к радиационной защите детей при медицинском облучении, направленный на выявление элементов радиационной защиты, нуждающихся в актуализации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время основные принципы защиты пациентов от медицинского облучения отражены во всех основополагающих отечественных нормативных документах [14, 16, 33]. Но, к сожалению, информации о радиационной защите детей в этих основополагающих документах нет, хотя учет особенностей детского организма является необходимым звеном для обеспечения эффективной медицинской и профилактической помощи детскому населению. Детский организм уникален, и каждый возрастной период ребенка сопровождается определенными анатомо-физиологическими особенностями, которые необходимо учитывать при назначении, проведении рентгенорадиологических исследований и при организации мероприятий по радиационной безопасности детей [13].

Медицинское облучение отличается от остальных случаев облучения населения тем, что люди (главным образом пациенты) преднамеренно и осознанно подвергаются облучению. Специфика радиационной защиты при медицинском облучении требует подходов, отличных от подходов, применяемых к другим ситуациям облучения людей. Тем не менее радиационная безопасность пациентов должна быть обеспечена при всех видах медицинского облучения при условии достижения максимальной пользы от рентгенорадиологических процедур и минимизации негативных радиационно-индуцированных эффектов для организма [14, 16]. Основным инструментом для реализации данной цели является использование основополагающих принципов радиационной безопасности — обоснование, оптимизация, нормирование (ограничение доз) [14, 16, 33]. В рамках данной работы было проведено срав-

нение отечественных и зарубежных подходов к применению принципов обоснования и ограничения доз.

Принцип обоснования

Принцип обоснования заключается в сравнении радиационного риска от проведения медицинских РРИ с риском для здоровья вследствие неполучения или неполного получения диагностической информации [23, 24].

При использовании принципа обоснования в случае медицинского облучения необходим особый подход, предусматривающий применение трех уровней (трехуровневый подход). В качестве первого уровня обоснования принимается постулат, что надлежащее применение излучения в медицине приносит больше пользы, чем вреда [23, 24].

Второй уровень обоснования основан на оценке того, улучшит ли выбранное РРИ диагностику или лечение. Данный уровень реализуется через национальные органы здравоохранения путем разработки и внедрения стандартов лечения и диагностики, а также специализированных критериев назначения РРИ, разработанных национальными объединениями врачей-радиологов при взаимодействии с регуляторами по радиационной защите [36, 39–43].

К системе поддержки принятия врачебных решений относятся национальные или международные системы критериев обоснования, разработанные профессиональными организациями совместно со специалистами по радиационной защите, — рекомендации Европейской комиссии; критерии соответствия, разработанные Американским колледжем радиологии; ESR iGuide от Европейского общества радиологии и Американского колледжа радиологии; набор рекомендаций Канадского сообщества радиологов [34–36].

Основная цель разработанных рекомендаций и систем критериев обоснования состоит в том, чтобы врачи направляли своих пациентов на наиболее подходящие процедуры визуализации не только с точки зрения поставленной клинической задачи, но и с точки зрения радиационной безопасности. Важной особенностью данных рекомендаций и критериев является тот факт, что выбор методов лучевой диагностики производится в соответствии с их доказанной эффективностью (на основании литературных данных за последние несколько лет). Кроме этого, в них содержится информация о радиационном риске для пациента или значе-

ния типичных эффективных доз для каждого рентгенорадиологического исследования. Постоянная актуализация данных рекомендаций и внедрение критериев в систему электронного документооборота медицинских организаций позволяет снизить число необоснованных РРИ и оказывает положительное влияние на результаты диагностики и лечения, а также на состояние здоровья пациентов [34–36].

На третьем уровне обоснования следует рассматривать целесообразность применения данного РРИ к конкретному пациенту, учитывать точную задачу проведения РРИ, клиническую картину и индивидуальные особенности пациента. Третий уровень обоснования реализуется непосредственно в медицинской организации при взаимодействии лечащего врача и врача-рентгенолога. При этом окончательное решение о проведении РРИ конкретному пациенту принимается ими, в первую очередь, на основании своего профессионального опыта [36, 39, 40, 42, 43].

Особенно важно учитывать принцип обоснования при назначении РРИ педиатрическим пациентам. Поскольку дети находятся в группе более высокого риска возникновения стохастических эффектов, педиатрические исследования требуют проявления особо внимательного подхода к обоснованию РРИ [2]. Каждое такое исследование должно быть проведено исключительно по показаниям врача. В случае, если оно показано и обосновано, необходимо избегать неоправданного многократного сканирования одной и той же области и ненужного дублирования изображения. При этом всегда следует учитывать возможность использования альтернативных методов визуализации, исключаящих опасность ионизирующего излучения, таких как ультразвуковые исследования (УЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ) [37]. Кроме того, пациента или его законного представителя следует информировать об ожидаемых пользе, рисках и ограничениях предлагаемого РРИ, а также о последствиях непрохождения процедуры [37].

В законодательстве РФ принцип обоснования занимает важное место в системе нормативно-методических документов. Согласно Федеральному закону «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996 г. № 3-ФЗ, принцип обоснования — это «запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному

радиационному фону облучением» [33]. Это же определение приводится в СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» [14].

Общие требования, с учетом которых должно быть обосновано проведение РРИ, отражены в СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)» [16]. Для диагностических исследований они включают в себя наличие клинических показаний, выбор наиболее щадящих в отношении облучения методов исследований и рассмотрение альтернативных методов диагностики. Обоснование проведения терапевтических РРИ учитывает, что ожидаемая эффективность лечения превосходит эффективность альтернативных методов, а риск отказа от лучевой терапии заведомо превышает риск от облучения при ее проведении [16].

Схожие требования предъявляются и к обоснованию РРИ у детей: наличие клинических показаний, выбор наиболее щадящего в отношении облучения детей метода, обязательное рассмотрение альтернативных методов диагностики, а также то, что планируемое исследование не должно повторять недавно проведенные (МУ 2.6.1.3387-16 «Радиационная защита детей в лучевой диагностике») [13]. Важно помнить, что применение РРИ у детей должно быть тщательно обосновано с точки зрения сравнения диагностической пользы и радиационного риска возможных отдаленных последствий.

На практике принцип обоснования реализуется посредством набора различных нормативно-методических документов. К сожалению, в отечественной практике отсутствуют рекомендации и системы критериев обоснования назначений РРИ, аналогичные зарубежным. Большинство информационных инструментов, которые содействуют процессу принятия решений медицинским работником (приказы Министерства здравоохранения, медико-экономические стандарты, клинические рекомендации, профессиональные сообщества врачей и т.д.), не уделяют должного внимания вопросам радиационной защиты пациентов и не согласованы между собой.

Медико-экономические стандарты представляют собой стандарты, для которых характерно только наличие показателей частоты и кратности применения различных видов исследования. К сожалению, они не содержат какую-либо информацию о критериях выбора методов лучевой диагностики для той или иной группы заболеваний [19–22].

Широкое применение в практике находят клинические рекомендации, которые разраба-

тываются медицинскими профессиональными некоммерческими организациями по отдельным заболеваниям или состояниям [1, 17, 18, 30]. Пользоваться подобным ресурсом довольно удобно, клинические рекомендации общедоступны и регулярно обновляются. Но, к сожалению, вопросам радиационной безопасности внимание практически не уделено. В разделе «Диагностика» отсутствуют четкие критерии применимости различных методов, в том числе и лучевых. Кроме этого, отсутствует какая-либо информация о радиационном вреде (риске) вследствие применения лучевых методов диагностики. Причем это касается как взрослых пациентов, так и детей. Для диагностики одного и того же состояния рекомендуется использовать различные, с точки зрения получаемой дозы, методы — от УЗИ и МРТ, которые не являются источниками ионизирующего излучения, до высокодозовых РРИ, к которым относится, например, компьютерная томография [1, 18].

Однако следует отметить, что в настоящее время существует серия методических рекомендаций, выпущенных Департаментом здравоохранения города Москвы «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». Ряд данных методических рекомендаций был обновлен совместно со специалистами по радиационной безопасности и дополнен информацией о радиационных рисках при проведении РРИ [5–9]. Для каждой синдромально-нозологической категории приведен перечень методов лучевой диагностики, которые разделены на три группы (основной метод, дополнительный метод, метод не показан) в зависимости от диапазонов значений эффективной дозы. Кроме этого, для каждого диапазона значений эффективной дозы приведены категории радиационного риска и графическая визуализация. Следует отметить, что данные методические рекомендации относятся только ко взрослым пациентам. В этой же серии методических рекомендаций есть публикация, посвященная лучевой диагностике травм, заболеваний и других патологических состояний у детей [4]. Но информации о значениях эффективных доз и радиационных рисках, с которыми связано применение методов лучевой диагностики, нет.

Сравнение подходов к обоснованию проведения РРИ показало значительные различия между РФ и зарубежными странами в практике радиационной защиты в медицине. Зарубежные подходы основаны на выборе РРИ с учетом диагностической эффективности, стоимости проведения исследования и уровней

облучения пациентов (радиационных рисков) в совокупности [34–36, 39–43]. В отечественной практике выбор основан только на диагностической эффективности [1, 17–22, 30]. Таким образом, в зарубежной практике реализуется многофакторный подход к обоснованию выполнения РРИ с учетом соотношения пользы и вреда (risk-benefit analysis). Внедрение подобного подхода является целесообразным в отечественной лучевой диагностике.

В РФ в соответствии с нормативно-методическими документами за требования к обоснованию проведения РРИ, дозиметрию и последующую оценку радиационных рисков отвечает Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). Однако контроль за выполнением принципа обоснования находится вне его компетенции. Кроме этого, нормативные документы по интерпретации радиационных рисков в медицине не являются обязательными, а носят рекомендательный характер и, как следствие, крайне ограниченно применяются на практике [3].

Таким образом, разработка подходов к обоснованию РРИ аналогично зарубежному должна реализовываться совместно с Министерством здравоохранения Российской Федерации, что на текущий момент планируется реализовать в рамках проекта нового Федерального закона о радиационной безопасности населения. На региональном уровне целесообразно разрабатывать критерии обоснования с учетом аппаратного парка, технических и иных возможностей конкретного субъекта РФ. Данный подход реализуется Департаментом здравоохранения города Москвы [4–9].

Таким образом, как существующие, так и планируемые клинические стандарты целесообразно дорабатывать путем включения в них сведений о категориях радиационного риска и диапазонов эффективных доз для всех используемых РРИ. Это поможет врачам не только обоснованно подходить к выбору диагностических методов визуализации, учитывать диагностическую эффективность методов лучевой диагностики и уровень облучения пациента, но и информировать пациента или его родителей об ожидаемой дозе облучения и о возможных последствиях для здоровья.

Принцип нормирования (ограничения доз)

Медицинское облучение пациентов, в том числе детей, не нормируется. В современных международных рекомендациях принцип ограничения доз при использовании источни-

ков ионизирующего излучения в медицине не применяется, так как его использование может негативно сказаться на качестве оказания медицинской помощи пациентам. Публикации Медицинской комиссии по радиационной защите (МКРЗ) 103 [23] и 105 [24] отмечают, что медицинское облучение носит намеренный и добровольный характер при условии, что оно принесет прямую пользу здоровью пациента.

В Нормках безопасности Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) GSR part 3 [2] и в Стандарте безопасности SSG-46 [38] предложен подход, который рекомендует использование граничных доз для РРИ, которые проводятся для профессиональных и юридических целей, а также лицам, участвующим в биомедицинских исследованиях. Граничная доза — это перспективное, ориентированное на источник ограничение индивидуальной дозы от источника в ситуациях планируемого облучения (кроме медицинского облучения пациентов), которое служит в качестве верхней границы дозы, прогнозируемой в процессе оптимизации защиты от данного источника. Граничные дозы не являются пределами дозы, поэтому превышение граничной дозы не означает несоответствия установленным требованиям, однако в случае каждого такого превышения необходимо проводить расследование [23].

Некоторые РРИ, в особенности, когда пациентами являются дети, лучше выполнять, прибегая к помощи лица, обеспечивающего уход или комфортные условия пациенту, например родственника. При таких обстоятельствах лицо, обеспечивающее уход или комфортные условия пациенту, будет подвергаться облучению, как правило, с низкой дозой. Следует помнить о мерах радиационной защиты такого человека, и в рамках этого процесса необходимо применять граничные дозы (пункт 3.173 публикации GSR Part 3) [2]. Кроме этого, родителям или сопровождающему лицу необходимо предоставить свинцовые фартуки и рекомендовать при возможности оставаться вне первичного луча.

Кроме этого, проведение РРИ включает стандартное использование свинцового или эквивалентного экранирования тела ребенка в непосредственной близости от диагностического поля. Однако это верно только в том случае, если защитное экранирование правильно расположено. При неправильном размещении такое экранирование может ухудшить качество изображения, а в некоторых случаях может оказаться неуместным.

В РФ основополагающие документы в области радиационной защиты также гласят о

неприменимости принципа ограничения доз в случае медицинского облучения. Так, СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» содержит информацию о том, что радиационная защита пациентов при медицинском облучении должна быть основана на необходимости получения полезного эффекта от соответствующих медицинских процедур при наименьших возможных уровнях облучения. При этом не устанавливаются пределы доз для пациентов, но применяются принципы обоснования назначения медицинских процедур и оптимизации защиты пациентов [14]. Аналогичное требование содержится в ОСПОРБ-99/2010: «Радиационная безопасность лиц, подвергающихся медицинским рентгенорадиологическим исследованиям (диагностическим, лечебным, профилактическим, исследовательским), должна быть обеспечена путем обоснования проведения таких процедур и оптимизации радиационной защиты. Дозы, получаемые пациентами при проведении рентгенорадиологических процедур, не нормируются» [16].

Ограничение доз при медицинском облучении распространяется лишь на лиц, проходящих медицинские РРИ в связи с профессиональной деятельностью или в рамках медико-юридических процедур, либо участвующих в профилактических обследованиях или в медико-биологических исследованиях, не получающих прямой пользы для своего здоровья от процедур, связанных с облучением. Годовая эффективная доза, обусловленная этими процедурами, не должна превышать 1 мЗв [14, 16]. Кроме этого, в НРБ-99/2009 оговаривается, что лица, не являющиеся медицинским персоналом, которые оказывают помощь в поддержке пациентов (тяжелобольных, детей и др.) при выполнении рентгенорадиологических процедур, не должны подвергаться облучению в дозе, превышающей 5 мЗв в год [14].

Принцип ограничения доз при медицинском облучении отражен во всех международных документах [2]. Причем группы риска по ограничению доз и диапазон этих доз в отечественной и зарубежной практике относительно совпадают, с той лишь разницей, что в зарубежной практике диапазоны доз могут меняться в зависимости от соотношения пользы и вреда, например при облучении добровольцев при биомедицинских исследованиях.

В РФ ограничение доз при медицинском облучении распространяется на лиц, не получающих прямой пользы для своего здоровья от процедур, связанных с облучением, в том

числе при прохождении профилактических обследований [14, 16]. Но согласно ФЗ-323, пациентом является физическое лицо, которому оказывается медицинская помощь или которое обратилось за оказанием медицинской помощи независимо от наличия у него заболевания и от его состояния [32]. То есть человек, который проходит профилактическое обследование, тоже является пациентом, но основополагающие документы в области радиационной защиты РФ гласят о том, что пределы доз для пациентов не устанавливаются. Данное разногласие на текущий момент не разрешено. Следовательно, надо отказаться от ограничения доз при медицинском облучении или сократить группы риска, на которые распространяется это ограничение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бесспорно, в медицине применяются все разработанные в настоящее время средства и методики радиационной защиты. Существующая система нормативно-методического обеспечения позволяет эффективно обеспечивать комплексную радиационную защиту от медицинского облучения при всех видах РРИ. Но, к сожалению, приходится констатировать, что на текущий момент вопросы радиационной безопасности детей в Российской Федерации освещены недостаточно. Именно поэтому актуальным становится вопрос о необходимости совершенствования законодательной и нормативно-правовой базы на федеральном и региональном уровнях в области радиационной безопасности детей при проведении РРИ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception

of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болезнь Крона: клинические рекомендации (утв. Министерством здравоохранения РФ, 2021 г.). М.: 2021.
2. Международное агентство по атомной энергии. Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Серия норм МАГАТЭ по безопасности, Вена, IAEA. 2015; GSR (Part 3): 518.
3. Методические рекомендации МР 2.6.1.0215-20 «Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 21 сентября 2020 г.); 2020.
4. Морозов С.П., Бурмистров Д.С., Босин В.Ю. и др. Информативность методов лучевой диагностики при различных патологических состояниях организма. Раздел 8. Лучевая диагностика травм, заболеваний и других патологических состояний у детей. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»; 2018.
5. Морозов С.П., Бурмистров Д.С., Епифанова С.В. и др. Информативность методов лучевой диагностики при различных патологических состояниях организма. Раздел 3. Диагностика патологических состояний и заболеваний опорно-двигательного аппарата: методические рекомендации. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»; 2020.
6. Морозов С.П., Бурмистров Д.С., Кремнева Е.И. и др. Информативность методов лучевой диагностики при различных патологических состояниях организма. Раздел 4. Диагностика патологических состояний и заболеваний центральной нервной системы: методические рекомендации. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»; 2020.
7. Морозов С.П., Иванова Г.В., Бурмистров Д.С., Шапиева А.Н. Информативность методов лучевой диагностики при различных патологических состояниях организма. Раздел 6. Лучевая диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы: методические рекомендации. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»; 2020.
8. Морозов С.П., Нуднов Н.В., Бурмистров Д.С. и др. Информативность методов лучевой диагностики при различных патологических состояниях организма. Раздел 2. Диагностика патологических состояний и заболеваний желудочно-кишечного тракта: методические рекомендации. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»; 2020.
9. Морозов С.П., Трофименко И.А., Бурмистров Д.С., Шапиев А.Н. Информативность методов лучевой диагностики при различных патологических состояниях организма. Раздел 9. Диагностика патологических состояний мочеполовой системы: методические рекомендации. Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»; 2020.
10. МР 2.6.1.0066-12 «Применение референтных диагностических уровней для оптимизации радиационной защиты пациента в рентгенологических исследованиях общего назначения»; 2012.
11. МУ 2.6.1.1892-04 «Гигиенические требования по обеспечению радиационной безопасности при проведении радионуклидной диагностики с помощью радиофармпрепаратов». М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России; 2004.
12. МУ 2.6.1.2944-11 «Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2011.
13. МУ 2.6.1.3387-16 «Радиационная защита детей в лучевой диагностике: методические указания». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2016.
14. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): санитарные правила и нормативы (СанПиН 2.6.1.2523-09). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2009.
15. Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Романович И.К. и др. Современные принципы обеспечения радиационной безопасности при использовании источников ионизирующего излучения в медицине. Часть 1. Тенденции развития, структура лучевой диагностики и дозы медицинского облучения. Радиационная гигиена. 2019; 12(1): 6–24. DOI: 10.21514/1998-426X-2019-12-1-6-24.
16. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010): СП 2.6.1.2612-10. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2010.
17. Острая неопухолевая кишечная непроходимость: клинические рекомендации (утв. Министерством здравоохранения РФ, 2021 г.). М.; 2021.
18. Пневмония (внебольничная): клинические рекомендации (утв. Министерством здравоохранения РФ, 2022 г.). М.; 2022.
19. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 14 апреля 2022 г. №255н «Об утверждении стандарта меди-

- цинской помощи детям при мочекаменной болезни (диагностика, лечение и диспансерное наблюдение)». М.; 2022.
20. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 24 декабря 2012 г. № 1450н «Об утверждении стандарта специализированной медицинской помощи детям при острых респираторных заболеваниях тяжелой степени тяжести». М.; 2012.
 21. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 20 декабря 2012 г. № 639н «Об утверждении стандарта специализированной медицинской помощи при травме позвоночника, спинного мозга и нервов спинного мозга». М.; 2012.
 22. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 7 ноября 2012 г. № 668н «Об утверждении стандарта специализированной медицинской помощи детям при юношеском артрите с системным началом». М.; 2012.
 23. Публикация 103 МКРЗ Международной Комиссии по Радиационной защите (МКРЗ) от 2007 г.: пер. с англ., под общ. ред. М.Ф. Киселева, Н.К. Шандалы. М.: Алана; 2009.
 24. Публикация 105 Международной Комиссии по Радиационной защите (МКРЗ) под редакцией Д. Валентина, редактор русского перевода М.И. Балонов. СПб.: ФГУН НИИРГ; 2011.
 25. Россия в цифрах. 2016: Крат. стат. сб. Росстат. М.; 2016.
 26. Россия в цифрах. 2017: Крат. стат. сб. Росстат. М.; 2017.
 27. Россия в цифрах. 2018: Крат. стат. сб. Росстат. М.; 2018.
 28. Россия в цифрах. 2019: Крат. стат. сб. Росстат. М.; 2019.
 29. Россия в цифрах. 2020: Крат. стат. сб. Росстат. М.; 2020.
 30. Тетрада Фалло: клинические рекомендации (утв. Министерством здравоохранения РФ, 2021 г.). М.; 2021.
 31. Указ Президента РФ от 13 октября 2018 г. № 585 «Об утверждении Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу».
 32. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». Доступен по: <https://minzdrav.gov.ru/documents/7025> (дата обращения 11.09.2022).
 33. Федеральный закон от 09.01.1996 N 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения». Доступен по: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8797/ (дата обращения 11.09.2022).
 34. ACR Appropriateness Criteria Reston. American College of Radiology. 2017. Available at: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/ACR-Appropriateness-Criteria> (accessed 11.09.2022).
 35. CAR Diagnostic Imaging Referral Guidelines. Canadian Association of Radiologists. 2012. Available at: <https://car.ca/patient-care/referral-guidelines/> (accessed 11.09.2022).
 36. European Commission. Radiation Protection №178. Referral Guidelines for Medical Imaging Availability and Use in the European Union. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2014.
 37. ICRP Publication 121. Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. Ann. ICRP 42(2); 2013.
 38. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation. Specific Safety Guide № SSG-46. Vienna: IAEA; 2018.
 39. Malone J., Guleria R., Craven C. et al. Justification of diagnostic medical exposures: some practical issues. Report of an International Atomic Energy Agency Consultation. Br. J. Radiol. 2012; 85(1013): 523–38.
 40. Perez M.R. Referral criteria and clinical decision support: radiological protection aspects for justification. Ann. ICRP. 2015; 44(1 Suppl.): 276–87.
 41. Radiation Protection Guidance for Diagnostic and Interventional X-Ray Procedures. United States Environmental Protection Agency. Federal Guidance Report №14. Washington; 2014.
 42. Remedios D. Justification: how to get referring physicians involved. Radiat. Prot. Dosim. 2011; 147(1–2): 47–51.
 43. Whaley J.S., Pressman B.D., Wilson J.R. et al. Investigation of the variability in the assessment of digital chest X-ray image quality. J. Digit. Imaging. 2013; 26(2): 217–26.

REFERENCES

1. Bolezn' Krona: klinicheskie rekomendacii (utv. Ministerstvom zdravooohranenija RF, 2021 g.) [Crohn's disease: clinical recommendations]. Moskva; 2021. (in Russian).
2. Mezhdunarodnoe agentstvo po atomnoj jenergii. Radiacionnaja zashhita i bezopasnost' istochnikov izluchenija: Mezhdunarodnye osnovnye normy bezopasnosti [Radiation protection and safety of radiation sources: International basic safety standards]. Serija norm MAGATJe po bezopasnosti, Vena, IAEA. 2015; GSR (Part 3): 518. (in Russian).
3. Metodicheskie rekomendacii MP 2.6.1.0215-20 «Ocenka radiacionnogo riska u pacientov pri provedenii rentgeno-radiologicheskikh issledovanij» [Assessment of radiation risk in patients during X-ray radiological studies]. (utv. Federal'noj sluzhboj po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitel'ej i blagopoluchija cheloveka 21 sentjabrja 2020 g.); 2020. (in Russian).
4. Morozov S.P., Burmistrov D.S., Bosin V.Ju. i dr. Informativnost' metodov luchevoj diagnostiki pri razlichnyh patologicheskikh sostojanijah organizma. Razdel 8. Luchevaja diagnostika travm, zabolevanij i drugih patologicheskikh sostojanij u detej. Serija «luchshie praktiki

- luchevoj i instrumental'noj diagnostiki». [Informative value of methods of radiation diagnostics in various pathological conditions of the body. Section 8]. Moskva: GBUZ «NPKC DiT DZM»; 2018. (in Russian).
5. Morozov S.P., Burmistrov D.S., Epifanova S.V. i dr. Informativnost' metodov luchevoj diagnostiki pri razlichnyh patologicheskikh sostojanijah organizma. Razdel 3. Diagnostika patologicheskikh sostojanij i zabojevanij oporno-dvigatel'nogo apparata: metodicheskie rekomendacii. Serija «Luchshie praktiki luchevoj i instrumental'noj diagnostiki» [Informative value of methods of radiation diagnostics in various pathological conditions of the body. Section 3]. Moskva: GBUZ «NPKC DiT DZM»; 2020. (in Russian).
 6. Morozov S.P., Burmistrov D.S., Kremneva E.I. i dr. Informativnost' metodov luchevoj diagnostiki pri razlichnyh patologicheskikh sostojanijah organizma. Razdel 4. Diagnostika patologicheskikh sostojanij i zabojevanij central'noj nervnoj sistemy: metodicheskie. Serija «Luchshie praktiki luchevoj i instrumental'noj diagnostiki» [Informative value of methods of radiation diagnostics in various pathological conditions of the body. Section 4]. Moskva: GBUZ «NPKC DiT DZM»; 2020. (in Russian).
 7. Morozov S.P., Ivanova G., Burmistrov D.S., Shapieva A.N. Informativnost' metodov luchevoj diagnostiki pri razlichnyh patologicheskikh sostojanijah organizma. Razdel 6. Luchevaja diagnostika zabojevanij serdechno-sosudistoj sistemy: metodicheskie rekomendacii. Serija «Luchshie praktiki luchevoj i instrumental'noj diagnostiki» [Informative value of methods of radiation diagnostics in various pathological conditions of the body. Section 6]. Moskva: GBUZ «NPKC DiT DZM»; 2020. (in Russian).
 8. Morozov S.P., Nudnov N.V., Burmistrov D.S. i dr. Informativnost' metodov luchevoj diagnostiki pri razlichnyh patologicheskikh sostojanijah organizma. Razdel 2. Diagnostika patologicheskikh sostojanij i zabojevanij zheludchno-kishechnogo trakta: metodicheskie rekomendacii. Serija «Luchshie praktiki luchevoj i instrumental'noj diagnostiki». [Informative value of methods of radiation diagnostics in various pathological conditions of the body. Section 2]. Moskva: GBUZ «NPKC DiT DZM»; 2020. (in Russian).
 9. Morozov S.P., Trofimenko I.A., Burmistrov D.S., Shapiev A.N. Informativnost' metodov luchevoj diagnostiki pri razlichnyh patologicheskikh sostojanijah organizma. Razdel 9. Diagnostika patologicheskikh sostojanij mocheopolovoj sistemy: metodicheskie rekomendacii. Serija «Luchshie praktiki luchevoj i instrumental'noj diagnostiki» [Informative value of methods of radiation diagnostics in various pathological conditions of the body. Section 9]. Moskva: GBUZ «NPKC DiT DZM»; 2020. (in Russian).
 10. MR 2.6.1.0066-12 «Primenenie referentnyh diagnosticheskikh urovnej dlja optimizacii radiacionnoj zashhity pacienta v rentgenologicheskikh issledovanijah obshhego naznacheniya» [The use of reference diagnostic levels to optimize the radiation protection of the patient in general-purpose radiological studies]. 2012. (in Russian).
 11. MU 2.6.1.1892-04 «Gigienicheskie trebovanija po obespecheniju radiacionnoj bezopasnosti pri provedenii radionuklidnoj diagnostiki s pomoshh'ju radiofarmpreparatov» [Hygienic requirements for radiation safety during radionuclide diagnostics using radiopharmaceuticals]. Moskva: Federal'nyj centr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii; 2004. (in Russian).
 12. MU 2.6.1.2944-11 «Kontrol' jeffektivnyh doz oblucheniya pacientov pri provedenii medicinskih rentgenologicheskikh issledovanij» [Monitoring of effective radiation doses of patients during medical radiological examinations]. Moskva: Federal'nyj centr gigieny i jepidemiologii Rospotrebnadzora; 2011. (in Russian).
 13. MU 2.6.1.3387-16 «Radiacionnaja zashhita detej v luchevoj diagnostike: metodicheskie ukazaniya» [Radiation protection of children in radiation diagnostics: guidelines]. Moskva: Federal'nyj centr gigieny i jepidemiologii Rospotrebnadzora; 2016. (in Russian).
 14. Normy radiacionnoj bezopasnosti (NRB-99/2009): sanitarnye pravila i normativy (SanPiN 2.6.1.2523-09) [Radiation safety standards]. Moskva: Federal'nyj centr gigieny i jepidemiologii Rospotrebnadzora; 2009. (in Russian).
 15. Onishhenko G.G., Popova A.Ju., Romanovich I.K. i dr. Sovremennye principy obespecheniya radiacionnoj bezopasnosti pri ispol'zovanii istochnikov ionizirujushhego izlucheniya v medicine. Chast' 1. Tendencii razvitiya, struktura luchevoj diagnostiki i dozy medicinskogo oblucheniya [Modern principles of the radiation protection from sources of ionizing radiation in medicine. Part 1: Trends, structure of x-ray diagnostics and doses from medical exposure]. Radiacionnaja gigiena. 2019; 12(1): 6–24. DOI: 10.21514/1998-426H-2019-12-1-6-24. (in Russian).
 16. Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiacionnoj bezopasnosti (OSPORB-99/2010): SP 2.6.1.2612-10 [Basic sanitary rules for radiation safety]. Moskva: Federal'nyj centr gigieny i jepidemiologii Rospotrebnadzora; 2010.
 17. Ostraja neopuholevaja kishechnaja neprohodimost': klinicheskie rekomendacii (utv. Ministerstvom zdravooohraneniya RF, 2021 g.) [Acute tumor intestinal obstruction: clinical recommendations]. Moskva; 2021. (in Russian).
 18. Pnevmonija (vnebol'nichnaja): klinicheskie rekomendacii (utv. Ministerstvom zdravooohraneniya RF, 2022 g.) [Pneumonia (community-acquired): clinical recommendations]. Moskva; 2022. (in Russian).
 19. Prikaz Ministerstva zdravooohraneniya RF ot 14 aprlja 2022 g. № 255n «Ob utverzhdenii standartov medicinskoj pomoshhi detjam pri mochekamennomj bolezni (diagnostika, lechenie i dispansernoe nabljudenie)» [About ap-

- proval of the standard of medical care for children with urolithiasis (diagnosis, treatment and follow-up)]. Moskva; 2022. (in Russian).
20. Prikaz Ministerstva zdravooхранenija RF ot 24 dekabnja 2012 g. № 1450n «Ob utverzhdenii standartov specializirovannoj medicinskoj pomoshhi detjam pri ostryh respiratornyh zabolevanijah tjazhelej stepeni tjazhesti» [About the approval of the standard of specialized medical care for children with acute respiratory diseases of severe severity]. Moskva; 2012. (in Russian).
 21. Prikaz Ministerstva zdravooхранenija RF ot 20 dekabnja 2012 g. № 639n «Ob utverzhdenii standartov specializirovannoj medicinskoj pomoshhi pri travme pozvonocznika, spinного mozga i nervov spinного mozga» [About the approval of the standard of specialized medical care for spinal cord injury, spinal cord and spinal cord nerves]. Moskva; 2012. (in Russian).
 22. Prikaz Ministerstva zdravooхранenija RF ot 7 nojabnja 2012 g. № 668n «Ob utverzhdenii standartov specializirovannoj medicinskoj pomoshhi detjam pri junosheskom artrite s sistemnym nachalom» [About the approval of the standard of specialized medical care for children with juvenile arthritis with systemic onset]. Moskva; 2012. (in Russian).
 23. Publikacija 103 Mezhdunarodnoj Komissii po Radiacionnoj Zashhite (MKRZ) ot 2007 g.: per. s angl., pod obshh. red. M.F. Kiseleva, N.K. Shandaly [Publication 103 of the International Commission on Radiation Protection]. Moskva: Alana Publ.; 2009. (in Russian).
 24. Publikacija 105 Mezhdunarodnoj Komissii po Radiacionnoj Zashhite (MKRZ) pod redakciej D. Valentina, redaktor russkogo perevoda M.I. Balonov [Publication 105 of the International Commission on Radiation Protection]. Sankt-Peterburg: FGUN NIIRG; 2011. (in Russian).
 25. Rossiya v cifrah. 2016: Krat.stat.sb. Rosstat. [Russia in numbers. 2016]. Moskva; 2016. (in Russian).
 26. Rossiya v cifrah. 2017: Krat. stat. sb. Rosstat. [Russia in numbers. 2017]. Moskva; 2017. (in Russian).
 27. Rossiya v cifrah. 2018: Krat. stat. sb. Rosstat. [Russia in numbers. 2018]. Moskva; 2018. (in Russian).
 28. Rossiya v cifrah. 2019: Krat. stat. sb. Rosstat. [Russia in numbers. 2019]. Moskva; 2019. (in Russian).
 29. Rossiya v cifrah. 2020: Krat. stat. sb. Rosstat. [Russia in numbers. 2020]. Moskva; 2020. (in Russian).
 30. Tetrada Fallo: klinicheskie rekomendacii (utv. Ministerstvom zdravooхранenija RF, 2021 g.). [Tetrad of Fallot: clinical recommendations]. Moskva; 2021. (in Russian).
 31. Ukaz Prezidenta RF ot 13 oktjabnja 2018 g. № 585 «Ob utverzhdenii Osnov gosudarstvennoj politiki v oblasti obespechenija jadernoje i radiacionnoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda i dal'neshuju perspektivu». [On approval of the Fundamentals of the State Policy in the Field of Ensuring Nuclear and Radiation Safety of the Russian Federation for the period up to 2025 and beyond]. (in Russian).
 32. Federal'nyj zakon ot 21 nojabnja 2011 g. № 323-FZ «Ob osnovah ohrany zdorov'ja grazhdan v Rossijskoj Federacii». [On the basics of public health protection in the Russian Federation]. Available at: <https://minzdrav.gov.ru/documents/7025> (accessed 11.09.2022). (in Russian).
 33. Federal'nyj zakon ot 09.01.1996 № 3-FZ «O radiacionnoj bezopasnosti naselenija». [About radiation safety of the population]. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8797/ (accessed 11.09.2022). (in Russian).
 34. ACR Appropriateness Criteria Reston. American College of Radiology. 2017. Available at: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/ACR-Appropriateness-Criteria> (accessed 11.09.2022).
 35. CAR Diagnostic Imaging Referral Guidelines. Canadian Association of Radiologists. 2012. Available at: <https://car.ca/patient-care/referral-guidelines/> (accessed 11.09.2022).
 36. European Commission. Radiation Protection № 178. Referral Guidelines for Medical Imaging Availability and Use in the European Union. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2014.
 37. ICRP Publication 121. Radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. Ann. ICRP 42(2); 2013.
 38. International Atomic Energy Agency. Radiation Protection and Safety in Medical Uses of Ionizing Radiation. Specific Safety Guide № SSG-46. Vienna: IAEA; 2018.
 39. Malone J., Guleria R., Craven C. et al. Justification of diagnostic medical exposures: some practical issues. Report of an International Atomic Energy Agency Consultation. Br. J. Radiol. 2012; 85(1013): 523–38.
 40. Perez M.R. Referral criteria and clinical decision support: radiological protection aspects for justification. Ann. ICRP. 2015; 44(1 Suppl.): 276–87.
 41. Radiation Protection Guidance for Diagnostic and Interventional X-Ray Procedures. United States Environmental Protection Agency. Federal Guidance Report №14. Washington; 2014.
 42. Remedios D. Justification: how to get referring physicians involved. Radiat. Prot. Dosim. 2011; 147(1–2): 47–51.
 43. Whaley J.S., Pressman B.D., Wilson J.R. et al. Investigation of the variability in the assessment of digital chest X-ray image quality. J. Digit. Imaging. 2013; 26(2): 217–26.