



© Ж.В. Брянцева, И.А. Акулова, С.Н. Новиков, П.В. Криворотко,
 Т.Т. Табагуа, А.С. Емельянов, А.О. Горина, Т.С. Яганова, Д.Г. Ульрих

Промежуточные результаты исследования деэскалации адъювантной лучевой терапии у больных ранним раком молочной железы с поражением от одного до трех подмышечных лимфатических узлов

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация

© Zhanna V. Bryantseva, Irina A. Akulova, Sergey N. Novikov, Petr V. Krivorotko, Tengiz T. Tabagua, Alexander S. Emelyanov, Arina O. Gorina, Tatyana S. Yaganova, Daria G. Ulrikh

Interim Results of the De-Escalation of Adjuvant Radiotherapy in Patients with Early Breast Cancer Involving One to Three Axillary Lymph Nodes

N.N. Petrov National Medical Research Centre of Oncology, St. Petersburg, the Russian Federation

Введение. Существуют разные точки зрения относительно целесообразности рутинного облучения надподключичных лимфатических узлов (НПЛУ) при проведении адъювантной лучевой терапии на зоны регионарного лимфооттока у пациенток с ранним раком молочной железы (РМЖ).

Цель. Изучить возможность безопасного отказа от облучения НПЛУ у больных ранним РМЖ с поражением 1–3 подмышечных лимфатических узлов (ЛУ) или 1–2 сигнальных ЛУ и отсутствием дополнительных факторов риска.

Материалы и методы. В проспективное рандомизированное исследование за период с февраля 2022 по октябрь 2024 г. включена 121 абольная ранним РМЖ. При принятии решения об объеме послеоперационной лучевой терапии все пациентки были разделены на две группы. В контрольной группе послеоперационная лучевая терапия проводилась в стандартном объеме — облучение оставшихся тканей молочной железы или мягких тканей передней грудной с подмышечными ЛУ I, II, III уровней и надключичными ЛУ; в исследуемой группе из объема облучения исключались подмышечные лимфоузлы III уровня и надключичные лимфоузлы.

Результаты. На момент проведения промежуточного анализа в исследование была включена 121 больная. У 52 женщин время наблюдения превысило 24 мес. В этой группе выполнен сравнительный анализ показателей локорегионарного контроля у 44 пациенток исследуемой группы (без облучения НПЛУ) и 8 больных контрольной группы, которым послеоперационная лучевая терапия проводилась в стандартном объеме. Двухлетняя выживаемость без признаков локорегионарного рецидива, в том числе в ipsilateralной над-подключичной области, в обеих группах составила 100 %. Двухлетняя безрецидивная выживаемость составила 97,7 % в исследуемой группе и 100 % контрольной группе ($p > 0,2$). У 1 пациентки в исследуемой группе установлена генерализация процесса с поражением костей.

Заключение. Деэскалация лучевой терапии у больных ранним РМЖ с поражением не более 3 подмышечных лимфоузлов в первые 2 года наблюдения не приводит к снижению показателей безрецидивной выживаемости и не увеличивает риск возникновения рецидива РМЖ в надподключичной области.

Introduction. There are differing opinions regarding the appropriateness of routine irradiation of supraclavicular lymph nodes (LNs) during adjuvant radiotherapy (RT) to areas of regional lymph drainage in patients with early breast cancer (BC).

Aim. To evaluate the possibility of safely avoiding adjuvant radiotherapy in patients with early BC and limited axillary LNs (1–3 metastatic nodes) or 1–2 signaling LNs involvement and no additional risk factors.

Materials and methods. A prospective randomized trial from February 2022 to October 2024 included 121 patients with early BC. All patients were randomized in 2 groups to determine the volume of postoperative radiotherapy. In the control group, postoperative RT was performed in the standard volume — irradiation of the remaining breast tissue or anterior chest soft tissue with axillary level I, II, III LNs and supraclavicular LNs. In the study group, axillary level III LNs and supraclavicular LNs were excluded from the RT volume.

Results. At the time of the interim analysis, 121 patients were enrolled in the study. In 52 women follow-up exceeded 24 months. In this group, the comparative analysis of loco-regional control parameters was performed in 44 patients of the study group (without irradiation of supraclavicular LNs) and 8 patients of the control group who received postoperative standard volume radiotherapy. Two-year survival without evidence of loco-regional recurrence, including in the ipsilateral supra-subclavicular region, was 100 % in both groups. The two-year relapse-free survival rate was 97.7 % in the study group and 100 % in the control group ($p > 0.2$). One woman in the study group had generalized BC with bone lesions.

Conclusion. De-escalation of adjuvant RT in patients with early BC with lesions of no more than 3 axillary LNs in the first two years of follow-up does not decrease RFS and does not increase the risk of BC recurrence in the supraclavicular region.

Ключевые слова: ранний рак молочной железы, лучевая терапия, регионарный рецидив

Для цитирования: Брянцева Ж.В., Акулова И.А., Новиков С.Н., Криворотко П.В., Табагуа Т.Т., Емельянов А.С., Горина А.О., Яганова Т.С., Ульрих Д.Г. Промежуточные результаты исследования протокола дэскалации адьювантной лучевой терапии у больных ранним раком молочной железы с поражением от одного до трех подмышечных лимфатических узлов. *Вопросы онкологии*. 2025; 71 (1): 109-116. -DOI: 10.37469/0507-3758-2025-71-1-109-116

✉ Контакты: Брянцева Жанна Викторовна, zhanna-dr@mail.ru

Keywords: early breast cancer, radiotherapy, regional recurrence

For Citation: Zhanna V. Bryantseva, Irina A. Akulova, Sergey N. Novikov, Petr V. Krivorotko, Tengiz T. Tabagua, Alexander S. Emelyanov, Arina O. Gorina, Tatyana S. Yaganova, Daria G. Ulrikh. Interim results of the de-escalation of adjuvant radiotherapy in patients with early breast cancer involving one to three axillary lymph nodes. *Voprosy Onkologii = Problems in Oncology*. 2025; 71 (1): 109-116. (In Rus). -DOI: 10.37469/0507-3758-2025-71-1-109-116

Введение

Лучевая терапия является важным компонентом локорегионарного лечения больных раком молочной железы (РМЖ), обеспечивая достоверное снижение риска локальных и регионарных рецидивов. Более того, в метаанализе группы по изучению рака молочной железы (EBSTCG) было убедительно показано, что даже у пациенток с ограниченным объемом поражения регионарных лимфоузлов (РЛУ) (от 1 до 3) послеоперационное облучение грудной стенки оставшихся тканей молочной железы и РЛУ приводит к достоверному увеличению показателей безрецидивной и общей выживаемости [1]. Вместе с тем вопрос об оптимальном объеме регионарной радиотерапии остается открытым. Обращает на себя внимание то, что в больших проспективных многоцентровых исследованиях MA.20 и в исследовании EORTC 22922–10925 уменьшение объема облучения РЛУ не привело к снижению долгосрочной выживаемости [2, 3]. В частности, высказываются различные точки зрения по вопросу о целесообразности рутинного облучения над-подключичных лимфатических узлов (НПЛУ) при проведении лучевой терапии на зоны регионарного лимфооттока. Выполненный нами анализ путей лимфооттока и локализации сигнальных лимфатических узлов (ЛУ) у больных ранним РМЖ указывает на редкие случаи накопления радиокolloидов (маркера сигнальных ЛУ) в над-подключичной области [4]. Ретроспективный анализ клинических данных подтверждает достаточно низкую частоту (не более 2–6 %) возникновения регионарных рецидивов вне аксиллярной области у больных без массивного поражения подмышечных ЛУ [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Viani и соавт. определили, что значимыми факторами риска, связанными с повышением риска возникновения рецидива в НПЛУ, оказались размер опухоли, число пораженных подмышечных ЛУ, экстракапсулярное распространение опухоли, агрессивный (нелюминальный) биологический подтип РМЖ, наличие лимфоваскулярной инвазии и низкая степень дифференцировки опухоли [11]. При отсутствии указанных факторов риска вероятность возникновения рецидивов РМЖ в над-подключичной

области оценивается как незначительная [6, 12]. Вместе с тем почти все существующие клинические рекомендации указывают на целесообразность облучения 1–2 уровней подмышечных и НПЛУ у всех больных $T_{1-2}N_1$ РМЖ [13, 14].

В 2022 г. в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова было инициировано проспективное исследование II фазы (одобрение локального этического комитета №1/352 от 20.12.2021), в котором предполагается изучить возможность безопасного отказа от облучения НПЛУ у больных с ограниченным поражением подмышечных ЛУ (не более 3) при отсутствии дополнительных неблагоприятных факторов риска: трижды негативного подтипа РМЖ, молодого возраста (менее 45 лет), первичной опухоли не более 5 см в диаметре.

Для решения вопроса о возможности безопасного продолжения исследования нами проведен предварительный анализ показателей двухлетней безрецидивной выживаемости у больных, включенных в протокол. Эти данные и легли в основу представляемой работы.

Материалы и методы

В 2022 г. нами было инициировано проспективное одноцентровое рандомизированное исследование II фазы, которое ставит перед собой задачу оптимизации послеоперационной лучевой терапии больных ранним ($pT_{1-2}N_1$) РМЖ. Планируется изучить безопасность отказа от облучения НПЛУ у пациенток с метастатическим поражением 1–3 подмышечных ЛУ или больных с позитивными сигнальными ЛУ (не более 2), которым не выполнялась лимфодиссекция.

В исследование включались женщины старше 44 лет с любым подтипом инвазивного протокового РМЖ ($pT_{1-2}N_1$), за исключением трижды негативного РМЖ, после мастэктомии/органосохраняющей операции с биопсией сигнальных ЛУ или лимфодиссекцией. По результатам патоморфологического исследования операционного материала основным критерием включения в исследование было наличие поражения 1–2 сигнальных ЛУ или метастазы в 1–3 подмышечных ЛУ, выявленные после выполнения ограниченной подмышечной лимфодиссекции

(удаление не менее 7 ЛУ). Как уже указывалось выше, в протокол включались пациентки с люминальными (экспрессия рецепторов эстрогена (ER) и/или прогестерона (PR) $\geq 1\%$) и HER2-положительными (+++ по результатам иммуногистохимического исследования или ++ и положительной реакцией гибридизации *in situ* (FISH) подтипами РМЖ.

Основными критериями исключения из протокола были: трижды негативный подтип опухоли, поражение 4 и более регионарных или 3 сигнальных ЛУ и размер опухоли более 5 см.

В соответствии с клиническими рекомендациями все больные с люминальным подтипом РМЖ получали эндокринную терапию (одновременно и/или после лучевой терапии), а больные с HER2-положительными подтипами — таргетную терапию (одновременно и/или после лучевой терапии). Пациентки, которым проводилась неоадьювантная химиотерапия, в исследование не включались, назначение неоадьювантной гормонотерапии считалось допустимым.

За период с 02 февраля 2022 г. по 15 октября 2024 г. в протокол была включена 121 больная. Во всех случаях выполнялась рандомизация методом конвертов в соотношении 1 к 4 — на каждую женщину, получившую послеоперационную лучевую терапию в стандартном объеме, приходилось 4 пациентки, которым облучение над-подключичных ЛУ не проводилось. Распределение больных в исследовании представлено на CONSORT-диаграмме (рис. 1).

В контрольной группе послеоперационная лучевая терапия проводилась в стандартном объеме — облучение оставшихся тканей мо-

лочной железы (после органосохраняющего лечения) или мягких тканей передней грудной стенки (после мастэктомии) с подмышечными ЛУ I, II, III уровней и надключичными ЛУ (рис. 2, а, б, в). При планировании объемов облучения в исследуемой группе из объема облучения исключались подмышечные ЛУ III уровня и надключичные ЛУ (рис. 3, а, б, в). Оконтуривание всех указанных структур выполнялось согласно рекомендациям ESTRO от 2015 года [15].

Лучевая терапия осуществлялась на линейных ускорителях электронов тормозным излучением 6–10 МэВ по стандартной методике 3D конформной лучевой терапии с помощью тангенциальных полей. Задняя (глубокая) граница тангенциального поля во всех случаях располагалась по переднему краю грудной стенки с захватом не более 1–2 см легочной паренхимы, верхняя (краниальная) граница поля располагалась на 1 см ниже головки плечевой кости. При невозможности адекватного покрытия мишени и сохранения допустимых нагрузок на окружающие нормальные ткани применялась моделированная по интенсивности лучевая терапия. При поражении левой молочной железы облучение проводилось при синхронизации с дыханием — на задержке вдоха. Адьювантная дистанционная лучевая терапия начиналась в срок от 1 до 7 мес. (медиана — 2 мес. [1; 3]) после выполнения хирургического этапа лечения. Облучение осуществлялось в режиме умеренного гипофракционирования дозы: 15–16 фракций с разовой дозой 2,66–2,7 Гр до суммарной эквивалентной очаговой дозы 48–50 Гр.



Рис. 1. CONSORT-диаграмма / CONSORT-diagram. ЛТ — лучевая терапия (radiotherapy); НПЛУ — над-подключичные лимфатические узлы (supraclavicular and axillary level III lymph nodes); РР — регионарный рецидив (regional recurrence)

Статистический анализ. Для сравнения категориальных переменных использовался критерий χ^2 или точный критерий Фишера. Все тесты были двусторонними и P значения менее 0,05 считались значимыми. Все расчеты проводились в программе SPSS, версия 26.0.

При проведении промежуточного анализа в качестве первичной конечной точки нами оценивалась двухлетняя выживаемость без рецидива в ипсилатеральной над-подключичной области

(ВБРНПО), которая определялась как время от момента окончания лучевой терапии до времени морфологически подтвержденного рецидива в ипсилатеральных НПЛЮ. В качестве вторичной конечной точки оценивалась двухлетняя безрецидивная выживаемость (БРВ), которая определялась как время от момента окончания лучевой терапии до времени любого морфологически подтвержденного рецидива или прогрессирования заболевания, а также смерти больной от РМЖ.

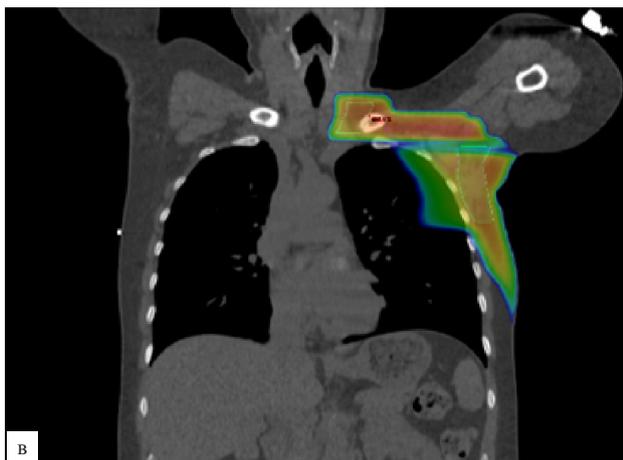
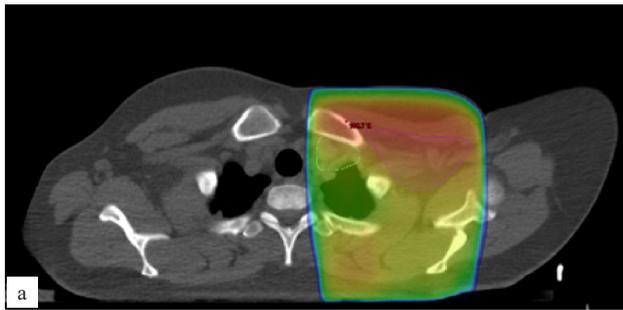


Рис. 2 (а, б, в). Дозиметрический план лучевой терапии молочной железы, надключичных и подмышечных лимфатических узлов I, II, III уровней. а — аксиальная проекция; б — сагиттальная проекция; в — фронтальная проекция
Fig. 2 (а, б, в). Dosimetric plan of breast RT, supraclavicular and axillary lymph nodes of levels I, II, III. а — axial plane; б — sagittal plane; в — frontal plane

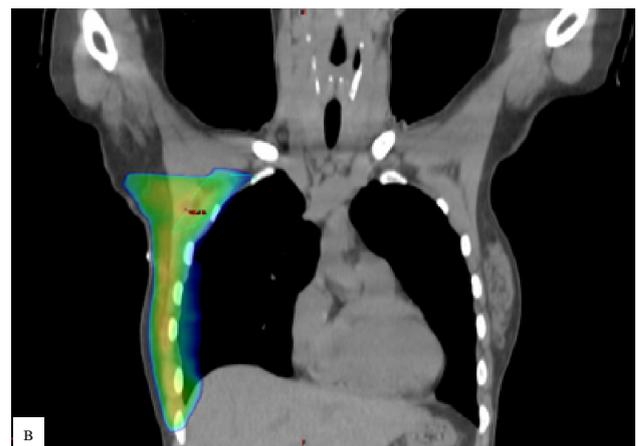
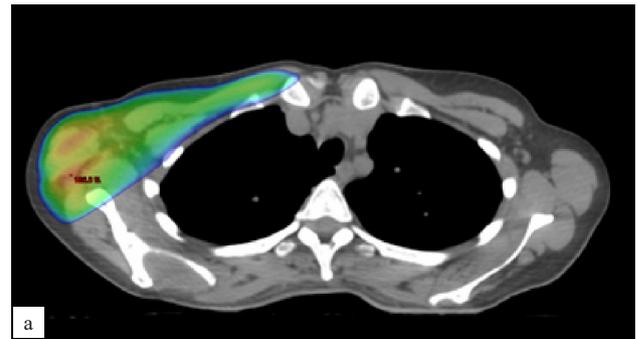


Рис. 3 (а, б, в). Дозиметрический план лучевой терапии молочной железы и подмышечных лимфатических узлов I, II уровней. а — аксиальная проекция; б — сагиттальная проекция; в — фронтальная проекция
Fig. 3 (а, б, в). Dosimetric plan for the breast RT, axillary lymph nodes of levels I, II. а — axial plane; б — sagittal plane; в — frontal plane

Таблица 1. Клинико-демографические характеристики пациенток

| | | Исследуемая группа 44 пациентки | Контрольная группа 8 пациенток |
|--|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Возраст (медиана) | | 57 | 52 |
| Операция | ОСО | 25 | 6 |
| | МЭ | 19 | 2 |
| Grade | G1 | 12 | 2 |
| | G2 | 28 | 3 |
| | G3 | 2 | 0 |
| | Неизвестно | 2 | 3 |
| Биологический подтип | Люм А | 32 | 4 |
| | Люм В | 10 | 4 |
| | Люм В HER2+ | 2 | 0 |
| Клиническая стадия | IB | 2 | 0 |
| | IIA | 26 | 6 |
| | IIIB | 16 | 2 |
| pT | pT1 | 28 | 6 |
| | pT2 | 16 | 2 |
| pN (кол-во метастатических лимфоузлов) | 1 | 30 | 7 |
| | 2 | 11 | 1 |
| | 3 | 3 | 0 |
| Объем операции на подмышечной области | БСЛУ | 40 | 7 |
| | АЛД | 4 | 1 |
| Экстранодальное распространение | Нет | 42 | 8 |
| | Да | 2 | 0 |
| Лимфоваскулярная инвазия | Нет | 42 | 8 |
| | Да | 2 | 0 |
| Адьювантная химиотерапия | Нет | 35 | 4 |
| | Да | 9 | 4 |

Table 1. Clinical and demographic characteristics of the patients

| | | Study group 44 patients | Control group 8 patients |
|--|-----------------|-------------------------|--------------------------|
| Age (median) | | 57 | 52 |
| Surgery | OPS | 25 | 6 |
| | Mastectomy | 19 | 2 |
| Grade | G1 | 12 | 2 |
| | G2 | 28 | 3 |
| | G3 | 2 | 0 |
| | Unknown | 2 | 3 |
| Biological subtype | Luminal A | 32 | 4 |
| | Luminal B | 10 | 4 |
| | Luminal B HER2+ | 2 | 0 |
| Clinical stage | IB | 2 | 0 |
| | IIA | 26 | 6 |
| | IIIB | 16 | 2 |
| pT | pT1 | 28 | 6 |
| | pT2 | 16 | 2 |
| pN (number of metastatic lymph nodes) | 1 | 30 | 7 |
| | 2 | 11 | 1 |
| | 3 | 3 | 0 |
| Axillary surgery volume | SLNB | 40 | 7 |
| | ALND | 4 | 1 |
| Extranodal spread | No | 42 | 8 |
| | Yes | 2 | 0 |
| Lymphovascular invasion | No | 42 | 8 |
| | Yes | 2 | 0 |
| Adjuvant chemotherapy | No | 35 | 4 |
| | Yes | 9 | 4 |

Результаты

С 02 февраля 2022 по 15 октября 2024 г. в исследование была включена 121 больная РМЖ. Из них у 52 женщин время наблюдения после завершения лучевого лечения превысило 24 мес.: в исследуемой группе — у 44 (медиана наблюдения — 26 мес. [24; 28,7]), в контрольной — у 8 пациенток (медиана наблюдения — 24,5 мес. [24; 25]). В указанных группах в дальнейшем проводился анализ показателей двухлетней ВБРНПО и ВБР. Подробные клинические, морфологические и демографические характеристики больных обеих групп представлены в табл. 1.

В группе пациенток, которым не проводилось облучение над-подключичных ЛУ, медиана возраста больных составила 57 [49,7; 64] лет, органосохраняющие операции в этой группе выполнены в 25, мастэктомия — в 19 случаях. У большинства женщин диагностирована ПА патоморфологическая стадия РМЖ (59,1 %), поражение только одного ЛУ установлено в 68,2 % наблюдений, люминальный А подтип выявлялся в 72,7 % случаев, чаще всего (63,6 %) определялась умеренная (G2) степень дифференцировки РМЖ.

Контрольная группа была относительно немногочисленна — представлена 8 женщинами в возрасте от 44 до 68 лет (медиана — 52 года [47,2; 63]). В этой группе также чаще выполнялись органосохраняющие вмешательства (75 %), поражение одного подмышечного ЛУ определялось в 87,5 % случаев, степень дифференцировки опухоли не превышала G2, отмечалась равная частота люминального А (50 %) и люминального В (50 %) подтипов РМЖ.

Двухлетние показатели локорегионарного контроля и выживаемость без рецидива в ипсилатеральной над-подключичной области в обеих группах составила 100 %. Двухлетняя безрецидивная выживаемость также достоверно не отличалась и составила 97,7 в исследуемой и 100 % контрольной группе ($p > 0,2$). Рецидив РМЖ с метастатическим поражением скелета установлен на первом году наблюдения у 1 пациентки исследуемой группы с люминальным А подтипом РМЖ и поражением 1 сигнального ЛУ.

Обсуждение

Основной задачей проведенного анализа была оценка безопасности отказа от облучения НПЛУ у включенных в исследование больных РМЖ, в первую очередь — определение частоты ранних рецидивов в над-подключичной области. В течение первых двух лет наблюдения безрецидивная выживаемость у пациенток исследуемой группы составила 96 %, показатели локорегио-

нарного контроля — 100 %. Данные результаты свидетельствуют о возможности и оправданности продолжения исследования и включения в протокол новых больных ранним РМЖ с поражением не более 3 подмышечных ЛУ.

Безусловно, существенным ограничением проведенного анализа является короткое время исследования — медиана наблюдения составила 26 мес. Вместе с тем в работе Reddy SG и соавт. [16] было показано, что половина случаев рецидивов в надключичную ипсилатеральную область возникали в течение первых 24 мес. после окончания лечения (у 2 пациенток из 4). По данным R. Jagsi и соавт. [17], около четверти локорегионарных рецидивов, в том числе в надключичной области, манифестировали также в течение первых 12 мес. наблюдения.

Важным фактором, связанным с риском возникновения регионарных рецидивов, в том числе рецидивов в НПЛУ, является размер первичной опухоли. Kimiko Hirata и соавт. [12] установили, что пятилетняя безрецидивная выживаемость у больных РМЖ с размером новообразования от 2 см и более ($\geq pT_2$) составила 94,7 % и оказалась существенно ниже, чем у пациенток с первичной опухолью размером до 2 см (pT_1) — 100,0 %. В проанализированной нами группе больных у 34 (65,4 %) женщин опухоль молочной железы не превышала 2 см и только у 3 (5,8 %) пациенток размер опухоли превышал 3 см.

Кроме того, ощутимый эффект на снижение риска возникновения регионарных метастазов должна оказывать выбранная нами методика проведения послеоперационной лучевой терапии. Как было показано ранее, использование так называемых «высоких тангенциальных полей» не только позволяет эффективно облучать подмышечные ЛУ I–II уровней, но в ряде случаев обеспечивает подведение тумороцидных доз к ЛУ III уровня, что несомненно снижает риск возникновения рецидивов в НПЛУ [18]. На возможность профилактического облучения ЛУ I–II уровней при использовании «высоких тангенциальных полей» указывают и другие авторы [19, 20, 21].

Заключение

Выполненный промежуточный анализ указывает на то, что у больных РМЖ при поражении 1–3 подмышечных ЛУ или 1–2 сигнальных ЛУ и отсутствии дополнительных факторов риска (трижды негативного РМЖ, G3, молодого возраста) отказ от облучения НПЛУ в первые 2 года наблюдения не приводит к снижению показателей безрецидивной выживаемости и не увеличивает риск возникновения рецидива РМЖ в над-подключичной области.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии в статье конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соблюдение правил биоэтики

Исследование выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией ВМА в редакции 2013 г. Протокол исследования был рассмотрен и одобрен локальным этическим комитетом ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова» Минздрава России, протокол № 1/352 от 20.12.2021. Все больные подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

Compliance with the rules of bioethics

All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the Declaration of Helsinki Protocol (2013). The research protocol was reviewed and approved by the local ethics committee of the NMRC of Oncology named after N.N. Petrov of the MoH of Russia. Protocol No. 1/352, dated 20.12.2021. All patients gave written informed consent to participate in the study.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки. Financing

The work was performed without external funding.

Участие авторов

Брянцева Ж.В. — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, получение данных для анализа, анализ полученных данных, статистическая обработка данных, написание текста рукописи.

Акулова И.А. — получение данных для анализа, анализ полученных данных, статистическая обработка данных. Новиков С.Н. — разработка дизайна исследования, анализ полученных данных, написание текста рукописи, редактирование статьи.

Криворотко П.В. — разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, анализ полученных данных, редактирование статьи.

Табагуа Т.Т. — обзор публикаций по теме статьи, статистическая обработка данных.

Емельянов А.С. — анализ полученных данных, статистическая обработка данных.

Горина А.О. — обзор публикаций по теме статьи, статистическая обработка данных.

Яганова Т.С. — получение данных для анализа, анализ полученных данных, статистическая обработка данных.

Ульрих Д.Г. — обзор публикаций по теме статьи, статистическая обработка данных.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

Authors' contributions

Bryantseva Z.V. — developed the study design, reviewed publications on the topic of the article, acquired data for analysis, analyzed the acquired data, performed statistical analysis of the data, and drafted the manuscript.

Akulova I.A. — collected the data for analysis, analyzed the data collected, and performed statistical analysis.

Novikov S.N. — developed the study design, analyzed the data obtained, drafted the manuscript, and edited the article. Krivorotko P.V. — developed the study design, obtained the data for analysis, analyzed the data obtained, and edited the article.

Tabagua T.T. — reviewed the publications on the topic of the article and performed statistical analyses.

Emelyanov A.S. — analyzed the data and performed statistical processing.

Gorina A.O. — reviewed the publications on the topic of the article and performed statistical analyses.

Yaganova T.S. — collected the data for analysis, analyzed the data, and performed statistical analysis.

Ulrikh D.G. — reviewed the literature on the topic of the article and performed statistical analyses.

All authors have approved the final version of the article prior to publication and have agreed to accept responsibility for all aspects of the work, including appropriate checking and resolution of any issues relating to the accuracy or integrity of any part of the work.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Early Breast Cancer Trialists' Collaborative Group. Effect of radiotherapy after breast-conserving surgery on 10-year recurrence and 15-year breast cancer death: meta-analysis of individual patient data for 10,801 women in 17 randomized trials. *Lancet*. 2011; 378: 1707-16.-DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61629-2.
2. Poortmans P.M., Collette S., Kirkove C., et al. Internal mammary and medial supraclavicular irradiation in breast cancer. *N Engl J Med*. 2015; 373: 317-27.-DOI: 10.1056/NEJMoa1415369.
3. Whelan T.J., Olivetto I.A., Parulekar W.R., et al. Regional nodal irradiation in early-stage breast cancer. *N Engl J Med*. 2015; 373: 307-16.-DOI: 10.1056/NEJMoa1415340.
4. Novikov S.N., Krzhivitskii P.I., Melnik Y.S., et al. Atlas of sentinel lymph nodes in early breast cancer using single-photon emission computed tomography: implication for lymphatic contouring. *Radiat Oncol J*. 2021; 39(1): 8-14. DOI: 10.3857/roj.2020.00871.
5. Fortin A., Dagnault A., Blondeau L., et al. The impact of the number of excited axillary nodes and of the percentage of involved nodes on regional nodal failure in patients treated by breast-conserving surgery with or without regional irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2006; 65: 33-9.-DOI: 10.1016/j.ijrobp.2005.12.014.
6. Hirata K., Yoshimura M., Inoue M., et al. Regional recurrence in breast cancer patients with one to three positive axillary lymph nodes treated with breast-conserving surgery and whole breast irradiation. *J Radiat Res*. 2017; 58(1): 79-85.-DOI: 10.1093/jrr/trw071.
7. Park S.H., Kim J.C. Regional nodal irradiation in pT1–2N1 breast cancer patients treated with breast-conserving surgery and whole breast irradiation. *Radiat Oncol J*. 2020; 38(1): 44-51.-DOI: 10.3857/roj.2019.00647.
8. Livi L., Scotti V., Saieva C., et al. Outcome after conservative surgery and breast irradiation in 5,717 patients with breast cancer: implications for supraclavicular nodal irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2010; 76(4): 978-83.-DOI: 10.1016/j.ijrobp.2009.03.001.
9. Jin R., Hu X., Luo J. Clinical characteristics and prognostic analysis of ipsilateral supraclavicular lymph node metastases in breast cancer patients: a retrospective study. *Int J Clin Exp Pathol*. 2019; 12(9): 3526-3534.

11. Gondo N., Sawaki M., Hattori M., et al. Utility of regional nodal irradiation in Japanese patients with breast cancer with 1–3 positive nodes after breast-conserving surgery and axillary lymph-node dissection. *Mol Clin Oncol.* 2020; 13(1): 48-53.-DOI: 10.3892/mco.2020.2046.
 12. Viani G.A., Godoi da Silva L.B., Viana B.S. Patients with N1 breast cancer: Who could benefit from supraclavicular fossa radiotherapy? *Breast.* 2014.-DOI: 10.1016/j.breast.2014.08.001.
 13. Hirata K., Yoshimura M., Inoue M., et al. Regional recurrence in breast cancer patients with one to three positive axillary lymph nodes treated with breast-conserving surgery and whole breast irradiation. *J Radiat Res.* 2017; 58(1): 79-85.-DOI: 10.1093/jrr/rrw071.
 14. Клинические рекомендации Минздрава РФ «Пак молочной железы».-URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/379_4. [Clinical guidelines of the Ministry of Health of the Russian Federation “Breast cancer”.-URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/379_4 (In Rus)]
 15. NCCN Guidelines Breast Cancer Version 6.2024.-URL: <https://www.nccn.org/guidelines/guidelines-detail?category=1&id=1419>.
 16. Offersen B.V., Boersma L.J., Kirkove C., et al. ESTRO consensus guideline on target volume delineation for elective radiation therapy of early-stage breast cancer. *Radiother Oncol.* 2015; 114(1): 3-10.-DOI: 10.1016/j.radonc.2014.11.030.
 17. Reddy S.G., Kiel K.D. Supraclavicular nodal failure in patients with one to three positive axillary lymph nodes treated with breast conserving surgery and breast irradiation, without supraclavicular node radiation. *Breast J.* 2007; 13(1): 12-18.-DOI: 10.1111/j.1524-4741.2006.00357.x.
 18. Jagsi R., Barlow W.E., Woodward W.A., et al. Radiotherapy Use and incidence of locoregional recurrence in patients with favorable-risk, node-positive breast cancer enrolled in the SWOG S1007 Trial. *JAMA Oncol.* 2023; 9(8): 1083-1089.-DOI: 10.1001/jamaoncol.2023.1984.
 19. Novikov S., Krzhivitskii P., Kanaev S., et al. SPECT-CT localization of axillary sentinel lymph nodes for radiotherapy of early breast cancer. *Rep Pract Oncol Radiother.* 2019; 24(6): 688-694.-DOI: 10.1016/j.rpor.2019.10.003.
 20. Schlembach P.J., Buchholz T.A., Ross M.I. Relationship of sentinel and axillary level I-II lymph nodes to tangential fields used in breast irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2001; 51: 671–678.-DOI: 10.1016/s0360-3016(01)01684-4.
 21. Belkacemi Y., Bigorie V., Pan Q. Breast radiotherapy (RT) using tangential fields (TgF): a prospective evaluation of the dose distribution in the sentinel lymph node (SLN) area as determined intraoperatively by clip placement. *Ann Surg Oncol.* 2014; 21: 3758-3765.-DOI: 10.1245/s10434-014-3966-1.
 22. Wadasaki K., Nishibuchi I. Relationship between sentinel lymph nodes and postoperative tangential fields in early breast cancer, evaluated using SPECT/CT. *J Radiat Res.* 2015; 56: 835-840.-DOI: 10.1093/jrr/rrv035.
- Поступила в редакцию / Received / 27.11.2024
 Прошла рецензирование / Reviewed / 18.12.2024
 Принята к печати / Accepted for publication / 19.12.2024

Сведения об авторах / Author information / ORCID

Жанна Викторовна Брянцева / Zhanna V. Bryantseva / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9189-6417>.
 Ирина Александровна Акулова / Irina A. Akulova / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0018-7197>.
 Сергей Николаевич Новиков / Sergey N. Novikov / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7185-1967>.
 Петр Владимирович Криворотко / Petr V. Krivorotko / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4898-9159>.
 Тенгиз Тенгизович Табагуа / Tengiz T. Tabagua / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1471-9473>.
 Александр Сергеевич Емельянов / Alexander S. Emelyanov / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0528-9937>.
 Арина Олеговна Горина / Arina O. Gorina / ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-9921-9642>.
 Татьяна Сергеевна Яганова / Tatyana S. Yaganova / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3711-8881>.
 Дарья Глебовна Ульрих / Daria G. Ulrikh / ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1346-933X>.

