

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<https://doi.org/10.52581/1814-1471/94/08>

УДК 617.557-002.7-089.87-06:617.57/.58-005.91/005.93-08-039.71



ВЫСОКИЕ ХИРУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОФИЛАКТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ЛИМФОРЕИ И ЛИМФЕДЕМЫ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОСЛЕ АКСИЛЛЯРНОЙ И ПАХОВОЙ ЛИМФАДЕНЭКТОМИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

С.Р. Баширов¹, А.А. Барашкова¹✉, Е.А. Васильева^{1,2}, М.В. Зыкова¹,
В.В. Иванов¹, М.Б. Аржаник¹, А.А. Стрежнева¹, С.В. Бородина¹

¹ Сибирский государственный медицинский университет,
Томск, Российская Федерация

² Томский областной онкологический диспансер,
Томск, Российская Федерация

Аннотация

Выполнение радикальных операций с аксиллярной и паховой лимфаденэктомией сопряжено с развитием лимфореи и лимфедемы конечностей, которые без должной профилактики и лечения приводят к инвалидизации и ухудшению качества жизни абсолютного большинства оперированных больных.

В статье проанализирована эффективность высокотехнологичных оперативных вмешательств с использованием эндоскопической аппаратуры, робототехники и реконструктивной микрохирургии в плане профилактики лимфореи и лимфедемы конечностей после аксиллярной и паховой лимфаденэктомии.

Выполнен поиск исследований в открытых базах данных PubMed и Google Scholar. Проанализированы полнотекстовые публикации на русском и английском языках за последние 15 лет, содержащие информацию об использовании эндоскопических, роботизированных и микрохирургических технологий паховой и аксиллярной лимфаденэктомии. Представление полученных результатов в виде диаграмм производилось с помощью программы MS Office Excel 2019.

Частота лимфореи после эндоскопической аксиллярной лимфаденэктомии варьирует в пределах от 3,1 до 97,6%, после видеоэндоскопической паховой лимфаденэктомии – 0–30,7%, лимфедемы – 0–19,0%. Лимфорея после роботической паховой лимфаденэктомии встречается с частотой от 0–29,4%, лимфедема – 0–27,3%. Частота лимфореи после роботизированной мастэктомии с сохранением соска и реконструкцией молочной железы наиболее разнородная – от 0 до 94,7%. Эффективность лимфовенозных анастомозов отмечена у 87,5–100% больных лимфедемой нижних конечностей, у 80,7–93,3% – лимфедемой верхних конечностей. Эффективность лимфонодуловонозных анастомозов отмечена у 70,6–100% больных лимфедемой нижних конечностей. Эффективность пересадки васкуляризированных лимфоузлов отмечена у 66,7–100% больных лимфедемой нижних конечностей и у 71,4–100% – лимфедемой верхних конечностей.

Таким образом, высокотехнологичные эндоскопические, роботизированные и микрохирургические операции, несмотря на неоднородную их эффективность, по большей части позитивно отразились на снижении частоты лимфореи и лимфедемы конечностей после аксиллярной и паховой лимфаденэктомии. Однако проведение таких вмешательств в один этап с лимфаденэктомией в большинстве случаев остается невозможным из-за высокой стоимости технологичной аппаратуры и расходных материалов, а также недостаточной квалификации специалистов. Поэтому поиск совершенных и в то же время доступных и воспроизводимых методов профилактики лимфореи и лимфедемы конечностей после лимфаденэктомии остается актуальной проблемой.

Ключевые слова: паховая/аксиллярная (подмышечная) лимфаденэктомия, лимфорея, лимфедема нижних/верхних конечностей, малоинвазивная хирургия, роботическая хирургия, микрохирургия.

Конфликт интересов: авторы подтверждают отсутствие явного и потенциального конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Баширов С.Р., Барашкова А.А., Васильева Е.А., Зыкова М.В., Иванов В.В., Аржаник М.Б., Стрежнева А.А., Бородина С.В. Высокие хирургические технологии профилактики и лечения лимфореи и лимфедемы конечностей после аксиллярной и паховой лимфаденэктомии (обзор литературы) // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2025. Т. 28, № 3. С. 66–76. doi: 10.52581/1814-1471/94/08

NEW TECHNOLOGIES

ADVANCED SURGICAL TECHNOLOGIES OF LYMPHORRHEA AND LIMBS LYMPHEDEMA PREVENTION AFTER AXILLARY AND INGUINAL LYMPH NODE DISSECTION (LITERATURE REVIEW)

S.R. Bashirov¹, A.A. Barashkova^{1✉}, E.A. Vasilieva^{1,2}, M.V. Zyкова¹,
V.V. Ivanov¹, M.B. Arzhanik¹, A.A. Strezhneva¹, S.V. Borodina¹

¹ Siberian State Medical University,
Tomsk, Russian Federation

² Tomsk Regional Oncology Center,
Tomsk, Russian Federation

Abstract

Radical axillary and inguinal lymphadenectomies are associated with lymphorrhea and limbs lymphedema, which lead to disability and life quality decrease of the absolute majority of operated patients in case of no proper prevention and treatment.

Purpose of the study: to analyze the effectiveness of advanced technologies that use endoscopic and robotic equipment, reconstructive microsurgery in terms of preventing lymphorrhea and lymphedema after axillary and inguinal lymphadenectomy.

The literature was searched using PubMed and Google Scholar electronic databases in accordance with keywords. Full-text publications in Russian and English over the past 15 years, containing information about the use of endoscopic, robotic and microsurgical technologies for inguinal and axillary lymphadenectomy, were analyzed. The diagrams were created using MS Office Excel 2019.

The incidence of lymphorrhea after endoscopic axillary lymph node dissection (EALND) ranges from 3.1 to 94.7%. The incidence of lymphorrhea after video-endoscopic inguinal lymphadenectomy (VEIL) ranges from 0 to 30.7%, lymphedema – from 0 to 19.0%. The incidence of lymphorrhea after robotic-assisted video-endoscopic inguinal lymphadenectomy (RAVEIL) varies from 0 to 29.4%, lymphedema – 0 to 27.3%. The incidence of lymphorrhea after robotic nipple-sparing mastectomy with immediate robotic breast reconstruction (RNSM and IRBR) have the highest heterogeneity – from 0 to 94.7%. The effectiveness of lymphaticovenous anastomoses (LVA) was noted in 87.5–100% of patients with lower limb lymphedema, and in 80.7–93.3% of patients with upper limb lymphedema. The effectiveness of lymph node to vein anastomoses (LNVA) was noted in 70.6–100% of patients with lower limb lymphedema. The effectiveness of vascularized lymph node transplantation (VLNT) was noted in 66.7–100% of patients with lower limb lymphedema, and in 71.4–100% of patients with upper limb lymphedema.

Conclusion. Despite the heterogeneity of results, advanced endoscopic, robotic and microsurgical surgical techniques demonstrated a positive effect on reducing the incidence of lymphorrhea and extremities lymphedema after axillary and inguinal lymphadenectomy. However, their use simultaneously with lymphadenectomy remains impossible in the majority of cases due to the high cost and the lack of necessary equipment. Therefore, the search for more effective and at the same time accessible methods for lymphorrhea and lymphedema prevention after lymphadenectomy is vitally needed.

Keywords: inguinal/axillary lymphadenectomy, lymphorrhea, lower/upper extremities lymphedema, minimally invasive surgery, robotic surgery, microsurgery.

Conflict of interest: the authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Bashirov S.R., Barashkova A.A., Vasilieva E.A., Zyкова M.V., Ivanov V.V., Arzhanik M.B., Strezhneva A.A., Borodina S.V. Advanced surgical technologies of lymphorrhea and limbs lymphedema prevention after axillary and inguinal lymph node dissection (literature review). *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2025;28(3):66-76. doi: 10.52581/1814-1471/94/08

ВВЕДЕНИЕ

В мире ежегодно миллионы больных с диагностированным раком молочной железы, вульвы, полового члена, анального канала, кожи подвергаются хирургическому лечению, которое у части из них предусматривает выполнение аксиллярной или паховой лимфаденэктомии. В связи с этим около 80% пациентов после радикальной диссекции лимфатических узлов сталкиваются с грозными осложнениями в виде лимфорей и лимфедемы верхних или нижних конечностей [1]. В случае прохождения пациентами лучевой терапии частота возникновения подобных осложнений существенно повышается [2]. Известно, что результативность наиболее часто используемых простых методов профилактики осложнений [3–5], связанных с открытой диссекцией лимфоузлов аксиллярной и паховой зон, сопоставима с таковой после классической лимфаденэктомии. В этой связи нами был проведен анализ эффективности высокотехнологичных оперативных вмешательств с использованием эндоскопической аппаратуры, робототехники и реконструктивной микрохирургии в плане профилактики лимфорей и лимфедемы конечностей после аксиллярной и паховой лимфаденэктомии.

В процессе исследования был осуществлен поиск публикаций в открытых базах данных PubMed и Google Scholar с использованием следующих ключевых слов: ((паховая) ИЛИ (аксиллярная)) И (лимфаденэктомия) И ((лимфорей) ИЛИ (лимфедема)) И ((малоинвазивная) ИЛИ (роботическая) ИЛИ (робот-ассистированная) ИЛИ (микрохирургия)); ((inguinal) OR (axillary)) AND ((lymph node dissection) OR (lymphadenectomy)) AND ((lymphorrhea) OR (lymphedema)) AND ((minimally invasive) OR (robotic) OR (robotic-assisted) OR (microsurgery)).

Были проанализированы полнотекстовые публикации на русском и английском языках, содержащие информацию о паховой или аксиллярной лимфаденэктомии, ассоциированных с ними послеоперационной лимфорей и лимфедеме конечностей, а также высокотехнологичных методах их профилактики. В обзор включались статьи, опубликованные в течение последних 15 лет (в период с 2010 по 2025 г.).

Полученные результаты представлены в виде диаграмм, выполненных с помощью программы MS Office Excel 2019.

МАЛОИНВАЗИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИМФОДИССЕКЦИИ

Видеоэндоскопическая лимфаденэктомия

Для выполнения лимфодиссекции достаточно установить в зоне операции один 10-миллиметровый порт для оптики и два 5-миллиметровых – для рабочих инструментов. При этом для проведения паховой лимфаденэктомии (videoendoscopic inguinal lymphadenectomy – VEIL) существуют два основных варианта расстановки троакаргов: на передней брюшной стенке (VEIL-H – videoendoscopic inguinal lymphadenectomy with hypogastric subcutaneous approach) или на нижней конечности на пораженной стороне (VEIL-L – videoendoscopic inguinal lymphadenectomy with leg subcutaneous approach). Выбор хирургического доступа остается на усмотрение хирурга, однако первый вариант, на наш взгляд, более удобен в случае проведения двусторонней лимфаденэктомии. Частота развития лимфорей при таком подходе варьирует, по данным разных исследований, в пределах от 0 до 30,7% (рис. 1), а лимфедемы – от 0% до 19,0% (рис. 2) [6–16].

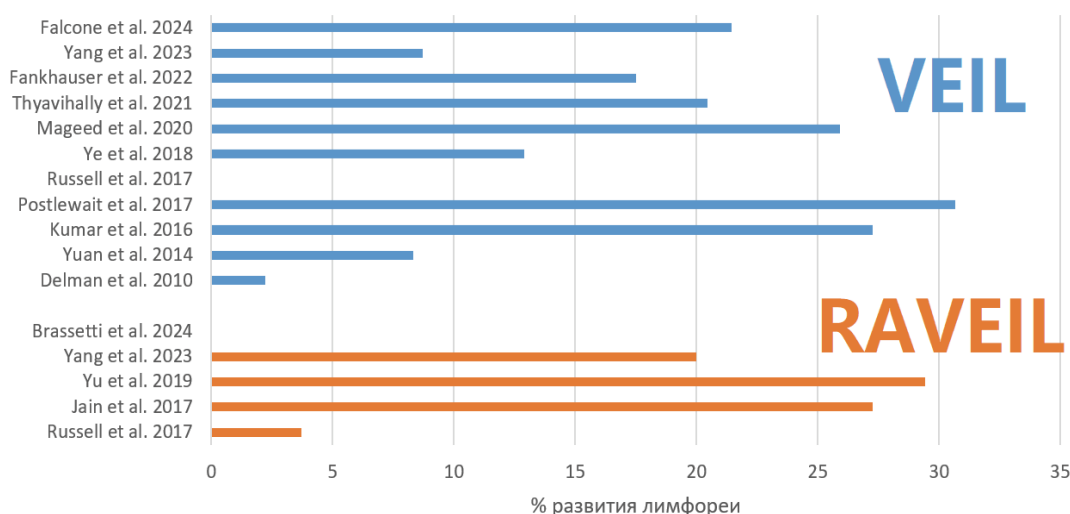


Рис. 1. Частота развития лимфорей после паховой (VEIL) и робот-ассистированной видеоэндоскопической паховой (RAVEIL) лимфаденэктомии по данным источников литературы

Fig. 1. Lymphorrhea incidence after VEIL and RAVEIL according to literary sources

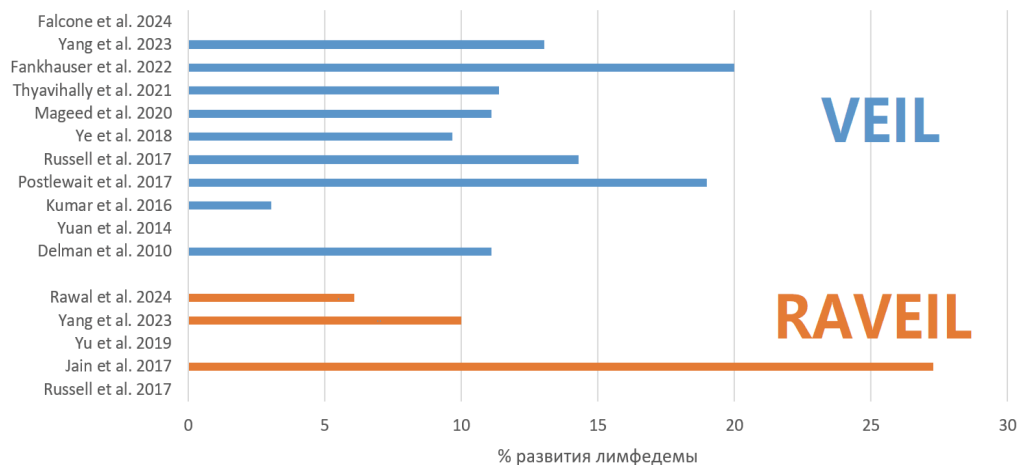


Рис. 2. Частота развития лимфедемы после паховой (VEIL) и робот-ассистированной видеоэндоскопической паховой (RAVEIL) лимфаденэктомии по данным источников литературы

Fig. 2. Lymphedema incidence after VEIL and RAVEIL according to literary sources

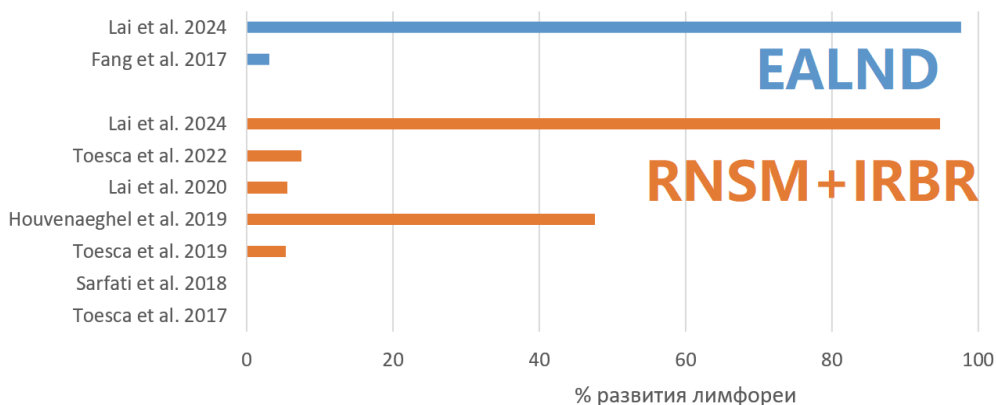


Рис. 3. Частота развития лимфорреи после эндоскопической аксиллярной лимфаденэктомии (EALND) и роботизированной мастэктомии с сохранением соска и немедленной роботизированной реконструкцией груди (RNSM и IRBR) по данным источников литературы

Fig. 3. Lymphorrhea incidence after EALND and RNSM and IRBR according to literary sources

Эндоскопическая аксиллярная лимфаденэктомия (endoscopic axillary lymph node dissection – EALND) проводится аналогичным образом, однако доступ осуществляется по передней и задней подмышечным линиям после предварительного введения раствора Кляйна с последующим удалением подмышечной жировой клетчатки. Анализ работ по данной теме показал, что частота развития лимфорреи крайне неоднородна и варьирует от 3,1 до 97,6% (рис. 3) [17, 18].

Робот-ассистированная видеоэндоскопическая лимфаденэктомия

Безусловным лидером рынка хирургической робототехники, занимая порядка его 70%, является компания Intuitive Surgical с системой Da Vinci. К концу 2024 г. количество выполненных с ее помощью операций достигло 2,7 млн. Также известно, что в России за последние 17 лет количество роботических операций выросло в 518 раз [19]. Такой рост интереса к роботической хирургии не удивителен. Мониторы высокого

разрешения на консоли хирурга позволяют визуализировать операционное поле в 3D-формате и увеличенном размере, что способствует более точной дифференцировке микроструктур (сосуды, нервы) вокруг лимфатических узлов по сравнению с открытой операцией. Кроме того, благодаря технологии EndoWrist манипуляторы превышают возможности запястья человека [19, 20].

Конструкцию робота можно представить в виде четырех сочленений, кинематика которых основана на концепции удаленного центра движения (remote center of motion – RCM) (рис. 4). Первый из узлов (J1) является призматическим и позволяет регулировать высоту консоли пациента. За ним следуют три поворотных узла SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm – робот-манипулятор с селективным соответствием для сборки) (J2–J4) с тормозами, позволяющими фиксировать «руку» после достижения необходимого положения. Далее расположены еще три вращательных шарнира (J5–J7) и один призматический (J8) [21].

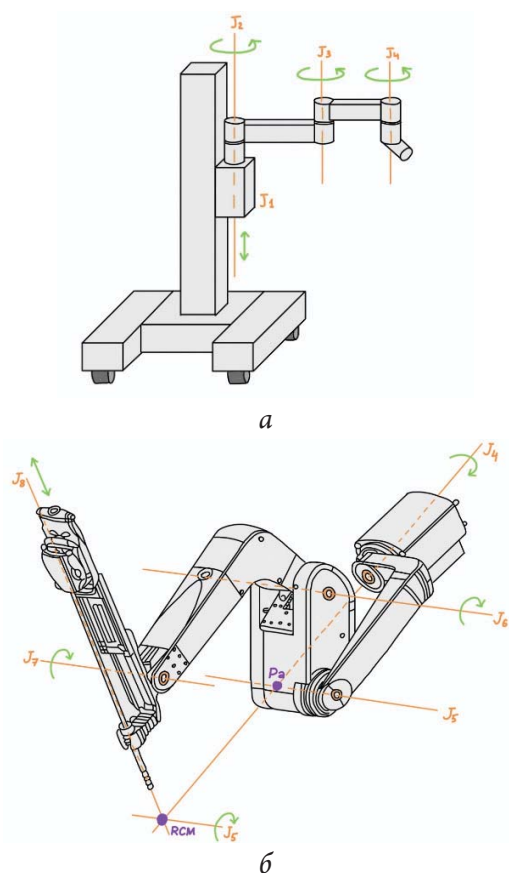


Рис. 4. Роботизированная система Da Vinci [21]

Fig. 4. Da Vinci robotic system [21]

Проведение робот-ассистированной видео-эндоскопической паховой лимфаденэктомии (robotic-assisted video-endoscopic inguinal lymphadenectomy – RAVEIL) позволило сократить частоту развития лимфореи до 0–29,4% случаев (см. рис. 1), лимфедемы – до 0–27,3% (см. рис. 2)

по сравнению с классическими видеоэндоскопическими методами [10, 15, 22–25]. Частота возникновения лимфореи после проведения роботизированной мастэктомии с сохранением соска и реконструкцией молочной железы за счет установки импланта в субпекторальный мышечный карман (robotic nipple-sparing mastectomy and immediate robotic breast reconstruction – RNSM and IRBR) находится в более широком диапазоне – от 0 до 94,7% (см. рис. 3) [18, 26–31].

МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКТИВНОЙ МИКРОХИРУРГИИ И СУПЕРМИКРОХИРУРГИИ

Лимфовенозные анастомозы

Лимфовенозные анастомозы (lymphaticovenous anastomosis – LVA) являются одним из наиболее распространенных методов реконструктивной микрохирургии. Наложение анастомозов конец-в-конец, бок-в-бок, конец-в-бок, бок-в-конец, λ- и π-образных или по типу «Оctopus» с соблюдением принципа «интима-к-интима» позволяет восстанавливать лимфатические коллекторы диаметром до 0,3 мм. В настоящее время данные операции из-за своей трудоемкости и дороговизны выполняются, как правило, пациентам с уже развившейся лимфедемой. Так, при лимфедеме нижних конечностей лимфовенозные анастомозы, по данным разных авторов, показали эффективность в 87,5–100% случаев (рис. 5), а при лимфедеме верхних конечностей – в 80,7–93,3% (рис. 6) [32–39]. При этом наложение лимфовенозных анастомозов одномоментно с лимфодиссекцией также возможно и эффективно.

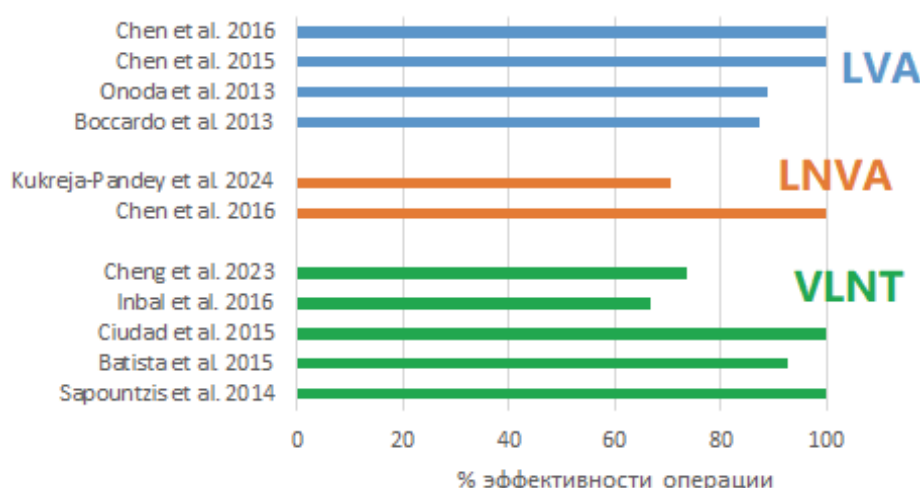


Рис. 5. Эффективность лечения лимфедемы нижних конечностей с помощью методов реконструктивной микрохирургии по данным источников литературы: лимфовенозные (LVA) и лимфонодулоуенозные (LNVA) анастомозы, пересадка васкуляризированных лимфоузлов (VLNT)

Fig. 5. Efficiency of lower extremities lymphedema treatment using reconstructive microsurgery methods according to literary sources: lymphaticovenous (LVA) and lymph node to vein (LNVA) anastomosis, vascularized lymph node transfer (VLNT)

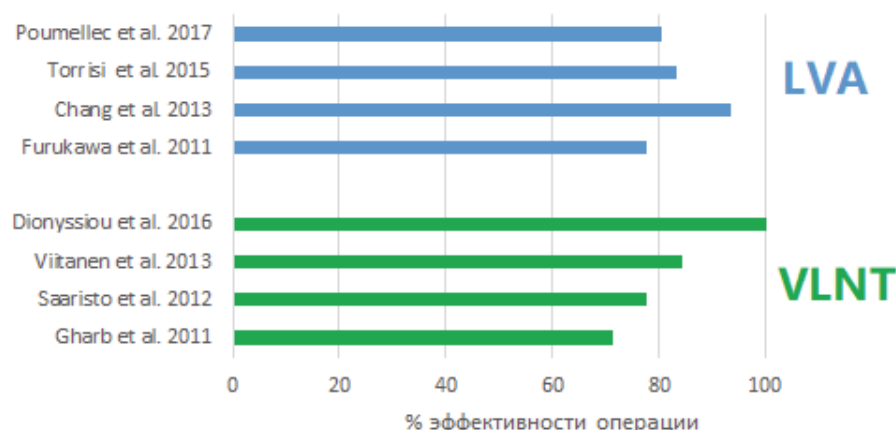


Рис. 6. Эффективность лечения лимфедемы верхних конечностей с помощью методов реконструктивной микрохирургии по данным источников литературы: лимфовенозные анастомозы (LVA) и пересадка васкуляризированных лимфоузлов (VLNT)

Fig. 6. Efficiency of upper extremities lymphedema treatment using reconstructive microsurgery methods: according to literary sources: lymphaticovenous anastomosis (LVA) and vascularized lymph node transfer (VLNT)

И.В. Овчинникова и соавт. (2024) отмечают значительное уменьшение длительности лимфореи (4,7 сут по сравнению с 14,2 сут без наложения анастомозов) и уменьшение частоты развития лимфедемы (9,8% против 22,9%, соответственно) после аксиллярной лимфаденэктомии [40].

Лимфонодулово-венозные анастомозы

Наложение лимфонодулово-венозных анастомозов (lymph node to vein anastomosis – LNVA) – относительно новый метод, который в настоящее время применяют довольно редко, однако первые положительные результаты уже имеются. Так, при лимфедеме нижних конечностей от 70,6 до 100% больных отмечают положительный эффект от проведенного лечения (см. рис. 5): субъективное улучшение состояния и уменьшение объема пораженной конечности [38, 41].

Пересадка васкуляризированных лимфоузлов

При пересадке васкуляризированных лимфоузлов (vascularized lymph node transfer – VLNT) возможен перенос как свободных лимфоузлов, так и в составе лоскута. Механизм, объясняющий эффективность данной операции, еще предстоит изучить, однако предполагается, что помимо естественных лимфоколлекторов могут быть задействованы ангиопоэтин и факторы роста эндотелия сосудов, в особенности VEGF-C (vascular endothelial growth factor C) [42]. Тем не менее, после пересадки лимфатических узлов 66,7–100% пациентов с лимфедемой нижних конечностей (см. рис. 5) и 71,4–100% с лимфедемой верхних конечностей (см. рис. 6) отмечают улучшение своего состояния [43–51].

Современная стратегия профилактики лимфореи и лимфедемы конечностей после аксиллярной и паховой лимфаденэктомии направлена на применение высокотехнологичных малоинвазивных вмешательств с использованием эндоскопической аппаратуры высокого разрешения и различной энергии при выполнении диссекции тканей. Речь идет о видеоэндоскопической аксиллярной и паховой лимфаденэктомии, в том числе робот-ассистированной, их эффективность доказана многочисленными многоцентровыми исследованиями.

Эндоскопическая аксиллярная лимфаденэктомия (EALND) является технологичным методом диссекции лимфоузлов при радикальных операциях по поводу рака молочной железы. Данные проведенного нами анализа литературы показывают, что частота возникновения лимфореи после проведения EALND варьируется в пределах от 3,1 до 97,6%. Среди видеоэндоскопических паховых лимфаденэктомий (VEIL) хорошо зарекомендовали себя методы VEIL-H (с установкой одного из портов на передней брюшной стенке) и VEIL-L (с установкой одного из портов на нижней конечности). Частота возникновения лимфореи при использовании VEIL-технологий находится в диапазоне 0–30,7%, лимфедемы – 0–19,0%.

Роботические вмешательства – следующий шаг в эволюции высоких технологий диссекции лимфатических узлов аксиллярной и паховой областей. Роботизированная мастэктомия с сохранением соска и реконструкцией груди (RNSM и IRBR) является наиболее совершенным технологичным вмешательством. Робот-ассистированная видеоэндоскопическая паховая лимфаденэктомия (RAVEIL) позволяет обеспечить прецизионность диссекции тканей и сократить время операции. Частота возникновения лимфореи

после RAVEIL составляет 0–29,4%, лимфедемы нижних конечностей от 0–27,3%.

На сегодняшний день вершиной технологичности и доказанной эффективности в плане борьбы с лимфореями и лимфедемой конечностей после аксиллярной и паховой лимфаденэктомии считаются методы реконструктивной микрохирургии и супермикрохирургии. Из-за технической сложности и продолжительности таких вмешательств, они используются, в основном, когда лимфедема уже развилась. При этом следует учитывать, что существует риск тромбоза и облитерации микрососудистых анастомозов в ближайшем и отдаленном периодах после восстановления лимфооттока конечности.

Среди методов микрохирургии наиболее часто выполняется реконструкция лимфатических коллекторов аксиллярной и паховой областей путем наложения анастомозов между лимфатическими сосудами и близлежащими венами (лимфовенозные анастомозы). Такие вмешательства обеспечивают улучшение состояния у 80,7–93,3% пациентов с лимфедемой верхних конечностей и у 87,5–100% – с лимфедемой нижних конечностей. Технологии формирования лимфонодуло-венозных анастомозов (LNVA) являются новым методом, гарантирующим улучшение состояния 70,6–100% больных с лимфедемой нижних конечностей. Пересадка васкуляризированных лимфоузлов (VLNT), как свободных, так и в составе лоскутов, также дает обнадеживающие результаты у больных с лимфедемой после аксиллярной и паховой лимфаденэктомии. Технология VLNT, по данным проведенного нами анализа, показала высокую эффективность лечения у 66,7–100% больных лимфедемой нижних

конечностей и у 71,4–100% больных, страдающих лимфедемой верхних конечностей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение в клиническую практику малоинвазивных и роботических технологий аксиллярной и паховой лимфодиссекции положительно повлияло на продолжительность послеоперационной лимфорей в области оперативного вмешательства. Применение эндоскопических операций с использованием энергии при выполнении диссекции тканей также позитивно отразилось на снижении частоты развития лимфедемы конечностей. Микрохирургия и супермикрохирургия остаются самыми востребованными методами лечения больных лимфедемой конечностей. Необходимо подчеркнуть, что результаты применения высокотехнологичных малоинвазивных вмешательств с использованием эндоскопической аппаратуры, робототехники и реконструктивной микрохирургии существенно превосходят результаты профилактики лимфорей и лимфедемы классическими способами. Однако повсеместное и рутинное использование высокотехнологичных вмешательств в один этап с первичной радикальной операцией остается в большинстве клиник невозможным из-за высокой стоимости оборудования и расходных материалов, а также недостаточной квалификации специалистов. Поэтому поиск совершенных, но в то же время простых и легко воспроизводимых методов профилактики и лечения лимфорей и лимфедемы конечностей после аксиллярной и паховой лимфаденэктомии в настоящее время является актуальной проблемой.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. ten Wolde B., van den Wildenberg F.J.H., Keemers-Gels M.E., Polat F., Strobbe L.J.A. Quilting prevents seroma formation following breast cancer surgery: closing the dead space by quilting prevents seroma following axillary lymph node dissection and mastectomy. *Ann Surg Oncol.* 2014;21(3):802-807. <https://doi.org/10.1245/s10434-013-3359-x>
2. Watanabe Y., Koshiyama M., Seki K., Nakagawa M., Ikuta E., et al. Development and Themes of Diagnostic and Treatment Procedures for Secondary Leg Lymphedema in Patients with Gynecologic Cancers. *Healthcare.* 2019;7(3):101. <https://doi.org/10.3390/healthcare7030101>
3. Gilly FN, François Y, Sayag-Beaujard AC, Glehen O, Brachet A, Vignal J. Prevention of lymphorrhea by means of fibrin glue after axillary lymphadenectomy in breast cancer: prospective randomized trial. *Eur Surg Res.* 1998;30(6):439-443. <https://doi.org/10.1159/000008611>
4. Öztürk M.B., Akan A., Özkaya Ö., Egemen O., Öreroğlu A.R., et al. Saphenous Vein Sparing Superficial Inguinal Dissection in Lower Extremity Melanoma. *J Skin Cancer.* 2014;13. <https://doi.org/10.1155/2014/652123>
5. Lattimore C.M., Meneveau M.O., Marsh K.M., Shada A.L., Slingluff C.L., Dengel L.T. A Novel Fascial Flap Technique After Inguinal Complete Lymph Node Dissection for Melanoma. *Journal of Surgical Research.* 2022;278:356-363. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.04.039>
6. Delman KA, Kooby DA, Rizzo M, et al. Initial Experience with Videoscopic Inguinal Lymphadenectomy. *Ann Surg Oncol.* 2011;18:977-982. <https://doi.org/10.1245/s10434-010-1490-5>
7. Yuan J.B., Chen M.F., Qi L., Li Y., Li Y.L., et al. Preservation of the saphenous vein during laparoendoscopic single-site inguinal lymphadenectomy: comparison with the conventional laparoscopic technique. *BJU Int.* 2015;115(4):613-618. <https://doi.org/10.1111/bju.12838>

8. Kumar V., Sethia K.K. Prospective study comparing video-endoscopic radical inguinal lymph node dissection (VEILND) with open radical ILND (OILND) for penile cancer over an 8-year period. *BJU International*. 2017;119(4):530-534. <https://doi.org/10.1111/bju.13660>
9. Postlewait L.M., Farley C.R., Diller M.L., et al. A Minimally Invasive Approach for Inguinal Lymphadenectomy in Melanoma and Genitourinary Malignancy: Long-Term Outcomes in an Attempted Randomized Control Trial. *Ann Surg Oncol*. 2017;24:3237-3244. <https://doi.org/10.1245/s10434-017-5971-7>
10. Russell C.M., Salami S.S., Niemann A., Weizer A.Z., Tomlins S.A., et al. Minimally Invasive Inguinal Lymphadenectomy in the Management of Penile Carcinoma. *Urology*. 2017;106:113-118. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2017.04.022>
11. Ye Y.L., Guo S.J., Li Z.S., Yao K., Chen D., et al. Radical Videoscopic Inguinal Lymphadenectomies: A Matched Pair Analysis. *J Endourol*. 2018;32(10):955-960. <https://doi.org/10.1089/end.2018.0356>
12. Mageed H.A., Saad I., Mostafa A., et al. Minimally invasive inguinal lymph node dissection: initial experience and reproducibility in a limited resource setting – with technique video. *Surg Endosc*. 2020;34:4669-4676. <https://doi.org/10.1007/s00464-020-07813-z>
13. Thyavithally Y.B., Dev P., Waigankar S.S., et al. Comparative study of perioperative and survival outcomes after video endoscopic inguinal lymphadenectomy (VEIL) and open inguinal lymph node dissection (O-ILND) in the management of inguinal lymph nodes in carcinoma of the penis. *J Robot Surg*. 2021;15(6):905-914. <https://doi.org/10.1007/s11701-020-01189-x>
14. Fankhauser C.D., Lee E.W.C., Issa A., Oliveira P., Lau M., et al. Saphenous-sparing Ascending Video Endoscopic Inguinal Lymph Node Dissection Using a Leg Approach: Surgical Technique and Perioperative and Pathological Outcomes. *European Urology Open Science*. 2022;35:9-13. <https://doi.org/10.1016/j.euros.2021.10.004>
15. Yang M, Liu Z, Tan Q, Hu X, Liu Y, et al. Comparison of antegrade robotic assisted VS laparoscopic inguinal lymphadenectomy for penile cancer. *BMC Surgery*. 2023;23:55. <https://doi.org/10.1186/s12893-023-01935-6>
16. Falcone M., Gul M., Peretti F., Preto M., Cirigliano L., et al. Inguinal Lymphadenectomy for Penile Cancer: An Interim Report from a Trial Comparing Open Versus Videoendoscopic Surgery Using a Within-patient Design. *European Urology Open Science*. 2024;63:31-37. <https://doi.org/10.1016/j.euros.2024.02.007>
17. Fang J., Ma L., Zhang Y.-H., Yang Z.-J., Yu Y., Cao X.-C. Endoscopic sentinel lymph node biopsy and endoscopic axillary lymphadenectomy without liposuction in patients with early stage breast cancer. *Surg Oncol*. 2017;26(4):338-344. <https://doi.org/10.1016/j.suronc.2017.07.005>
18. Lai H.-W., Chen D.-R., Liu L.-C., Chen S.-T., Kuo Y.-L., et al. Robotic Versus Conventional or Endoscopic-assisted Nipple-sparing Mastectomy and Immediate Prosthesis Breast Reconstruction in the Management of Breast Cancer: A Prospectively Designed Multicenter Trial Comparing Clinical Outcomes, Medical Cost, and Patient-reported Outcomes (RCENSM-P). *Ann Surg*. 2024;279(1):138. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000005924>
19. В России за 17 лет количество роботических операций выросло в 518 раз. URL: <https://robot-davinci.ru/novosti/v-rossii-za-17-let-kolichestvo-roboticheskikh-operaciy-vyroslo-v-518-raz/> (дата обращения: 15.08.2025).
The number of robotic surgeries has increased in Russia 518-fold over the past 17 years. URL: <https://robot-davinci.ru/novosti/v-rossii-za-17-let-kolichestvo-roboticheskikh-operaciy-vyroslo-v-518-raz/> (accessed: August 15, 2025).
20. Ahn J.H., Park J.M., Choi S.B., Go J., Lee J., et al. Early experience of robotic axillary lymph node dissection in patients with node-positive breast cancer. *Breast Cancer Res Treat*. 2023;198(3):405-412. <https://doi.org/10.1007/s10549-022-06760-8>
21. The da Vinci® system: technology and surgical analysis. <https://entokey.com/the-da-vinci-system-technology-and-surgical-analysis/> (accessed: August 29, 2025).
22. Jain V., Sekhon R., Giri S., Hassan N., Batra K., et al. Robotic-Assisted Video Endoscopic Inguinal Lymphadenectomy in Carcinoma Vulva: Our Experiences and Intermediate Results. *International Journal of Gynecological Cancer*. 2017;27(1):159-165. <https://doi.org/10.1097/igc.0000000000000854>
23. Yu H., Lu Y., Xiao Y., et al. Robot-assisted laparoscopic antegrade versus open inguinal lymphadenectomy: a retrospective controlled study. *BMC Urol*. 2019;19(135). <https://doi.org/10.1186/s12894-019-0571-4>
24. Brassetti A., Pallares-Mendez R., Bove A.M., Misuraca L., et al. Comparing Outcomes of Open and Robot-Assisted Inguinal Lymphadenectomy for the Treatment of cN2 Squamous Cell Carcinoma of the Penis: A Retrospective Single-Center Analysis. *Cancers*. 2024; 16(23): 3921. <https://doi.org/10.3390/cancers16233921>
25. Rawal S.K., Khanna A., Singh A., Jindal T., Sk R., et al. Robot-Assisted Video Endoscopic Inguinal Lymph Node Dissection for Penile Cancer: An Indian Multicenter Experience. *Journal of Endourology*. 2024;38(8):879-883. <https://doi.org/10.1089/end.2023.0719>
26. Toesca A., Peradze N., Manconi A., Galimberti V., Intra M., et al. Robotic nipple-sparing mastectomy for the treatment of breast cancer: Feasibility and safety study. *Breast*. 2017;31:51-56. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2016.10.009>

27. Sarfati B., Struk S., Leymarie N., Honart J.-F., Alkhashnam H., et al. Robotic Prophylactic Nipple-Sparing Mastectomy with Immediate Prosthetic Breast Reconstruction: A Prospective Study. *Ann Surg Oncol.* 2018;25(9):2579-2586. <https://doi.org/10.1245/s10434-018-6555-x>
28. Houvenaeghel G., Bannier M., Rua S., Barrou J., Heinemann M., et al. Breast cancer robotic nipple sparing mastectomy: evaluation of several surgical procedures and learning curve. *World J Surg Oncol.* 2019;17(1):27. <https://doi.org/10.1186/s12957-019-1567-y>
29. Toesca A., Invento A., Massari G., Girardi A., Peradze N., et al. Update on the Feasibility and Progress on Robotic Breast Surgery. *Ann Surg Oncol.* 2019;26(10):3046-3051. <https://dx.doi.org/10.1245/s10434-019-07590-7>
30. Lai H.-W., Chen S.-T., Mok C.W., Lin Y.-J., Wu H.-K., et al. Robotic versus conventional nipple sparing mastectomy and immediate gel implant breast reconstruction in the management of breast cancer- A case control comparison study with analysis of clinical outcome, medical cost, and patient-reported cosmetic results. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2020;73(8):1514-1525. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2020.02.021>
31. Toesca A., Sangalli C., Maisonneuve P., Massari G., Girardi A., et al. A Randomized Trial of Robotic Mastectomy Versus Open Surgery in Women With Breast Cancer or BrCA Mutation. *Ann Surg.* 2022;276(1):11-19. <https://doi.org/10.1097/sla.0000000000004969>
32. Furukawa H., Osawa M., Saito A., Hayashi T., Funayama E., et al. Microsurgical lymphaticovenous implantation targeting dermal lymphatic backflow using indocyanine green fluorescence lymphography in the treatment of postmastectomy lymphedema. *Plast Reconstr Surg.* 2011;127(5):1804-1811. <https://doi.org/10.1097/prs.0b013e31820cf2e2>
33. Chang D.W., Suami H., Skoracki R. A prospective analysis of 100 consecutive lymphovenous bypass cases for treatment of extremity lymphedema. *Plast Reconstr Surg.* 2013;132(5):1305-1314. <https://doi.org/10.1097/prs.0b013e3182a4d626>
34. Boccardo F., Dessalvi S., Campisi C., Molinari L., Spinaci S., et al. Microsurgery for groin lymphocele and lymphedema after oncologic surgery. *Microsurgery.* 2014; 34(1): 10-13. <https://doi.org/10.1002/micr.22129>
35. Onoda S., Todokoro T., Hara H., Azuma S., Goto A. Minimally invasive multiple lymphaticovenular anastomosis at the ankle for the prevention of lower leg lymphedema. *Microsurgery.* 2014;34(5):372-376. <https://doi.org/10.1002/micr.22204>
36. Chen W.F., Yamamoto T., Fisher M., Liao J., Carr J. The 'Octopus' Lymphaticovenular Anastomosis: Evolving Beyond the Standard Supermicrosurgical Technique. *J Reconstr Microsurg.* 2015;31(6):450-457. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1548746>
37. Torrisi J.S., Joseph W.J., Ghanta S., Cuzzzone D.A., Albano N.J., et al. Lymphaticovenous bypass decreases pathologic skin changes in upper extremity breast cancer-related lymphedema. *Lymphat Res Biol.* 2015;13(1):46-53. <https://doi.org/10.1089/lrb.2014.0022>
38. Chen W.F., Zhao H., Yamamoto T., Hara H., Ding J. Indocyanine Green Lymphographic Evidence of Surgical Efficacy Following Microsurgical and Supermicrosurgical Lymphedema Reconstructions. *J Reconstr Microsurg.* 2016; 32(9): 688-698. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1586254>
39. Poumellec M.A., Foissac R., Cegarra-Escolano M., Barranger E., Ihrat T. Surgical treatment of secondary lymphedema of the upper limb by stepped microsurgical lymphaticovenous anastomoses. *Breast Cancer Res Treat.* 2017; 162(2): 219-224. <https://doi.org/10.1007/s10549-017-4110-2>
40. Овчинникова И.В., Гимранов А.М., Тазиева Г.Р., Бусыгин М.А., Корунова Е.Г. Превентивное наложение лимфовенозных анастомозов в подмышечной области одномоментно с лимфатической диссекцией при лечении рака молочной железы для профилактики лимфедемы верхней конечности (методика LYMPHA) // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2024. Т. 2, вып. 2. С. 42–47. <https://doi.org/10.17116/hirurgia202402242>
Ovchinnikova I.V., Gimranov A.M., Tazieva G.R., Busygin M.A., Korunova E.G. Preventive axillary lymphovenous anastomoses simultaneously with lymph node dissection in the treatment of breast cancer for prevention of lymphedema of the upper limb (LYMPHA technique). *Pirogov Russian Journal of Surgery.* 2024;2(2):42-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/hirurgia202402242>
41. Kukreja-Pandey S., Bailey E.A., Chen W.F. D118. Inguinal Lymph Node to Vein Anastomosis – “The Cleveland Clinic Experience and Technical Refinements”. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2024;12(S5):123-124. <https://doi.org/10.1097/01.GOX.0001018940.92510.2c>
42. Jeltsch M., Kaipainen A., Joukov V., Meng X., Lakso M., et al. Hyperplasia of lymphatic vessels in VEGF-C transgenic mice. *Science.* 1997;276(5317):1423-1425. <https://doi.org/10.1126/science.276.5317.1423>
43. Gharb B.B., Rampazzo A., Spanio di Spilimbergo S., Xu E.-S., Chung K.-P., Chen H.-C. Vascularized lymph node transfer based on the hilar perforators improves the outcome in upper limb lymphedema. *Ann Plast Surg.* 2011;67(6):589-593. <https://doi.org/10.1097/sap.0b013e3181f88e8a>
44. Saaristo A.M., Niemi T.S., Viitanen T.P., Tervala T.V., Hartiala P., Suominen E.A. Microvascular breast reconstruction and lymph node transfer for postmastectomy lymphedema patients. *Ann Surg.* 2012;255(3):468-473. <https://doi.org/10.1097/sla.0b013e3182426757>

45. Viitanen T.P., Visuri M.T., Hartiala P., Mäki M.T., Seppänen M.P., et al. Lymphatic vessel function and lymphatic growth factor secretion after microvascular lymph node transfer in lymphedema patients. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2013;1(2):1-9. <https://doi.org/10.1097/gox.0b013e318293a532>
46. Sapountzis S., Singhal D., Rashid A., Ciudad P., Meo D., Chen H.-C. Lymph node flap based on the right transverse cervical artery as a donor site for lymph node transfer. *Ann Plast Surg*. 2014;73(4):398-401. <https://doi.org/10.1097/sap.0b013e31827fb39e>
47. Dionyssiou D., Demiri E., Tsimponis A., Sarafis A., Mpalaris V., et al. A randomized control study of treating secondary stage II breast cancer-related lymphoedema with free lymph node transfer. *Breast Cancer Res Treat*. 2016;156(1):73-79. <https://doi.org/10.1007/s10549-016-3716-0>
48. Batista B.N., Germain M., Faria J.C., Becker C. Lymph node flap transfer for patients with secondary lower limb lymphedema. *Microsurgery*. 2017;37(1):29-33. <https://doi.org/10.1002/micr.22404>
49. Ciudad P., Maruccia M., Socas J., Lee M.H., Chung K.P., et al. The laparoscopic right gastroepiploic lymph node flap transfer for upper and lower limb lymphedema: Technique and outcomes. *Microsurgery*. 2017;37(3):197-205. <https://doi.org/10.1002/micr.22450>
50. Inbal A., Teven C.M., Chang D.W. Latissimus dorsi flap with vascularized lymph node transfer for lymphedema treatment: Technique, outcomes, indications and review of literature. *J Surg Oncol*. 2017 Jan;115(1):72-77. <https://doi.org/10.1002/jso.24347>
51. Cheng G., Duan Y., Xiong Q., Liu W., Yu F., et al. Clinical application of magnetic resonance lymphangiography in the vascularized omental lymph nodes transfer with or without lymphaticovenous anastomosis for cancer-related lower extremity lymphedema. *Quant Imaging Med Surg*. 2023;13(9):5945-5957. <https://doi.org/10.21037/qims-22-1443>

Сведения об авторах

Баширов Сергей Рафаэлевич – д-р мед. наук, доцент, зав. кафедрой общей хирургии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0000-0001-6381-1327>
 e-mail: bars-tomsk@rambler.ru

Барашкова Анастасия Александровна ✉ – студентка 5-го курса лечебного факультета, лаборант кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0009-0008-6802-8591>
 e-mail: barashkova_anastasia@mail.ru

Васильева Елизавета Алексеевна – врач-онколог ОГАУЗ «Томский областной онкологический диспансер» (Россия, 634069, ул. Ивана Черных, д. 986); аспирант кафедры общей хирургии ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0009-0004-7992-9556>
 e-mail: elizaveta.liza29@mail.ru

Зыкова Мария Владимировна – д-р фарм. наук, доцент, зав. кафедрой химии, старший научный сотрудник Центральной научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0000-0002-1973-8983>
 e-mail: zykova.mv@ssmu.ru

Иванов Владимир Владимирович – канд. биол. наук, руководитель центра доклинических исследований Центральной научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0000-0001-9348-4945>
 e-mail: ivanovvv1953@gmail.com

Аржаник Марина Борисовна – канд. пед. наук, доцент кафедры медицинской и биологической кибернетики ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).
<https://orcid.org/0000-0003-4844-9803>
 e-mail: arzh_m@mail.ru

Стрежнева Алина Александровна – студентка 6-го курса лечебного факультета ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).

<https://orcid.org/0009-0000-7214-2452>

e-mail: alstrezhneva@yandex.ru

Бородин Светлана Владимировна – ветеринарный врач центра доклинических исследований Центральной научно-исследовательской лаборатории ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, 634050, г. Томск, ул. Московский тракт, д. 2).

<https://orcid.org/0009-0009-5022-5244>


e-mail: borodina.sv@ssmu.ru

Information about authors

Sergey R. Bashirov, Dr. Med. sci., Associate Professor, head of the Department of General Surgery, Siberian State Medical University (2, Moskovsky trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0000-0001-6381-1327>

e-mail: bars-tomsk@rambler.ru

Anastasia A. Barashkova , 5th year student, Medical faculty, laboratory assistant, the Department of General Surgery, Siberian State Medical University (2, Moskovsky Trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0009-0008-6802-8591>

barashkova_anastasia@mail.ru

Elizaveta A. Vasilyeva, oncologist, the Tomsk Regional Oncology Center (986, Ivan Chernykh st., Tomsk, 634069, Russia); postgraduate student, the Department of General Surgery, Siberian State Medical University (2, Moskovsky Trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0009-0004-7992-9556>

e-mail: elizaveta.liza29@mail.ru

Maria V. Zykova, Dr. Pharm. sci., Associate Professor, head of the Department of Chemistry, Senior Researcher, the Central Research Laboratory, Siberian State Medical University (2, Moskovsky Trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0000-0002-1973-8983>

e-mail: zykova.mv@ssmu.ru

Vladimir V. Ivanov, Cand. Biol. sci., head of Preclinical Research Center, the Central Research Laboratory, Siberian State Medical University (2, Moskovsky Trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0000-0001-9348-4945>

e-mail: ivanovvv1953@gmail.com

Marina B. Arzhanik, Cand. Ped. sci., Associate Professor, the Department of Medical and Biological Cybernetics, Siberian State Medical University (2, Moskovsky Trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0000-0003-4844-9803>

e-mail: arzh_m@mail.ru

Alina A. Strezhneva, 6th year student, Medical faculty, Siberian State Medical University (2, Moskovsky Trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0009-0000-7214-2452>

e-mail: alstrezhneva@yandex.ru

Svetlana V. Borodina, veterinarian, Preclinical Research Center, the Central Research Laboratory, Siberian State Medical University (2, Moskovsky Trakt st., Tomsk, 634050, Russia).

<https://orcid.org/0009-0009-5022-5244>

e-mail: borodina.sv@ssmu.ru

Поступила в редакцию 23.08.2025; одобрена после рецензирования 02.09.2025; принята к публикации 08.09.2025

The article was submitted 23.08.2025; approved after reviewing 02.09.2025; accepted for publication 08.09.2025