

В.А. Нечаев^{1,2}, А.Ю. Васильев³

ЧАСТОТА И СПЕКТР ОШИБОК РЕНТГЕНОЛАБОРАНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

¹ Городская клиническая больница имени С.С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы, Москва² Российский университет медицины Минздрава России, Москва³ Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики, Москва

Контактное лицо: Валентин Александрович Нечаев, e-mail: dfkz2005@gmail.com

РЕФЕРАТ

Цель: Изучить частоту и спектр ошибок рентгенолаборантов при проведении магнитно-резонансной томографии.

Материалы и методы: Ретроспективно проанализировано 940 МРТ-исследований различной анатомической локализации пациентов в возрасте от 20 до 93 лет на предмет соответствия следующим критериям качества: «укладка/позиционирование», «артефакты», «контрастирование», «соответствие названия проведенному исследованию».

Результаты: Дефекты выполнения МРТ-исследований выявлены в 217 (23,1 %) наблюдениях, в то время как в 4,5 % случаев следовало повторно провести обследование. Большая часть из них приходилась на «устраняемые артефакты» (11,9 %) и нарушение правил «укладки и позиционирования» (9,7 %). Наиболее часто ошибки в выполнении МРТ отмечались в исследованиях костно-суставной системы (38,7 %), органов малого таза (29,0 %) и головного мозга (19,4 %).

Заключение: Для обеспечения безопасности пациентов в условиях повышенных требований к качеству медицинских услуг крайне важно уделять пристальное внимание проблеме ошибок рентгенолаборантов при проведении МРТ. Разработка мероприятий, направленных на минимизацию дефектов в работе среднего медицинского персонала, поможет избежать повторного проведения исследования и потенциально снизить вероятность появления ошибки интерпретации МРТ-изображений в работе врача-рентгенолога.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, рентгенолаборант, ошибки

Для цитирования: Нечаев В.А., Васильев А.Ю. Частота и спектр ошибок рентгенолаборантов при проведении магнитно-резонансной томографии // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2025. Т. 70. № 6. С. 40–44. DOI:10.33266/1024-6177-2025-70-6-40-44

V.A. Nechaev^{1,2}, A.Yu. Vasil'ev³

Incidence and Spectrum of Radiologic Technicians' Errors in Magnetic Resonance Imaging

¹ S.S. Yudin Moscow City Hospital, Moscow, Russia² Russian University of Medicine, Moscow, Russia³ Central Radiology Research Institute, Moscow, Russia

Contact person: V.A. Nechaev, e-mail: dfkz2005@gmail.com

ABSTRACT

Purpose: To study the frequency and spectrum of radiologic technician errors in MRI.

Material and methods: 940 MRI studies of different anatomical localization were retrospectively analyzed for compliance with the following quality criteria: “stacking/positioning”, “artifacts”, “contrasting”, “correspondence of the name to the performed study”. Patients aged 20 to 93 years.

Results: Defects in MRT examination were detected in 217 (23.1%) observations, while in 4.5 % of cases the examination should have been repeated. Most of them were “avoidable artifacts” (11.9 %) and violation of the rules of “stacking and positioning” (9.7 %). The most frequent errors in MRI performance were noted in bone and joint system (38.7 %), pelvic (29.0 %) and brain (19.4 %) examinations.

Conclusion: In order to ensure patient safety in the context of increased demands on the quality of medical services, it is crucial to pay close attention to the problem of errors by radiographers when performing MRI. The development of measures aimed at minimizing defects in the work of nursing staff will help to avoid repeat examinations and potentially reduce the likelihood of interpretation errors in the work of the radiologist.

Keywords: magnetic resonance imaging, radiologic technician, errors

For citation: Nechaev VA, Vasil'ev AYu. Incidence and Spectrum of Radiologic Technicians' Errors in Magnetic Resonance Imaging. Medical Radiology and Radiation Safety. 2025;70(6):40–44. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2025-70-6-40-44

Введение

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является одним из наиболее востребованных и информативных методов визуализации в современной медицине [1]. Благодаря высокой разрешающей способности, отсутствию ионизирующего излучения и широкому спектру диагно-

стических возможностей, МРТ применяется для исследования различных органов и систем, что позволяет выявлять патологии на ранних стадиях и уточнять характер заболеваний [1, 2]. Однако эффективность и достоверность результатов во многом определяются не только уровнем технического оснащения и компетентностью

врача-рентгенолога, но и профессиональными действиями рентгенолаборанта, который играет ключевую роль на этапах подготовки и проведения исследования [3, 4].

Рентгенолаборант отвечает за корректную идентификацию пациента, выбор оптимального протокола сканирования, правильное позиционирование, настройку параметров аппарата, а также за контроль выполнения всех требований безопасности [1, 3]. На каждом из этих этапов возможны ошибки, которые могут существенно снизить диагностическую ценность исследования, привести к появлению артефактов, ухудшению качества изображений, а в некоторых случаях стать причиной необходимости повторного проведения процедуры или фактором риска появления диагностической ошибки врача-рентгенолога при интерпретации результатов лучевого исследования [5, 6].

Анализ частоты и спектра ошибок, допускаемых рентгенолаборантами при выполнении МРТ, приобретает особую актуальность в условиях постоянного роста числа исследований и ужесточения стандартов качества оказания медицинской помощи. Выявление типичных ошибок и факторов, способствующих их возникновению, позволяет разрабатывать эффективные меры по их предупреждению, совершенствовать образовательные программы и повышать уровень профессиональной подготовки специалистов [6]. Это, в свою очередь, способствует не только повышению точности диагностики, но и обеспечивает безопасность пациентов, оптимизирует использование ресурсов медицинских учреждений и снижает риск возникновения конфликтных ситуаций между медицинским персоналом и пациентами [7, 8]. В связи с этим целью исследования стало изучить частоту и спектр ошибок рентгенолаборантов при проведении МРТ.

Материал и методы

Ретроспективно в случайном порядке были проанализированы 940 МРТ-исследований различной анатомической локализации пациентов в возрасте от 20 до 93 лет на предмет соответствия критериям качества: «укладка/позиционирование», «артефакты», «контрастирование», «соответствие названия проведенному исследованию».

Среди пациентов большинство были женского пола (69,4 %). По анатомическим областям наибольшее количество исследований приходилось на обследование костно-суставной системы (32,9 %), головного мозга (31,4 %) и органов малого таза (27,6 %), меньшее – на органы брюшной полости (7,4 %) и челюстно-лицевой области (0,7 %). Все исследования выполнялись на высокопольных магнитно-резонансных томографах и оценивались врачом-рентгенологом со стажем работы 10 лет. Среди рентгенолаборантов, которые выполняли обследования, преобладали женщины (68,0 %), с медианой опыта работы 11 лет.

Результаты обследований пациентов вносились в специально разработанную базу данных в компьютерной программе Microsoft Excel for Mac. Полученная информация обрабатывалась методом вариационной статистики с помощью той же программы, а также с использованием специализированной программы StatTech v. 4.1.4 (разработчик – ООО «Статтех», Россия). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. 95 %-ые доверительные интервалы для процентных долей рассчитывались по методу Клоппера–Пирсона. В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q_1 – Q_3). Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого

отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна–Уитни. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

В результате анализа 940 МРТ-исследований дефекты различного характера выявлены в 217 (23,1 %) наблюдениях, в то время как в 4,5 % случаев следовало бы повторно провести обследование. Наиболее часто ошибки в выполнении МРТ отмечались в исследованиях костно-суставной системы (38,7 %), органов малого таза (29,0 %) и головного мозга (19,4 %) (табл. 1). На рис. 1 представлено распределение проанализированных МРТ-исследований по времени их выполнения в течение суток, в том числе с наличием в них дефектов. При этом определенной закономерности и связи развития дефекта с временем суток не установлено.

Таблица 1

Распределение МРТ-исследований по анатомическим областям
Distribution of MRI-studies by anatomical area

Анатомическая область	Общее количество МР исследований		Количество МР исследований с дефектами выполнения	
	Абс.	%	Абс.	%
Костно-суставная система	309	32,9	84	38,7
Головной мозг	295	31,4	42	19,4
Челюстно-лицевая область	7	0,7	7	3,2
Органы брюшной полости	70	7,4	21	9,7
Органы малого таза	259	27,6	63	29,0
Всего	940	100	217	100

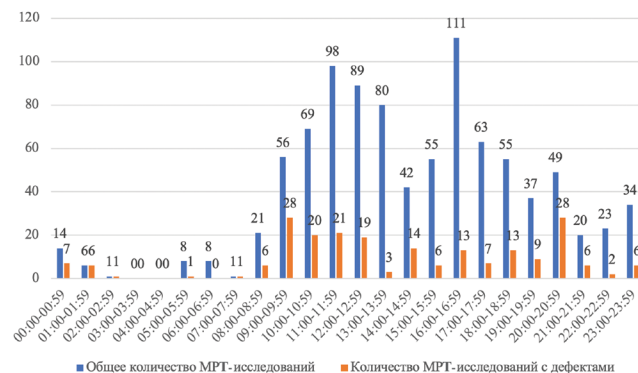


Рис. 1. Распределение общего количества МРТ-исследований и МРТ-исследований с наличием дефектов по времени их выполнения в течение суток

Fig. 1. Distribution of the total number of MRI-examinations and MRI-examinations with defects by time of their performance during a day

В табл. 2 представлено распределение количества исследований по частоте встречаемости основных критериев, по которым оценивалось качество проведенного МРТ-исследования, из которой видно, что большая часть приходилась на устранимые артефакты (11,9 %), нарушение правил укладки и позиционирования (9,7 %).

В 91 наблюдении (9,7 %) отмечалось нарушение позиционирования срезов во время исследования, а наибольшее количество сложностей вызывало планирование обследования органов малого таза ($n = 49$; 53,8 %). В зависимости от цели исследования отсутствовало получение серий изображений в косоаксиальных и косо коронарных плоскостях, которые требовались для адекватной оценки и стадирования распространенности опухолевого процесса, например, шейки матки или прямой кишки (рис. 2). В 38,5 % случаев отмечались дефек-

Таблица 2

**Распределение МРТ-исследований
по основным критериям оценки их качества**
**Distribution of MRI-studies according
to the main criteria for assessing their quality**

Критерий	Категории	Абс.	%	95 % ДИ
Дефект исследования	Отсутствие	719	76,5	73,6–79,2
	Наличие	217	23,1	20,8–26,4
Укладка	Отсутствие нарушения	849	90,3	88,2–92,1
	Наличие нарушения	91	9,7	7,9–11,8
Контрастирование	Корректные	936	99,6	98,9–99,9
	Некорректные	4	0,4	0,1–1,1
Устранимые артефакты	Отсутствие	828	88,1	85,8–90,1
	Наличие	112	11,9	9,9–14,2
Неустранимые артефакты	Отсутствие	905	96,3	94,9–97,4
	Наличие	35	3,7	2,6–5,1
Название исследования и само исследование	Соответствие	933	99,3	98,5–99,7
	Несоответствие	7	0,7	0,3–1,5
Необходимо ли переделать?	Нет	898	95,5	94,0–96,8
	Да	42	4,5	3,2–6,0

ты при планировании исследования костно-суставной системы в виде выбора неверной ориентации плоскости сканирования, что было характерно для плечевого (23,1 %), голеностопного (11 %) и коленного суставов (4,4 %). А в 7,7 % также неверно планировалось исследование головного мозга в аксиальной плоскости, при котором отмечался некорректный наклон оси в сагитальной или коронарной плоскостях. Также в 14 наблюдениях отмечалось недостаточное количество срезов для оценки распространенности патологического процесса, что требовало расширения зоны сканирования.

Из анализируемых исследований в половине из них ($n = 473$; 50,3 %) выполнялось внутривенное введение контрастного препарата. При этом лишь в 4 случаях (0,4 %) отмечалось некорректное контрастирование в виде отсутствия контрастного вещества в сосудах исследуемой области, что связано было с экстравазацией контрастного препарата. Данная ситуация определялась при исследовании головного мозга ($n = 3$) и органов малого таза ($n = 1$) и потребовала повторного проведения исследования.

В 11,9 % случаев на изображениях отмечались разной степени выраженности устранимые артефакты, которые при должной подготовке пациента и соблюдении правил проведения исследования не должны были визуализироваться. Из всех наблюдений наиболее часто отмечались артефакты от движений – в 56,25 %. Они были наиболее

характерны для обследования головного мозга ($n = 28$) и костно-суставной системы ($n = 21$) и характеризовались нечеткостью изображений, повторением контуров анатомических структур, что приводило к сложностям интерпретации патологических изменений, а в 25 % – к невозможности адекватной их интерпретации и необходимости проведения повторного исследования (рис. 3а).

В 28 случаях (25 %) отмечались артефакты из-за неправильного планирования исследования, чаще в виде заворота или наложения, при которых появлялась часть отображаемого анатомического объекта, расположенного вне поля обзора, внутри него (рис. 3б).

В 7 случаях (6,3 %) визуализировались артефакты от перистальтики кишечника или от избыточного скопления газа в прямой кишке при исследовании органов малого таза, что требовало проведения адекватной подготовки и повторного приглашения пациента на обследование (рис. 3в).

В 35 (3,7 %) наблюдениях отмечались неустранимые артефакты, на наличие которых рентгенолаборант никаким образом повлиять не мог. Это могли быть артефакты от зубных протезов, эндопротеза или от медицинского имплантируемого устройства (рис. 3г).

В 7 случаях отмечалось несоответствие проведенного исследования его наименованию в архиве. Во всех наблюдениях выполнялось исследование органов брюшной полости с магнитно-резонансной холангиопанкреатографией, в то время как названо оно было как магнитно-резонансная холангиопанкреатография. Данная ситуация, вероятно, носила системный характер и требовала коррекции в виде разъяснения рентгенолаборантам о выборе нужного наименования обследования.

Был проведен анализ опыта лаборанта в зависимости от необходимости повторного проведения исследования (табл. 3). Исходя из полученных данных были выявлены существенные различия ($p = 0,047$) при оценке опыта лаборанта в зависимости от необходимости повторного проведения исследования.

Заключение

Были определены частота и спектр ошибок рентгенолаборантов при проведении магнитно-резонансной томографии, которые оказывают значительное влияние на качество диагностического процесса. Выявление и системный анализ этих ошибок позволяют понять основные причины их возникновения, а также разработать целенаправленные меры по их минимизации. Большая часть выявленных дефектов связана с непосредственной работой

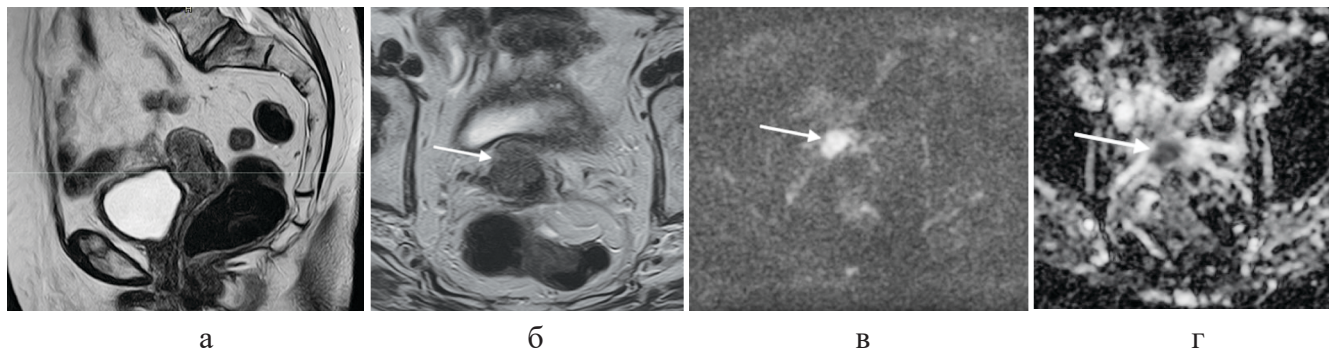


Рис. 2. Магнитно-резонансные томограммы органов малого таза в сагитальной (а) и аксиальной (б, в, г) плоскостях. Отмечается ортогональное планирование аксиальных срезов, отсутствие дополнительных срезов по длинной и короткой оси тела матки, где в передних отделах определяется опухоль с признаками истинного ограничения диффузии (белая стрелка). С целью оценки местной распространенности опухоли требовалось планирование серий изображений в косоаксиальных и косококоронарных плоскостях

Fig. 2. Magnetic resonance tomograms of the pelvic organs in the sagittal (a) and axial (б, в, г) planes. There is an orthogonal planning of axial slices, and there are no additional slices along the long and short axes of the uterine body, where a tumor with signs of true diffusion restriction is detected in the anterior regions (white arrow). In order to assess the local extent of the tumor, it was necessary to plan a series of images in the oblique-axial and oblique-coronal planes

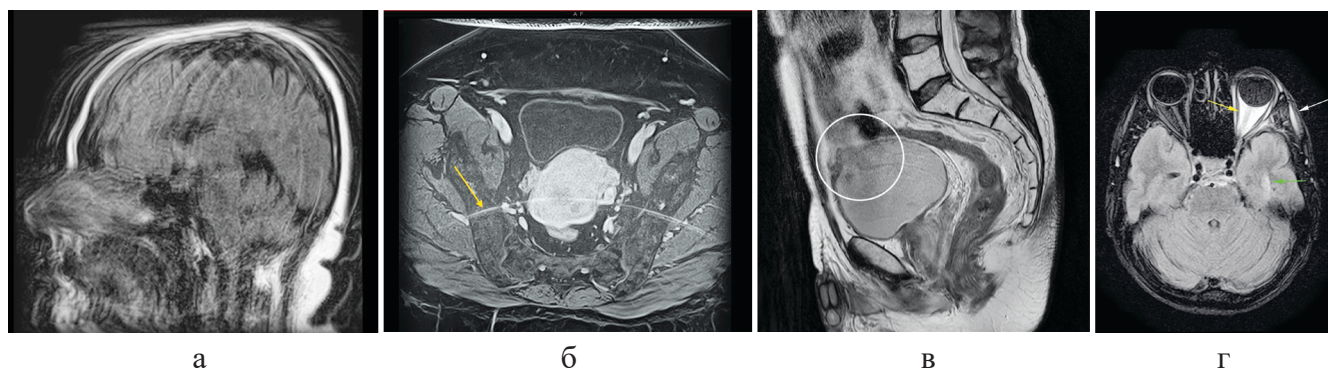


Рис. 3. Магнитно-резонансные томограммы головного мозга в аксиальной плоскости (а, г), органов малого таза в аксиальной (б) и сагиттальной (в) плоскостях. Определяются устранимые артефакты: от движений в виде повторяющихся контуров анатомических структур головного мозга (а); наложения в виде повторения контура передней брюшной стенки в центральных отделах изображения (белая стрелка) (б); от перистальтики кишечника и дыхания, которые имитируют образование мочевого пузыря (белый круг) (в); неустраняемые артефакты от зубных протезов слева в виде повышения МР-сигнала от клетчатки левой глазницы (желтая стрелка), линейной формы гиперинтенсивного участка в левой височной области (белая стрелка) и артефакта в области левой височной доли головного мозга (зеленая стрелка) (г)

Fig. 3. Magnetic resonance tomograms of the brain in the axial plane (a, r), and of the pelvic organs in the axial (б) and sagittal (в) planes. Removable artifacts are identified: from movements in the form of repeated contours of anatomical structures of the brain (a); overlaps in the form of a repeated contour of the anterior abdominal wall in the central parts of the image (white arrow) (б); from intestinal peristalsis and breathing, which simulate the formation of a bladder (white circle) (в); non-removable artifacts from dental prostheses on the left in the form of an increase in the MR signal from the tissue of the left eye socket (yellow arrow), a linear shape of a hyperintense area in the left temporal region (white arrow), and an artifact in the left temporal lobe of the brain (green arrow) (r)

Таблица 3

Анализ опыта рентгенолаборанта в зависимости от необходимости повторного проведения исследования
Analysis of the radiologist's experience based on the need for repeated examinations

Показатель	Категории	Опыт лаборанта, лет			p
		Me	Q ₁ -Q ₃	n	
Необходимо ли переделать?	нет	11,00	8,00-23,00	898	0,047
	переделать	8,50	7,00-23,00	42	

рентгенолаборанта, и от его действий зависит качество выполненного исследования. Повышение квалификации

рентгенолаборантов, внедрение стандартизированных протоколов, а также совершенствование организационных и технических аспектов работы могут способствовать снижению числа ошибок и улучшению качества получаемых изображений. В конечном итоге это ведет к повышению точности диагностики, оптимизации лечебных решений и улучшению общего уровня медицинской помощи. Таким образом, постоянное внимание к проблеме ошибок в работе рентгенолаборантов является необходимым условием для развития современной лучевой диагностики и обеспечения безопасности пациентов в условиях растущих требований к качеству медицинских услуг.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Ahn Y., Hong G.S., Park K.J., et al. Impact of Diagnostic Errors on Adverse Outcomes: Learning from Emergency Department Revisits with Repeat CT or MRI // Insights Imaging. 2021. V.12. No.1. P. 160. doi: 10/1185/s13244-021-01108-0
- Mittendorff L., Young A., Sim J. A Narrative Review of Current and Emerging MRI Safety Issues: what Every MRI Technologist (Radiographer) Needs to Know // J Med Radiat Sci. 2022. V.69. No.2. P. 250-260. doi: 10.1002/jmrs.546
- Almehmadi M.S., Aljabri M.A., Aljabri E.A., et al. The Role of Radiology Technologists in Enhancing Diagnostic Accuracy and Patient Care // Journal of International Crisis and Risk Communication Research. 2024. V.7. No.S8. P. 3112-3120. doi: 10.63278/jicrcr.vi.2346
- Павлова Т.В. Лучевая диагностика ятрогенных повреждений молочных желез, обусловленных работой рентгенолаборантов при проведении маммографии // Радиология – практика. 2020. №5. С. 18-31.
- Нечаев В.А., Васильев А.Ю. Факторы риска появления ошибок восприятия у врачей-рентгенологов при анализе лучевых исследований // Вестник СурГУ. Медицина. 2024. Т. 17. № 4. С. 14-22. doi:10.35266/2949-3447-2024-4-2.
- Нечаев В.А., Васильев А.Ю. Подходы к классификации ошибок в лучевой диагностике: обзор // Лучевая диагностика и терапия. 2024. Т.15. №2. P. 19-24. doi: 10.22328/2079-5343-2024-15-2-19-24.
- Herzog R., Elgort D.R., Flanders A.E., Moley P.J. Variability in Diagnostic Error Rates of 10 MRI Centers Performing Lumbar Spine MRI Examinations on the Same Patient within a 3-week period // The Spine Journal. 2017. Vol.17. No.4. P. 554-561. doi: 10.1016/j.spinee.2016.11.009
- Graber M.L. Progress Understanding Diagnosis and Diagnostic Errors: thoughts at year 10 // Diagnosis. 2020. Vol. 7. No.3. P. 151-159. doi: 10.1515/dx-2020-0055

REFERENCES

- Ahn Y., Hong G.S., Park K.J., et al. Impact of Diagnostic Errors on Adverse Outcomes: Learning from Emergency Department Revisits with Repeat CT or MRI. Insights Imaging. 2021;12;1:160. doi: 10/1185/s13244-021-01108-0
- Mittendorff L., Young A., Sim J. A Narrative Review of Current and Emerging MRI Safety Issues: what Every MRI Technologist (Radiographer) Needs to Know. J Med Radiat Sci. 2022;69;2:250-260. doi: 10.1002/jmrs.546
- Almehmadi M.S., Aljabri M.A., Aljabri E.A., et al. The Role of Radiology Technologists in Enhancing Diagnostic Accuracy and Patient Care. Journal of International Crisis and Risk Communication Research. 2024;7;S8:3112-3120. doi: 10.63278/jicrcr.vi.2346
- Pavlova T.V. Radiation Diagnostics of Iatrogenic Damage to the Mammary Glands Caused by the Work of X-Ray Techni-

- cians during Mammography. *Radiologiya – Praktika* = Radiology and Practice. 2020;5:18–31 (In Russ.).
5. Nechayev V.A., Vasil'yev A.Yu. Risk Factors for the Occurrence of Perception Errors in Radiologists when Analyzing Radiation Studies. *Vestnik SurGU. Meditsina* = Bulletin of Surgut State University. Medicine. 2024;17; 4:14–22 (In Russ.). doi:10.35266/2949-3447-2024-4-2.
 6. Nechayev V.A., Vasil'yev A.Yu. Approaches to the Classification of Errors in Radiation Diagnostics: a Review. *Luchevaya Diagnostika i Terapiya* = Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2024;15;2:19–24 (In Russ.). doi: 10.22328/2079-5343-2024-15-2-19-24.
 7. Herzog R, Elgort D.R., Flanders A.E., Moley P.J. Variability in Diagnostic Error Rates of 10 MRI Centers Performing Lumbar Spine MRI Examinations on the Same Patient within a 3-week Period. *The Spine Journal*. 2017;17;4: 554–561. doi: 10.1016/j.spinee.2016.11.009.
 8. Graber M.L. Progress Understanding Diagnosis and Diagnostic Errors: thoughts at Year 10. *Diagnosis*. 2020; 7;3: 151–159. doi: 10.1515/dx-2020-0055.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие 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: сбор материала и подготовка рукописи – В.А. Нечаев, концепция и план работы – А.Ю. Васильев.

Поступила: 20.07.2025. Принята к публикации: 25.08.2025.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. All authors confirm their authorship in accordance with the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, the conduct of the research, and the preparation of the article, and read and approved the final version before publication). The greatest contribution was made by V.A. Nechaev for the collection of material and preparation of the manuscript, and by A.Yu. Vasilyev for the concept and work plan.

Article received: 20.07.2025. Accepted for publication: 25.08.2025.