

К.И. Медведев, А.А. Завьялов, А.А. Куртин

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Медведев Кирилл Игоревич: kirillme11@yandex.ru

Резюме

Рак молочной железы (РМЖ) является самым распространенным видом злокачественных новообразований у женщин. По данным за 2023 год, в Российской Федерации выявлено более 70 тыс. случаев РМЖ. Хирургическое лечение является распространенным и стандартным методом лечения большинства случаев РМЖ на ранних стадиях. В последние годы проблеме реабилитации в отношении данной патологии уделяется большое внимание. В том числе получают развитие и методы физиотерапии. Одним из ключевых компонентов реабилитации после хирургического лечения РМЖ является лазерная терапия. Низкоинтенсивная лазерная терапия (НИЛТ) оказывает положительное влияние на устранение болевого синдрома, стимуляцию биохимических процессов в клетках и ускорение заживления. С тех пор, как НИЛТ начала применяться совместно с программами комплексной реабилитации, она показывает обнадеживающие результаты и повышает удовлетворенность пациентов проводимым лечением. Применение комплекса физиотерапевтических методик помогает достичь значительного улучшения результатов лечения. В настоящее время назрела необходимость в разработке алгоритма принятия врачебных решений для проведения программ комплексной реабилитации пациентов после хирургического лечения РМЖ, включающих НИЛТ.

Ключевые слова: рак молочной железы, медицинская реабилитация, физиотерапия, лазерная терапия, низкоинтенсивное лазерное излучение

Для цитирования: Медведев К.И., Завьялов А.А., Куртин А.А. Применение низкоинтенсивной лазерной терапии в реабилитации пациентов после хирургического лечения рака молочной железы (обзор литературы) // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №4. С. 59–64. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-59-64

K.I. Medvedev, A.A. Zavialov, A.A. Kurtin

The Use of Low-Intensity Laser Therapy in the Rehabilitation of Patients After Surgical Treatment of Breast Cancer (Literature Review)

International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

Contact person: Medvedev Kirill Igorevicha: kirillme11@yandex.ru

Abstract

Breast cancer (BC) is the most common type of malignant neoplasms in women. According to the data for 2023, more than 70 thousand cases of BC were detected in the Russian Federation. Surgical treatment is a common and standard method of treatment for most cases of BC in the early stages. In recent years, the problem of rehabilitation in relation to this pathology has received a lot of attention. In particular, methods of physiotherapy are also developing. One of the key components of rehabilitation after surgical treatment of BC is laser therapy. Low-intensity laser therapy (LLT) has a positive effect on reducing pain, stimulating biochemical processes in cells, and accelerating healing. Since its introduction in conjunction with comprehensive rehabilitation programs, LLT has shown promising results and increased patient satisfaction with the treatment. The combination of various physiotherapy techniques has led to significant improvements in treatment outcomes. Currently, there is a need to develop an algorithm for making medical decisions for comprehensive rehabilitation programs for patients after surgical treatment of breast cancer, including LLT.

Keywords: breast cancer, medical rehabilitation, physiotherapy, laser therapy, low-intensity laser radiation

For citation: Medvedev KI, Zavialov AA, Kurtin AA. The Use of Low-Intensity Laser Therapy in the Rehabilitation of Patients After Surgical Treatment of Breast Cancer (Literature Review). A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.4:59-64. (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-4-59-64

Введение

Рак молочной железы (РМЖ) является самым распространенным видом злокачественных новообразований у женщин. По данным за 2023 год, в Российской Федерации выявлено более 70 тыс. случаев РМЖ [1].

Эффективность диагностики данной патологии стремительно растет. Ввиду этого увеличивается количество пациентов, которые получают лечение на ранних стадиях. В большинстве случаев, на ранних стадиях РМЖ показано хирургическое лечение. Вопрос применения различных видов методов реабилитации становится актуальным для всё большего количества больных.

Значительная часть пациентов сталкивается с широким спектром симптомов и побочных эффектов, которые требуют коррекции. Как само заболевание, так и его лечение являются важными факторами в отношении последующего качества жизни пациента. Ввиду этого необходимо уделять значительное внимание физическому, психологическому и когнитивному функционированию, которые, в свою очередь, непосредственно влияют на повседневную деятельность пациента. Реабилитация помогает пациентам поддерживать максимально доступное физическое, социальное, психологическое и профессиональное функционирование [2].

В последние годы проблеме реабилитации онкологических пациентов уделяется большое внимание. В том числе получают развитие и методы физиотерапии, которые долгое время считались относительным противопоказанием для использования в онкологической практике. Научным обоснованием к их применению послужили результаты многочисленных рандомизированных клинических исследований (РКИ), доказавших эффективность и безопасность ряда физических факторов у онкологических пациентов III клинической группы наблюдения. Главными условиями для включения физиотерапевтических методов в программы реабилитации являются ряд параметров. К ним относится радикальность проведенного противоопухолевого лечения, отсутствие рецидива и метастазов опухоли, что должно быть подтверждено всеми необходимыми методами обследования. Клиническая эффективность применяемых методов физиотерапии регулярно оценивается и подтверждается новыми РКИ, что гарантирует высокий уровень качества реабилитационной помощи и её соответствие современным медицинским стандартам [3].

Реабилитация пациентов онкологического профиля, в особенности при раке молочной железы, является быстро растущей областью, включающей как пререабилитацию перед хирургическим вмешательством, реабилитацию во время основного лечения, так и послеоперационные мероприятия. В индивидуально подобранные программы реабилитации пациентов с злокачественным заболеванием молочной железы входят различные методы физиотерапии, кинезиотерапии, психотерапии, программы питания. Одним из ключевых компонентов реабилитации является лазерная терапия (ЛТ) [4].

ЛТ имеет достаточно обширный профиль применения, направленный и на лечение воспалительных процессов, и на ускорение регенерации и микроциркуляции тканей, и, конечно же, на снятие болевого синдрома.

Материалы и методы

Поиск источников информации проводился в PubMed, Google Scholar. Горизонт исследования данной литературы составлял 10 лет. В поисковых запросах применялись термины: «breast cancer», «medical rehabilitation», «physiotherapy», «laser therapy», также другие словарные и тематические формы. При систематизации материала предпочтение отдавалось научным трудам, опубликованным в период 2015-2025 гг.

Принципы действия лазеров и основные типы лазерных систем

Лазер представляет собой источник когерентного электромагнитного излучения с узким спектральным диапазоном и высокой интенсивностью. Принцип работы лазера основан на стимулированном излучении, при котором возбужденные атомы или молекулы, возвращаясь в основное состояние, испускают кванты света одинаковой фазы и частоты.

В медицинской практике используются различные типы лазеров, отличающиеся по длине волны, мощности и режиму излучения. Выбор конкретного типа лазера определяется характером задачи, типом тканей и требуемой глубиной воздействия [5].

В терапевтическом действии воздействие лазера можно условно разделить на три основных этапа:

- 1) первичные эффекты (изменение состояния электронных уровней и стереохимическая перестройка молекул, локальные термодинамические сдвиги, возникновение повышенной концентрации Ca^{2+} в цитозоле);
- 2) вторичные эффекты (распространение волн повышенной концентрации Ca^{2+} в клетке и между клетками, стимуляция биопроцессов на клеточном уровне, изменение функционального состояния отдельных клеток и организма в целом);
- 3) эффекты последствия (образование продуктов тканевого обмена, отклик систем иммунного, нейрогуморального и эндокринного регулирования и т. д.) [6].

Современные исследования в области лазерной терапии убедительно демонстрируют высокий уровень безопасности применяемых технологий. Многочисленные научные работы подтверждают, что энергетические характеристики лазеров, используемых в реабилитационной практике, находятся в пределах нормы естественного солнечного излучения, регистрируемого на поверхности нашей планеты. Спектральный диапазон длины волн соответствует солнечному, степень поляризации естественного света составляет до 85 %, как и у применяемых в медицинской практике лазеров. Наглядность проникновения лазерного света схематично изображена на рисунке (рис. 1.). Лазерная терапия по своей сути есть не что иное, как технически более совершенная «искусственная» гелио-, свето- или

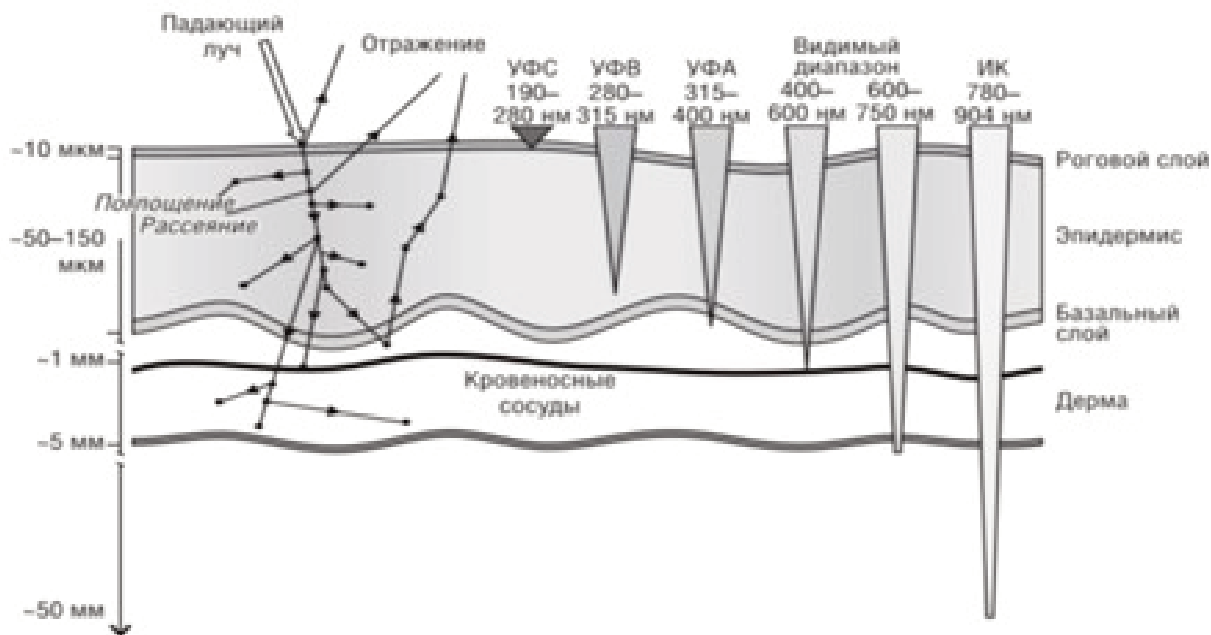


Рис. 1. Условная глубина проникновения через кожу лазерного света различных спектральных диапазонов [8]
 Fig. 1. Estimated penetration depth of laser light through skin in different spectral ranges [8]

фототерапия. Основное свойство лазерного света – монохроматичность – предельно узкая спектральная область. Клиническая значимость проведенных исследований заключается в том, что они помогают понять не только безопасность метода ЛТ, но и его терапевтическую эффективность, механизмы воздействия на различные системы организма, а также потенциальные возможности применения в комплексной реабилитации пациентов [7].

Применение низкоинтенсивной лазерной терапии в реабилитации пациентов после хирургического лечения рака молочной железы

Подходы к лечению РМЖ в настоящий момент объединяют в себе локальное и системное воздействие. К первому из них относят хирургическое лечение и лучевую терапию, второй включает в себя лекарственное воздействие. Одним из основных видов хирургического лечения РМЖ является радикальная мастэктомия РМЖ по Маддену, которая подразумевает под собой удаление молочной железы и подмышечной клетчатки с лимфатическими узлами первого и второго уровня. Однако, несмотря на совмещение в данном виде хирургического лечения радикального подхода с оптимальной функциональностью, его применение может привести к развитию функциональных нарушений верхней конечности, что несёт за собой препятствие к профессиональной деятельности, самообслуживанию и в конечном итоге снижению качества жизни пациентов [9].

Современным перспективным лечебным фактором, способным уменьшить частоту и выраженность осложнений после РМЭ является ЛТ. Большинство экспертов рекомендует использование низкоинтенсивной лазеротерапии (НИЛТ) пациенткам после РМЭ. НИЛТ – это консервативный метод лечения,

основанный на использовании неионизирующего света. Фотоны определённой длины волны проникают в ткани кожи, воздействуя на целевую область с помощью низкоинтенсивного лазерного излучения или фотобиомодуляционной терапии. Метод используется с целью улучшения лимфотока, уменьшения гиперемии, восстановления лимфатических сосудов и предотвращения уплотнения тканей [10].

Во время терапии происходят изменения в фибробластах, остеобластах, лимфоцитах и гладкомышечных клетках. Эти эффекты являются результатом мгновенных реакций, связанных с поглощением света определённой длины волны. Цитохром-оксидаза и флавиндегидрогеназы в дыхательной цепи митохондрий поглощают лучи, вызывая изменения в окислительно-восстановительной реакции (ОВР) в цитоплазме и митохондриях, что приводит к повышению уровня аденозинтрифосфата (АТФ). После синтеза АТФ, происходит увеличение метаболизма в клетках, подвергшихся лазерному облучению. Этот процесс запускает последующее восстановление клеток. Условная последовательность биологических эффектов после воздействия ЛТ схематично изображена на рисунке (рис. 2.). Кроме того, внутриклеточная передача сигналов и активация цитокинов обеспечивают различные реакции, связанные с развитием новых лимфатических сосудов, высвобождением факторов роста и усилением метаболизма. Исследования показывают, что применение НИЛТ помогает укрепить иммунную систему, способствуя оттоку избыточной жидкости, богатой белком, и увеличивая образование макрофагов [11]. Помимо этого, лазеротерапия рассматривается как адаптогенный фактор, способствующий стабилизации вегетативных показателей и коррекции психоэмоционального состояния [12].



Рис. 2. Последовательность развития биологических эффектов после воздействия ЛТ (механизм биологического и терапевтического действия ЛТ) [8]

Fig. 2. Sequence of development of biological effects following LT (mechanism of biological and therapeutic action of LT) [8]

В исследовании Mogahed H. G. и др. 30 пациентов с лимфедемой 2-й и 3-й степени были разделены на: группу 1 (n = 15) с воздействием НИЛТ и комплексных физиотерапевтических упражнений и группу 2 (n = 15) которым проводились только комплексные упражнения и плацебо-лазер. Сеансы проводились 3 раза в неделю в течении 3 месяцев. Длина волны составляла 905 нм. Средняя мощность 24 МВт. В качестве терапевтической дозы было выбрано 2 Дж=см². В качестве оценки результата использовались измерения окружности и объема конечности до и после лечения. В результате было выявлено значительное уменьшение объема конечности: в первой группе объем снизился с 357.3 ± 74 мл. при первом измерении, до 248.7 ± 49.4 мл после лечения, в группе контроля объем составил 357.2 ± 74.3 мл при первом измерении и 357.1 ± 79.8 при измерении после лечения. Также было отмечено уменьшение баллов по ВАШ с 9 до 2 в исследуемой группе, и с 9 до 8 в группе контроля. Таким образом, авторы пришли к выводу, что сочетание НИЛТ со стандартными программами реабилитации оказывает значительное влияние на уменьшение лимфедемы и боли на стороне поражения [13].

В исследовании Kilmartin L и др. 22 пациента с лимфедемой 2-й и 3-й степени были разделены на: группу 1 (n = 11): НИЛТ и комплексных физиотерапевтических упражнений и группу 2 (n = 11): которым проводились только комплексные упражнения и плацебо-лазер. Лечение проводилось 2 раза в неделю перед сеансами физиотерапии в количестве 8-16 сеансов. В качестве терапевтической дозы было выбрано 1.5 Дж=см². Показатели оценивались перед лечением, через 3, 6 и 12 месяцев после. В результате, через 12 месяцев у пациентов группы исследования было значительно меньше жалоб на симптомы лимфедемы 83,3 % против 55,6 %, уменьшились жалобы на симптомы нарушения подвижности конечности 44,4 против 33,3 %. Так же в группе получавшей НИЛТ было выявлено статистически значимое улучшение симптомов депрессии с 73 % до 11 % и самовосприятия с 36 до 0%. В группе, получавшей плацебо, не наблюдалось соответствующего значительного снижения общего количества симптомов. Результаты исследования не показали статистически значимых изменений объема конечностей ни в одной из групп, хотя в группе лазерной терапии

действительно наблюдается уменьшение объема конечностей > 5% со 100 до 63%. Незначительность изменений в объеме конечности в этом исследовании может быть связана с малой мощностью выборки $n = 21$.

Авторы пришли к выводу, что включение НИЛТ в состав комплексной физиотерапии способствует значительному улучшению восприятия симптомов лимфедемы у пациентов. Это достигается за счёт снижения выраженности симптомов и улучшения подвижности поражённой конечности. Кроме того, НИЛТ положительно влияет на эмоциональное состояние пациентов, снижая психоэмоциональное напряжение, связанное с проявлениями заболевания [14].

В другом исследовании Storz M.A. и др. 40 пациентов с лимфедемой были разделены на: группу 1 ($n = 20$): НИЛТ и комплексных физиотерапевтических упражнений и группу 2 ($n = 20$): которым проводились только комплексные упражнения и плацебо-лазер. Лечение проводилось в количестве 8 сеансов. Длина волны составляла 980 нм. Средняя мощность 40 МВт. В качестве терапевтической дозы было выбрано 4,89 Дж=см². Показатели оценивались перед лечением, а также через 4,8 и 12 месяцев. Авторы отметили, что после лечения наблюдалось снижение медианы показателей боли на 50% и повышение качества жизни. Средняя сила поражённой конечности была стабильно выше после восьми сеансов НИЛТ по сравнению с исходными данными; однако статистически значимых межгрупповых различий ($P \geq 0,05$) с течением времени обнаружено не было [15].

В исследовании Ridner S.H. и др. 46 пациентов с лимфедемой 1-й и 2-й степени были разделены на: группу 1 ($n = 15$) с воздействием НИЛТ, группу 2 ($n = 16$) которым проводился только лимфодренажный массаж (ЛДМ) и группу 3 ($n = 15$) с воздействием НИЛТ и ЛДМ. После проведения сеанса, всем пациентам выполнялось компрессионное бинтование конечности. Лечение включало ЛДМ в течение 40 минут, НИЛТ в течение 20 минут, либо 20-минутный ЛДМ с последующим 20-минутной НИЛТ. Компрессионная повязка накладывалась после каждой процедуры. Длина волны составляла 904 нм. В результате во всех группах наблюдалось значительное уменьшение объема конечности и улучшение выраженности симптомов, а в группах получавших НИЛТ было выявлено улучшение со-

стояния кожных покровов. Однако, не было выявлено статистически значимых различий между группами. Отмечено и отсутствие различий в психологических и физических симптомах, а также в качестве жизни. При этом, отсутствие статистически значимой разницы между тремя группами позволяет предположить, что 20 - минутная доза НИЛТ, за которой немедленно следует компрессионное бинтование, потенциально столь же эффективна в уменьшении объема руки, как 40 - минутные сеансы ЛДМ или комбинированные ЛДМ и НИЛТ с последующим компрессионным бинтованием. Этот предварительный вывод заслуживает внимания, поскольку более короткая продолжительность каждого сеанса НИЛТ менее обременительна для пациентов и отнимает меньше времени у врача-реабилитолога [16].

Заключение

В последние два десятилетия НИЛТ привлекает внимание множества исследователей. С тех пор, как НИЛТ начала применяться совместно с программами комплексной реабилитации, она показывает обнадеживающие результаты и повышает удовлетворенность пациентов проводимым лечением. Применение комплекса физиотерапевтических методик, таких как лечебная физкультура, комплексная деконгестивная терапия (КДТ) и использование компрессионного бинтования в сочетании с НИЛТ помогает достичь значительного улучшения результатов лечения.

Несмотря на то, что в консенсусе международной ассоциации лазерной терапии (WALT) от 2006 года представлены четкие критерии для использования длины волны, соответствующей дозы и продолжительности лазерной терапии, в настоящее время наши представления о применении НИЛТ расширяются [17]. Используются новые виды лазеров с различной мощностью и длинной волны. Разрабатываются новые комбинации сочетания физиотерапевтических агентов. Из-за различий в процессах лечения, методологиях и вариативности факторов затрудняется сбор полноценной информации об использовании НИЛТ. В конечном итоге это приводит к противоречивым результатам. Назрела необходимость в разработке алгоритма принятия врачебных решений для проведения программ комплексной реабилитации пациентов после хирургического лечения РМЖ, включающих НИЛТ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Старинский В.В. Злокачественные новообразования в России в 2023 году (заболеваемость и смертность) / Под ред. А.Д.Каприна и др. М.: МНИОИ им. П.А.Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2024. 276 с. ISBN 978-5-85502-298-8.
2. Щербак С.Г., Воложжанин Д.А., Камилова Т.А., Голота А.С., Макаренко С.В., Усикова Е.В. Реабилитация онкологических пациентов // Университетский терапевтический вестник. 2024. Т.6. №3. С. 19-35. Doi: [10.56871/Uty.2024.49.73.002](https://doi.org/10.56871/Uty.2024.49.73.002).
3. Кончугова Т.В. Научное обоснование к применению методов санаторно-курортного лечения у пациентов онкологического профиля // Арбатские чтения: Сборник научных трудов. Материалы и тезисы докладов III конгресса мэров городов-курортов и главных внештатных специалистов. Москва, 14–15 октября 2021 г. Т.6. М.: Знание, 2021. С. 148-149. Doi: [10.38006/00187-095-1.2021.148.149](https://doi.org/10.38006/00187-095-1.2021.148.149). EDN RHEXVI.
4. Горчак Ю.Ю., Генс Г.П., Праздников Э.Н., Стаханов М.Л., Решетов Д.Н., Хланта Д.А., Князьков В.Б., Овчаров С.Э. Возможности низкоинтенсивного лазерного излучения в реабилитационно-восстановительном лечении онкологических больных // Лазерная медицина. 2021. Т.25. №3. С. 47-58. Doi: [10.37895/2071-8004-2021-25-3-47-58](https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-47-58).
5. Гочаманов А.А. Использование лазеров в медицине // Наука и мировоззрение. 2025. Т.1. №47. С.145-151. Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-lazerov-v-medicine>.
6. Лазерная терапия на стационарном и амбулаторном этапах реабилитации онкологических больных: Учебно-методическое пособие / ФНКЦ специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России. Тверь: Триада, 2020. 24 с. ISBN 978-5-94789-940-5. EDN NJXOCL.

7. Исоева Б.И. Лазерное излучение как лечебный фактор (обзор литературы) // Биология и интегративная медицина. 2022. №6. С. 141-161. Электронный ресурс: <https://cyberleninka.ru/article/n/lazernoe-izluchenie-kak-lechebnyy-faktor-obzor-literatury>
8. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Т.1. М.-Тверь: Триада, 2016. 896 с.
9. Медведев К.И., Завьялов А.А. Функциональные нарушения после мастэктомии. Методы их коррекции // Клинический вестник ФМБЦ им А.И.Бурназяна. 2025. №2. С. 59-64. Doi 10.33266/2782-6430-2025-2-59-64. EDN JCCYYH.
10. Ebid A.A., El-Sodany A.M. Long-Term Effect of Pulsed High-Intensity Laser Therapy in the Treat-Ment of Post-Mastectomy Pain Syndrome: a Double Blind, Placebo-Control, Randomized Study // Lasers Med Sci. 2015. V.30. No.6. P. 1747-1755.
11. Borman P. Lymphedema Diagnosis, Treatment, and Follow-Up from the View Point of Physical Medicine and Rehabilitation Specialists // Turk J Phys Med Rehabil. 2018 sep.3. V.64. No.3. P. 179-197. Doi: 10.5606/tftrd.2018.3539. PMID: 31453511. PMCID: PMC6657795.
12. Mahmood D., Ahmad A., Sharif F., et al. Clinical Application of Low-Level Laser Therapy (Photo-Biomodulation Therapy) in the Management of Breast Cancer-Related Lymphedema: a Systematic Review // BMC Cancer . 2022. No.22. P. 937. Doi: 10.1186/s12885-022-10021-8.
13. Кучерова Т.Я., Вусик М.В., Черемисина О.В. Физические факторы и их роль в онкологии // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2019. №3. С. 12-17.
14. Mogahed H.G.H., Badawy M.M., Aziz N.M.A. Low-Level Laser Diode on Post Modified Radical mastectomy Lymphedema: a Randomized Controlled Trial // Journal of Advanced Pharmacy Education & Research. Oct-Dec. 2020. V.10. No.4. P. 105-109.
15. Kilmartin L., Denham T., Fu M.R., Yu G., Kuo T.T., Axelrod D., Guth A.A. Complementary Low-Level Laser Therapy for Breast Cancer-Related Lymphedema: a Pilot, Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study // Lasers Med Sci. 2020 Feb. V.35. No.1. P. :95-105. Doi: 10.1007/s10103-019-02798-1. Epub 2019 May 11. PMID: 31079232.
16. Storz M.A., Gronwald B., Gottschling S., Schöpe J., Mavrova R., Baum S. Photobiomodulation Therapy in Breast Cancer-Related Lymphedema: a Randomized Placebo-Controlled Trial // Photodermatol Photoimmunol Photomed. 2017 Jan. V.33. No.1. P. 32-40. Doi: 10.1111/phpp.12284. PMID: 27943450.
17. Ridner S.H., Poage-Hooper E., Kanar C., Doersam J.K., Bond S.M., Dietrich M.S. A Pilot Randomized Trial Evaluating Low-Level Laser Therapy as an Alternative Treatment to Manual Lymphatic Drainage for Breast Cancer-Related Lymphedema. Oncol Nurs Forum. 2013 Jul. V.40. No.4. P. 383-93. Doi: 10.1188/13.ONF.383-393. PMID: 23803270; PMCID: PMC3887507
18. World Association of Laser Therapy (WALT). Consensus Agreement on the Design and Conduct of Clinical Studies with Low-Level Laser Therapy and Light Therapy for Musculoskeletal Pain and Disorders // Photomed Laser Surg. 2006 Dec. V.24. No.6. P. 761-2. Doi: 10.1089/pho.2006.24.761. PMID: 17199479.

REFERENCES

1. Starinskiy V.V. *Zlokachestvennyye Novoobrazovaniya v Rossii v 2023 Godu (Zabolevayemost' i Smertnost')* = Malignant Neoplasms in Russia in 2023 (Incidence and Mortality). Ed. A.D.Kaprin, et al. Moscow, MNIIO im. P.A.Gertsena – Filial NMITS Radiologii Publ., 2024. 276 p. (In Russ.). ISBN 978-5-85502-298-8.
2. Shcherbak S.G., Vologzhanin D.A., Kamilova T.A., Golota A.S., Makarenko S.V., Usikova Ye.V. Rehabilitation of Cancer Patients. *Universitetskiy Terapevticheskiy Vestnik* = University Therapeutic Journal. 2024;6;3:19-35 (In Russ.). Doi: 10.56871/Ujt.2024.49.73.002.
3. Konchugova T.V. Scientific Substantiation for the Use of Spa Treatment Methods in Oncology Patients. *Arbatskiye Chteniya* = Arbat Readings. Proceedings of Scientific Papers. Materials and Abstracts of Reports of the III Congress of Mayors of Resort Cities and Chief Freelance Specialists. Moscow, October 14-15, 2021. Vol. 6. Moscow, Znaniye Publ., 2021. P. 148-149 (In Russ.). Doi: 10.38006/00187-095-1.2021.148.149. EDN RHEXBI.
4. Gorchak Yu.Yu., Gens G.P., Prazdnikov E.N., Stakhanov M.L., Reshetov D.N., Khlanta D.A., Knyaz'kov V.B., Ovcharov S.E. Possibilities of Low-Intensity Laser Radiation in the Rehabilitation and Restorative Treatment of Cancer Patients. *Lazernaya Meditsina* = Laser Medicine. 2021;25;3:47-58 (In Russ.). Doi: 10.37895/2071-8004-2021-25-3-47-58.
5. Gochamanov A.A. Use of Lasers in Medicine. *Nauka i Mirovozzreniye* = Science and Worldview. 2025;1;47:145-151 (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-lazerov-v-meditsine>.
6. *Lazernaya Terapiya na Statsionarnom i Ambulatornom Etapakh Reabilitatsii Onkologicheskikh Bol'nykh* = Laser Therapy at the Inpatient and Outpatient Stages of Rehabilitation of Cancer Patients. A Tutorial. Tver, Triada Publ., 2020. 24 p. (In Russ.). ISBN 978-5-94789-940-5. EDN NJXOCL.
7. Isoyeva B.I. Laser Radiation as a Therapeutic Factor (Literature Review). *Biologiya i Integrativnaya Meditsina* = Biology and Integrative Medicine. 2022;6:141-161 (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lazernoe-izluchenie-kak-lechebnyy-faktor-obzor-literatury>.
8. Moskvin S.V. *Osnovy Lazernoy Terapii* = Fundamentals of Laser Therapy. Vol. 1. Moscow-Tver, Triada Publ., 2016. 896 p. (In Russ.).
9. Medvedev K.I., Zav'yalov A.A. Functional Disorders after Mastectomy. Methods of their Correction. *Klinicheskiy Vestnik FMBTS im. A.I.Burnazyana* = A.I.Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025;2:59-64 (In Russ.). Doi: 10.33266/2782-6430-2025-2-59-64. EDN JCCYYH.
10. Ebid A.A., El-Sodany A.M. Long-Term Effect of Pulsed High-Intensity Laser Therapy in the Treat-Ment of Post-Mastectomy Pain Syndrome: a Double Blind, Placebo-Control, Randomized Study. *Lasers Med Sci.* 2015;30;6:1747-1755.
11. Borman P. Lymphedema Diagnosis, Treatment, and Follow-Up from the View Point of Physical Medicine and Rehabilitation Specialists. *Turk J Phys Med Rehabil.* 2018 sep.3;64;3:179-197. Doi:10.5606/tftrd.2018.3539. PMID: 31453511. PMCID: PMC6657795.
12. Mahmood D., Ahmad A., Sharif F., et al. Clinical Application of Low-Level Laser Therapy (Photo-Biomodulation Therapy) in the Management of Breast Cancer-Related Lymphedema: a Systematic Review. *BMC Cancer .* 2022;22:937. Doi: 10.1186/s12885-022-10021-8.
13. Kucherova T.YA., Vusik M.V., Cheremisina O.V. Physical Factors and their Role in Oncology. *Fizicheskaya i Reabilitatsionnaya Meditsina, Meditsinskaya Reabilitatsiya* = Physical and Rehabilitation Medicine, Medical Rehabilitation. 2019;3:12-17 (In Russ.).
14. Mogahed H.G.H., Badawy M.M., Aziz N.M.A. Low-Level Laser Diode on Post Modified Radical Mastectomy Lymphedema: a Randomized Controlled Trial. *Journal of Advanced Pharmacy Education & Research.* Oct-Dec. 2020;10;4:105-109.
15. Kilmartin L., Denham T., Fu M.R., Yu G., Kuo T.T., Axelrod D., Guth A.A. Complementary Low-Level Laser Therapy for Breast Cancer-Related Lymphedema: a Pilot, Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study. *Lasers Med Sci.* 2020 Feb;35;1:95-105. Doi: 10.1007/s10103-019-02798-1. Epub 2019 May 11. PMID: 31079232.
16. Storz M.A., Gronwald B., Gottschling S., Schöpe J., Mavrova R., Baum S. Photobiomodulation Therapy in Breast Cancer-Related Lymphedema: a Randomized Placebo-Controlled Trial. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 2017 Jan;33;1:32-40. Doi: 10.1111/phpp.12284. PMID: 27943450.
17. Ridner S.H., Poage-Hooper E., Kanar C., Doersam J.K., Bond S.M., Dietrich M.S. A Pilot Randomized Trial Evaluating Low-Level Laser Therapy as an Alternative Treatment to Manual Lymphatic Drainage for Breast Cancer-Related Lymphedema. *Oncol Nurs Forum.* 2013 Jul;40;4:383-93. Doi: 10.1188/13.ONF.383-393. PMID: 23803270; PMCID: PMC3887507
18. World Association of Laser Therapy (WALT). Consensus Agreement on the Design and Conduct of Clinical Studies with Low-Level Laser Therapy and Light Therapy for Musculoskeletal Pain and Disorders. *Photomed Laser Surg.* 2006 Dec;24;6:761-2. Doi: 10.1089/pho.2006.24.761. PMID: 17199479.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 12.09.2025. **Принята к публикации:** 16.10.2025.

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

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 14.09.2025. **Accepted for publication:** 16.10.2025