



3.1.25. Лучевая диагностика КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Высокочастотная ультразвуковая визуализация подкожных лимфатических и веноулярных сосудов при планировании лимфоденирующих операций

В. В. Ратушная[✉], С. О. Степанов, Л. А. Митина, Е. А. Трошенков, А. Ф. Куцурадис,
О. В. Гуц, М. Хапаева

Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

✉ vika_rat@list.ru

Аннотация

Лимфедема верхних конечностей после удаления подмышечных лимфоузлов при раке молочной железы является одним из наиболее распространенных послеоперационных осложнений, существенно ухудшающих качество жизни пациентов. В представленном клиническом наблюдении продемонстрирована эффективность лимфовеноулярного анастомоза (ЛВА) как метода, позволяющего устранить патологические процессы при обструктивной лимфедеме на ранних и средних этапах развития заболевания. Подчеркивается важность предоперационного обследования и картирования лимфатических и венозных сосудов с использованием ультразвуковых технологий, что позволяет оптимизировать тактику хирургического вмешательства, повысить его эффективность и сократить время проведения операции. Рассмотрены особенности патофизиологии лимфедемы, включая склероз сосудов и снижение их способности к лимфооттоку, а также преимущества современных методов инструментальной диагностики в планировании ЛВА. В статье акцентируется внимание на необходимости индивидуального подхода к пациентам, основанного на тщательном предоперационном исследовании сосудистого русла, а также на важности использования ультразвукового мониторинга в послеоперационном периоде для контроля состояния при лимфедеме.

Таким образом, определяющее значение комплексной стратегии, включающей в себя предварительную диагностику и тщательное планирование, обеспечивает наиболее эффективные клинические исходы при лечении лимфедемы верхних конечностей методом ЛВА.

Ключевые слова:

лимфедема, лимфография, ангиография, микрохирургический анастомоз, сонография анастомоза, ультразвуковое исследование, вены верхней конечности, клиническое наблюдение

Для цитирования: Ратушная В. В., Степанов С. О., Митина Л. А., Трошенков Е. А., Куцурадис А. Ф., Гуц О. В., Хапаева З. М. Высокочастотная ультразвуковая визуализация подкожных лимфатических и веноулярных сосудов при планировании лимфоденирующих операций. Research and Practical Medicine Journal (Исследования и практика в медицине). 2025; 12(4): 113–120. <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2025-12-4-9> EDN: ZEOUWU

Для корреспонденции: Ратушная Виктория Валериевна – к.м.н., врач отдела ультразвуковой диагностики и интервенционных технологий Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация

Адрес: 125284, Российская Федерация, г. Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3

E-mail: vika_rat@list.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5025-3378>, eLibrary SPIN: 4142-3320, AuthorID: 698061, Scopus Author ID: 57224995891

Соблюдение этических стандартов: в работе соблюдались этические принципы, предьявляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, ред. 2013). От пациента получено письменное добровольное информированное согласие на публикацию описания клинического наблюдения.

Финансирование: финансирование данной работы не проводилось.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Статья поступила в редакцию 07.04.2025; одобрена после рецензирования 24.09.2025; принята к публикации 26.11.2025.

High-frequency ultrasound imaging of subcutaneous lymphatic and venular vessels in the planning of lymphatic drainage surgeries

V. V. Ratushnaya✉, S. O. Stepanov, L. A. Mitina, E. A. Troshenkov, A. F. Kutsuradis, O. V. Guts, Z. M. Khapaeva

P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation

✉ vika_rat@list.ru

Abstract

Upper limb lymphedema following axillary lymph node dissection for breast cancer is one of the most common postoperative complications, significantly reducing patients' quality of life. This clinical case demonstrates the effectiveness of lymphovenular anastomosis (LVA) as a method that allows for the correction of pathological processes associated with obstructive lymphedema at the early and intermediate stages of the disease. The importance of preoperative assessment and mapping of lymphatic and venous vessels using ultrasound technologies is emphasized, as it enables optimization of surgical tactics, improves the procedure's efficiency, and reduces operative time. The article discusses the pathophysiological features of lymphedema, including vascular sclerosis and decreased lymphatic drainage capacity, as well as the advantages of modern instrumental diagnostic methods in planning LVA. Attention is drawn to the necessity of an individualized approach to each patient, based on thorough preoperative evaluation of the vascular network, as well as the importance of ultrasound monitoring in the postoperative period for controlling the condition of lymphedema.

Thus, the decisive role of a comprehensive strategy – including preliminary diagnostics and meticulous surgical planning – ensures the most effective clinical outcomes in the treatment of upper limb lymphedema using the LVA method.

Keywords:

lymphedema, lymphography, angiography, microsurgical anastomosis, anastomosis sonography, ultrasound examination, upper limb veins, clinical observation

For citation: Ratushnaya V. V., Stepanov S. O., Mitina L. A., Troshenkov E. A., Kutsuradis A. F., Guts O. V., Khapaeva Z. M. High-frequency ultrasound imaging of subcutaneous lymphatic and venular vessels in the planning of lymphatic drainage surgeries. Research and Practical Medicine Journal (Issled. prakt. med.). 2025; 12(4): 113–120. (In Russ.). <https://doi.org/10.17709/2410-1893-2025-12-4-9> EDN: ZEOUWU

For correspondence: Viktoria V. Ratushnaya – Cand. Sci. (Medicine), Physician, Department of Ultrasound Diagnostics and Interventional Technologies, P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation

Address: 3, 2nd Botkin passage, Moscow 125284, Russian Federation

E-mail: vika_rat@list.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5025-3378>, eLibrary SPIN: 4142-3320, AuthorID: 698061, Scopus Author ID: 57224995891

Compliance with ethical standards: the study followed the ethical principles set forth by the World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964, ed. 2013. Informed consent was obtained from all participants of the study.

Funding: this work was not funded.

Conflict of interest: the authors declare that there are no obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

The article was submitted 07.04.2025; approved after reviewing 24.09.2025; accepted for publication 26.11.2025.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Лимфедема верхних конечностей является одним из наиболее частых и тяжелых послеоперационных осложнений у пациентов, перенесших мастэктомию с лимфаденэктомией. Лимфедема значительно ухудшает качество жизни пациентов и психоэмоциональное состояние, вызывая физический дискомфорт, ограничение двигательной активности и психологические проблемы. Несмотря на существующие консервативные и хирургические методы лечения лимфедемы, их клиническая эффективность остается ограниченной, особенно на поздних стадиях заболевания, когда патологические изменения в лимфатической системе становятся необратимыми [1]. Значительные успехи в области хирургии лимфедемы были достигнуты благодаря развитию сверхмикрохирургических технологий, в частности лимфовенолярного анастомоза (ЛВА), позволяющих создавать новые пути оттока лимфатической жидкости и восстанавливать лимфатическую дренажную функцию [2]. Методика ЛВА была разработана на основе супермикрохирургии – техники наложения анастомозов на сосуды диаметром 0,3–0,8 мм [3]. Эффективность данной операции в значительной степени зависит от точного определения проходимости сосудов. Именно ультразвуковое дуплексное картирование становится незаменимым инструментом для быстрого и точного определения расположения поверхностных сосудов верхних конечностей, что существенно повышает эффективность хирургического лечения и снижает

риск осложнений. Актуальность представленного клинического наблюдения обусловлена необходимостью совершенствования методов предоперационной диагностики и планирования операций ЛВА для повышения их результативности и улучшения клинических исходов у пациентов с лимфедемой.

Обнаружение лимфатических сосудов в областях, где при лимфографии с использованием индоцианин зеленого (ICG) выявлен обратный ток лимфы или где данный метод не может быть применен, представляет значительные клинические сложности. В таких случаях ультразвуковое исследование (УЗИ) может служить альтернативой флюоресцентной лимфографии (ФЛГ). Следует отметить, что ФЛГ обладает ограничением по глубине визуализации, позволяя обнаруживать лимфатические сосуды только в пределах 1,5–2 см от поверхности кожи. Некоторые лимфатические сосуды в области плеча располагаются на расстоянии 2–3 см от поверхности тела, что затрудняет их выявление данным методом. Сверхвысокочастотное УЗИ характеризуется использованием ультразвуковых датчиков с частотой 30–70 МГц [4] и этот метод может быть применен для визуализации при выполнении реконструктивных операций, таких как супермикрохирургия и хирургия лимфедемы [4, 5].

Предоперационное исследование вен, включая оценку диаметра сосудов и показателей обратного кровотока, является важным этапом подготовки к хирургическому лечению. Обнаружение вен, подходящих для выполнения ЛВА, представляет значительные трудности и требует значительных времен-



Рис. 1. Предоперационная разметка лимфатических (синий цвет) и венозных (зеленый цвет) сосудов. А, Б – картирование лимфатических и венозных сосудов на кисти; В, Г – в кубитальной области.

Fig. 1. Preoperative mapping of lymphatic (blue) and venous (green) vessels. А, Б – mapping of lymphatic and venous vessels on the hand; В, Г – in the cubital region.

ных затрат [6]. В клинической практике возникают ситуации, когда хирурги обнаруживают подходящий лимфатический сосуд, но сталкиваются с проблемой отсутствия соответствующей вены для выполнения ЛВА, особенно в зоне предплечья. В таких случаях зачастую приходится расширять разрез для поиска вены, что приводит к образованию длинного рубца, удлиняющего период реабилитации, а также вызывает косметический дефект без существенного влияния на конечный результат лечения.

Ультразвуковая диагностика позволяет не только выявлять лимфатические сосуды, но и точно локализовать вены, соответствующие по диаметру лимфатическим сосудам. При этом ультразвуковой цветной доплеровский режим с техникой компрессии конечности способствует выявлению поверхностных мелкокалиберных вен с меньшим обратным током крови, что важно для предотвращения венозного рефлюкса в лимфовенулярных шунтах после операции.

Приводим описание клинического случая пациента, который демонстрирует эффективность использования метода предоперационного высокочастотного ультразвукового дуплексного сканирования (ВУЗДС) для картирования лимфатических и венозных сосудов при формировании ЛВА.

Клиническое наблюдение

Пациентка Е., 58 лет поступила в МНИОИ им. П. А. Герцена с жалобами на отечность мягких тканей левой верхней конечности. Из анамнеза извест-



Рис. 2. Флюоресцентная лимфография на кисти с областями введения и распределения препарата ICG (1 мл ICG вводился подкожно в 3 межпальцевое пространство правой кисти)

Fig. 2. Fluorescent lymphography of the hand showing areas of indocyanine green (ICG) injection and distribution (1 mL of ICG was injected subcutaneously into the third interdigital space of the right hand)

но, что пациенте по поводу рака молочной железы была выполнена операция мастэктомии с удалением регионарных лимфатических узлов подмышечной области с последующим проведением лучевой терапии и химиотерапии. В отделении были проведены измерения окружности обеих верхних конечностей по сегментам. На основании анамнеза, жалоб и проведенных исследований пациентке был поставлен диагноз: вторичная лимфедема верхней конечности 2–3 стадии. С целью создания лимфатического дренажа в венозное русло была выполнена операции: лимфовенозный анастомоз в левой кубитальной области.

Для прецизионного определения расположения венозных и лимфатических сосудов нами были использованы два метода ультразвуковой и флюоресцентной флебо-лимфографии, которые при сравнении полученных результатов были использованы при картировании венозных и лимфатических сосудов (рис. 1).

Чувствительность и специфичность метода УЗИ лимфатических сосудов оценивались путем сравнения результатов УЗИ с результатами ФЛГ, также непосредственно во время операции.

УЗИ лимфатических и венозных сосудов проводилось с помощью аппарата CANON Aplio i800 с линейным датчиком i18LX5 в режиме цветного дуплексного картирования на частоте 18 МГц. Давление датчика на кожу было минимальным, чтобы избежать сдавливания лимфатических и венозных сосудов в подкожной жировой клетчатке.

ФЛГ проводилась путем подкожного введения 1 мл ICG (Россия) в 2–4 межпальцевые промежутки кистей, и с помощью фотодинамической инфракрасной камеры (Mars) проводилось исследование распределения контрастного вещества по лимфатической системе левой верхней конечности в течение 60 мин. (рис. 2).

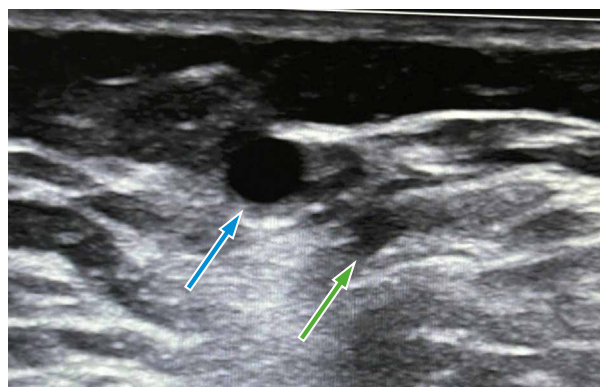


Рис. 3. Подкожная вена (синяя стрелка) и лимфатический сосуд (зеленая стрелка), обнаруженные с помощью ВУЗДС

Fig. 3. Subcutaneous vein (blue arrow) and lymphatic vessel (green arrow) identified using high-frequency ultrasound imaging

Метод выявления и картирования лимфатических и венозных сосудов

Пациент находился в положении лежа на спине, верхняя конечность располагалась вдоль туловища ладонной поверхностью вверх. Линейным датчиком частотой 18 МГц по передней поверхности предплечья маятникообразными движениями определяли поверхностно расположенные венозные сосуды мелкого калибра и рядом расположенные лимфатические сосуды (рис. 3), с использованием режима цветового дуплексного картирования (рис. 4), после чего производили разметку маркером. Лимфатические сосуды обладают сниженной склонностью к сжатию при надавливании на кожу датчиком, а мозаичный рисунок в лимфатическом сосуде не виден из-за низкой скорости потока (рис. 5).

Таким образом, использование ультразвуковой и флуоресцентной лимфо-флебографии дало возможность провести предоперационное картирование лимфатических и венозных сосудов в кубитальной области и тем самым оптимизировать прецизионность их расположения и улучшить результаты операции (рис. 6).

ОБСУЖДЕНИЕ

ВУЗДС является важным и эффективным методом предоперационного планирования лимфодренирующих операций. Она дает возможность получать детальную морфологическую и функциональную информацию о поверхностных лимфатических и веноулярных сосудах. Предоперационная разметка поверхностно расположенных вен и лимфатических протоков с помощью ВУЗДС с использованием цветового доплера

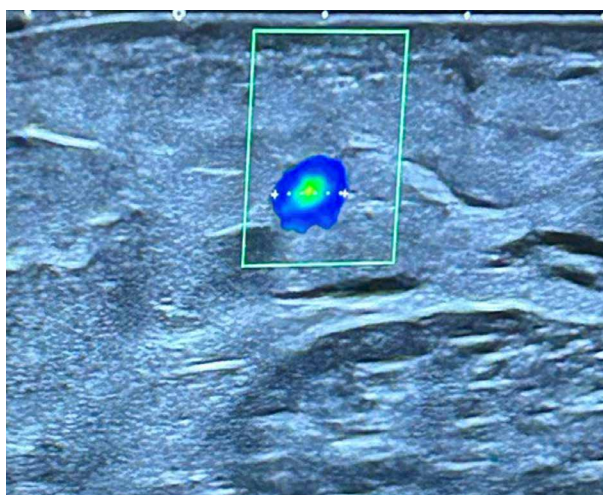


Рис. 4. Дуплексное исследование подкожных вен верхней конечности

Fig. 4. Duplex ultrasound examination of the subcutaneous veins of the upper limb

ровского картирования в 100 % случаев соответствовала интраоперационному обнаружению указанных сосудов. Для успешного ультразвукового обнаружения и выбора сосудов перед операцией необходимо учитывать ряд ключевых критериев. В первую очередь важен диаметр лимфатических коллекторов, который должен составлять не менее 0,2–0,3 мм, что соответствует требованиям микрохирургии, а для веноулярных сосудов – не менее 0,5 мм, обеспечивая адекватный кровоток после формирования анастомоза. Значимым является также точное определение анатомического расположения сосудов, поскольку близость лимфатических и веноулярных сосудов облегчает проведение вмешательства и снижает риск травматизации. Помимо морфологических параметров, необходимо обращать внимание на функциональные признаки: лимфатические сосуды должны быть четко визуализируемы в режиме В-сканирования и демонстрировать компрессируемость при приложении внешнего давления, что указывает на их проходимость. Оценка характера кровотока, особенно в венах, с помощью доплеровских режимов позволяет дополнительно определить их пригодность для анастомоза.

Таким образом, лимфатические сосуды можно отличить от других структур не только по форме и экзогенной структуре, но и с помощью методики применения давления. ВУЗДС может иметь большое преимущество в выявлении функциональных лимфатических сосудов. В зависимости от анатомических особенностей каждого пациента, с помощью УЗИ возможно определить до 5 лимфатических и венозных сосудов.

Для повышения точности и информативности исследования целесообразно комбинировать высокочастотную ультрасонографию с другими методами визуализации, например, с флуоресцентной индоцианин-зеленой лимфографией, что обеспечива-

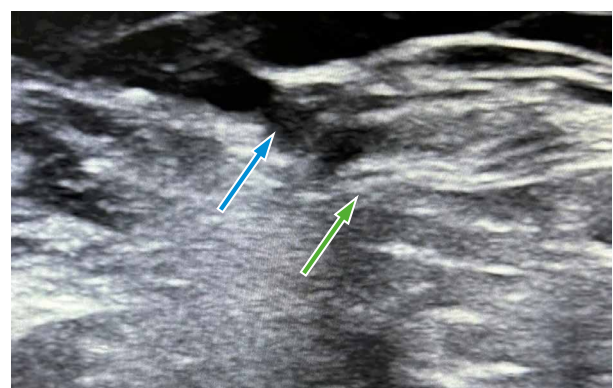


Рис. 5. Подкожная вена (синяя стрелка) и лимфатический сосуд (зеленая стрелка) с использованием компрессии

Fig. 5. Subcutaneous vein (blue arrow) and lymphatic vessel (green arrow) visualized under compression

ет комплексную оценку как анатомической структуры, так и функционального состояния лимфатической системы. Такой стандартизированный подход позволяет значительно повысить точность предоперационного картирования, оптимизировать выбор сосудов для анастомозов и, как следствие, улучшить клинические результаты лимфоденирующих вмешательств.

Представленный клинический случай демонстрирует уникальное сочетание применения ВУЗДС для точного картирования подкожных лимфатических и венозных сосудов с целью планирования лимфоденирующей микрохирургической операции. Эффективность данного метода была продемонстрирована в работах A. Hayashi и соавт. и A. Bianchi и соавт. [7, 8]. Их исследования подтвердили, что ВУЗДС способен выявлять лимфатические сосуды диаметром менее 0,5 мм, что является критически важным для успешного формирования лимфовенулярного анастомоза и минимизации послеоперационных осложнений.

Уникальность нашего клинического наблюдения состоит не только в использовании передовой технологии, но и в комплексном протоколе, включающем многоточечное сканирование с функциональными пробами компрессии и доплерографии, что значительно повысило точность локализации сосудов. В отличие от ФЛГ, которая имеет ограничения в виде поверхностной визуализации без возможности проводить одновременную оценку венозной системы, рассматриваемый метод позволил в одном исследо-

вании получить подробную анатомическую и функциональную карту лимфатических и венозных путей. Представленные данные согласуются с выводами S. Neumen и соавт., которые подчеркивали необходимость комбинированного использования УЗИ и ФЛГ для оптимизации хирургического планирования [9].

Особенно важным является то, что применение ВУЗДС позволило сократить время интраоперационного поиска сосудов, повысив эффективность и безопасность хирургического вмешательства. В сравнении с традиционным методом интраоперационного поиска сосудов без предварительной ультразвуковой разметки, при котором поиск подходящих лимфатических и венозных сосудов часто занимает значительное время и может сопровождаться дополнительными травмами тканей, описанный подход продемонстрировал существенные преимущества в клинической практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлен успешный клинический случай лечения пациентки с лимфедемой верхней конечности после мастэктомии. В ходе предоперационной диагностики с использованием метода ВУЗДС было точно определено место формирования ЛВА, что способствовало успешному выполнению операции. Данный клинический случай демонстрирует эффективность применения ВУЗДС в планировании реконструктивных операций лимфовенулярного дренирования.



Рис. 6. Внешний вид верхней конечности спустя 7 дней после операции

Fig. 6. Appearance of the upper limb 7 days after surgery

Список источников / References

1. Azhar SH, Lim HY, Tan BK, Angeli V. The Unresolved Pathophysiology of Lymphedema. *Front Physiol.* 2020 Mar 17;11:137. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00137>
2. Chang EI, Skoracki RJ, Chang DW. Lymphovenous Anastomosis Bypass Surgery. *Semin Plast Surg.* 2018 Feb;32(1):22–27. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1636510>
3. Visconti G, Hayashi A, Yang JCS (eds). Supermicrosurgical Lymphaticovenular Anastomosis. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-38809-5>
4. Oni G, Chow W, Ramakrishnan V, Griffiths M. Plastic Surgeon-Led Ultrasound. *Plast Reconstr Surg.* 2018 Feb;141(2):300e–309e. <https://doi.org/10.1097/prs.0000000000004071>
5. Hayashi A. Ultra High Frequency Ultrasound. In: *Imaging for Reconstructive Microsurgery.* Hong JP, Lee BT, Hayashi A, Visconti G. (eds). Singapore: Springer Publ., 2024. https://doi.org/10.1007/978-981-97-7278-0_7
6. Tucker AB, Krishnan P, Agarwal S. Lymphovenous shunts: from development to clinical applications. *Microcirculation.* 2021 Apr;28(3):e12682. <https://doi.org/10.1111/micc.12682>
7. Hayashi A, Giacalone G, Yamamoto T, Belva F, Visconti G, Hayashi N, Handa M, Yoshimatsu H, Salgarello M. Ultra High-frequency Ultrasonographic Imaging with 70 MHz Scanner for Visualization of the Lymphatic Vessels. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2019 Jan 22;7(1):e2086. <https://doi.org/10.1097/gox.0000000000002086>
8. Bianchi A, Visconti G, Hayashi A, Santoro A, Longo V, Salgarello M. Ultra-High frequency ultrasound imaging of lymphatic channels correlates with their histological features: A step forward in lymphatic surgery. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2020 Sep;73(9):1622–1629. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2020.05.053>
9. van Heumen S, Riksen JJM, Bramer WM, van Soest G, Vasilic D. Imaging of the Lymphatic Vessels for Surgical Planning: A Systematic Review. *Ann Surg Oncol.* 2023 Jan;30(1):462–479. <https://doi.org/10.1245/s10434-022-12552-7> Epub 2022 Sep 28. Erratum in: *Ann Surg Oncol.* 2022 Dec;29(Suppl 3):628. <https://doi.org/10.1245/s10434-022-12660-4>

Информация об авторах:

Ратушная Виктория Валериевна ✉ – к.м.н., врач отдела ультразвуковой диагностики и интервенционных технологий Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5025-3378>, eLibrary SPIN: 4142-3320, AuthorID: 698061, Scopus Author ID: 57224995891

Степанов Станислав Олегович – д.м.н., руководитель отдела ультразвуковой диагностики и интервенционных технологий Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8804-2237>, eLibrary AuthorID: 443064, Scopus Author ID: 53265211400

Митина Лариса Анатольевна – д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела ультразвуковой диагностики и интервенционных технологий Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3563-7293>, eLibrary SPIN: 8908-6915, AuthorID: 385174, Scopus Author ID: 56233603900

Трошенков Евгений Алексеевич – к.м.н., руководитель отделения онкопластической хирургии с химиотерапией Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2136-5028>, eLibrary SPIN: 6705-5809, AuthorID: 774837, Scopus Author ID: 57991271300

Куцурадис Азарий Фалесович – врач-пластический хирург отделения онкопластической хирургии с химиотерапией Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5188-668X>, eLibrary SPIN: 7704-4640, AuthorID: 988475, Scopus Author ID: 59143721200

Гуц Ольга Владимировна – к.м.н., старший научный сотрудник отдела ультразвуковой диагностики и интервенционных технологий Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5874-2208>, SPIN: eLibrary 9039-0358, AuthorID: 878014, Scopus Author ID: 57224998488

Хапаева Залина Муратовна – ординатор отдела ультразвуковой диагностики и интервенционных технологий Московского научно-исследовательского онкологического института им. П. А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5762-8686>

Information about authors:

Viktoria V. Ratushnaya ✉ – MD, Cand. Sci. (Medicine), Physician, Department of Ultrasound Diagnostics and Interventional Technologies, P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5025-3378>, eLibrary SPIN: 4142-3320, AuthorID: 698061, Scopus Author ID: 57224995891

Stanislav O. Stepanov – MD, Dr. Sci. (Medicine), Head of the Department of Ultrasound Diagnostics and Interventional Technologies, P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8804-2237>, eLibrary AuthorID: 443064, Scopus Author ID: 53265211400

Larisa A. Mitina – MD, Dr. Sci. (Medicine), Leading Researcher, Department of Ultrasound Diagnostics and Interventional Technologies, P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3563-7293>, eLibrary SPIN: 8908-6915, AuthorID: 385174, Scopus Author ID: 56233603900

Evgeniy A. Troshenkov – MD, Cand. Sci. (Medicine), Head of the Department of Oncoplastic Surgery and Chemotherapy, P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2136-5028>, eLibrary SPIN: 6705-5809, AuthorID: 774837, Scopus Author ID: 57991271300

Azariy F. Kutsuradis – MD, Plastic Surgeon, Department of Oncoplastic Surgery and Chemotherapy, P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5188-668X>, eLibrary SPIN: 7704-4640, AuthorID: 988475, Scopus Author ID: 59143721200

Olga V. Guts – MD, Cand. Sci. (Medicine), Senior Researcher, Department of Ultrasound Diagnostics and Interventional Technologies, P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5874-2208>, SPIN: eLibrary 9039-0358, AuthorID: 878014, Scopus Author ID: 57224998488

Zalina M. Khapaeva – MD, Resident, Department of Ultrasound Diagnostics and Interventional Technologies, P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute – Branch of the National Medical Research Radiological Centre, Moscow, Russian Federation
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5762-8686>

Участие авторов:

Ратушная В. В., Степанов С. О., Митина Л. А., Трошенков Е. А., – концепция и план исследования;
Ратушная В. В., Куцурадис А. Ф., Гуц О. В., Хапаева З. М. – сбор и анализ данных;
Ратушная В. В., Хапаева З. М. – подготовка рукописи.
Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи и утвердили окончательный вариант, одобренный к публикации.

Contribution of the authors:

Ratushnaya V. V., Stepanov S. O., Mitina L. A., Troshenkov E. A., – study concept and design;
Ratushnaya V. V., Kutsuradis A. F., Guts O. V., Khapaeva Z. M. – data collection and analysis;
Ratushnaya V. V., Khapaeva Z. M. – manuscript preparation.
All authors made equivalent contributions to the preparation of the article and approved the final version for publication.