

ПОДХОДЫ К КЛАССИФИКАЦИИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ОШИБОК В ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ: ОБЗОР

¹В. А. Нечаев[✉]*, ^{2,3}А. Ю. Васильев[✉]

¹Городская клиническая больница имени С. С. Юдина, Москва, Россия

²Российский университет медицины, Москва, Россия

³Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики, Москва, Росси

ВВЕДЕНИЕ: Врачи при постановке диагноза во многих случаях опираются на лучевые изображения, интерпретация которых может быть весьма вариабельна и содержать неточности, что может привести к неверной тактике лечения пациента.

ЦЕЛЬ: Провести обзор различных подходов к классификации диагностических ошибок в лучевой диагностике.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Проведен поиск научных публикаций в информационно-аналитических системах PubMed, e-library, Google Scholar по ключевым словам: radiology errors, x-ray errors, diagnostic errors in radiology, ошибки в лучевой диагностике, ошибки в рентгенологии.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Анализ научных публикаций показал различные подходы к классификации ошибок в лучевой диагностике. Приведены основные исторические аспекты формирования первых подобных классификаций, их совершенствование со временем, отсутствие единой согласованной классификации и критические сложности их использования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: В приведенном обзоре литературы представлены различные подходы к классификации ошибок в лучевой диагностике, что может быть полезно для понимания причин их возникновения, а также для развития систем их выявления, анализа и предупреждения, которые в дальнейшем приведут к минимизации частоты их развития и снижению степени нанесенного ущерба.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: диагностические ошибки, рентгенологические ошибки, ошибки в лучевой диагностике, ошибки интерпретации, ошибки восприятия

*Для корреспонденции: Нечаев Валентин Александрович, dfkz2005@gmail.com.

Для цитирования: Нечаев В.А., Васильев А.Ю. Подходы к классификации диагностических ошибок в лучевой диагностике: обзор // Лучевая диагностика и терапия. 2024. Т. 15, № 2. С. 19–24, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2024-15-2-19-24>.

APPROACHES TO THE CLASSIFICATION OF ERRORS IN RADIOLOGY: A REVIEW

¹Valentin A. Nechaev[✉]*, ^{2,3}Aleksander Yu. Vasil'ev[✉]

¹Moscow City Hospital named after S. S. Yudin, Moscow, Russia

²Russian University of Medicine, Moscow, Russia

³Central Radiology Research Institute, Moscow, Russia

INTRODUCTION: In many cases physicians make a diagnosis using the results of radiology. At the same time, the interpretation of medical images can be very variable in some cases, contain inaccuracies, which can lead to incorrect patient treatment tactics.

OBJECTIVE: The aim of this article is to show different classification of diagnostic errors in radiology.

MATERIAL AND METHODS: A search for scientific publications was carried out in the information and analytical systems PubMed, eLibrary, Google Scholar using the keywords: radiology errors, x-ray errors, diagnostic errors in radiology, errors in radiation diagnostics, errors in radiology.

RESULTS: An analysis of scientific publications showed different approaches to the classification of errors in radiology. The main historical aspects of the formation of the first such classifications, their improvement over time, the lack of a single agreed upon classification and the critical difficulties of their use are presented.

CONCLUSIONS: This literature review presents various approaches to the classification of errors in radiation diagnostics, which can be useful for understanding the causes of their occurrence, as well as for the development of systems for their identification, analysis and prevention, which will subsequently lead to minimizing the frequency of their development and reducing the degree of damage caused.

KEYWORDS: diagnostic errors, radiology errors, errors in radiology, interpretation errors, perception errors

*For correspondence: Valentin A. Nechaev, dfkz2005@gmail.com.

For citation: Nechaev V.A., Vasil'ev A.Yu. Approaches to the classification of errors in radiology: a review // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2024. Vol. 15, No. 2. P. 19–24, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2024-15-2-19-24>.

Введение. Применение методов лучевой диагностики в большинстве случаев является неотъемлемой частью обследования пациента для постановки верного диагноза. В отличие от ряда субъективных оценок состояния пациента результаты лучевой диагностики остаются доступными для последующего изучения и могут быть проанализированы ретроспективно. Несмотря на все достижения современной науки, деятельность врача-рентгенолога преимущественно предполагает принятие решений в условиях неопределенности и, следовательно, может содержать неточности в интерпретации [1]. При этом оценка лучевого исследования не является бинарным процессом, где необходимо отметить «есть» патология или «нет». На окончательное заключение влияет множество факторов, таких как качество выполненного исследования, наличие анамнестических и клиничко-лабораторных данных, степень усталости врача и др. [2–4].

Цель. Провести обзор различных подходов к классификации диагностических ошибок в лучевой диагностике.

Материалы и методы. Проведен поиск научных публикаций в информационно-аналитических системах PubMed, e-library, Google Scholar по ключевым словам: radiology errors, x-ray errors, diagnostic errors in radiology, ошибки в лучевой диагностике, ошибки в рентгенологии.

Результаты. На этапе становления рентгенологии как науки уже появляются первые научные работы, в которых упоминаются вопросы, связанные с особенностями зрительного восприятия диагностических изображений. Так, в 1899 г. было показано, что для достижения максимальной чувствительности сетчатки глаза в темной комнате к свету от флюороскопического экрана требуется порядка 20 минут [5]. В дальнейшем темы восприятия и ошибок касался W. E. Chamberlain, отмечая важность качества получаемых изображений, процесса адаптации к темноте и остроты зрения [5]. Вскоре под руководством W. E. Chamberlain (1942) проходило исследование по определению оптимальной диагностической методики скрининга туберкулеза легких, с учетом появления флюорографии. Однако было обнаружено, что вариации интерпретации внутри и между испытуемыми были настолько велики (достигали 30 %), что было невозможно определить, какая методика оптимальна [5]. В результате было поднято две ключевые проблемы: во-первых, необходимо улучшить процесс обучения рентгенологов; во-вторых, требуется изучение процесса вос-

приятия изображений и природы интерпретационных ошибок в рентгенологии [5].

Наиболее критично к проблеме диагностических ошибок подошел L. H. Garland в серии своих работ, в которых были представлены «удивляющие» статистические данные по неточности в ряде клиничко-лабораторных исследований, в том числе и рентгенологических. Так, частота ошибок в диагностике инфаркта миокарда достигала 34 %, в интерпретации электрокардиограмм — 20 %, в результатах лабораторных анализов — 28 % [6]. Однако наиболее пристальное внимание было уделено ошибкам в интерпретации рентгенограмм легких, где частота пропуска патологических изменений (выборка исследований только с патологией) достигала 33 % [7].

В дальнейшем во многих научных работах было отмечено значительное количество диагностических ошибок при различных методах лучевой диагностики [8–11]. В исследовании J. L. Lehg и соавт. (1976) сообщалось о частоте ошибок 30 % при интерпретации рентгенограмм легких, костно-суставной системы и желудочно-кишечного тракта с различной патологией [10]. В другой работе было обнаружено, что до 20 % опухолей толстой кишки не описываются рентгенологами при рентгеноскопическом исследовании [9]. В статье J. R. Muhm и соавт. (1983) было отмечено, что в 90 % случаев признаки периферического рака легкого ретроспективно определялись на рентгенограммах органов грудной клетки [11]. При оценке результатов КТ органов брюшной полости у онкологических пациентов расхождения в интерпретации достигали 37 % с последующим изменением тактики лечения пациента до 23 % [8]. В исследовании H. H. Abu-judeh и соавт. (2010) трое опытных рентгенологов, специализирующихся на абдоминальной визуализации, первоначально проанализировали 90 компьютерно-томографических исследований брюшной полости и таза, а затем, через определенное время, их попросили повторно описать те же исследования. В результате уровень расхождений между испытуемыми составил 26 %, а уровень расхождений внутри испытуемых — 32 %. Статистические данные, раскрывающие неточности в интерпретации маммограмм, поражают: до 75 % исследований первоначально интерпретированных как без патологических изменений, при ретроспективной оценке предположительно могли иметь признаки рака молочной железы [6].

Столь высокие показатели частоты ошибок связаны в первую очередь с особенностями выборок, которые содержат исследования только с патологи-

ческими изменениями. В повседневной практике врач-рентгенолог имеет дело в том числе с исследованиями без патологии. В работе J. P. Borgstede и соавт. (2004) проанализировали работу более 250 рентгенологов, интерпретировавших более 20 000 обследований, и обнаружили, что частота ошибок во всех случаях достигала 3,5% [12]. Это соотносится и с результатами других исследований, где это значение составляло 3–4% [2, 3, 13].

Общепринятого определения термина диагностической ошибки не существует и, по мнению ряда авторов, применительно к рентгенологии использование данного понятия неуместно и предпочтительнее употреблять термин «расхождение» между протоколом описания и окончательным диагнозом [8]. Тем не менее диагностической ошибкой в лучевой диагностике можно назвать пропуск, неверную интерпретацию или обнаружение с запозданием патологических изменений при помощи методов лучевой диагностики, независимо от того, приводит ли это к какому-либо вреду [13, 14]. Использование термина «ошибка» подразумевает, что не может быть разногласий по поводу того, что является верной интерпретацией, и указывает на то, что рентгенолог должен был быть в состоянии дать верное заключение [14]. Любое несоответствие в интерпретации, которое существенно отклоняется от консенсуса коллег, является разумным и общепринятым для определения диагностической ошибки [14]. В некоторых случаях диагноз подтверждается патологическим исследованием хирургического или аутопсийного материала, и эти данные могут быть использованы для оценки предшествующих лучевых результатов, однако не всегда они являются общей основой для определения того, произошла ли ошибка [8, 15]. В любом случае, ошибку или расхождение в лучевой диагностике следует рассматривать как медицинскую, а не юридическую проблему [13].

Чтобы понять, почему возникают диагностические ошибки, а также разработать системы обнаружения и анализа, которые минимизируют как их частоту, так и степень причиняемого ущерба необходимо корректно их классифицировать [3, 16]. Существуют различные подходы к категоризации ошибок, из которых наиболее простое деление их на два вида: ошибки восприятия и когнитивные ошибки [13, 15, 17].

Неспособность обнаружить патологическое изменение на диагностическом изображении — ошибка восприятия, которая встречается в 60–80% случаев. Чтобы пропуск патологии считался ошибкой восприятия, необходимо, чтобы находка была достаточно заметной и обнаруживаемой в ретроспективе самим рентгенологом либо при консенсусе коллег. В ряде случаев ошибка восприятия может объясняться малозаметностью, например, за счет низкой контрастности патологии и окружающих структур, или другими факторами риска (усталость врача,

отвлекающие факторы, большая нагрузка) [13, 15, 17]. Однако в большинстве случаев объективные объяснения пропуска явной патологии отсутствуют, и все сводится к «человеческому фактору» [18] и «недостаткам человеческого восприятия» [19].

Таким образом, несмотря на большое количество работ, посвященных этой проблеме, до сих пор точно неизвестно, почему пропускаются очевидные патологические находки на медицинских изображениях [13, 15].

Когнитивные ошибки, на которые приходится 20–40% от общего числа, возникают, когда патологическая находка идентифицируется рентгенологом на диагностическом изображении, но неверно интерпретируется, либо нормальные анатомические структуры или варианты развития рассматриваются как патология [6, 13]. Этот вид ошибок можно объяснить когнитивными искажениями, недостатком знаний рентгенолога, особенностями клинической информации или ошибочными рассуждениями [8, 13].

Существуют и другие подходы к классификации ошибок. Так, Kundel и соавт. (1978) выделили три вида ошибок на основе изучения особенностей движения глаз и фиксации взгляда рентгенолога при оценке 60 рентгенограмм легких (36 из которых были с наличием патологических изменений). Это ошибки поиска, когда испытуемый не определял патологию; распознавания, при которой испытуемый фиксировал взгляд на аномалии, но ненадолго, без осознания, что это действительно патология; принятия решения — испытуемый длительно фиксировал взгляд на патологии, но не определял ее как патологию. При этом наиболее распространена была именно последняя — до 45% случаев [14].

В 1992 г. D. L. Renfrew и соавт. расширили схему рентгенологических ошибок на основе анализа 182 случаев и выделили 7 типов ошибок исходя из причин их возникновения: самоуверенность, ошибочное рассуждение, недостаток знаний, пропуск патологии, плохая коммуникация, ограничение методики и осложнения (при инвазивных процедурах). Среди них преобладали ошибки восприятия (69%), к которым авторы отнесли пропуск патологии (патология была пропущена при первоначальной интерпретации исследования, но хорошо визуализировалась ретроспективно) [19].

Одна из наиболее подробных классификаций предложена Y. W. Kim и L. T. Mansfield в 2014 г. Авторы проанализировали 1269 ошибок при проведении лучевых исследований и выделили 12 типов, в зависимости от причины (таблица). Наиболее часто встречались следующие типы ошибок: пропуск патологии (42%), удовлетворение поиском (22%) и ошибочное рассуждение (9%), что также подтверждало превалирование ошибок восприятия [13].

Существуют и другие подходы к классификациям ошибок, которые фокусируются не только на самом рентгенологе, но и принимают во внимание многие

другие предрасполагающие факторы, такие как проблемы управления, нехватка персонала, эргономика, объем работы и другие [3, 20]. Так, O. R. Brook и соавт. (2010) выделили скрытые, активные, внешние и ошибки, связанные с пациентом. К скрытым были отнесены технические факторы, связанные с состоянием и эксплуатацией оборудования, и системные, характеризующиеся укомплектованностью персоналом, рабочим графиком, эргономикой рабочего места, коммуникацией с другими врачами и отделениями. Активные, или человеческие — это диагностические ошибки, которые подробно описывались в других работах, но в то же время могут быть следствием скрытой ошибки. Некоторые ошибки неизбежны и находятся вне контроля и ответственности рентгенолога или организации. Примеры таких внешних причин включают резкие всплески или падения электрического напряжения, внезапное падение сверхпроводимости магнитно-резонансного томографа, протечки водопровода и др. К ошибкам, связанным с пациентом, можно отнести несоблюдение им инструкций во время проведения исследования, недостоверное предоставление информации перед обследованием, языковой барьер и др. [20].

проведения «второго мнения» нейрорадиологом КТ и МРТ исследований головного мозга, которые первоначально были интерпретированы рентгенологом без узкой специализации. Все различия в заключениях были разделены на значительные, которые могли изменить тактику лечения больного, и незначительные. В большинстве случаев (66%) отмечалось полное соответствие заключений, в 21% — незначительные расхождения, а в 13% — значительные. Однако стоит отметить, что в данном исследовании оценивалась значимость расхождения в рамках течения основного заболевания во время госпитализации [21].

A. Brady и соавт. (2017) разделили ошибки на основе «длительности эффекта» и «тяжести клинических последствий». Согласно этой классификации ошибки, не причиняющие вреда, считаются «несущественными», а с минимальными вредными последствиями расцениваются как «незначительные». «Умеренные ошибки» имеют краткосрочные последствия, в то время как «серьезные ошибки» определяются долгосрочными нежелательными последствиями. Наконец, ошибки, приводящие к серьезным долгосрочным или смертельным последствиям, классифицируются как «чрезвычайные ошибки» [8].

Таблица

Классификация диагностических ошибок в лучевой диагностике по Kim и Mansfield (2014) [13]

Table

Classification of diagnostic errors in radiation diagnostics by Kim and Mansfield (2014) [13]

Тип ошибки	Причина ошибки	Объяснение	Частота встречаемости, %
1	Самоуверенность	Ложноположительная ошибка, при которой клинически незначимая находка расценивается как значимая	0,9
2	Ошибочное рассуждение	Изменения выявлены и верно расценены как патологические, но связываются с неверными причинами	9,0
3	Недостаток знаний	Патология интерпретирована неверно из-за недостатка знаний врача	3,0
4	Пропуск патологии	Патология присутствует на изображении, но пропущена	42,0
5	Плохая коммуникация	Патология обнаружена и верно интерпретирована, но адекватно не донесена до лечащего врача	0,1
6	Ограничение методики	Находка пропущена в результате ограничения методики	2,0
7	Предыдущее исследование	Патология пропущена из-за отсутствия предыдущего исследования или протокола	5,0
8	История болезни	Патология пропущена из-за неполной или неточной истории болезни, анамнестических данных	2,0
9	Локализация	Патология пропущена из-за ее локализации за пределами зоны интереса	7,0
10	Удовлетворенность поиском	Патология не была выявлена в результате предварительно уже описанных других изменений	22,0
11	Осложнения исследования	Не тот пациент, не та область, не та сторона	0,5
12	Удовлетворенность заключением	Патология пропущена в результате высокого доверия к предыдущему заключению	6,0

Особое внимание стоит уделить попыткам дифференцировать ошибки по степени их последствий для пациента. В работе G. M. Briggs и соавт. (2008) оценивалось влияние на тактику ведения пациентов

Согласно методическим рекомендациям «Оценка качества рентгенорадиологических исследований» по результатам анализа эксперта врача-рентгенолога выделяют четыре вида итоговых оценок исследова-

ния: полное соответствие, замечания общего характера, клинически незначимое и клинически значимое расхождение. Последнее характеризуется тем, что «потенциально приводит к принципиальным нарушениям тактики лечения и/или связано с потенциальным развитием состояний, угрожающих жизни или влекущих стойкую утрату здоровья пациента» [22].

Однако в большинстве попыток классифицировать ошибки по степени их последствий для пациента, с одной стороны, отсутствуют четкие критерии их разделения, а с другой — возникает вопрос: «А судьи кто?». Может ли эксперт врач-рентгенолог, даже имея значительный опыт практической деятельности, определять степень влияния на тактику лечения пациента? Из-за сложности этого вопроса, а в ряде случаев отсутствия клинической информации, например, при ретроспективной оценке лучевого исследования, некоторые авторы решили не определять клиническую значимость диагностических ошибок [13].

Важной целью анализа ошибок является создание процессов, направленных на сокращение или предотвращение возникновения ошибок и минимизацию

степени вреда. Разработка эффективной системы обнаружения ошибок и надлежащего управления ими необходима для существенного смягчения их последствий. На этом этапе в процессе анализа ошибок выявляются сопутствующие факторы, позволяющие предпринять конкретные шаги для предотвращения возникновения таких ошибок в будущем. Активное и всестороннее управление ошибками и неблагоприятными событиями требует постоянного наблюдения, надежных механизмов отчетности, обсуждения и отсутствия замалчивания [20].

Заключение. Стоит признать, что диагностические ошибки в лучевой диагностике случаются и их возникновение неизбежно. Однако стоит знать об их особенностях, разновидностях, предрасполагающих факторах для возможной минимизации их возникновения. Многие ошибки не имеют значения и последствий для пациента, при этом некоторые серьезные ошибки остаются незамеченными. Обнаружение и анализ диагностических ошибок может позволить улучшить качество интерпретаций лучевых исследований, свести к минимуму частоту или влияние последующих ошибок и предотвратить более серьезные ошибки.

Сведения об авторах:

Нечаев Валентин Александрович — кандидат медицинских наук, заведующий центром комплексной диагностики, врач-рентгенолог государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени С. С. Юдина Департамента здравоохранения г. Москвы»; 115446, Москва, Коломенский проезд, д. 4; e-mail: dfkz2005@gmail.com; ORCID 0000-0002-6716-5593;

Васильев Александр Юрьевич — доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, директор ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики», профессор кафедры лучевой диагностики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 127206, Москва, ул. Вучетича, д. 9а; e-mail: auv62@mail.ru; ORCID 0000-0002-0635-4438.

Information about the authors:

Valentin A. Nechaev — Cand. of Sci. (Med.), Head of the Center for Complex Diagnostics — Radiologist of the Moscow State Budgetary Healthcare Institution «Moscow City Hospital named after S. S. Yudin, Moscow Healthcare Department»; 115446, Moscow, Kolomenskoye passage, 4; e-mail: dfkz2005@gmail.com; ORCID 0000-0002-6716-5593;

Aleksander Yu. Vasiliev — Dr. of Sci. (Med.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Central Research Institute of Radiation Diagnostics LLC, Professor of the Department of Radiation Diagnostics of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation; 127206, Moscow, st. Vucheticha, 9a; e-mail: auv62@mail.ru; ORCID 0000-0002-0635-4438.

Вклад авторов: Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план работы — *А. Ю. Васильев*, сбор материала и подготовка рукописи — *В. А. Нечаев*.

Authors' contributions. All authors met the ICMJE authorship criteria. Special contribution: *AYuV* aided in the concept and plan of the study; *VAN* provided collection and analysis of data.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declares no conflict of interest.

Поступила/Received: 22.10.2023

Принята к печати/Accepted: 29.05.2024

Опубликована/Published: 29.06.2024

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Itri J.N., Tappouni R.R., McEachern R.O. et al. Fundamentals of diagnostic error in imaging // *RadioGraphics*. 2018. Vol. 38, No. 6. P. 1845–1865. doi: 10.1148/rg.2018180021.
2. Onder O., Yarasir Y., Azizova A. et al. Errors, discrepancies and underlying bias in radiology with case examples: a pictorial review // *Insights Imaging*. 2021. Vol. 12, No. 1. P. 51. doi: 10.1186/s13244-021-00986-8.

3. Patra A., Premkumar M., Keshava S. N. et al. Radiology reporting errors: learning from report addenda // *Indian J. Radiol. Imaging*. 2021. Vol. 31, No. 2. P. 333–344. doi: 10.1055/s-0041-1734351.
4. Provenzale J., Kranz P. Understanding errors in diagnostic radiology: proposal of a classification scheme and application to emergency radiology // *Emergency Radiology*. 2011. Vol. 18, No. 5. P. 403–408. doi: 10.1007/s10140-011-0974-3.
5. Degnan A.J., Ghobadi E.H., Hardy P. et al. Perceptual and interpretive error in diagnostic radiology — causes and potential solutions // *Acad. Radiol.* 2019. Vol. 26, No. 6. P. 833–845. doi: 10.1016/j.acra.2018.11.006.
6. Berlin L. Radiologic errors, past, present and future // *Diagnosis*. 2014. Vol. 1, No. 1. P. 79–84. doi: 10.1515/dx-2013-0012.
7. Waite S., Grigorian A., Alexander R.G. et al. Analysis of perceptual expertise in radiology — current knowledge and a new perspective // *Front. Hum. Neurosci.* 2019. Vol. 13. P. 213. doi: 10.3389/fnhum.2019.00213.
8. Brady A.P. Error and discrepancy in radiology: inevitable or avoidable? // *Insights Imaging*. 2017. Vol. 8, No. 1. P. 171–182. doi: 10.1007/s13244-016-0534-1.
9. Cooley R.N., Agnew C.H., Rios G. Diagnostic accuracy of the barium enema study in carcinoma of the colon and rectum. // *Am. J. Roentgenol.* 1960. Vol. 84. P. 316–331.
10. Lehr J.L., Lodwick G.S., Farrell C. et al. Direct measurement of the effect of film miniaturization on diagnostic accuracy // *Radiology*. 1976. Vol. 118. P. 257–263. doi: 10.1148/118.2.257.
11. Muhm J.R., Miller W.E., Fontana R.S. et al. Lung cancer detected during a screening program using four-month chest radiographs // *Radiology*. 1983. Vol. 148. P. 609–615. doi: 10.1148/radiology.148.3.6308709.
12. Borgstede J.P., Lewis R.S., Bhargavan M., Sunshine J.H. RADPEER quality assurance program: a multifacility study of interpretive disagreement rates // *J. Am. Coll. Radiol.* 2004. V53ol. 1, No. 1. P. 59–65. doi: 10.1016/S1546-1440(03)00002-4.
13. Kim Y.W., Mansfield L.T. Fool me twice: delayed diagnoses in radiology with emphasis on perpetuated errors // *Am. J. Roentgenol.* 2014. Vol. 202, No. 3. P. 465–470. doi: 10.2214/AJR.13.11493.
14. Bruno M.A., Walker E.A., Abujudeh H.H. Understanding and confronting our mistakes: the epidemiology of error in radiology and strategies for error reduction // *RadioGraphics*. 2015. Vol. 35, No. 6. P. 1668–1676. doi: 10.1148/rg.2015150023.
15. Учеваткин А.А., Юдин А.Л., Афанасьева Н.И., Юматова Е.А. Оттенки серого: как и почему мы ошибаемся // *Медицинская визуализация*. 2020. Т. 24. № 3. С. 123–145. [Uchevatkin A.A., Yudin A.L., Afanas'yeva N.I., Yumatova E.A. Shades of grey: how and why we make mistakes, *Medical Visualization*, 2020, Vol. 24, No. 3, pp. 123–145 (In Russ.).] doi: 10.24835/1607-0763-2020-3-123-145.
16. Abujudeh H.H., Boland G.W., Kaewlai R. et al. Abdominal and pelvic computed tomography (CT) interpretation: discrepancy rates among experienced radiologists // *Eur. Radiol.* 2010. Vol. 20, No. 8. P. 1952–1957. doi: 10.1007/s00330-010-1763-1.
17. Pinto A., Brunese L. Spectrum of diagnostic errors in radiology // *World J. Radiol.* 2010. Vol. 2, No. 10. P. 377–383. doi: 10.4329/wjr.v2.i10.377.
18. Tuddenham W.J. Roentgen image perception — a personal survey of the problem // *Radiol. Cl. N. Amer.* 1969. Vol. 7. P. 499–501.
19. Renfrew D.L., Franken E.A., Berbaum K.S. et al. Error in radiology: classification and lessons in 182 cases presented at a problem case conference // *Radiology*. 1992. Vol. 183. P. 145–150. doi: 10.1148/radiology.183.1.1549661.
20. Brook O.R., O'Connell A.M., Thornton E. et al. Quality initiatives: anatomy and pathophysiology of errors occurring in clinical radiology practice // *RadioGraphics*. 2010. Vol. 30, No. 5. P. 1401–1410. doi: 10.1148/rg.305105013.
21. Briggs G.M., Flynn P.A., Worthington M. et al. The role of specialist neuroradiology second opinion reporting: is there added value? // *Clin. Radiol.* 2008. Vol. 63, No. 7. P. 791–795. doi: 10.1016/j.crad.2007.12.002.
22. Морозов С.П., Ветшева Н.Н., Ледикхова Н.В. Оценка качества рентгенорадиологических исследований // *Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики»*. Вып. 48. М., 2019. 47 с. [Morozov S.P., Vetsheva N.N., Ledikhova N.V. Assessing the quality of X-ray and radiological studies. *Series «Best practices in radiological and instrumental diagnostics»*, Vol. 48, Moscow, 2019, 47 p. (In Russ.).]

Открыта подписка на 2-е полугодие 2024 года.

Подписной индекс:

«Урал Пресс» (Пресса России) **014023**