

HDR-БРАХИТЕРАПИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ОБЛУЧЕНИЮ ВСЕЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОСПЕКТИВНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Н. В. Коротких^{1,2}, Р. И. Мошуров^{1,2}, В. Р. Марченкова³, Н. А. Знаткова², О. В. Андреева¹, И. Н. Куликова², Е. Е. Дружинина², Е. И. Федотова¹, А. С. Васильева¹

¹ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н. Н. Бурденко» Министерства здравоохранения РФ, г. Воронеж

² БУЗ ВО «Воронежский областной научно-клинический онкологический центр», г. Воронеж

³ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Минздрава РФ», Москва

Актуальность. Дистанционная лучевая терапия (ДЛТ) является неотъемлемой частью комбинированного лечения рака молочной железы (РМЖ). С появлением ускоренного частичного облучения молочной железы (АРВИ) становится возможным использование высокомоментной брахитерапии (HDR-БТ) в лечении больных ранним раком молочной железы (РМЖ). Целью данного исследования было сравнить отдаленные результаты, токсичность и косметические исходы двух методов послеоперационной лучевой терапии у пациенток с ранним РМЖ после органосохраняющих операций: стандартного ДЛТ всей молочной железы и АРВИ с HDR-БТ.

Материалы и методы. В проспективное нерандомизированное исследование включены 83 пациентки со стадиями pT1–2N0M0. Первая группа (n = 48) получила конформную ДЛТ на всю железу в режиме 40–50 Гр. Вторая группа (n = 35), соответствующая строгим критериям низкого риска (ASTRO/GEC-ESTRO), прошла АРВИ с помощью HDR-БТ с установкой гибких аппликаторов по шаблонной методике (суммарная доза 32 Гр, 8 фракций по 4 Гр). Оценивались показатели общей (ОВ), безрецидивной (БРВ) и канцер-специфической выживаемости (КСВ), а также острая и поздняя токсичность (СТСАЕ v5.0).

Результаты. При медиане наблюдения 53 и 95 месяцев для групп ДЛТ и HDR-БТ соответственно, показатели онкологической эффективности были сопоставимы или выше в группе брахитерапии: БРВ — 91,67 % vs 100 % (p = 0,090), КСВ — 93,75 % vs 100 %, ОВ — 89,58 % vs 94,29 %. В группе ДЛТ зафиксирована острая кожная эритема (14 %) и значительная частота поздних осложнений (липогранулема — 39 %). В группе HDR-БТ случаев токсичности 2–3 степени не отмечено, косметический результат был отличным у 97 % пациенток.

Заключение. HDR-БТ демонстрирует высокую эффективность и существенно лучший профиль безопасности по сравнению со стандартным дистанционным облучением у строго отобранных пациенток с ранним РМЖ низкого риска. Метод позволяет минимизировать лучевую нагрузку на критические органы, сократить сроки лечения и добиться превосходного косметического результата, что делает его предпочтительной альтернативой в рамках персонализированного подхода.

Ключевые слова: высокодозная брахитерапия, HDR-брахитерапия, рак молочной железы, ускоренное частичное облучение молочной железы (АРВИ)

Для цитирования: Коротких Н. В., Мошуров Р. И., Знаткова Н. А., [и др.]. HDR-брахитерапия как альтернатива облучению всей молочной железы: результаты проспективного исследования // Онкогинекология. — 2026. — № 2. — С. 15.

HIGH DOSE-RATE (HDR) BRACHYTHERAPY AS AN ALTERNATIVE TO THE RADIATION THERAPY FOR THE WHOLE BREAST: RESULTS OF A PROSPECTIVE STUDY

N. V. Korotkikh^{1,2}, R. I. Moshurov^{1,2}, N. A. Znatkova², V. R. Marchenkova³, O. V. Andreyeva¹, I. N. Koulikova², E. E. Druzhinina², E. I. Fedotova¹, A. S. Vasilyeva¹

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Voronezh

² Budgetary Healthcare Institution of Voronezh Region "Voronezh Regional Scientific Clinical Oncologic Center", Voronezh

³ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

Relevance. External beam radiation therapy (EBRT) is an integral part of a combined treatment for breast cancer (BC). The advent of accelerated partial breast irradiation (APBI) has enabled the use of high dose-rate brachytherapy (HDR-BT) in the treatment of patients with early breast cancer (BC). The objective of this study was to compare long-term outcomes, toxicity and cosmetic outcomes of two techniques of postoperative radiation therapy in patients with early breast cancer (BC) after organ-conserving surgeries: standard external beam radiation therapy (EBRT) for the whole breast and accelerated partial breast irradiation (APBI) with high dose-rate brachytherapy (HDR-BT).

Materials and Methods. The prospective non-randomized study included 83 patients with stages pT1-2N0M0. Group I (n = 48) received external beam radiation therapy (EBRT) for the whole breast in the 40-50 Gy regimen. Group II (n = 35), which met strict low-risk criteria (ASTRO/GEC-ESTRO), underwent the accelerated partial breast irradiation (APBI) using high dose-rate brachytherapy (HDR-BT) with the placement of flexible applicators, employing a template-based technique (total dose 32 Gy, in 8 fractions of 4 Gy each). Overall survival (OS), relapse-free survival (RFS), and cancer-specific survival (CSS), as well as acute and late toxicity (CTCAE v5.0) were assessed.

Results. With a median follow-up of 53 and 95 months for the groups of external beam radiation therapy (EBRT) and of high dose-rate brachytherapy (HDR-BT), respectively, oncologic effectiveness rates were consistent or higher in the group of brachytherapy: relapse-free survival (RFS) — 91,67 % vs 100 % (p = 0,090), cancer-specific survival (CSS) — 93,75 % vs 100 %, overall survival (OS) — 89,58 % vs 94,29 %. In the group of external beam radiation therapy (EBRT), cases of acute skin erythema (14 %) and a significant rate of late complications (lipogranuloma — 39 %) were reported. In the group of high dose-rate brachytherapy (HDR-BT), no cases of grade 2-3 toxicity were observed, and the cosmetic outcome was excellent in 97 % of patients.

Conclusion. High dose-rate brachytherapy (HDR-BT) demonstrates high effectiveness and a significantly improved safety profile compared to standard external beam radiation therapy in strictly selected patients with low-risk early breast cancer. This method minimizes radiation exposure to critical organs, reduces treatment time, and achieves excellent cosmetic results, making it a preferred option for personalized treatment approach.

Keywords: high dose-rate brachytherapy, HDR – brachytherapy, breast cancer, accelerated partial breast irradiation (APBI).

For citation: Korotkov N. V., Moshurov R. I., Znatkova N. A., et al. HDR brachytherapy as an alternative to whole breast irradiation: results of a prospective study // Oncogynecology. — 2026. — No. 2. — S. 15.

Введение

В Российской Федерации в 2022 году зарегистрировано более 76 000 новых случаев РМЖ, что составляет 22,4 % от всех злокачественных новообразований у женщин [2]. Благодаря развитию программ скрининга и повышению онкологической настороженности, большинство случаев (73,7 % в 2022 г.) диагностируется на I–II стадиях [2], что открывает возможности для применения органосохраняющих методов лечения.

Стандартом послеоперационного лечения после органосохраняющей операции является дистанционная лучевая терапия на всю молочную железу [3]. Однако ДЛТ сопряжена с риском развития ранней и поздней токсичности нормальных тканей и критических органов, особенно сердца и легких, что может привести к отдаленным осложнениям, включая кардиотоксичность [4]. Важнейшим преимуществом APBI является значительное снижение лучевой нагрузки на миокард и коронарные артерии.

В частности, в исследовании K. Sato et al. было проведено прямое сравнение дозовой нагрузки на левую переднюю нисходящую артерию (ЛПНА) при облучении всей молочной железы (WBI) и частичном облучении (APBI) с использованием брахитерапии [5]. Авторы показали, что у пациенток с раком левой молочной железы средняя доза на ЛПНА при облучении всей молочной железы составила $2,13 \pm 0,11$ Гр, тогда как при APBI для опухолей, расположенных в наружных квадрантах, этот показатель был достоверно ниже — $1,02 \pm 0,17$ Гр ($p < 0.0001$). После пересчета в биологически эффективную дозу преимущество APBI для латерально расположенных опухолей оставалось статистически значимым. Это подтверждает, что APBI и, в частности, брахитерапия являются методом выбора для минимизации риска лучевых повреждений сердца, особенно у пациенток с опухолями наружных квадрантов левой молочной железы. Учитывая доказанные данные о том, что каждый 1 Гр средней дозы на сердце увели-

чивает риск ишемических осложнений на 7,4 % [6], показанное в исследовании К. Sato снижение дозы на ЛПНА более чем в два раза имеет важное клиническое значение. Данный дозиметрический выигрыш напрямую коррелирует с отсутствием зафиксированной кардиотоксичности в нашей группе HDR-БТ и поддерживает стратегию активного внедрения АРВИ у пациентов, соответствующих критериям отбора. Альтернативным подходом для строго отобранных пациенток с низким риском рецидива является применение ускоренного частичного облучения молочной железы (АРВИ), при котором радиационное воздействие концентрируется только в области ложа удаленной опухоли. Одним из наиболее точных методов АРВИ является высокодозная брахитерапия (HDR-БТ) [7]. Ключевым доказательством, обосновывающим применение АРВИ в качестве самостоятельного метода послеоперационного лечения, стали данные рандомизированного многоцентрового исследования III фазы GEC-ESTRO, включившего 1184 пациентки [8]. В этом исследовании продемонстрировано, что пятилетние показатели локального контроля, безрецидивной и общей выживаемости при АРВИ (реализуемой методом брахитерапии) были статистически неотличимы от таковых при стандартной дистанционной лучевой терапии на всю молочную железу. При этом профиль безопасности оказался более благоприятным в группе АРВИ, где была зарегистрирована существенно меньшая частота токсических реакций по сравнению с группой дистанционного облучения [9]. S. Garduco-Sánchez, et al. представили обновленный анализ, посвященный долгосрочным результатам ускоренной частичной лучевой терапии молочной железы с использованием брахитерапии по сравнению с облучением всей молочной железы. Исследование включало 76 пациенток с инвазивным РМЖ I–II стадий, получивших органосохраняющую операцию с последующей адъювантной лучевой терапией. Пациентки, отобранные для АРВИ с использованием брахитерапии, соответствовали критериям рабочей группы GEC-ESTRO. Группа сравнения состояла из пациенток, получивших стандартное облучение всей молочной железы (WBI). Сравнимые группы были ретроспективно сопоставимы

по основным прогностическим факторам. При медианном сроке наблюдения, составившем 11 лет, было установлено, что качество жизни, оцененное самими пациентками, оставалось достоверно выше в группе АРВИ как в физической, так и в психологической сферах. Статистически значимых различий между группами АРВИ и WBI по показателям ОВ ($p = 0,75$) или ВБП ($p = 0,80$) не наблюдалось. Долгосрочные данные исследования подтвердили, что АРВИ с применением интерстициальной брахитерапии представляет собой безопасную и эффективную альтернативу облучению всей железы у тщательно отобранных пациенток. Метод обеспечивает сопоставимый с WBI долгосрочный локальный контроль и показатели выживаемости, одновременно предлагая значимое улучшение в качестве жизни [10].

Таким образом, с точки зрения радиобиологического обоснования, ускоренный режим АРВИ базируется на двух фундаментальных принципах: сокращение общего времени лечения и уменьшение облучаемого объема. Гипофракционирование обеспечивает сопоставимый клинический эффект по локальному контролю при значительном сокращении продолжительности курса терапии по сравнению со стандартным фракционированием. Крупнейшее опубликованное исследование III фазы от GEC-ESTRO [11] продемонстрировало не худшие десятилетние показатели выживаемости при сравнении АРВИ с облучением всей молочной железы. Кумулятивная частота местных рецидивов через 10 лет оказалась не хуже в группе АРВИ и составила 3,51 % (95 % ДИ: 1,99–5,03) по сравнению с 1,58 % (95 % ДИ: 0,37–2,78) в группе облучения всей молочной железы [11].

Таким образом, метаанализы и долгосрочные результаты рандомизированных исследований (таких как GEC-ESTRO, RAPID) подтвердили эффективность АРВИ по сравнению с ДЛТ в отношении локального контроля и общей выживаемости при строгом соблюдении критериев отбора, с потенциальными преимуществами в виде снижения токсичности и сокращения сроков лечения [13, 14]. В свете необходимости минимизации рисков для критических органов и оптимизации логистики лечения сравнительный анализ методов остается актуальным.

Цель исследования

Сравнить показатели эффективности и безопасности дистанционной лучевой терапии на всю молочную железу и АРВИ с использованием HDR-БТ у пациенток с ранним РМЖ после органосохраняющего лечения.

Материалы и методы исследования

Проведено проспективное нерандомизированное сравнительное исследование, в которое включили 83 пациентки с ранним инвазивным РМЖ (стадии pT1–2N0M0) после органосохраняющей операции. Пациентки были разделены на две группы:

Группа 1 (n = 35): АРВИ с использованием внутритканевой HDR-БТ.

Группа 2 (n = 48): ДЛТ на всю молочную железу.

Критерии включения в группу брахитерапии соответствовали международным рекомендациям (ASTRO, GEC-ESTRO): возраст ≥ 50 лет, инвазивная карцинома или DCIS ≤ 3 см, первичная опухоль размерами ≤ 2 см, наличие одного очага, негативные края резекции (≥ 2 мм), отсутствие лимфоваскулярной инвазии, гормонально-положительный подтип, отсутствие вовлечения подмышечных лимфоузлов.

Таблица 1

Характеристика пациенток

Параметр	Группа 1 (HDR-БТ), n = 35	Группа 2 (ДЛТ), n = 48
Средний возраст, лет	66 (50–81)	65 (39–84)
Локализация: правая/левая МЖ	54 % / 46 %	60 % / 40 %
Стадия: T1N0 / T2N0	74 % / 26 %	62 % / 38 %
Инfiltrативный протоковый рак	77 %	96 %
Инfiltrативный дольковый рак	9 %	2 %
Смешанный тип	14 %	2 %

В группе 1 (HDR-БТ) проводилась интерстициальная брахитерапия: 8 фракций по 4 Гр 2 раза в день с интервалом 6 часов (СД 32 Гр, эквивалентная доза EQD2($\alpha/\beta = 4$) $\approx 42,7$ Гр)

В группе 2 (ДЛТ) — конформная лучевая терапия на линейном ускорителе Varian Halcyon. Суммарная доза составляла 40–42,5 Гр за 15–16 фракций или 46–50 Гр за 23–25 фракций.

Результаты

Анализировались показатели общей (ОВ), безрецидивной (БРВ) и канцер-специфической выживаемости (КСВ), частота местных и отдаленных рецидивов, а также острая и поздняя токсичность (по шкале CTCAE v5.0). Статистический анализ выполнен с использованием критерия log-rank.

Медиана наблюдения составила $53 \pm 4,3$ месяца в группе ДЛТ и $95 \pm 9,4$ месяцев в группе HDR-БТ.

Таблица 2

Онкологические результаты (рис. 1–3)

Параметр	Группа 1 (ДЛТ)	Группа 2 (HDR-БТ)	p-value
Общая выживаемость (ОВ)	89,58 %	94,29 %	0,126
Канцер-специфическая выживаемость	93,75 %	100 %	0,162
Безрецидивная выживаемость (БРВ)	91,67 %	100 %	0,090

За период наблюдения во второй группе (ДЛТ) зарегистрированы четыре рецидива (2 локальных, 2 отдаленных). В группе HDR-БТ рецидивов не выявлено.

Нами оценивались случаи ранней и поздней токсичности. Острая токсичность в виде эритемы кожи I–II степени отмечена у 14 % пациенток в первой группе (ДЛТ). Поздние эффекты включали развитие липогранулемы в области послеоперационного рубца (39 %), стойкий отек молочной железы (13 %), образование атеромы рубца (4 %).

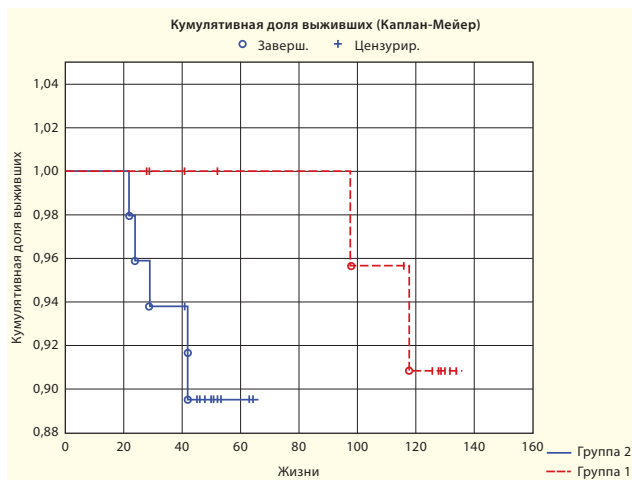


Рис. 1. Общая выживаемость

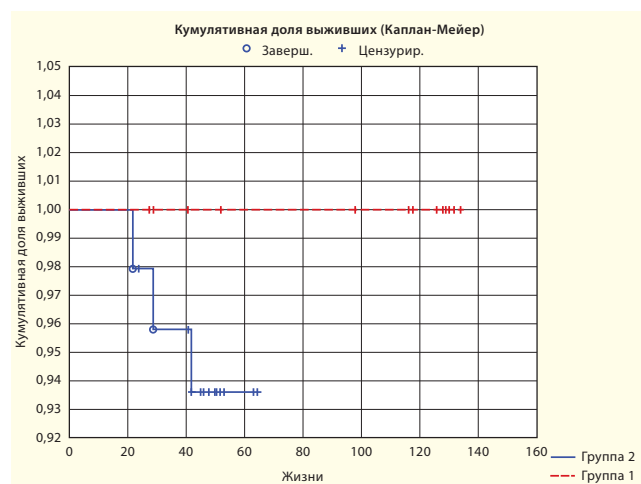


Рис. 2. Канцер-специфическая выживаемость

В группе 2 (HDR-БТ) случаев острой или поздней токсичности 2–3 степени и выше не зафиксировано. Косметический результат оценен как «хороший» и «отличный» у 97 % пациенток.

Обсуждение

Полученные данные согласуются с результатами крупных рандомизированных исследований, демонстрируя, что у тщательно отобранных пациенток АРВИ с использованием HDR-БТ обеспечивает высокий уровень локального контроля (100 % БРВ в нашем исследовании), сопоставимый или превосходящий таковой при стандартной ДЛТ. Важно отметить, что в группе брахитерапии медиана наблюдения была почти вдвое больше, что усиливает значимость отсутствия рецидивов. Ключевым преимуществом HDR-БТ является значительное снижение радиационной нагрузки на критические органы (сердце, ипсилатеральное легкое, контралатеральная молочная железа), что теоретически ведет к уменьшению риска отдаленных неонкологических осложнений, таких как кардиоваскулярные события и вторичные злокачественные новообразования. В нашем исследовании это подтверждается полным отсутствием значимой токсичности в группе брахитерапии, в отличие от группы ДЛТ, где почти у 40 % пациенток развились поздние изменения в виде липогранулем.

Современные тенденции в лучевой терапии РМЖ смещаются в сторону персонализации, где выбор метода облучения определяется не только

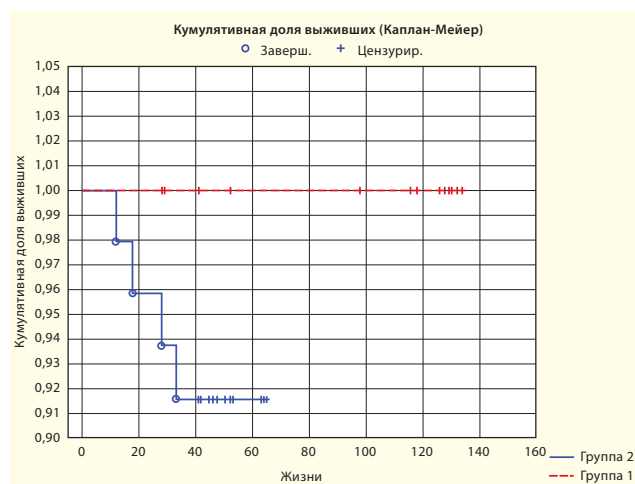


Рис. 3. Безрецидивная выживаемость

стадией, но и биологическим подтипом опухоли, геномными тестами, а также анатомическими особенностями и коморбидностью пациентки [15]. В последнее время АРВИ и, в частности, HDR-БТ занимают прочную нишу в лечении пациенток низкого риска, позволяя сократить сроки лечения с 3–6 недель до 4–5 дней, что повышает приверженность лечению и качество жизни. Ограничения нашего исследования включают его нерандомизированный дизайн, относительно небольшой размер выборки и различия в медиане наблюдения между группами. Для окончательных выводов необходимы дальнейшие проспективные исследования с более длительным сроком наблюдения.

Заключение

АРВИ с использованием HDR-БТ является эффективным и безопасным методом послеоперационного облучения для строго отобранных пациенток с ранним РМЖ низкого риска после органосохраняющей операции. По сравнению со стандартной дистанционной лучевой терапией на всю молочную железу, HDR-БТ демонстрирует сопоставимые показатели онкологической эффективности при значительном снижении острой и поздней токсичности и отличном косметическом результате. Внедрение данного метода в клиническую практику требует строгого соблюдения критериев отбора пациентов, наличия современного оборудования и высокой квалификации мультидисциплинарной команды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Sung H., et al. (2022). Глобальная статистика рака 2022: GLOBOCAN; Kim J., Harper A., McCormack V., et al.. Global patterns and trends in breast cancer incidence and mortality across 185 countries. *Nat Med.* 2025 Apr;31(4):1154–1162. doi: 10.1038/s41591-025-03502-3. Epub 2025 Feb 24. PMID: 39994475
2. Каприн, А. Д., [и др.]. (2023). Злокачественные новообразования в России в 2022 году.
3. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Breast Cancer. Version 4.2024
4. Потиевская В. И., Ахобеков А. А., Хмелевский Е. В., [и др.] // Вопросы онкологии. — 2022. — Т. 68, № 2. — С. 169–177. — DOI: 10.37091/voponkol.2022.68.2.021
5. Sato K., Mizuno Y., Fuchikami H., et al. Comparison of radiation dose to the left anterior descending artery by whole and partial breast irradiation in breast cancer patients. *J Contemp Brachytherapy.* 2015 Feb;7(1):23–8. doi: 10.5114/jcb.2014.47891. Epub 2015 Jan 14. PMID: 25829933; PMCID: PMC4371057
6. Darby S. C., Ewertz M., McGale P. et al. Risk of ischemic heart disease in women after radiotherapy for breast cancer // *N Engl J Med.* 2013;368:987–998. doi:10.1056 / NEJMoa1209825
7. Shah C., Vicini F., Shaitelman S. F., et al. The American Brachytherapy Society consensus statement for accelerated partial-breast irradiation. *Brachytherapy.* 2018 Jan-Feb;17(1):154–170. doi: 10.1016/j.brachy.2017.09.004. Epub 2017 Oct 23. PMID: 29074088.
8. Strnad V., Ott O. J., Hildebrandt G., et al. Groupe Européen de Curiethérapie of European Society for Radiotherapy and Oncology (GEC-ESTRO) 5-year results of accelerated partial breast irradiation using sole interstitial multicatheter brachytherapy versus whole-breast irradiation with boost after breast-conserving surgery for low-risk invasive and in-situ carcinoma of the female breast: a randomised, phase 3, non-inferiority trial. *Lancet.* 2016; 387:229–238
9. Ott O. J., Strnad V., Hildebrandt G., et al. Groupe Européen de Curiethérapie of European Society for Radiotherapy and Oncology (GEC-ESTRO) GEC-ESTRO multicenter phase 3-trial: accelerated partial breast irradiation with interstitial multicatheter brachytherapy versus external beam whole breast irradiation: early toxicity and patient compliance. *Radiother Oncol.* 2016; 120:119–123
10. Garduño-Sánchez S., Villanego-Beltrán M. I., Gómez-Salgado J., Jaén-Olasolo J. Long-term outcomes of accelerated partial breast irradiation with multicatheter interstitial brachytherapy versus whole breast irradiation: an 11-Year clinical practice follow-up study. *Clin Transl Oncol.* 2025 Sep 28. doi: 10.1007/s12094-025-04060-3. Epub ahead of print. PMID: 41015980
11. Krug D., Dunst J. Partial-breast irradiation: has the dust finally settled? / *D. Krug, J. Dunst // The Lancet Oncology.* — 2025. — Vol. 26. — DOI: 10.1016/S1470-2045(25)00216-5
13. Strnad V., Major T., Polgar C., et al. ESTRO-ACROP guideline: Interstitial multi-catheter breast brachytherapy as Accelerated Partial Breast Irradiation alone or as boost — GEC-ESTRO Breast Cancer Working Group practical recommendations. *Radiother Oncol.* 2018 Sep;128(3):411–420. doi: 10.1016/j.radonc.2018.04.009. Epub 2018 Apr 21. PMID: 29691075.
14. Whelan T. J., Julian J. A., Berrang T. S., et al. External beam accelerated partial breast irradiation versus whole breast irradiation after breast conserving surgery in women with ductal carcinoma in situ and node-negative breast cancer (RAPID): A randomised controlled trial. *Lancet* 394:2165–2172, 2019
15. Roth O'Brien D. A., Braunstein L. Z. Personalized approaches to breast radiotherapy: strategies for treatment refinement. *Clin Adv Hematol Oncol.* 2025 Jan-Feb;23(1):30–39. PMID: 39907575.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Коротких Наталья Викторовна, кандидат медицинских наук, заведующая радиотерапевтическим отделением БУЗ ВО «Воронежский областной научно-клинический онкологический центр»; доцент кафедры онкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко Минздрава России», 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10, 394036, г. Воронеж, ул. Вайцеховского, д. 4, e-mail: kornat78@mail.ru

Korotkikh Natalia V., MD, PhD, Head of the Radiotherapy Department of BUZ VO «Voronezh Regional Scientific and Clinical Oncology Center», Voronezh; Associate Professor of the Department of Oncology of the Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko of the Ministry of Health of Russia, 394036, Voronezh, Studentskaya str., 10; 394036, Voronezh, Vaitsekhovskiy str., 4, e-mail: kornat78@mail.ru

Мошуров Руслан Иванович, кандидат медицинских наук, главный врач БУЗ ВО «Воронежский областной научно-клинический онкологический центр», 394036, г. Воронеж, e-mail: moshurov@vokod.vrn.ru

Moshurov Ruslan I., MD, PhD, Chief Physician of BUZ VO «Voronezh Regional Scientific and Clinical Oncology Center», Voronezh, 394036, Voronezh, Vaitsekhovskiy str., 4, e-mail: moshurov@vokod.vrn.ru

Марченкова Виолетта Романовна, студент ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Минздрава РФ», 119048, Москва, ул. Трубецкая, д. 8 стр. 2, e-mail: violettamarcenkova75@gmail.com

Marchenkova Violetta R., student of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 119048, Moscow, Trubetskoy street, 8/2, e-mail: violettamarcenkova75@gmail.com

Знаткова Наталья Анатольевна, кандидат медицинских наук, заместитель главного врача по радиологической и химиотерапевтической помощи врач БУЗ ВО «Воронежский областной научно-клинический онкологический центр», 394036, г. Воронеж, e-mail: nat.znatkova@yandex.ru

Znatkova Natalia A., MD, PhD, Deputy Chief Physician for Radiological and Chemotherapeutic Care, Voronezh Regional Scientific and Clinical Oncology Center, Voronezh, 394036, e-mail: nat.znatkova@yandex.ru

Андреева Ольга Валерьевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко Минздрава России», 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10; e-mail: olga.andreeva-doc@yandex.ru

Andreeva Olga V., MD, PhD, Associate Professor, Department of Oncology, N. N. Burdenko Voronezh State Medical University, 10 Studencheskaya St., Voronezh, 394036; e-mail: olga.andreeva-doc@yandex.ru

Куликова Ирина Николаевна, врач-радиотерапевт радиотерапевтического отделения БУЗ ВО «Воронежский областной научно-клинический онкологический центр», 394036, г. Воронеж, ул. Вайцеховского, д. 4, e-mail: irakulikova68@mail.ru

Kulikova Irina N., radiation therapist, radiation therapy department, Voronezh Regional Scientific and Clinical Oncology Center; 4 Vaitsekhovsky St., Voronezh, 394036, e-mail: irakulikova68@mail.ru

Дружинина Елена Евгеньевна, физик-эксперт БУЗ ВО «Воронежский областной научно-клинический онкологический центр», 394036, г. Воронеж, ул. Вайцеховского, д. 4, e-mail: elenadruzhinina@inbox.ru

Druzhinina Elena E., physicist-expert, Voronezh Regional Scientific and Clinical Oncology Center; 4 Vaitsekhovsky St., Voronezh, 394036, e-mail: elenadruzhinina@inbox.ru

Федотова Екатерина Игоревна, студент 5-го курса лечебного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко Минздрава России», 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10, e-mail: fedotovaekaterina307@mail.ru

Fedotova Ekaterina I., 5th year student, Faculty of Medicine Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko of the Ministry of Health of Russia, Voronezh, 394036, Studentskaya str., 10, e-mail: fedotovaekaterina307@mail.ru

Васильева Анна Сергеевна, студент 4-го курса лечебного факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко Минздрава России», 394036, г. Воронеж, ул. Студенческая, д. 10, e-mail: anna25082005@mail.ru

Vasilyeva Anna S., 4th-year student of the Faculty of General Medicine, Voronezh State Medical University named after N. N. Burdenko, Ministry of Health of the Russian Federation, 394036, Voronezh, Studencheskaya St., 10, e-mail: anna25082005@mail.ru