

Усовершенствованная аппаратная пневмокомпрессия с имитацией мануального лимфодренажа в реабилитации пациентов с лимфедемой, связанной с раком груди: обзор

 Апханова Т.В.* ,  Кончугова Т.В.,  Мусаева О.М.,  Морунова В.А.,  Васильева В.А.,
 Щербакова О.А.,  Агасаров Л.Г.,  Назарова К.М.,  Марченкова Л.А.

Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

ВВЕДЕНИЕ. Совершенствование онкологических стратегий лечения привело к повышению показателей выживаемости пациентов с раком молочной железы, чем обусловлен рост числа пациентов с лимфедемой, связанной с радикальным лечением рака груди (ЛСРГ). Актуальным является поиск эффективных дополнительных вмешательств, таких как модифицированные программы переменной пневматической компрессии (ППК), которые могут быть включены в самостоятельные программы лечения пациентов с ЛСРГ, в том числе для применения в домашних условиях.

ЦЕЛЬ. Изучение эффективности различных современных технологий ППК при ЛСРГ на основе анализа систематических обзоров и метаанализов рандомизированных контролируемых исследований (РКИ).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Поиск проводился в базах данных eLIBRARY.RU, Scopus, PubMed, Web of Science, PEDro по ключевым словам на русском и английском языках: лимфедема, верхние конечности, рак груди, переменная пневмокомпрессия с 1998 по 2024 г. Всего на март 2024 г. было отобрано 53 источника, из которых 17 составили систематические обзоры, 1 — Кокрановский обзор, 4 — практические руководства, а также 31 РКИ (58,49 %).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Проанализированные систематические обзоры не смогли продемонстрировать убедительность дополнительной ценности метода мануального лимфодренажа (МЛД) в составе комплексной противоотечной терапии (КПТ). Поэтому нами были проанализированы результаты РКИ по применению стандартных и модифицированных программ ППК, которые могут включаться в самостоятельные программы лечения пациентов, в том числе для применения в домашних условиях. Эффективность ППК подтверждается результатами большого количества публикаций, оценивающих эффективность ППК при ЛСРГ. Проведенные исследования включали в себя следующие вмешательства: комбинацию КПТ и ППК или только ППК, при этом давление, используемое при ППК, составляло от 40 до 60 мм рт. ст., а продолжительность процедуры ППК варьировалась от 30 минут до 2 часов. Результаты показали, что дополнительное использование ППК к КПТ может облегчить лимфедему, но существенной разницы между обычным лечением лимфедемы с использованием пневматического насоса и без него не было. Установлено, что во время интенсивной фазы (фаза I) лечения КПТ в сочетании с ППК обеспечила значительно большее среднее уменьшение объема, чем только КПТ (43,1 % против 37,5 %; $p = 0,036$). В единичных проведенных исследованиях было установлено, что применение методики усовершенствованной аппаратной пневмокомпрессии (УАПК) с имитацией МЛД превосходит стандартную методику ППК и более адаптировано к длительному домашнему применению у пациентов с ЛСРГ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, анализ опубликованных источников показал, что КПТ в сочетании с ППК более эффективно уменьшает избыточный объем и избыточную окружность верхней конечности с лимфедемой в течение относительно короткого периода наблюдения (до 8 недель после окончания физиотерапии). Кроме того, сочетанное применение КПТ + ППК может улучшить подвижность плеча в четырех функциональных положениях: отведение, разгибание, сгибание и наружная ротация, что может служить основанием для периодического непрерывного поддерживающего лимфодренажного лечения для сохранения противоотечного эффекта. Также было показано, что применение методики УАПК с имитацией МЛД превосходит ППК и более адаптировано к длительному домашнему применению у пациентов с ЛСРГ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лимфедема руки, рак молочной железы, реабилитация, мануальный лимфодренаж, переменная пневмокомпрессия

Для цитирования / For citation: Апханова Т.В., Кончугова Т.В., Мусаева О.М., Морунова В.А., Васильева В.А., Щербакова О.А., Агасаров Л.Г., Назарова К.М., Марченкова Л.А. Усовершенствованная аппаратная пневмокомпрессия с имитацией мануального лимфодренажа в реабилитации пациентов с лимфедемой, связанной с раком груди: обзор. Вестник восстановительной медицины. 2025; 24(4):141–155. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-141-155> [Apkhanova T.V., Konchugova T.V., Musaeva O.M., Morunova V.A., Vasilieva V.A., Shcherbakova O.A., Agasarov L.G., Nazarova K.M., Marchenkova L.A. Advanced Pneumatic Compression Device with Simulated Manual Lymphatic Drainage in Rehabilitation of Patients with Breast Cancer Related Lymphedema: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(4):141–155. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-141-155> (In Russ.).]

* Для корреспонденции: Апханова Татьяна Валерьевна, E-mail: apkhanovatv@nmicrk.ru

Статья получена: 21.05.2025
Статья принята к печати: 19.06.2025
Статья опубликована: 16.08.2025

Advanced Pneumatic Compression Device with Simulated Manual Lymphatic Drainage in Rehabilitation of Patients with Breast Cancer Related Lymphedema: a Review

 Tatiana V. Apkhanova*,  Tatiana V. Konchugova,  Olga M. Musaeva,
 Valentina A. Morunova,  Valeriia A. Vasileva,  Olesya A. Shcherbakova,
 Lev G. Agasarov,  Kristina M. Nazarova,  Larisa A. Marchenkova

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Improvements in oncological treatment strategies have led to improved survival rates for breast cancer patients, which is responsible for the increasing number of patients with Breast Cancer Related Lymphedema (BCRL). The search for effective complementary interventions, such as modified Intermittent Pneumatic Compression (IPC) programmes, that can be incorporated into stand-alone treatment programmes for patients with BCRL, including for use at home, is relevant.

AIM. To study the efficacy of different modern intermittent pneumatic compression techniques in BCRL based on the analysis of systematic reviews and meta-analyses of randomized controlled trials (RCTs).

MATERIALS AND METHODS. The search was conducted in the databases eLIBRARY.RU, Scopus, PubMed, Web of Science, and PEDro using the keywords "lymphedema", "upper extremities", "breast cancer", and "variable pneumocompression" from 1998 to 2024. A total of 53 sources were selected for March 2024, of which 17 were systematic reviews, one was a Cochrane review, four were practice guidelines and 31 were RCTs (58.49 %).

RESULTS AND DISCUSSION. The systematic reviews analyzed were unable to demonstrate convincingly the added value of manual lymphatic drainage (MLD) as part of a Complex Decongestive Therapy (CDT). Therefore, we analyzed the results of RCTs on the use of standard and modified IPC programmes that can be included in stand-alone patient treatment programmes, including those for home use. The efficacy of IPC is supported by the results of a large number of publications evaluating the efficacy of IPC in BCRL. The studies included the following interventions: a combination of CDT and IPC or IPC alone, with the pressure used for IPC ranging from 40 to 60 mmHg and the duration of the IPC procedure varying from 30 minutes to 2 hours. The results showed that the adjunctive use of IPC to CDT could alleviate lymphedema, but there was no significant difference between conventional treatment of lymphedema with and without pneumatic pump. It was found that during the intensive phase (phase I) of treatment, CDT combined with IPC provided significantly greater mean volume reduction than CDT alone (43.1 % vs. 37.5 %; $p = 0.036$). In the few studies conducted, the use of the Advanced Pneumatic Compression Device (APCD) technique with simulated MLD was found to be superior to the standard ADPC technique and more adaptable to long-term home use in patients with BCRL.

CONCLUSION. Thus, analysis of published sources showed that CDT combined with IPC is more effective in reducing excess volume and excess circumference of the upper limb with lymphedema during a relatively short follow-up period (up to 8 weeks after the end of physiotherapy). In addition, the combined application of CDT + IPC can improve the shoulder mobility in four functional positions: extension, flexion and external rotation, which can be the basis for periodic continuous supportive lymphatic drainage treatment to maintain the anti-edema effect. It has also been shown that the use of the APCD technique with simulated MLD is superior to IPC and more adapted to long-term home use in patients with BCRL.

KEYWORDS: arm lymphedema, breast cancer, rehabilitation, manual lymphatic drainage, intermittent pneumatic compression

For citation: Apkhanova T.V., Konchugova T.V., Musaeva O.M., Morunova V.A., Vasileva V.A., Shcherbakova O.A., Agasarov L.G., Nazarova K.M., Marchenkova L.A. Advanced Pneumatic Compression Device with Simulated Manual Lymphatic Drainage in Rehabilitation of Patients with Breast Cancer Related Lymphedema: a Review. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2025; 24(4):141–155. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-4-141-155> (In Russ.).

* **For correspondence:** Tatiana V. Apkhanova, E-mail: apkhanovatv@nmicrk.ru

Received: 21.05.2025

Accepted: 19.06.2025

Published: 16.08.2025

ВВЕДЕНИЕ

Во всем мире рак молочной железы (PMЖ) диагностируется у 2,3 млн женщин ежегодно [1]. Совершенствование онкологических стратегий лечения привело к повышению показателей выживаемости пациентов с PMЖ [2].

Следовательно, все больше и больше выживших пациентов сталкиваются с последствиями ятрогенных повреждений, связанных с радикальным лечением PMЖ, причем более чем у 16 % из них развивается лимфедема, связанная с раком груди (ЛСРГ) [3].

В последние десятилетия в Российской Федерации также отмечается рост числа пациентов с PMЖ, перенесших оперативное лечение с диссекцией регионарных лимфатических узлов и лучевой терапией [4]. Развивающиеся в отдаленные послеоперационные периоды тяжелые формы вторичной лимфедемы руки отличаются высокой резистентностью к лечению и требуют длительного применения интенсивных дорогостоящих вмешательств [5, 6]. Также установлено, что ЛСРГ может отрицательно влиять на психологический комфорт, функциональность и качество жизни пациентов.

Комплексная противоотечная терапия (КПТ) в настоящее время остается золотым стандартом консервативного лечения лимфедемы конечностей и поддерживается результатами многочисленных рандомизированных клинических исследований (РКИ), а также входит как терапия первой линии в основные международные и национальные руководства по ведению пациентов с ЛСРГ. В то же время применение компонентов КПТ (мануальный лимфодренаж (МЛД), компрессионное биндование конечности, физические упражнения и уход за кожей) отличается изнурительностью, высокой стоимостью и низкой приверженностью пациентов лечению [7].

КПТ является четырехкомпонентным консервативным вмешательством, состоящим из 1-й фазы (интенсивной), направленной на уменьшение отека, и 2-й фазы (поддерживающей), направленной на сохранение результатов 1-й фазы, то есть на удержание ранее достигнутого уменьшенного отека.

В течение десятилетий ручной лимфодренаж/МЛД широко используется для лечения ЛСРГ, тем не менее эффективность МЛД как составляющей части КПТ вызывает вопросы и остается дискуссионной [8].

В Кокрановском систематическом обзоре 2015 г., включавшем 6 РКИ, была проведена оценка эффективности и безопасности МЛД при лечении ЛСРГ, при этом изучались первичные результаты (объемные изменения и неблагоприятные события), а также вторичные результаты (функция руки, субъективные ощущения, качество жизни и стоимость лечения) [8]. Авторы разделили РКИ на основе схожих дизайнов на три категории:

1) МЛД + стандартная физиотерапия против стандартной физиотерапии (1 РКИ) показали значительные улучшения в обеих группах по сравнению с исходным уровнем, но не было значительных различий между группами по процентному снижению отека [9]. Авторы сообщили, что в конце фазы I существенных различий между группами не наблюдалось ($p = 0,66$), поэтому авторы объединили данные по обеим группам и сообщили об общем статистически значимом снижении на 43 % по сравнению с исходным уровнем ($p \leq 0,001$).

2) МЛД + компрессионное биндование против компрессионного биндования (2 РКИ) показали значительные процентные снижения от 30 % до 38,6 % для одного компрессионного биндования и дополнительное снижение на 7,11 % для МЛД + компрессионное биндование (SMD = 7,11 %; 95% ДИ: 1,75–12,47 %; 2 РКИ; 83 участника). Уменьшение объема конечности не было значимым. Анализ подгрупп был значимым, показывая, что участники с легкой и средней степенью ЛСРГ лучше реагировали на МЛД, чем участники со средней и тяжелой степенью лимфедемы [10, 11].

3) МЛД + компрессионная терапия по сравнению с лечением без МЛД + компрессионная терапия (3 РКИ). В одном из испытаний сравнивали компрессионный рукав + МЛД с компрессионным рукавом + ППК [12]. Уменьшение объема было статистически значимым в пользу МЛД (MD — 47,00 мл; 95% ДИ: 15,25–78,75 мл; 1 РКИ; 24 участника), процентное уменьшение не было значимым ($p = 0,07$), объем лимфедемы не был значимым. Во втором исследовании компрессионный рукав + МЛД сравнивался с компрессионным рукавом + самостоятельный простой лимфодренаж (Self-Lymph Drainage/SLD), МЛД был значимым для объема лимфе-

демы (SMD = 230,00 мл, 95% ДИ: от 450,84 мл до –9,16 мл; 1 РКИ; 31 участник), но не для уменьшения объема или процента уменьшения [13]. Третье исследование МЛД + компрессионное биндование по сравнению с SLD + компрессионное биндование [14] не было значимым ($p = 0,10$) для процента уменьшения, единственного измеряемого результата (MD — 11,80 %, 95% ДИ: 2,47–26,07 %, 28 участников) [12–14].

Авторы данного Кокрановского обзора пришли к следующим выводам: МЛД безопасен и может обеспечить дополнительную пользу при сочетании с компрессионным биндованием для уменьшения отека. Результаты были противоречивыми в отношении функции (диапазона движений) и неубедительными в отношении качества жизни. Что касается таких симптомов, как боль и тяжесть, от 60 % до 80 % участников сообщили об улучшении самочувствия независимо от того, какое лечение они получали. Годовое наблюдение показало, что после уменьшения отека участники, скорее всего, будут его поддерживать на низком уровне, если продолжат использовать изготовленный на заказ компрессионный рукав.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили выводы о том, что интенсивная противоотечная физиотерапия (1-я фаза КПТ) значительно снижает объем конечностей с лимфедемой и улучшает повседневное функционирование у пациентов с ЛСРГ. Кроме того, было показано, что добавленная ценность МЛД (по сравнению с плацебо/отсутствием МЛД) по сравнению с другими методами КПТ для лечения ЛСРГ довольно ограничена.

Исследование De Vrieze T. et al. 2022 г. было направлено на подтверждение клинической эффективности МЛД в составе КПТ при ЛСРГ. При этом ручной лимфодренаж был оптимизирован путем его адаптации к пациенту с помощью флюоресцентной лимфографии с индоцианидом зеленым [15]. В 5 больницах Бельгии было отобрано 194 пациента, которые были рандомизированы на 3 группы: МЛД под рентгеноскопическим контролем ($n = 65$); традиционный МЛД ($n = 64$) и плацебо-МЛД ($n = 65$). Всем пациентам выполнялись стандартная лимфатическая терапия, включающая обучение, уход за кожей, компрессионная терапия, физические упражнения в виде 14 сеансов интенсивной фазы КПТ (3 недели вмешательства) и 17 сеансов поддерживающей фазы КПТ (6 месяцев наблюдения).

После фазы интенсивного лечения избыточный объем лимфатического отека уменьшился во всех трех группах: в группе МЛД под контролем рентгеноскопии (абсолютное уменьшение избыточного объема на 5,3 % (в процентных пунктах) или относительное уменьшение на 23,3 %) и в группе традиционного МЛД (абсолютное уменьшение на 5,2 % или относительное уменьшение на 20,9 %), а также в группе плацебо (абсолютное уменьшение на 5,4 % или относительное уменьшение на 24,8 %). Однако клинически значимых различий в уменьшении объема между группами выявлено не было, при этом все межгрупповые различия и их доверительные интервалы имели величину менее 2 процентных пунктов.

Таким образом, данное РКИ De Vrieze T. et al. в 2022 г. показало, что традиционный МЛД и МЛД под контролем флюоресцентной лимфографии с индоцианидом

зеленым в качестве дополнения к КПТ не превосходили плацебо-МЛД в снижении объема руки или накопления жидкости на уровне плеча/туловища у пациентов с ЛСРГ [15].

Таким образом, систематические обзоры, включающие Кокрановский систематический обзор (2015), не смогли продемонстрировать какую-либо дополнительную ценность метода МЛД в составе КПТ [8, 16]. Четыре проведенных РКИ также не смогли продемонстрировать какой-либо существенный эффект добавления традиционного МЛД к КПТ в уменьшении объема лимфедемы [17–20].

Поэтому в настоящее время актуальным является поиск эффективных дополнительных вмешательств, таких как модифицированные программы переменной пневматической компрессии (ППК), которые могут быть включены в самостоятельные программы лечения пациентов, в том числе для применения в домашних условиях [21].

ЦЕЛЬ

Изучение эффективности различных современных технологий переменной пневмокомпрессии при ЛСРГ на основе анализа систематических обзоров и метаанализов РКИ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск проводился в базах данных eLIBRARY.RU, Scopus, PubMed, Web of Science, PEDro по ключевым словам на русском и английском языках: лимфедема, верхние конечности, рак груди, переменная пневмокомпрессия с 1998 по 2024 г. Всего на март 2024 г. было отобрано 53 источника, из которых 17 составили систематические обзоры, 1 — Кокрановский обзор, 4 — клинические руководства, а также 31 РКИ (58,49 %).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Технологии ППК эволюционировали от однокамерных манжет-сапожков в 1950-х гг. до многокамерных манжет и усовершенствованных пневматических насосов, которые обеспечивают последовательную или перистальтическую компрессию по восходящей схеме вверх по конечности, варьируясь по временным циклам и величинам давления, начиная от устройств с низким давлением и медленной скоростью нагнетания воздуха до устройств с высоким давлением и быстрой скоростью нагнетания воздуха [22, 23].

Эффективность ППК подтверждается результатами большого количества публикаций, оценивающих эффективность ППК при ЛСРГ [24–28].

Установлено, что при применении ППК отмечаются положительные изменения в объеме конечности, физическом и эмоциональном состоянии пациентов. Продолжительность лечения варьировалась от 10 дней до 12 недель, при этом значительное уменьшение объема конечности было обнаружено в каждом исследовании (в диапазоне от 5,8 % до 45,3 %).

Наиболее полный систематический обзор Tran K. в 2017 г. результатов исследований, посвященных эффективности ППК при ЛСРГ, выявил ряд проблемных аспектов ее клинического применения:

1) спорные результаты клинической эффективности ППК, как дополнения к КПТ в 1-ю и 2-ю фазы лечения;

2) зависимость эффективности ППК от уровня давления в пневматических манжетах — какой уровень давления является оптимальным: высокий или низкий?

3) возможности применения ППК в домашних условиях для сохранения результатов противоотечного лечения;

4) применение аппаратных методов лимфодренажа, имитирующих МЛД, демонстрируют большую клиническую эффективность, но требуют более детального изучения на большем количестве пациентов [29].

Несмотря на существующие доказательства эффективности ППК при лимфедеме, в первую очередь за счет противоотечного действия, применение ППК некоторыми авторами не поддерживается из-за развивающихся побочных эффектов, в том числе рецидива отека из-за остаточных белков, которые остаются в интерстициальном пространстве, и потенциального повреждения лимфатической структуры из-за применения высокого компрессионного давления [30, 31].

В данном обзоре литературы [29] из 143 выявленных источников 123 источника были исключены, а 20 публикаций были отобраны для полнотекстового анализа, в том числе 1 систематический обзор и метаанализ [32], 3 РКИ и 2 клинических руководства [33, 34].

Систематический обзор и метаанализ Shao Y. в 2014 г. [32] включал семь РКИ с использованием ППК для лечения ЛСРГ ($n = 287$). Лимфатический отек руки определялся как абсолютное увеличение объема руки не менее чем на 10 % или 2 см по сравнению с непораженной рукой.

Вмешательства включали в себя комбинацию КПТ и ППК или только ППК. В качестве сравнения использовались только КПТ с МЛД. Давление, используемое при ППК, составляло от 40 до 60 мм рт. ст., а продолжительность процедуры ППК варьировалась от 30 минут до 2 часов. Клинические результаты включали процентное снижение отека и субъективные симптомы, такие как тяжесть, боль и напряжение в руке, а также подвижность суставов. Период лечения составлял от 2 до 15 недель, а период наблюдения — от 2 недель до 3 месяцев. Результаты показали, что использование ППК может облегчить лимфедему, но существенной разницы между обычным лечением лимфедемы с использованием пневматического насоса и без него не было. Таким образом, этот систематический обзор не показал эффективности добавления ППК к стандартному лечению ЛСРГ.

Также в обзор Tran K. 2017 г. [29] были включены два научно обоснованных руководства, опубликованных в 2011 (Японская исследовательская группа по лимфедеме) [33] и 2014 г. (Руководство по клинической практике при лимфедеме Квинсленда, Австралия) [34]. В японском Руководстве (Japan Lymphoedema Study Group) не приводится доказательств того, что ППК может уменьшить лимфедему конечностей (класс D).

В австралийском Руководстве по лечению лимфедемы (Queensland Health) предлагается использовать ППК в сочетании с другими программами лечения в течение короткого периода, до 2 месяцев, для уменьшения лимфедемы, связанной с операцией по удалению рака молочной железы, независимо от количества камер или времени цикла.

Результаты систематического обзора Shao Y. в 2014 г. [32] и РКИ Gurdal S.O. в 2012 г. [35] показали, что сочетание КПТ и ППК не оказывает существенного влияния на уменьшение отека по сравнению с одним только КПТ. Давление внутри камер насосов ППК, используемых в этих исследованиях, составляло от 25 до 60 мм рт. ст.

В систематическом обзоре Shao Y. 2014 г. [32] не было выявлено существенных различий в уровне боли и парестезии между группой КПТ в сочетании с ППК и группой КПТ без ППК. Пациенты из группы КПТ без ППК чувствовали меньшую тяжесть, чем пациенты из группы КПТ в сочетании с ППК. Также данный систематический обзор не выявил существенных различий в подвижности суставов между группой КПТ + ППК и группой КПТ, хотя в обеих группах наблюдалось улучшение по сравнению с исходным уровнем.

В РКИ Gurdal S.O. в 2012 г. [35] также не было выявлено статистически значимых различий между само-массажем в сочетании с ППК и МЛД в сочетании с компрессионными бандажами в плане качества жизни, оцениваемого по тестам Американской ассоциации хирургов плеча и локтя (ASES) или Европейской организации по исследованию и лечению рака (EORTC) QLQ-C30 [35].

Также ни в одном из исследований не сообщалось о нежелательных явлениях, связанных с ППК.

В проведенном РКИ Tastaban E. et al. в 2020 г. ($n = 76$) также изучалась роль ППК в лечении ЛСРГ. Пациенты были распределены на группу КПТ ($n = 38$) и группу КПТ + ППК ($n = 38$). Проводилась оценка изменений объемных измерений, выраженность боли, тяжесть, скованность, нетрудоспособность, сила сжатия и выраженность депрессии до и после лечения. После лечения значительно уменьшился избыточный объем (с 373 до 203 мл в группе КПТ и с 379,5 до 189,5 мл в группе КПТ + ППК). Процент избыточных объемов снизился в обеих группах. Процентное уменьшение избыточного объема было лучше в группе КПТ + ППК, чем в группе КПТ, но межгрупповая разница не была значительной. Авторы пришли к выводу, что ППК в комплексе с КПТ может быть функциональной для уменьшения ощущений тяжести и скованности у пациентов с ЛСРГ [36].

В РКИ Haghighat S. et al. 2010 г. 112 пациентов были рандомизированы на 2 группы: КПТ и КПТ + ППК. Во время интенсивной фазы (фаза I) лечения КПТ в сочетании с ППК обеспечила значительно большее среднее уменьшение объема, чем только КПТ (43,1 % против 37,5 %; $p = 0,036$). Объем конечности, измеренный через 3 месяца после лечения, показал снижение объема на 16,9 % при использовании только КПТ и на 7,5 % при использовании КПТ в сочетании с ППК в лечении лимфедемы после мастэктомии [37].

В РКИ Uzkeser H. 2015 г. ($n = 31$) пациенты были рандомизированы на 2 группы: КПТ ($n = 15$) и КПТ + ППК ($n = 16$). Длительность лечения составила 3 недели. Наблюдалась значительная разница в обеих группах при сравнении их до и после терапии. Исходная разница в объеме в группе 1 составила 630 (180–1820) мл, а после терапии — 480 (0–1410) мл. В группе 2 исходная разница в объеме составила 840 (220–3460) мл, а после терапии — 500 (60–2160) мл. Однако существенных различий между двумя группами по вышеупомянутым па-

раметрам выявлено не было. Это РКИ также не выявило существенных различий между группами лечения [38].

В систематический обзор с метаанализом Rafn B.S. et al. в 2023 г. были включены 18 систематических обзоров и 51 РКИ. В результате поиска авторами было выявлено 1569 исследований, и были включены 18 систематических обзоров с метаанализом с 40 РКИ ($n = 1970$), изучалась эффективность МЛД, ППК, физических упражнений, кинезиотейпирования, лазеротерапии и акупунктуры. Анализ выявил небольшой эффект во всех вмешательствах по сравнению с любым контролем ($g = 0,20$, $p = 0,047$, $I^2 = 0,79$), что соответствует сокращению объема на 119,7 мл (95% ДИ: 135–104) и 88,0 мл (95% ДИ: 99–77) в группах вмешательства и контроля соответственно, а также небольшой эффект упражнений ($g = 0,26$, $p = 0,022$, $I^2 = 0,44$). Различия между группами в уменьшении объема были небольшими и не достигли статистической значимости для любого из методов лечения [39].

Краткие результаты проанализированных исследований представлены в таблице 1.

Технологические достижения последних лет привели к разработке устройств ППК, которые включают сложные режимы компрессии, разработанные для имитации процесса по принципам МЛД. Такие режимы включают многокамерные изделия, которые надуваются и сдуваются в различных режимах и давлениях и применяют компрессию в проксимально-дистальном цикле [40]. Однако существует небольшое количество исследований, подтверждающих эффективность таких режимов.

При анализе результатов научных исследований, посвященных применению ППК при ЛСРГ, были отобраны публикации, посвященные эффективности сочетанного применения КПТ и ППК, являющихся одними из основных методов компрессионного лечения при ЛСРГ.

Так, в исследованиях Szuba A. в 2002 г. [24], Szolnoky G. в 2009 г. [41], Haghighat S. в 2010 г. [37], систематическом обзоре Hou S. в 2024 г. [42] было установлено синергичное усиление эффекта при сочетанном применении КПТ и ППК в уменьшении объема руки у пациентов с ЛСРГ.

В других публикациях (Gurdal S.O. в 2012 г. [35], Uzkeser H. в 2013 г. [38], Sanal-Toprak C. в 2019 г. [43], Tastaban E. в 2020 г. [36], систематических обзорах Shao Y. в 2014 г. [32], Rogan S. в 2016 г. [31], Rafn B.S. в 2023 г. [39], Yao M. в 2024 г. [44]) было отмечено уменьшение избыточного объема конечностей с лимфедемой в обеих группах (КПТ и КПТ + ППК) без существенной разницы между группами.

В метаанализах Li J.X. 2022 г. [45] и Yao M. 2024 г. [44] отмечена существенная разница в подвижности суставов (внешней ротации плеча) при сочетании КПТ и ППК у пациентов с ЛСРГ.

Также проанализированы результаты исследований, сравнивающих эффективность усовершенствованных устройств для пневматической компрессии, которые имитируют процесс МЛД, со стандартной методикой ППК. В исследовании Fife C.E. 2012 г. авторы провели сравнение эффективности применения двух видов пневмокомпрессии: усовершенствованной аппаратной пневмокомпрессии (УАПК) и стандартной ППК у пациентов с ЛСРГ в домашних условиях после проведения интенсивной фазы КПТ [27].

Таблица 1. Результаты включенных систематических обзоров с метаанализом, рандомизированных контролируемых исследований, посвященных эффективности переманной пневматической компрессии после радикального лечения рака груди
Table 1. Results of included systematic reviews with meta-analyses, randomised controlled trials on the efficacy of Intermittent pneumatic compression after radical treatment of breast cancer

Автор, год / Author, year	Вмешательства / Interventions	Контроль / Control	Количество пациентов / Number of patients	Первичные и вторичные точки / Primary and secondary points	Основные результаты / Main results
Szuba A., 2002 PKI / RCT_s	КПТ + ППК / CDT + IPC	КПТ / IPC	50	Объем конечности методом вытеснения воды, тонометрия тканей (эластичность кожи) и гониометрия (подвижность суставов) / Limb volume by water displacement method, tissue tonometry (skin elasticity) and goniometry (joint mobility)	Добавление ППК к КПТ привело к дополнительно среднему уменьшению объема (45,3 % против 26 %; $p < 0,05$). ППК хорошо переносится без побочных эффектов, положительно влияя на эластичность кожи или амплитуду движений суставов / The addition of IPC to CDT resulted in an additional mean volume reduction (45.3 % versus 26 %; $p < 0.05$). IPC is well tolerated without side effects, positively affecting skin elasticity or joint movement amplitude
Szolnoky G., 2009 PKI / RCT_s	КПТ + ППК / CDT + IPC	КПТ / CDT	27	Объем конечности, качество жизни / Limb volume, Quality of Life	Уменьшение объемов руки после курса лечения на 7,93 % и 3,06 %, через 1 месяц — на 9,02 % и 2,9 % и через 2 месяца — на 9,62 % и 3,6 % соответственно ($p < 0,05$) с существенной разницей между группами. Применение КПТ + ППК (МЛД + ППК) обеспечивает синергическое усиление эффекта КПТ в уменьшении объема руки / Hand volume reduction after treatment was 7.93 % and 3.06 %, after 1 month by 9.02 % and 2.9 % and after 2 months by 9.62 % and 3.6 % respectively ($p < 0.05$) with significant difference between groups. The use of CDT + IPC (MLD + IPC) provides a synergistic enhancement of the effect of IPC in reducing arm volume
Haghighat S., 2010 PKI / RCT_s	КПТ + ППК / CDT + IPC	КПТ / CDT	112	Уменьшение объема руки / Reduction in arm volume	В фазу I КПТ + ППК обеспечили значительно большее среднее уменьшение объема, чем только КПТ (43,1 % против 37,5 %; $p = 0,036$). Объем руки, измеренный через 3 месяца после лечения, показал снижение объема на 16,9 % при использовании только КПТ и на 7,5 % при использовании КПТ + ППК / In phase 1, CDT + IPC provided significantly greater mean volume reduction than IPC alone (43.1 % vs. 37.5 %; $p = 0.036$). Arm volume measured 3 months after treatment showed a 16.9 % reduction in volume with IPC alone and a 7.5 % reduction with CDT + IPC

Автор, год / Author, year	Вмешательства / Interventions	Контроль / Control	Количество пациентов / Number of patients	Первичные и вторичные точки / Primary and secondary points	Основные результаты / Main results
Gurdal S.O., 2012 РКИ / RCT_s	ППК + самомассаж / IPC + Self-massage	КПТ / CDT	30	Окружность руки, качество жизни / Arm circumference, Quality of Life	Уменьшение окружности руки (на 14,9 % в группе 1 и на 12,2 % в группе 2) ($p < 0,001$) без существенной разницы ($p = 0,582$). В обеих группах улучшилось качество жизни без существенной разницы. IPC + самомассаж более применимы в домашних условиях / Reduction in arm circumference (14.9 % in group 1 and 12.2 % in group 2) ($p < 0.001$), with no significant difference ($p = 0.582$). Quality of life improved in both groups with no significant difference. IPC + self-massage is more applicable at home
Uzkeser H., 2013 РКИ / RCT_s	КПТ + ППК / CDT + IPC	КПТ — 15 процедур / CDT — 15 treatments	31	Окружности руки, разница в объеме конечностей, толщина кожи по данным УЗИ и болевые ощущения / Arm circumferences, limb volume differences, ultrasound skin thickness and pain	Значительная разница в обеих группах при сравнении их до и после терапии. Исходная разница в объеме в группе 1 составила 630 (180–1820) мл, а после терапии — 480 (0–1410) мл. В группе 2 исходная разница в объеме составила 840 (220–3460) мл, а после терапии — 500 (60–2160) мл. Однако существенных различий между двумя группами по вышеупомянутым параметрам выявлено не было / Significant difference in both groups when comparing them before and after therapy. The baseline difference in volume in group 1 was 630 (180–1820) and after therapy was 480 (0–1410). In group 2, the baseline difference in volume was 840 (220–3460) and after therapy it was 500 (60–2160). However, no significant differences were found between the two groups for the above-mentioned parameters
Shao Y., 2014 Метаанализ 7 РКИ / Meta- analysis of 7 RCTs	ППК / IPC	МЛД / MLD	287	Уменьшение объема, субъективные симптомы, подвижность суставов / Volume reduction, subjective symptoms, joint mobility	Нет разницы в добавлении компрессионного насоса к МЛД. SMD = 4,51 (95% ДИ: -7,01–16,03) / There is no difference in adding a compression pump to the MLD. SMD = 4.51 (95% CI: -7.01–16.03)

Автор, год / Author, year	Вмешательства / Interventions	Контроль / Control	Количество пациентов / Number of patients	Первичные и вторичные точки / Primary and secondary points	Основные результаты / Main results
Rogan S., 2016 Метаанализ 19 РКИ из 32 РКИ / Meta-analysis of 19 RCTs out of 32 RCTs	ППК / IPC	СтЛТ / StLT	135	Уменьшение объема / Volume reduction	Уменьшение объема с дополнительным использованием насоса. SMD = 0,54 (95% ДИ от -1,01 до -0,064) / Volume reduction with additional use of a pump. SMD = 0.54 (95% CI from -1.01 to -0.064)
Fife C.E., 2012 Пилотный РКИ / Pilot RCT ₅	УАПК (Flexitach, США) / APCD (Flexitach, USA)	Стандарная ППК / Standard IPC	36	Объем конечности, биоимпеданс / Limb volume, bioimpedance	Значительное уменьшение отека руки и количества жидкости в тканях при использовании УАПК по сравнению с ППК, а также меньшее количество осложнений / Significant reduction in arm oedema and amount of fluid in the tissues with APCD compared to IPC, and fewer complications
Sanal-Toprak C., 2019 РКИ / RCT ₅	ППК + компрессионный бандаж 3 раза в неделю / IPC + 5 недель / MLD + compression bandage 3 times a week/5 weeks	МЛД + компрессионный бандаж 3 раза в неделю / MLD + 3 times a week/5 weeks	46	Окружность руки, боль, стеснение и тяжесть в руке, ROM плеча / Arm circumference, pain, tightness and heaviness in the arm, ROM of the shoulder joint	В обеих группах значительное уменьшение окружности руки, боли, стеснения и тяжести ($p < 0,05$), улучшение ROM плеча ($p < 0,05$) на пятой неделе и третьем месяце. Как МЛД, так и ППК как компоненты КПТ были признаны успешными на 5-й неделе и 3-м месяце без превосходства друг над другом / In both groups, significant reduction in arm circumference, pain, tightness and heaviness ($p < 0,05$), improvement in shoulder ROM ($p < 0,05$) at week five and month three. Both MLD and IPC as components of CDT were found to be successful at 5 weeks and 3 months without superiority over each other
Tastaban E., 2020 РКИ / RCT ₅	КПТ + ППК / CDT + IPC	КПТ / CDT	72	Объем конечности, выраженность боли, тяжесть и скованность, нетрудоспособность, сила сжатия и депрессия / Limb volume, pain severity, heaviness and stiffness, disability, compressive strength and depression	После лечения произошло уменьшение избыточного объема (с 373 до 203 мл в группе 1 и с 379,5 до 189,5 мл в группе 2) без существенной разницы. Тяжесть и стянутасть в руке были значительно ниже в группе 2, чем в группе 1 / After treatment, there was a decrease in excess volume (from 373 to 203 ml in group 1 and from 379.5 to 189.5 ml in group 2) with no significant difference. The heaviness and tightness in the arm were significantly lower in group 2 than in group 1

Автор, год / Author, year	Вмешательства / Interventions	Контроль / Control	Количество пациентов / Number of patients	Первичные и вторичные точки / Primary and secondary points	Основные результаты / Main results
Li J.X., 2022 Метаанализ 13 РКИ из 17 РКИ / Meta-analysis of 13 of 17 RCTs	КПТ + ППК / CDT + IPC	КПТ / CDT	159	Заболываемость ЛСРГ, уменьшение объема, ROM / BCRL incidence, volume reduction, ROM	Никакой разницы в уменьшении объема. SMD = 4,51 ($p = 0,44$, 95% ДИ: 7,01–16,03). Значительное улучшение диапазона движения ($p < 0,05$) / No difference in volume reduction. SMD = 4.51 (95% CI: 7.01–16.03). Significant improvement in range of motion
Rafn V.S., 2023 Метаанализ 18 систематических обзоров (40 РКИ) / Meta-analysis of 18 systematic reviews (40 RCTs)	МЛД, ППК, лечебная гимнастика, кинезиотейпирование, низкоинтенсивное лазерное излучение, иглорефлексотерапия / MLD, IPC, physical exercise, kinesiotaping, low-intensity laser radiation, acupuncture	Контрольная группа / Control group	1970	Сокращение объема конечности / Reduction in limb volume	Выявлен небольшой эффект во всех вмешательствах по сравнению с любым контролем ($g = 0,20$; $p = 0,047$, $I^2 = 0,79$), что соответствует сокращению объема на 119,7 мл (95% ДИ: 135–104) и 88,0 мл (95% ДИ: 99–77) в группах вмешательства и контроля соответственно. Различия между группами в уменьшении объема были небольшими и не достигли статистической значимости для любого из методов лечения / A small effect was found in all interventions compared to any control ($g = 0,20$; $p = 0,047$, $I^2 = 0,79$), corresponding to volume reductions of 119.7 mL (95% CI: 135–104) and 88.0 mL (95% CI: 99–77) in the intervention and control groups, respectively. Differences between groups in volume reduction were small and did not reach statistical significance for any of the treatments
Yao M., 2024 Метаанализ 9 РКИ / Meta-analysis of 9 RCTs	КПТ + ППК / CDT + IPC	КПТ / CDT	400	Объем руки. Боль и тяжесть в руке. ROM плеча / Arm volume. Pain and heaviness in the arm. ROM of the shoulder	SMD для процентного уменьшения объема составила 0,63 (95% ДИ: -0,24–1,50; $I^2 = 90,9$ %), что не показало существенной разницы между КПТ в отдельности и КПТ в сочетании с ППК ($p = 0,15$). Показатели боли и тяжести также были сопоставимы между группами. Однако наблюдалась существенная разница в подвижности суставов внешней ротации (SMD = 0,62; 95% ДИ: 0,08–1,16; $I^2 = 23,8$ %), что говорит в пользу КПТ с ППК / SMD for percentage volume reduction was 0.63 (95% CI: -0.24–1.50; $I^2 = 90.9$ %), which showed no significant difference between CDT alone and CDT combined with IPC ($p = 0.15$). Pain and severity scores were also comparable between groups. However, there was a significant difference in external rotation joint mobility (SMD = 0.62; 95% CI: 0.08–1.16; $I^2 = 23.8$ %), which favoured CDT with IPC

Автор, год / Author, year	Вмешательства / Interventions	Контроль / Control	Количество пациентов / Number of patients	Первичные и вторичные точки / Primary and secondary points	Основные результаты / Main results
Hou S., 2024 Систематический обзор и метаанализ 12 РКИ / Systematic review and meta-analysis of 12 RCTs	КПТ + ППК / CDT + IPC	КПТ / IPC		Окружность руки, диапазон движения в плечевом суставе, боль по ВАШ / Arm circumference, range of motion in the shoulder joint, VAS pain	Дополнительное применение ППК к КПТ может дополнительно уменьшить отек в течение 4 недель после периода лечения (SMD = -0,2 мл, 95% ДИ: от -0,33 до -0,07 мл). Однако это дополнительное преимущество ослабевало в течение примерно 9,4 ± 2,6 недель наблюдения после прекращения физиотерапии (SMD = -0,15 мл, 95% ДИ: -0,33–0,04 мл). Включение ППК к КПТ значимо увеличивает диапазон отведения плеча (SMD = 0,51; 95% ДИ: 0,02–1,00), разгибания (SMD = 0,53; 95% ДИ: 0,04–1,02), сгибания (SMD = 0,50; 95% ДИ: 0,01–0,99) и наружной ротации (SMD = 0,51; 95% ДИ: 0,02–1,00). Отмечены статистически незначимые изменения болевых ощущений / The adjunctive use of IPC to CDT may further reduce oedema within 4 weeks of the treatment period (standard mean difference (SMD = -0.2 mL, 95% CI: -0.33 to -0.07 mL). However, this additional benefit waned at approximately 9.4 ± 2.6 weeks of follow-up after discontinuation of physiotherapy (SMD = -0.15 mL; 95% CI: -0.33–0.04 mL). Inclusion of IPC to CDT significantly increased the range of shoulder extension (SMD = 0.51; 95% CI: 0.02–1.00), extension (SMD = 0.53; 95% CI: 0.04–1.02), flexion (SMD = 0.50; 95% CI: 0.01–0.99) and external rotation (SMD = 0.51; 95% CI: 0.02–1.00). Statistically non-significant changes in pain were noted

Примечание: РКИ — рандомизированное контролируемое исследование; КПТ — комплексная противоопухолевая терапия; ППК — переменная пневмокомпрессия; МЛД — мануальный лимфодренаж; СтЛТ — стандартная лимфатическая терапия, состоящая из ухода за кожей, компрессионной терапии (многослойное бинтование с последующим компрессионным рукавом и перчаткой для руки), упражнений под компрессией и обучения самостоятельному уходу; ЛСРГ — лимфедема, связанная с радикальным лечением рака груди; ДИ — доверительный интервал; SMD — стандартизованная разность средних; УАПК — усовершенствованная аппаратная пневмокомпрессия; БК — бандажирование конечности; ВАШ — визуальная аналоговая шкала.

Note: RCT_s — randomised controlled trials; IPC — intermittent pneumatic compression; CDT — complex decongestive therapy; MLD — manual lymphatic drainage; StLT — standard lymphatic therapy consisting of skin care, compression therapy (multilayer bandaging followed by compression sleeve and hand glove), compression exercises and self-care education; BCRL — breast cancer related lymphedema; CI — confidence interval; SMD — standard mean difference; APCD — advanced pneumatic compression devices; LB — limb bandaging; VAS — visual analogue scale.

УАПК применялась по одному часу в день в течение 12 недель при рабочем давлении 30 мм рт. ст. В каждую группу было включено по 18 участников. Целью этого перспективного РКИ было определить, обеспечивает ли УАПК (Advanced Pneumatic Compression Devices — APCD), Flexitouch (США)) лучшие результаты, измеряемые по отеку руки и уменьшению содержания воды в тканях по сравнению со стандартной ППК у пациентов с ЛСРГ.

В группе УАПК наблюдалось значительно более эффективное уменьшение объема на 118 ± 170 мл по сравнению с увеличением на 6 ± 216 мл у пациентов, получающих стандартную методику ППК ($p = 0,01$). Простые компрессионные аппараты состояли из насоса и трехкамерного биндажа, в то время как усовершенствованное устройство включало многокамерный биндаж, состоящий из трех частей: для руки, прилегающей грудной клетки и брюшной полости. Объемы рук определялись на основе измерений обхвата руки и соответствующих модельных расчетов, а вода в тканях определялась на основе измерений диэлектрической проницаемости ткани руки. В группе, получавшей УАПК, было отмечено в среднем снижение отека на 29 % по сравнению с увеличением на 16 % в группе стандартной ППК. Средние изменения значений диэлектрической проницаемости ткани руки составили снижение на 5,8 % в группе УАПК и увеличение на 1,9 % в группе ППК [27].

Таким образом, данное исследование показало, что для фазы домашнего поддерживающего лечения ЛСРГ применение УАПК (с использованием APCD) обеспечивает лучшие результаты, чем с использованием стандартной ППК.

В РКИ Ridner S.H. 2012 г. ($n = 42$) проводилось сравнение терапевтического эффекта расширенной пневматической компрессионной терапии туловища/груди/руки (экспериментальная группа, $n = 21$) с пневмокомпрессией только руки (контрольная группа, $n = 21$) при самостоятельном уходе за собой при лимфедеме руки без поражения туловища с использованием системы Flexitouch (США) (APCD) в течение 30-дневного курса домашнего применения [46]. Результаты показали статистически значимое снижение как количества симптомов, так и общей симптоматической нагрузки в каждой группе. Однако статистически значимых различий в этих результатах между группами не было. Было достигнуто статистически значимое снижение биоэлектрического сопротивления и окружности руки в обеих группах. Однако статистически значимой разницы в снижении между группами не было. Эти результаты указывают на то, что оба вида ППК эффективны при ЛСРГ, и на то, что может не быть дополнительной пользы от расширенной пневматической обработки лимфатических сосудов туловища перед массажем руки, когда отсутствует отек туловища.

Регулировка и расширенные программы, доступные во многих усовершенствованных устройствах для компрессионной терапии (APCD), обеспечивают более быстрые и короткие циклы сжатия и расслабления с уровнями компрессии, более близкими к тем, которые применяются при МЛД [47]. Некоторые устройства APCD предоставляют специальную одежду, позволяющую проводить обработку туловища, которая считается основополагающей в клиническом обучении технике МЛД и основана на лимфатической архитектуре [48, 49].

Доказательств эффективности и преимуществ усовершенствованных устройств по сравнению со стандартными устройствами недостаточно. Несмотря на то, что в нескольких исследованиях были получены положительные результаты при использовании традиционных стандартных режимов ППК, трудно сравнить результаты, полученные в ходе первоначальных исследований по эффективности ППК с современными вариантами УАПК. На сегодня было проведено одно сравнительное исследование по эффективности УАПК при ЛСРГ по сравнению с самостоятельным лимфодренажным массажем в течение 1 часа каждый день в течение 14 дней с последующим переходом на другой вид лечения с 1-недельным перерывом перед каждым лечением [25]. После лечения объем руки и средний вес пациентов значительно уменьшились после использования устройства APCD, но не после самостоятельного применения МЛД [25].

В настоящее время требуется проведение хорошо спланированных исследований, которые смогут доказать, что применение УАПК может быть более эффективно при лечении ЛСРГ, чем стандартная ППК, для повышения доказательности применения аппаратного лимфодренажа у данной категории пациентов.

Основываясь на теоретических преимуществах, которые потенциально может обеспечить УАПК, разработанные методики могут рекомендоваться пациентам с ЛСРГ для домашнего применения.

При УАПК с использованием аппарата Flexitouch (США) оказывается легкое переменное давление на туловище и пораженную руку с помощью многокамерных надувных и растягивающихся тканевых изделий. Опубликованные данные показывают, что при стандартной программе лечения предплечье подвергается воздействию давления от $9,0 \pm 4,2$ мм рт. ст. до $13,7 \pm 4,8$ мм рт. ст., что фактически приближается к давлению, оказываемому при МЛД [50].

При ППК используется более медленный цикл надувания/сдувания, при котором для полного надувания изделия требуется примерно 72 сек; надувание продолжается в течение 22 сек, после чего воздух выпускается из всех камер одновременно. Этот процесс приводит к созданию статического давления на всю руку на уровне, вероятно, превышающем тот, который сдавливает лимфатические капилляры и тем самым предотвращает всасывание лимфы в течение этого интервала [51, 52].

При УАПК используется более быстрый цикл обработки, при котором каждая камера надувается/сдувается за 1–3 сек до надувания следующей камеры. Этот более быстрый и лаконичный цикл нагнетания и сброса давления приближен к методам, применяемым при МЛД, и соответствует профилю давления, который, как было описано, усиливает лимфодренаж [47, 50]. Возникающее в результате динамическое и переменное давление, вероятно, заставляет лимфатические капилляры реагировать на изменения давления в коже. Кроме того, более быстро меняющиеся волны давления могут лучше способствовать оттоку лимфы, поскольку такая частота лучше соответствует частоте артериальных и дыхательных импульсов, которые, как считается, стимулируют лимфатическую систему [47, 53].

Кроме того, компрессионные манжеты, используемые в УАПК, обеспечивают целенаправленное движение

ние, которое охватывает большую часть пораженной области, чем при стандартной ППК, и, следовательно, воздействуют на большую площадь поверхности, следуя лимфатической анатомии всего квадранта верхней конечности. Недавно опубликованное пилотное исследование с использованием методов флюоресцентной визуализации в ближнем инфракрасном диапазоне подтверждает, что такой подход к лечению может повысить сократительную способность лимфатических сосудов [49]. Данное исследование продемонстрировало значительное повышение сократительной способности лимфатических сосудов при применении УАПК.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ опубликованных источников показал, что КПТ в сочетании с ППК более эффективно уменьшает избыточный объем и избыточную окружность верхней конечности с лимфедемой в течение относительно короткого периода наблюдения. Однако

дополнительные преимущества, полученные от сочетанного применения КПТ и ППК, были ослаблены после более длительного периода наблюдения через 8 недель после окончания физиотерапии. Кроме того, оценка боли по визуально-аналоговой шкале не показала никакой разницы между группой КПТ + ППК и группой только КПТ, что указывает на то, что субъективные болевые ощущения пациентов практически не менялись независимо от того, добавлялась ППК или нет.

Кроме того, сочетанное применение КПТ + ППК может улучшить подвижность плеча в четырех функциональных положениях: отведение, разгибание, сгибание и наружная ротация, что может служить основанием для периодического непрерывного поддерживающего лимфодренажного лечения с целью сохранения противоотечного эффекта.

Также было показано, что применение методики УАПК с имитацией МЛД превосходит ППК и более адаптировано к длительному домашнему применению у пациентов с ЛСРГ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Апханова Татьяна Валерьевна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

E-mail: apkhanovatv@nmicrk.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3852-2050>

Кончугова Татьяна Венедиктовна, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

Мусаева Ольга Михайловна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9146-0966>

Морунова Валентина Андреевна, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5791-2770>

Васильева Валерия Александровна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6526-4512>

Щербакова Олеся Анатольевна, кандидат медицинских наук, заместитель главного врача по медицинской части, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-2831-8192>

Агасаров Лев Георгиевич, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, Национальный медицинский

исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5218-1163>

Назарова Кристина Михайловна, кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2590-6755>

Марченкова Лариса Александровна, доктор медицинских наук, доцент, руководитель научно-исследовательского управления, заведующий отделом соматической реабилитации, репродуктивного здоровья и активного долголетия, профессор кафедры восстановительной медицины, физической терапии и медицинской реабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают свое авторство в соответствии с международными критериями ICMJE (все авторы внесли значительный вклад в концепцию, дизайн исследования и подготовку статьи, прочитали и одобрили окончательный вариант до публикации). Наибольший вклад распределен следующим образом: Апханова Т.В., Кончугова Т.В., Агасаров Л.Г. — научное обоснование, методология, написание черновика рукописи, руководство проектом, редактирование рукописи; Мусаева О.М., Морунова В.А., Васильева В.А., Назарова К.М. — обеспечение материалов для исследования, верификация и анализ данных; Щербакова О.А., Марченкова Л.А. — курация данных, обеспечение материалов для исследования.

Источники финансирования. Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

Конфликт интересов. Апханова Т.В. — научный редактор журнала «Вестник восстановительной медицины», Кончугова Т.В. — заместитель главного редактора журнала «Вестник восстановительной медицины», Агасаров Л.Г. — член редакционной коллегии журнала «Вестник восстановительной медицины», Марченкова Л.А. — председатель

редакционного совета журнала «Вестник восстановительной медицины». Остальные авторы заявляют отсутствие конфликта интересов.

Доступ к данным. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

ADDITIONAL INFORMATION

Tatiana V. Apkhanova, D.Sc. (Med.), Chief Researcher, Department of Physiotherapy and Reflexotherapy, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

E-mail: apkhanovtv@nmicr.ru;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3852-2050>

Tatiana V. Konchugova, D.Sc. (Med.), Professor, Chief Researcher of the Department of Physiotherapy and Reflexotherapy, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

Olga M. Musaeva, Ph.D. (Med.), Senior Researcher, Somatic Rehabilitation, Active Longevity and Reproductive Health Department, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9146-0966>

Valentina A. Morunova, Ph.D. (Med.), Researcher of the Department of Physiotherapy and Reflexotherapy, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5791-2770>

Valeriia A. Vasileva, Ph.D. (Med.), Senior Researcher, Somatic Rehabilitation, Active Longevity and Reproductive Health Department, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6526-4512>

Olesya A. Shcherbakova, Ph.D. (Med.), Deputy Chief Physician for Medical Affairs, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-2831-8192>

Lev G. Agasarov, D.Sc. (Med.), Professor, Chief Researcher, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5218-1163>

Kristina M. Nazarova, Ph.D. (Med.), Researcher, Somatic Rehabilitation, Active Longevity and Reproductive Health

Department, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2590-6755>

Larisa A. Marchenkova, D.Sc. (Med.), Docent, Head of the Research Department, Head of the Department of Somatic Rehabilitation, Reproductive Health and Active Longevity, Professor at the Department of Restorative Medicine, Physical Therapy and Medical Rehabilitation, National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-124X>

Author Contributions. All authors confirm their authorship in accordance with the international criteria of the ICMJE (all authors have made significant contributions to the concept, design of the study and preparation of the article, read and approved the final version before publication). Special contributions: Apkhanova T.V., Konchugova T.V., Agasarov L.G. — conceptualization, methodology, writing — original draft, project administration, writing — review & editing; Musaeva O.M., Morunova V.A., Vasilyeva V.A., Nazarova K.M. — resources, validation, formal analysis; Shcherbakova O.A., Marchenkova L.A. — data curation, resources.

Funding. This study was not supported by any external funding sources.

Disclosure. Apkhanova T.V. — Scientific Editor of Bulletin of Rehabilitation Medicine Journal, Konchugova T.V. — Deputy Editor-in-Chief of Bulletin of Rehabilitation Medicine Journal, Agasarov L.G. — Member of Editorial Board of Bulletin of Rehabilitation Medicine Journal, Marchenkova L.A. — Chair of the Editorial Council of Bulletin of Rehabilitation Medicine Journal. The other authors state that there is no conflict of interest.

Data Access Statement. The data that support the findings of this study are available on reasonable request from the corresponding author.

Список литературы/ References

- Sung H., Ferlay J., Siegel R.L., et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin.* 2021; 71(3): 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Allemani C., Weir H.K., Carreira H., et al. Global surveillance of cancer survival 1995–2009: analysis of individual data for 25,676,887 patients from 279 population-based registries in 67 countries (CONCORD-2). *Lancet.* 2015; 385(9972): 977–1010. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62038-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62038-9)
- DiSipio T., Rye S., Newman B., Hayes S. Incidence of unilateral arm lymphoedema after breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Oncol.* 2013; 14(6): 500–515. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(13\)70076-7](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(13)70076-7)
- Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность). Под ред. Каприна А.Д., Старинского В.В., Петровой Г.В. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. 2021; 252 с. [Malignant neoplasms In Russia in 2018 (morbidity and mortality). Edited by A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, G.V. Petrova. M.: P.A. Herzen MNIIOI — branch of FGBU “NMRC Radiology” of the Ministry of Health of Russia. 2021; 252 p. (In Russ.)]
- Евстигнеева И.С. Принципы выбора физических факторов в ранний послеоперационный период лечения рака молочной железы: рандомизированное контролируемое исследование. *Вестник восстановительной медицины.* 2025; 24(1): 19–29. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-1-19-29> [Evstigneeva I. S. Principles of physical factor selection in the early postoperative period of breast cancer treatment: a randomized controlled study. *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* 2025; 24(1): 19–29. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2025-24-1-19-29> (In Russ.)]
- Апханова Т.В., Кончугова Т.В., Кульчицкая Д.Б. и др. Новые немедикаментозные технологии при лимфедеме, связанной с раком груди: обзор литературы. *Вестник восстановительной медицины.* 2024; 23(3): 40–51. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-40-51> [Apkhanova T.V., Konchugova T.V., Kulchitskaya D.B., et al. New non-drug technologies for lymphedema associated with breast cancer: a review. *Bulletin of Rehabilitation Medicine.* 2024; 23(3): 40–51. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2024-23-3-40-51> (In Russ.)]
- Rockson S.G., Keeley V., Kilbreath S., et al. Cancer-associated secondary lymphoedema. *Nat Rev Dis Primers.* 2019; 5(1): 22. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0072-5>
- Ezzo J., Manheimer E., McNeely M.L., et al. Manual lymphatic drainage for lymphedema following breast cancer treatment. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; 2015(5): CD003475. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003475.pub2>

9. Andersen L., Højris I., Erlandsen M., Andersen J. Treatment of breast-cancer-related lymphedema with or without manual lymphatic drainage — a randomized study. *Acta Oncol.* 2000; 39(3): 399–405. <https://doi.org/10.1080/028418600750013186>
10. Johansson K., Albertsson M., Ingvar C., Ekdahl C. Effects of compression bandaging with or without manual lymph drainage treatment in patients with postoperative arm lymphedema. *Lymphology.* 1999; 32(3): 103–110.
11. McNeely M.L., Magee D.J., Lees A.W., et al. The addition of manual lymph drainage to compression therapy for breast cancer related lymphedema: a randomized controlled trial. *Breast Cancer Res Treat.* 2004; 86(2): 95–106. <https://doi.org/10.1023/B:BREA.0000032978.67677.9f>
12. Johansson K., Lie E., Ekdahl C., Lindfeldt J. A randomized study comparing manual lymph drainage with sequential pneumatic compression for treatment of postoperative arm lymphedema. *Lymphology.* 1998; 31(2): 56–64.
13. Williams A.F., Vadgama A., Franks P.J., Mortimer P.S. A randomized controlled crossover study of manual lymphatic drainage therapy in women with breast cancer-related lymphoedema. *Eur J Cancer Care (Engl).* 2002; 11(4): 254–261. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2354.2002.00312.x>
14. Sitzia J., Sobrido L., Harlow W. Manual lymphatic drainage compared with simple lymphatic drainage in the treatment of post-mastectomy lymphoedema: A pilot randomised trial. *Physiotherapy* 2002; 88(2): 99–107.
15. De Vrieze T., Gebruers N., Nevelsteen I., et al. Manual lymphatic drainage with or without fluoroscopy guidance did not substantially improve the effect of decongestive lymphatic therapy in people with breast cancer-related lymphoedema (Efort-BCRL trial): a multicentre randomised trial. *J Physiother.* 2022; 68(2): 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2022.03.010>
16. Huang T.W., Tseng S.H., Lin C.C., et al. Effects of manual lymphatic drainage on breast cancer-related lymphedema: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *World J Surg Oncol.* 2013; 11: 15. <https://doi.org/10.1186/1477-7819-11-15>
17. Bergmann A., da Costa Leite Ferreira M.G., de Aguiar S.S., et al. Physiotherapy in upper limb lymphedema after breast cancer treatment: a randomized study. *Lymphology.* 2014; 47(2): 82–91.
18. Gradalski T., Ochalek K., Kurpiewska J. Complex Decongestive Lymphatic Therapy with or Without Vodder II Manual Lymph Drainage in More Severe Chronic Postmastectomy Upper Limb Lymphedema: A Randomized Noninferiority Prospective Study. *J Pain Symptom Manage.* 2015; 50(6): 750–757. <https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2015.06.017>
19. Tambour M., Holt M., Speyer A., et al. Manual lymphatic drainage adds no further volume reduction to Complete Decongestive Therapy on breast cancer-related lymphoedema: a multicentre, randomised, single-blind trial. *Br J Cancer.* 2018; 119(10): 1215–1222. <https://doi.org/10.1038/s41416-018-0306-4>
20. Sen E.I., Arman S., Zure M., et al. Manual Lymphatic Drainage May Not Have an Additional Effect on the Intensive Phase of Breast Cancer-Related Lymphedema: A Randomized Controlled Trial. *Lymphat Res Biol.* 2021; 19(2): 141–150. <https://doi.org/10.1089/lrb.2020.0049>
21. Wigg J., Lee N. Redefining essential care in lymphoedema. *Br J Community Nurs.* 2014; Suppl: S20–S27. <https://doi.org/10.12968/bjcn.2014.19.sup4.s20>
22. Feldman J.L., Stout N.L., Wanchai A., et al. Intermittent pneumatic compression therapy: a systematic review. *Lymphology.* 2012; 45(1): 13–25.
23. Taradaj J., Rosińczuk J., Dymarek R., et al. Comparison of efficacy of the intermittent pneumatic compression with a high- and low-pressure application in reducing the lower limbs phlebolympheidema. *Ther Clin Risk Manag.* 2015; 11: 1545–1554. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S92121>
24. Szuba A., Achalu R., Rockson S.G. Decongestive lymphatic therapy for patients with breast carcinoma-associated lymphedema. A randomized, prospective study of a role for adjunctive intermittent pneumatic compression. *Cancer.* 2002; 95(11): 2260–2267. <https://doi.org/10.1002/cncr.10976>
25. Wilburn O., Wilburn P., Rockson S.G. A pilot, prospective evaluation of a novel alternative for maintenance therapy of breast cancer-associated lymphedema [ISRCTN76522412]. *BMC Cancer.* 2006; 6: 84. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-6-84>
26. Ridner S.H., McMahon E., Dietrich M.S., Hoy S. Home-based lymphedema treatment in patients with cancer-related lymphedema or noncancer-related lymphedema. *Oncol Nurs Forum.* 2008; 35(4): 671–680. <https://doi.org/10.1188/08.ONF.671-680>
27. Fife C.E., Davey S., Maus E.A., et al. A randomized controlled trial comparing two types of pneumatic compression for breast cancer-related lymphedema treatment in the home. *Support Care Cancer.* 2012; 20(12): 3279–3286. <https://doi.org/10.1007/s00520-012-1455-2>
28. Moattari M., Jaafari B., Talei A., et al. The effect of combined decongestive therapy and pneumatic compression pump on lymphedema indicators in patients with lymphedema secondary to breast cancer treatment: a randomized clinical control trial. *Breast J.* 2013; 19(1): 114–115. <https://doi.org/10.1111/tbj.12060>
29. Tran K., Argáez C. Intermittent Pneumatic Compression Devices for the Management of Lymphedema: A Review of Clinical Effectiveness and Guidelines [Internet]. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. 2017.
30. Comerota A.J. Intermittent pneumatic compression: physiologic and clinical basis to improve management of venous leg ulcers. *J Vasc Surg.* 2011; 53(4): 1121–1129. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.08.059>
31. Rogan S., Taeymans J., Luginbuehl H., et al. Therapy modalities to reduce lymphoedema in female breast cancer patients: a systematic review and meta-analysis. *Breast Cancer Res Treat.* 2016; 159(1): 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10549-016-3919-4>
32. Shao Y., Qi K., Zhou Q.H., Zhong D.S. Intermittent pneumatic compression pump for breast cancer-related lymphedema: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Oncol Res Treat.* 2014; 37(4): 170–174. <https://doi.org/10.1159/000360786>
33. Japan Lymphoedema Study Group. A practice guideline for the management of lymphoedema. *J Lymph.* 2011; 6(2): 60–71.
34. Queensland Health. Lymphoedema clinical practice guideline 2014: the use of compression in the management of adults with lymphoedema [Internet]. Brisbane (AU): Queensland Health; 2014 Available at: <https://www.health.qld.gov.au/ahwac/docs/archived-docs/guideline-lymph.pdf> (Accessed 05.04.2023).
35. Gurdal S.O., Kostanoglu A., Cavdar I., et al. Comparison of intermittent pneumatic compression with manual lymphatic drainage for treatment of breast cancer-related lymphedema. *Lymphat Res Biol.* 2012; 10(3): 129–135.
36. Tastaban E., Soyder A., Aydin E., et al. Role of intermittent pneumatic compression in the treatment of breast cancer-related lymphoedema: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2020; 34(2): 220–228. <https://doi.org/10.1177/0269215519888792>
37. Haghghat S., Lotfi-Tokaldany M., Yunesian M., et al. Comparing two treatment methods for post mastectomy lymphedema: complex decongestive therapy alone and in combination with intermittent pneumatic compression. *Lymphology.* 2010; 43(1): 25–33.
38. Uzkeser H., Karatay S., Erdemci B., et al. Efficacy of manual lymphatic drainage and intermittent pneumatic compression pump use in the treatment of lymphedema after mastectomy: a randomized controlled trial. *Breast Cancer.* 2015; 22(3): 300–307. <https://doi.org/10.1007/s12282-013-0481-3>
39. Rafn B.S., Bodilsen A., von Heymann A., et al. Examining the efficacy of treatments for arm lymphedema in breast cancer survivors: an overview of systematic reviews with meta-analyses. *EClinicalMedicine.* 2023; 67: 102397. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.102397>
40. Lee N., Wigg J., Pugh S., et al. Lymphoedema management with the LymphFlow Advance pneumatic compression pump. *Br J Community Nurs.* 2016; 21(Suppl 10): S13–S19. <https://doi.org/10.12968/bjcn.2016.21>
41. Szolnoky G., Lakatos B., Keskeny T., et al. Intermittent pneumatic compression acts synergistically with manual lymphatic drainage in complex decongestive physiotherapy for breast cancer treatment-related lymphedema. *Lymphology.* 2009; 42(4): 188–194.
42. Hou S., Li Y., Lu W., et al. Efficacy of intermittent pneumatic compression on breast cancer-related upper limb lymphedema: a systematic review and meta-analysis in clinical studies. *Gland Surg.* 2024; 13(8): 1358–1369. <https://doi.org/10.21037/gS-24-123>

43. Sanal-Toprak C., Ozsoy-Unubol T., Bahar-Ozdemir Y, Akyuz G. The efficacy of intermittent pneumatic compression as a substitute for manual lymphatic drainage in complete decongestive therapy in the treatment of breast cancer related lymphedema. *Lymphology*. 2019; 52(2): 82–91.
44. Yao M., Peng P, Ding X., et al. Comparison of Intermittent Pneumatic Compression Pump as Adjunct to Decongestive Lymphatic Therapy against Decongestive Therapy Alone for Upper Limb Lymphedema after Breast Cancer Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Breast Care (Basel)*. 2024; 19(3): 155–164. <https://doi.org/10.1159/000538940>
45. Li J.X., Gao J., Song J.Y., et al. Compression Therapy for the Patients with Breast Cancer: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Cancer Nurs*. 2022; 45(4): E736–E745. <https://doi.org/10.1097/NCC.0000000000001005>
46. Ridner S.H., Murphy B., Deng J., et al. A randomized clinical trial comparing advanced pneumatic truncal, chest, and arm treatment to arm treatment only in self-care of arm lymphedema. *Breast Cancer Res Treat*. 2012; 131(1): 147–158. <https://doi.org/10.1007/s10549-011-1795-5>
47. Foldi M., Foldi E., Kubik S. *Textbook of lymphology*. English Ed. Elsevier: Munich. 2003.
48. Chevillat A.L., McGarvey C.L., Petrek J.A., et al. Lymphedema management. *Semin Radiat Oncol*. 2003; 13(3): 290–301. [https://doi.org/10.1016/S1053-4296\(03\)00035-3](https://doi.org/10.1016/S1053-4296(03)00035-3)
49. Adams K.E., Rasmussen J.C., Darne C., et al. Direct evidence of lymphatic function improvement after advanced pneumatic compression device treatment of lymphedema. *Biomed Opt Express*. 2010; 1(1): 114–125. <https://doi.org/10.1364/BOE.1.000114>
50. Mayrovitz H.N. Interface pressures produced by two different types of lymphedema therapy devices. *Phys Ther*. 2007; 87(10): 1379–1388. <https://doi.org/10.2522/ptj.20060386>
51. Unno N., Nishiyama M., Suzuki M., et al. A novel method of measuring human lymphatic pumping using indocyanine green fluorescence lymphography. *Journal of Vascular Surgery*. 2010; 52: 946–952.
52. Segers P., Belgrado J.P., Leduc A., et al. Excessive pressure in multichambered cuffs used for sequential compression therapy. *Phys Ther*. 2002; 82(10): 1000–1008.
53. Olszewski W.L. *Lymph stasis: pathophysiology, diagnosis and treatment*. CRC Press: Boca Raton. 1991.