



Поздний лучевой сакроилеит крестцово-подвздошного сочленения через 20 лет после комплексного лечения рака тела матки (клинический случай)

А.С. Ямщикова¹✉, В.А. Коротков¹, Б.Э. Ткаченко¹, В.А. Титова², Л.И. Крикунова¹, О.Д. Рябцева³, Т.А. Агабабян¹, В.О. Рипп¹, Д.Г. Романова⁴, С.А. Иванов^{1,5}, А.Д. Каприн^{5,6,7}

¹ Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Обнинск, Россия;

² ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России, Москва, Россия;

³ ГБУЗ «Луганский республиканский клинический онкологический диспансер», Луганская Народная Республика, Луганск, Россия;

⁴ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия;

⁵ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Москва, Россия;

⁶ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, Обнинск, Россия;

⁷ Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, Москва, Россия

✉ kolmykova1996@gmail.com

Аннотация

В статье представлен клинический случай низкодифференцированного рака эндометрия, характеризующегося агрессивным течением и неблагоприятным прогнозом. Особое внимание уделено редкому проявлению заболевания – метастатическому поражению костей, которое значительно ухудшает качество жизни пациентки. Обсуждаются сложности диагностики и лечения поздних осложнений лучевой терапии. Отдельно рассмотрена роль лучевой терапии как в обезболивании, так и в профилактике прогрессирования костных метастазов. Подчеркивается необходимость мультидисциплинарного подхода для повышения эффективности лечения и улучшения прогноза. Приведенный случай подчеркивает актуальность раннего выявления осложнений и поиска новых терапевтических стратегий.

Ключевые слова: рак тела матки, низкодифференцированный рак тела матки, лучевая терапия, поздние лучевые осложнения, прогрессирование, хирургическое лечение, скелетные метастазы.

Для цитирования: Ямщикова А.С., Коротков В.А., Ткаченко Б.Э., Титова В.А., Крикунова Л.И., Рябцева О.Д., Агабабян Т.А., Рипп В.О., Романова Д.Г., Иванов С.А., Каприн А.Д. Поздний лучевой сакроилеит крестцово-подвздошного сочленения через 20 лет после комплексного лечения рака тела матки (клинический случай). *Клинический разбор в общей медицине*. 2025; 6 (7): 49–53. DOI 10.47407/kr2025.6.07.00p4530

Late radiation sacroiliitis of the sacroiliac joint 20 years after complex treatment of endometrial cancer (case report)

Anastasia S. Yamshchikova¹✉, Valery A. Korotkov¹, Borislav E. Tkachenko¹, Vera A. Titova², Lyudmila I. Krikunova¹, Olga D. Ryabtseva³, Tatev A. Aghababayan¹, Vladislav O. Ripp¹, Daria G. Romanova⁴, Sergey A. Ivanov^{1,5}, Andrey D. Kaprin^{5,6,7}

¹ Tsyb Medical Radiological Research Centre – branch of the National Medical Research Radiological Centre, Obninsk, Russia;

² National Medical Research Radiological Centre, Obninsk, Russia;

³ Lugansk Republican Clinical Oncological Dispensary, Lugansk, Russia;

⁴ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia;

⁵ Patrice Lumumba People's Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia;

⁶ National Medical Research Radiological Centre, Obninsk, Russia;

⁷ Hertsen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russia

✉ kolmykova1996@gmail.com

Abstract

The article presents a clinical case of low-grade endometrial cancer, characterized by aggressive progression and a poor prognosis. Particular attention is paid to a rare manifestation of the disease – skeletal metastases, which significantly reduce the patient's quality of life. The article discusses the challenges of diagnosing and treating late radiation therapy complications. Special emphasis is placed on the role of radiation therapy in both pain management and preventing the progression of bone metastases. The necessity of a multidisciplinary approach to enhance treatment effectiveness and improve prognosis is highlighted. This case emphasizes the importance of early detection of complications and the search for new therapeutic strategies.

Keywords: endometrial cancer, low-grade endometrial cancer, radiation therapy, late radiation complications, progression, surgical treatment, skeletal metastases.

For citation: Yamshchikova A.S., Korotkov V.A., Tkachenko B.E., Titova V.A., Krikunova L.I., Ryabtseva O.D., Aghababayan T.A., Ripp V.O., Romanova D.G., Ivanov S.A., Kaprin A.D. Late radiation sacroiliitis of the sacroiliac joint 20 years after complex treatment of endometrial cancer (case report). *Clinical review for general practice*. 2025; 6 (7): 49–53 (In Russ.). DOI 10.47407/kr2025.6.07.00p4530

По данным GLOBOCAN за 2022 г., в мире зарегистрировано 420 368 новых случаев рака тела матки (РТМ), что составляет шестую часть от числа всех наиболее распространенных злокачественных опухолей у женщин. Заболеваемость данной патологией составляет 8,4 случая на 100 тыс. женщин, а уровень смертности – 1,7 на 100 тыс. населения соответственно. Ожидается, что к 2040 г. глобальное бремя этого заболевания значительно возрастет [1].

В Российской Федерации РТМ занимает лидирующее место среди злокачественных новообразований женских половых органов. В 2023 г. зарегистрировано 28 382 новых случая заболевания, что является одним из самых высоких показателей в мире. Уровень смертности в России также превышает средние мировые значения и составляет около 7600 случаев ежегодно, со стандартизованным показателем 18,77 на 100 тыс. женщин, несмотря на высокую долю ранней диагностики (I стадия по FIGO) – 72,6% случаев [2].

Низкодифференцированный РТМ является агрессивной формой злокачественных опухолей матки и ассоциируется с неблагоприятным прогнозом. Этот подтип отличается высоким уровнем инвазии, склонностью к метастазированию и низкой выживаемостью. По данным исследований, частота развития такой формы злокачественного новообразования составляет менее 5% от всех случаев рака эндометрия, однако значительно влияет на общую смертность, связанную с этим заболеванием [3]. Учитывая высокую агрессивность этой формы рака, ключевым остается поиск новых терапевтических стратегий, направленных на улучшение выживаемости и качества жизни пациенток.

РТМ, ограниченный эндометрием, в большинстве случаев лечится с использованием хирургического подхода, который может дополняться адъювантной лучевой и химиотерапией. Основой хирургического лечения является тотальная гистерэктомия с двусторонней сальпинго-оофорэктомией, которая может быть дополнена лимфодиссекцией для уточнения стадии заболевания и определения дальнейшей тактики лечения заболевания [4].

Лучевая терапия (ЛТ), как дистанционная, так и брахитерапия, является важным компонентом лечения пациенток с факторами высокого риска. К этим факторам относятся глубокая инвазия опухоли в миометрий, поражение лимфатических узлов, низкая степень дифференцировки опухоли, распространение опухоли на шейку матки и наличие опухолевых эмболов в сосудах. Брахитерапия используется преимущественно для профилактики локальных рецидивов в области влагалища, тогда как дистанционная лучевая терапия (ДЛТ) более эффективно контролирует возможное поражение лимфатических узлов [5, 6].

Поздние осложнения ЛТ, такие как радиационный фиброз, остеорадионекроз, остаются важной клинической проблемой. Их развитие связано с длительным воздействием радиации на ткани, что приводит к их хроническому повреждению. Метастатические пораже-

ния скелета при раке шейки матки и РТМ встречаются гораздо реже, чем при других онкологических заболеваниях, таких как рак молочной железы, предстательной железы, легкого и почки. Частота этих поражений составляет 4–5% по данным патологоанатомических исследований и не превышает 1–2% по клиническим данным [7]. Несмотря на низкую частоту, метастазы в костях представляют собой серьезную проблему, так как сопровождаются риском тяжелых осложнений, включая патологические переломы и компрессию спинного мозга. В таких случаях ЛТ играет ключевую роль, обеспечивая не только эффективное обезболивание, но и профилактику дальнейшего прогрессирования поражений. Особенно это актуально при тяжелых формах осложнений, таких как лучевой остеомиелит или фиброз мягких тканей, вызывающих хроническую боль, затрудняющих движение [8].

Современные методы ЛТ, включая дистанционное облучение области таза и внутрисполостную брахитерапию, показали высокую эффективность в снижении частоты локальных рецидивов и улучшении общей выживаемости пациенток. Использование таких технологий, как модулированная по интенсивности ЛТ (Intensity-Modulated Radiation Therapy, IMRT), минимизирует повреждение здоровых тканей и снижает вероятность поздних осложнений [9]. Однако даже при использовании передовых технологий необходимо длительное наблюдение пациенток после окончания лечения, так как поздние эффекты ЛТ могут проявляться через годы после терапии.

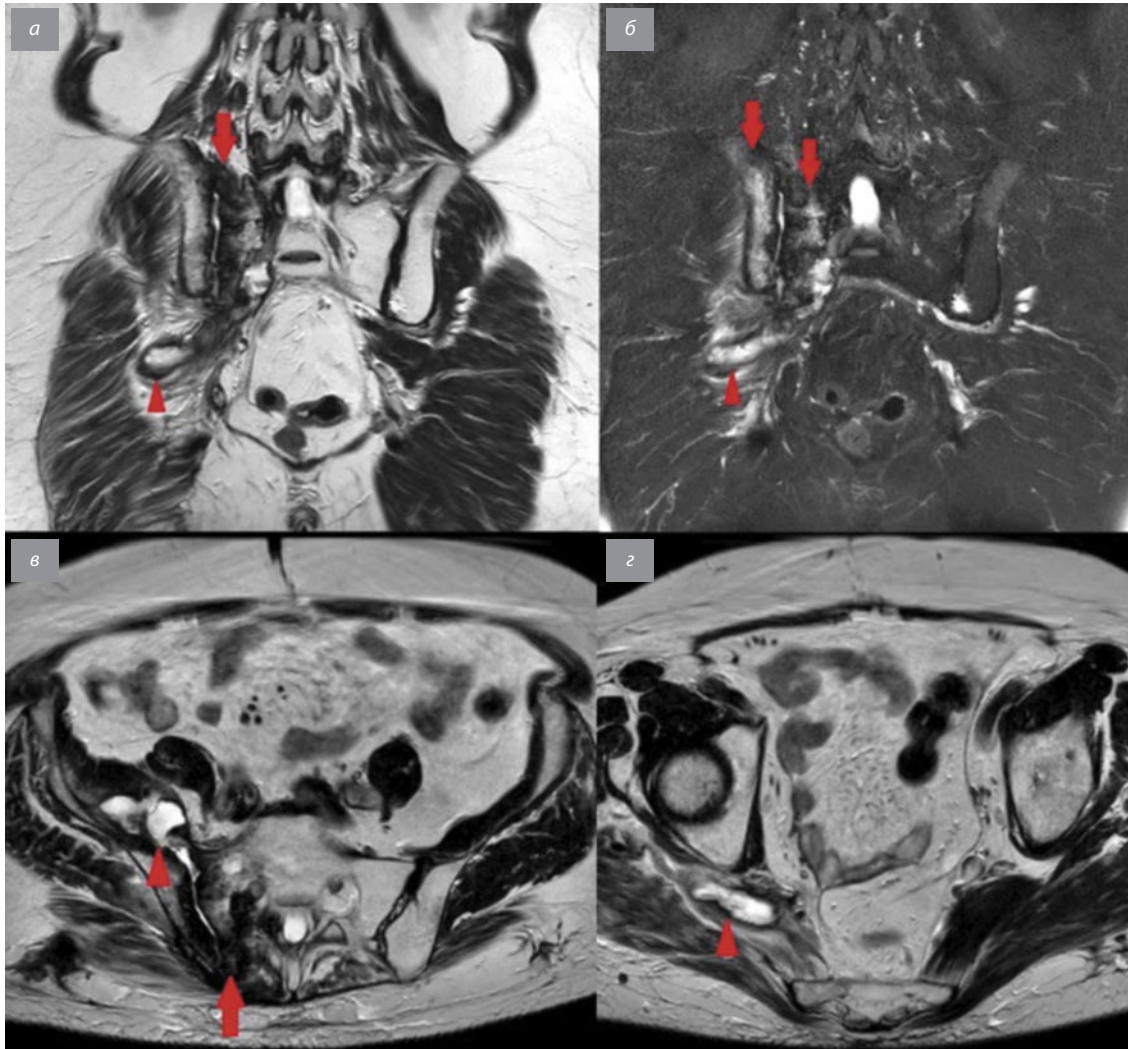
В клинической практике случаи длительной ремиссии являются редкими, особенно при низкодифференцированных формах рака эндометрия, что подчеркивает важность мультидисциплинарного подхода в лечении и последующем мониторинге. Представленное ниже клиническое наблюдение демонстрирует именно такой благоприятный исход комплексного лечения РТМ, который, к сожалению, осложнился формированием позднего лучевого сакроилеита области крестца на постгоспитальном этапе и повлиял на качество жизни пациентки. Учитывая достаточно редкий вариант осложнений ЛТ, представленный в нашем наблюдении, на фоне длительной ремиссии основного заболевания, данное исследование может представлять определенный интерес для практикующих врачей и исследователей и посвящено дифференциальной диагностике между прогрессированием и развитием местных лучевых повреждений.

Клинический случай

Пациентка Н., 70 лет. Диагноз: С79.5 Рак тела матки рТ2N0M0 II ст., в феврале 2005 г. – экстирпация матки с придатками. Прогрессирование заболевания (метастазы в кости) в 2017 г. Комбинированное лечение в 2018 г.: 6 курсов полихимиотерапии по схеме карбоплатин + паклитаксел + ДЛТ, суммарная очаговая доза (СОД) – 25 Гр, разовая очаговая доза (РОД) – 5 Гр. Стабилизация, III клиническая группа.

Рис. 1. МРТ органов малого таза: T2-ВИ в коронарной плоскости (а) и в аксиальной плоскости (в, з), T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в коронарной плоскости (б). Склеротические изменения с отеком костного мозга в подвздошной кости и боковой массе крестца, жидкостные образования в структуре подвздошной и грушевидной мышц.

Fig. 1. MRI of the pelvic organs: T2-WI in the coronal plane (a) and in the axial plane (b, d), T2-WI with signal suppression from adipose tissue in the coronal plane (b). Sclerotic changes with bone marrow edema in the ilium and lateral mass of the sacrum, fluid formations in the structure of the iliac and piriformis muscles.



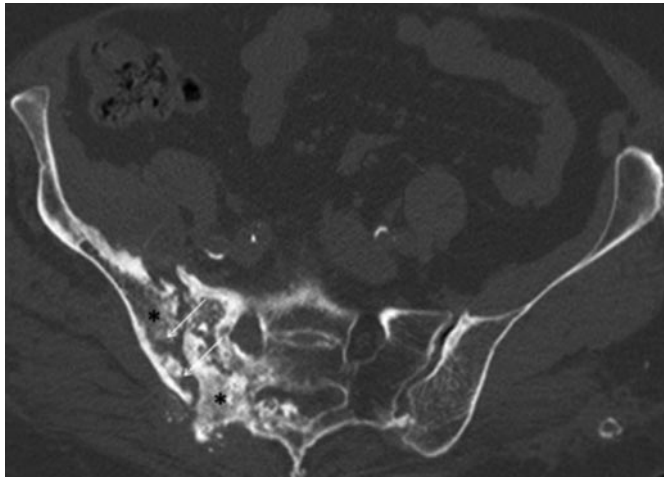
Из анамнеза: в 2005 г. при комплексном обследовании диагностирована низкодифференцированная аденокарцинома тела матки. По месту жительства выполнена экстирпация матки с придатками, после чего проведена послеоперационная стереотаксическая лучевая терапия на область малого таза и влагалищную трубку: СОД от ДЛТ составила 46 Гр на малый таз, СОД от внутриполостного компонента – 20 Гр. При контрольном обследовании в 2017 г.: прогрессирование – метастаз в крестцово-подвздошное сочленение. Проведено 6 курсов химиотерапии по схеме паклитаксел + карбоплатин в терапевтических дозах. Проведен паллиативный курс ДЛТ: РОД – 5 Гр до СОД 25 Гр. Область облучения – крестцово-подвздошный отдел справа. В последующем начата длительная терапия бисфосфонатами: золедроновая кислота 4 мг внутривенно капельно 1 раз в 3 мес. С 2019 г. начата гормонотерапия: анастрозол + золедроновая кислота 4 мг внутривенно капельно 1 раз в 3 мес по настоящее время.

Представлены результаты **позитронно-эмиссионной томографии, совмещенной с компьютерной томографией (ПЭТ-КТ)** всего тела, согласно которым данным, свидетельствующих о местном рецидиве опухоли, не получено. Выявленные при предыдущих ПЭТ-КТ-исследованиях изменения боковой массы крестца справа и правой подвздошной кости сохраняются без существенной динамики. Образование с жидкостным содержимым в толще мышц таза справа, распространяющееся в крестцово-подвздошное сочленение и по задней поверхности тела подвздошной кости, следует дифференцировать между неспецифическими изменениями воспалительного характера и метастазами (что менее вероятно).

Для уточнения характера изменений в мягких тканях назначена **магнитно-резонансная томография (МРТ)** органов малого таза. По данным контрольной МРТ (рис. 1) визуализируются структурные изменения в смежных отделах правой подвздошной кости и боко-

Рис. 2. СКТ костей таза. Неоднородная структура костей крестцово-подвздошного сочленения с наличием краевых разрушений костей вдоль суставных поверхностей.

Fig. 2. SCT scan of the pelvic bones. Heterogeneous structure of the bones of the sacral joint with the presence of marginal bone destruction along the articular surfaces.



вой массы крестца с признаками отека и склеротической трансформации костного мозга. На этом фоне в окружающих мягких тканях также отмечаются отек и склеротические изменения с наличием жидкостных образований неправильной формы в толще подвздошной и грушевидной мышц, связанных с полостью крестцово-подвздошного сочленения.

С целью детальной оценки состояния костей таза и исключения участков переломов на уровне правого крестцово-подвздошного сочленения рекомендовано проведение спиральной компьютерной томографии (СКТ) костей таза. По данным СКТ костей таза без контрастирования (рис. 2) на фоне структурных изменений, наличия участков краевого разрушения по суставным поверхностям крыла подвздошной кости и боковой массы крестца костей трещин и переломов не выявлено. Описанные на МРТ образования в проекции мышц таза визуализируются в виде кольцевидных образова-

ний жидкостной плотности с неомогенным содержанием в центре и обызвествленными стенками по периферии.

Выполнена **трепанобиопсия образований в мягких тканях таза справа**. Морфологическая картина соответствовала кистозному содержанию с выраженным воспалительным компонентом. При исследовании материала данных, свидетельствующих о наличии опухоли, не получено.

Заключение

Представленный клинический случай подчеркивает значимость мультидисциплинарного подхода в лечении пациенток с агрессивными формами рака эндометрия, таких как низкодифференцированная аденокарцинома. Несмотря на достижение длительной ремиссии, поздние постлучевые изменения, включая радиационный сакроилеит и образование кистозных структур, остаются серьезной проблемой, требующей длительного мониторинга и своевременной коррекции осложнений. Интеграция современных методов ЛТ, таких как IMRT, в сочетании с индивидуализацией лечения позволяет минимизировать риски и повысить качество жизни пациентов. Данный случай демонстрирует необходимость продолжения исследований в области управления постлучевыми осложнениями и разработки протоколов для раннего выявления и лечения этих состояний.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование выполнено без спонсорской поддержки.

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Пациентка подписала информированное согласие на публикацию своих данных.

Compliance with patients' rights and bioethics rules. The patient signed an informed consent for the publication of her data.

Литература / References

- International Agency for Research on Cancer. GLOBOCAN 2022: Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide. World Health Organization; 2023.
- Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. (ред.). Состояние онкологической помощи населению России в 2023 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2024. 262 с.
Kaprin A.D., Starinsky V.V., Shakhzadova A.O. (eds). The state of oncological care for the population of Russia in 2023. Moscow: P.A. Herzen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Center of Radiology of the Ministry of Health of the Russian Federation; 2024. 262 p. (in Russian).
- Smith B, Johnson K, Lee M. Advances in treatment strategies for aggressive endometrial carcinomas: A review of clinical outcomes. *J Gynecol Oncol.* 2020;31(2):102-10. DOI: 10.3802/jgo.2020.31.2.102
- Рак тела матки и саркомы матки: клинические рекомендации. М.: Минздрав России; 2022. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/460_3
Uterine body cancer and uterine sarcomas: clinical guidelines. Moscow: Ministry of Health of Russia; 2022. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/460_3 (in Russian).
- Cochrane Database of Systematic Reviews. Adjuvant radiotherapy for stage I endometrial cancer. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;6(6):CD003916. DOI: 10.1002/14651858.CD003916.pub4
- Kurman RJ, Carcangiu ML, Herrington CS, Young RH. WHO Classification of Tumours of Female Reproductive Organs. 4th ed. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2014 (WHO Classification of Tumours, Volume 6). ISBN 978-92-832-2435-8. P. 125-30.
- Хмелевский Е.В., Бычкова Н.М. Эффективность лучевой терапии костных метастазов рака шейки и тела матки. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена.* 2020;9(3):5-9. DOI: 10.17116/onkolog202090315
Khmelevsky E.V., Bychkova N.M. Effectiveness of radiation therapy for bone metastases of cervical and uterine cancer. *P.A. Herzen Journal of Oncology.* 2020;9(3):5-9. DOI: 10.17116/onkolog202090315 (in Russian).
- Коротков В.А., Трошенко Е.А., Никитина Е.А. и др. Возможности реконструктивной хирургии при лечении поздних радиационных повреждений мягких тканей. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена.* 2021;10(1):31-8. DOI: 10.17116/onkolog2021100131
Korotkov V.A., Troshenkov E.A., Nikitina E.A., et al. Possibilities of reconstructive plastic surgery in the treatment of late radiation-induced soft tissue injuries at various sites. *P.A. Herzen Journal of Oncology.* 2021;10(1):31-8. DOI: 10.17116/onkolog2021100131 (in Russian).

9. Крикунова Л.И. Лучевая терапия рака матки. *Практическая онкология*. 2004;5(1):33-4.

Krikunova L.I. Radiation therapy of uterine cancer. *Practical oncology*. 2004;5(1):33-4 (in Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ямщикова Анастасия Сергеевна – врач-онколог отделения хирургического и консервативного лечения лучевых повреждений с группой реконструктивно-пластической хирургии МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии». E-mail: kolmykova1996@gmail.com; ORCID: 0009-0000-3393-8191

Коротков Валерий Александрович – канд. мед. наук, зав. отделением хирургического и консервативного лечения лучевых повреждений с группой реконструктивно-пластической хирургии МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии». E-mail: korotkov910@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7919-9750

Ткаченко Борислав Эдуардович – врач-онколог отделения лучевых и комбинированных методов лечения гинекологических заболеваний с группой эстетической и восстановительной медицины МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии». E-mail: bar31.05.96@gmail.com; ORCID: 0009-0008-4434-3079

Титова Вера Алексеевна – д-р мед. наук, проф., глав. науч. сотр. лаборатории лучевой терапии и комплексных методов лечения онкологических заболеваний научно-исследовательского отдела комплексной диагностики заболеваний и радиотерапии ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии». E-mail: veratitova41@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9927-7832

Крикунова Людмила Ивановна – д-р мед. наук, проф., глав. науч. сотр. отделения лучевых и комбинированных методов лечения гинекологических заболеваний с группой эстетической и восстановительной медицины МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии». E-mail: krikunova_li@mail.ru; ORCID: 0000-0003-1842-156X

Рябцева Ольга Дмитриевна – канд. мед. наук, глав. врач ГБУЗ «Луганский республиканский клинический онкологический диспансер». E-mail: rabzevaolga2023@mail.ru; ORCID: 0009-0004-0716-6780

Агабабян Татев Артаковна – к.м.н., зав. отделением лучевой диагностики МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии». E-mail: tatevik.05@mail.ru; ORCID: 0000-0002-9971-3451

Рипп Владислав Олегович – врач-рентгенолог, МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии». E-mail: rippnba@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8970-4212

Романова Дарья Геннадиевна – студент, ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова». ORCID: 0000-0002-7537-4395

Иванов Сергей Анатольевич – чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, проф. каф. онкологии и рентгенорадиологии им. В.П. Харченко Медицинского института РУДН, директор МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии». E-mail: mrrc@mrrc.obninsk.ru; ORCID: 0000-0001-7689-6032

Каприн Андрей Дмитриевич – академик РАН, д-р мед. наук, проф., зав. каф. онкологии и рентгенорадиологии им. В.П. Харченко Медицинского института РУДН, директор МНИОИ им. П.А. Герцена, генеральный директор ФГБУ «НМИЦ радиологии». E-mail: mrrc@mrrc.obninsk.ru; ORCID: 0000-0001-8784-8415

Поступила в редакцию: 04.03.2025

Поступила после рецензирования: 26.03.2025

Принята к публикации: 03.04.2025

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Anastasia S. Yamshchikova – oncologist, Tsyb Medical Radiological Research Centre – branch of the National Medical Research Radiological Centre. E-mail: kolmykova1996@gmail.com; ORCID: 0009-0000-3393-8191

Valery A. Korotkov – Cand. Sci. (Med.), Tsyb Medical Radiological Research Centre – branch of the National Medical Research Radiological Centre. E-mail: korotkov910@mail.ru; ORCID: 0000-0001-7919-9750

Borislav E. Tkachenko – oncologist, Tsyb Medical Radiological Research Centre – branch of the National Medical Research Radiological Centre. E-mail: bar31.05.96@gmail.com; ORCID: 0009-0008-4434-3079

Vera A. Titova – Dr. Sci. (Med.), Full Prof., Chief Researcher, Russian Scientific Center of Roentgenology and Radiology. E-mail: veratitova41@gmail.com; ORCID: 0000-0001-9927-7832

Lyudmila I. Krikunova – Dr. Sci. (Med.), Full Prof., Chief Researcher, Tsyb Medical Radiological Research Centre – branch of the National Medical Research Radiological Centre. E-mail: krikunova_li@mail.ru; ORCID: 0000-0003-1842-156X

Olga D. Ryabtseva – Cand. Sci. (Med.), Chief doctor, Lugansk Republican Clinical Oncological Dispensary. E-mail: rabzevaolga2023@mail.ru; ORCID: 0009-0004-0716-6780

Tatev A. Aghababyan – Cand. Sci. (Med.), Tsyb Medical Radiological Research Centre – branch of the National Medical Research Radiological Centre. E-mail: tatevik.05@mail.ru; ORCID: 0000-0002-9971-3451

Vladislav O. Ripp – radiologist, Tsyb Medical Radiological Research Centre – branch of the National Medical Research Radiological Centre. E-mail: rippnba@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8970-4212

Daria G. Romanova – Student, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). ORCID: 0000-0002-7537-4395

Sergey A. Ivanov – Corr. Memb. RAS, Dr. Sci. (Med.), Prof., RUDN University, Director, Tsyb Medical Radiological Research Centre – branch of the National Medical Research Radiological Centre. E-mail: mrrc@mrrc.obninsk.ru; ORCID: 0000-0001-7689-6032

Andrey D. Kaprin – Acad. RAS, Dr. Sci. (Med.), Full Prof., RUDN University, Director of Hertsen Moscow Oncology Research Institute, General Director of National Medical Research Radiological Centre. E-mail: mrrc@mrrc.obninsk.ru; ORCID: 0000-0001-8784-8415

Received: 04.03.2025

Revised: 26.03.2025

Accepted: 03.04.2025