

<https://doi.org/10.25512/DIR.2026.20.1.02>

РЕНТГЕНОХИРУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ: ИСТОРИКО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ОБЗОР (ЧАСТЬ I)

3.1.1 – Рентгенэндоваскулярная хирургия (медицинские науки)
3.1.6 – Онкология, лучевая терапия (медицинские науки)
3.1.25 – Лучевая диагностика (медицинские науки)

*Балахнин П.В.¹, Иткин М.Г.², Беляев А.М.^{1,3}, Уртаев Б.М.⁴, Багненко С.С.^{1,5}, Фейсханов А.К.^{6,7}, Носов А.К.¹, Малькевич В.И.¹, Курносов И.А.¹, Козубова К.В.^{1,8}, Ханевич М.Д.⁵, Мишин А.В.⁹, Шмелев А.С.¹, Кучеров В.В.¹⁰, Петросян А.П.¹⁰

¹ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ

²Университет штата Пенсильвания, Детский госпиталь Филадельфии

³ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» МЗ РФ

⁴ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ

⁵ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» МЗ РФ

⁶Центр лимфологии ООО КИМТ «Ангио плюс»

⁷ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Министерства науки и высшего образования РФ

⁸ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

⁹ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ

¹⁰Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба - филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» МЗ РФ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- рентгенохирургия
- лимфорея
- хилоторакс
- хилезный асцит
- пластический бронхит
- энтеропатия с потерей белка
- хирургия

АННОТАЦИЯ:

В представленной работе подробно проанализированы основные этапы становления и развития рентгенохирургической лимфологии, показывающие как данное направление из забытого метода рентгеновской визуализации эволюционировало в 21 веке в новую высокотехнологичную дисциплину с устоявшимися алгоритмами диагностики и лечения, играющую в настоящее время ключевую роль в управлении сложнейшими врожденными рефлюкс-ассоциированными, обструктивными и гипердинамическими лимфатическими аномалиями, а также тяжелыми хирургическими и онкологическими осложнениями, связанными с лимфатической системой. В первой части работы в хронологическом порядке рассмотрены преимущественно диагностические рентгенохирургические технологии, а во второй - различные виды лечебных рентгенохирургических вмешательств. Показано, что появление нового направления рентгенохирургии, специализирующегося на третьем, и долгое время игнорируемом контуре сердечно-сосудистой системы, требует создания в России специализированных рентгенохирургических центров лимфологической компетенции на базе крупных научно-исследовательских онкологических, кардиологических и трансплантационных центров, стандартизации разработанных процедур, введения их в номенклатуру медицинских услуг, а также подготовки соответствующих специалистов.

Для цитирования. Балахнин П.В., Иткин М.Г., Беляев А.М., Уртаев Б.М., Багненко С.С., Фейсханов А.К., Носов А.К., Малькевич В.И., Курносов И.А., Козубова К.В., Ханевич М.Д., Мишин А.В., Шмелев А.С., Кучеров В.В., Петросян А.П. «РЕНТГЕНОХИРУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ: ИСТОРИКО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ОБЗОР (ЧАСТЬ I)». Ж. ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ И ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ. 2026; 20(1): 14–25.

X-RAY SURGICAL TECHNOLOGIES IN THE DIAGNOSIS AND TREATMENT OF DISEASES OF THE LYMPHATIC SYSTEM: A HISTORICAL AND METHODOLOGICAL REVIEW (PART I)

*Balakhnin P.V.¹, Itkin M.G.², Belyaev A.M.^{1,3}, Urtaev B.M.⁴, Bagnenko S.S.^{1,5}, Fejshanov A.K.^{6,7}, Nosov A.K.¹, Malkevich V.I.¹, Kurnosov I.A.¹, Kozubova K.V.^{1,8}, Khanevich M.D.⁵, Mishin A.V.⁹, Shmelev A.S.¹, Kucherov V.V.¹⁰, Petrosyan A.P.¹⁰

¹N.N. Petrov National Medical Research Centre of Oncology

²University of Pennsylvania, The Children's Hospital of Philadelphia

³North-West State Medical University named after I.I. Mechnikov

⁴Russian University of Medicine

⁵St. Petersburg State Pediatric Medical University

⁶Lymphology Center LLC KIMT «Angio Plus»

⁷Kazan (Volga Region) Federal University

⁸FSBEI of HE «Saint Petersburg State University»

⁹A.N. Bakulev Scientific Center for Cardiovascular Surgery

¹⁰A.F. Tsyb Medical Radiological Research Center - a branch of the National Medical Research Center of Radiology of the Russian Ministry of Health

KEY-WORDS:

- interventional radiology
- lymphorrhea
- chylothorax
- chylous ascites
- plastic bronchitis
- protein-losing enteropathy
- surgery

ABSTRACT:

The presented work analyzes in detail the main stages of the formation and development of X-ray surgical lymphology, showing how this direction from a half-forgotten X-ray visualization method evolved in the 21st century into a new high-tech discipline with established diagnostic and treatment algorithms, which currently plays a key role in the management of complex congenital reflux-associated, obstructive, and hyperdynamic lymphatic anomalies, as well as severe surgical and oncological complications associated with the lymphatic system. The first part of the work in chronological order examines primarily diagnostic X-ray surgical technologies, and the second—various types of therapeutic X-ray surgical interventions. It has been shown that the emergence of a new direction in X-ray surgery, specializing in the third and long-ignored contour of the cardiovascular system, requires the creation in Russia of specialized X-ray surgical centers with lymphological competence on the basis of large scientific-research oncology, cardiology, and transplant centers; standardization of the developed procedures; their introduction into the nomenclature of medical services; as well as the training of relevant specialists.

Введение

Лимфатическая система (ЛС) является третьим контуром сердечно-сосудистой системы, который играет ключевую роль в поддержании тканевого гомеостаза, водно-электролитного баланса, липидного обмена, иммунного надзора и выведении продуктов клеточного распада в норме, а также лимфогенного метастазирования при развитии злокачественных новообразований [1]. По сравнению с артериальной и венозной анатомией анатомия ЛС чрезвычайно сложна и имеет множество вариантов, обусловленных особенностями ее эмбриогенеза [2]. Вкратце, ЛС состоит из трех иерархических уровней (начальные капилляры, собирательные и центральные коллекторы) и как минимум трех подсистем - лимфатической подсистемы мягких тканей (генерирующей 20% общего объема лимфы), лимфатической подсистемы кишечника (30-40% объема лимфы) и лимфатической подсистемы печени (40-50%), - выполняющих разные функции, но объединённых посредством центральной проводящей лимфатической системы (ЦПЛС) в единую сеть [3]. К ЦПЛС относятся правый и левый поясничные лимфатические стволы, кишечный ствол и печеночные лимфатические протоки, которые при слиянии образуют хилезную цистерну (ХЦ), дающую начало грудному лимфатическому протоку (ГЛП), проходящему через грудную полость и заканчивающемуся лимфовенозным переходом при впадении в венозную систему в области левого яремно-подключичного угла. В дистальном отделе ГЛП, по которому в норме протекает от 1,5 до 2,5 литров лимфы в сутки, расположены многочисленные двустворчатые клапаны, препятствующие рефлюксу крови из венозного русла. Лимфа из мягких тканей правой стороны головы и шеи, правой верхней конечности и правой половины грудной клетки оттекает в правый лимфатический проток, который, в свою очередь, впадает в венозную систему в области правого яремно-подключичного угла. Типичное строение ЛС наблюдается только в 40-60% случаев, в то время как в остальных возможны многочисленные анатомические варианты, включающие правосторонний вариант строения ЦПЛС, плексиформные варианты ГЛП, отсутствие ХЦ и др. Для подъема лимфы от стоп к централь-

ным венам необходима перистальтическая работа нескольких десятков тысяч лимфангионов (функциональная единица лимфатического сосуда, расположенная между двумя полулунными клапанами), позволяющая создавать суммарное лимфатическое давление от 25 до 120 мм рт. ст., которое дополняется пульсацией артерий, сокращением скелетных мышц и дыханием, создающим отрицательное давление в грудной полости [2,3].

Несмотря на то, что первое описание увеличенных лимфатических узлов обнаружено еще в древнеегипетских медицинских папирусах [4], на протяжении тысячелетий ЛС оставалась плохо изученной частью организма, что обусловлено ее сложной многоуровневой анатомией и особенностями органного лимфооттока [5]. Хотя первые попытки рентгеновской визуализации лимфатических протоков были предприняты более 90 лет назад, только в последнее десятилетие, благодаря появлению высокоинформативных рентгенохирургических методов динамической визуализации лимфатического русла удалось понять природу многих заболеваний ЛС (ЗЛС), таких как болезнь Горхема-Стаута, генерализованная лимфатическая аномалия, капошиформный лимфангиоматоз, центральная проводящая лимфатическая аномалия и др., а также выяснить патофизиологические механизмы клинического проявления этих заболеваний, часто манифестирующих в виде таких патологических синдромов как неонатальный и идиопатический хилоторакс, хилоперикард, хилезный асцит, пластический бронхит, хилофтизис, энтеропатия с потерей белка (ЭПБ), хилурия, генитальная лимфоррея, паховая лимфедема и др. [6,7].

Одновременно с этим стало понятно, что многие скрытые аномалии или варианты развития ЛС могут протекать бессимптомно, но при наличии ряда сопутствующих заболеваний начинают проявлять себя в виде тех же патологических синдромов, что и ЗЛС, а клиническая картина зависит от того в каком месте происходит утечка лимфы [6]. Поскольку для манифестации заболевания необходимо внешнее воздействие, а декомпенсация происходит по принципу «где тонко там и рвется», эти виды лимфатической патологии

целесообразно называть не ЗЛС, а заболеваниями, связанными с ЛС (ЗССЛС) [8]. Было показано, что при нарушении оттока лимфы по ГЛП повышается лимфатическое давление, приводящее к расширению ГЛП, снижению компетентности его клапанов и возникновению ретроградного лимфатического рефлюкса в ниже лежащие отделы ЛС. Это является причиной развития так называемых обструктивных и рефлюкс-ассоциированных лимфатических синдромов, клинически проявляющихся также в виде хилоторакса, хилоперикарда, хилезного асцита, пластического бронхита, ЭПБ, хилурии, генитальной лимфорей и т. д. При этом причины нарушения оттока лимфы по ГЛП могут быть самыми разными, в том числе такими как сдавление или прорастание ГЛП опухолью, постлучевой стеноз ГЛП, или перевязка ГЛП во время хирургического вмешательства у онкологических больных, а также развитие центрального венозного тромбоза или стеноза лимфоперитонеального перехода на фоне инфекционного процесса, травмы или вследствие других причин [9]. Вторым механизмом развития ЗССЛС, объединенных в группу гипердинамических лимфатических синдромов, и также манифестирующих в виде вышеописанных клинических проявлений, может быть увеличение продукции лимфы и объема лимфатического потока (иногда более чем в 10 раз), которые, как правило, сочетаются с повышением центрального венозного давления (ЦВД), усугубляющего ситуацию. Чаще всего эти заболевания возникают при наличии врожденных пороков сердца, в особенности у пациентов, перенесших операцию Фонтана [10], а также при прогрессировании приобретенной правожелудочковой сердечной недостаточности [6] или на фоне развития цирроза печени и портальной гипертензии [11]. К третьей группе ЗССЛС, заслуживающих тщательного рассмотрения, относятся различные виды ятрогенного или травматического повреждения лимфатических коллекторов, проявляющиеся в виде послеоперационной лимфорей, наиболее грозными вариантами которой являются высокодебитовый послеоперационный хилоторакс и послеоперационный хилёзный асцит, сопровождающиеся без лечения высокой летальностью, достигающей 50-60% [12]. У онкологических пациентов наличие даже локализованных послеоперационных лимфатических утечек в виде симптомных лимфоцеле или наружных лимфатических фистул, рефрактерных к консервативной терапии, может не только надолго снизить качество жизни, но и отсрочить запланированное лечение (например, химиотерапию или лучевую терапию), ухудшая тем самым отдаленные результаты комбинированного противоопухолевого лечения [9].

Несмотря на то, что первые лечебные рентгенохирургические вмешательства стали появляться в 1950-1960-е гг. (например, чрескожная нефростомия, баллонная пластика артериальных стенозов, установка кавафилтра в нижнюю полую вену и др.), на протяжении

многих десятилетий не существовало подобных технологий, направленных на лечение ЗЛС и ЗССЛС [13]. Смена парадигмы произошла только в 1998 г. когда С. Соре впервые описал чрескожный трансабдоминальный доступ к хилезной цистерне и показал высокую эффективность трансабдоминальной катетеризации и эмболизации ГЛП в лечении послеоперационного хилоторакса [14]. Это послужило толчком к разработке многих эффективных минимально-инвазивных вмешательств на лимфатической системе, благодаря чему за последующие годы рентгенохирургические технологии концептуально изменили подходы к лечению ЗЛС и ЗССЛС, сместив акцент со «слепого» консервативного ведения или выполнения травматичных хирургических операций «наугад» к высокоэффективной диагностике и визуально-контролируемому патогенетически-ориентированному лечению [15,16]. Можно говорить о том, что в настоящее время завершается формирование нового раздела рентгенохирургии - рентгенохирургической (интервенционной) лимфологии, - требующей введения соответствующей терминологии, стандартизации диагностических и лечебных процедур, включения этих процедур в номенклатуру медицинских услуг и клинические рекомендации различных ассоциаций, а также подготовки соответствующих специалистов [17].

Цель работы - проанализировать основные исторические этапы становления и развития рентгенохирургической лимфологии, наглядно показывающие как данное направление из полузабытого метода лучевой визуализации эволюционировало в 21 веке в новую высокотехнологичную дисциплину с устоявшимися алгоритмами диагностики и лечения, играющую в настоящее время ключевую роль в управлении сложнейшими врожденными рефлюкс-ассоциированными, обструктивными и гипердинамическими лимфатическими аномалиями, а также тяжелыми хирургическими и онкологическими осложнениями, связанными с лимфатической системой.

Появление и развитие интранодальной и педальной лимфангиографии (1931-1997 гг.)

Известно, что первое рентгенконтрастное исследование ЛС путем интранодального введения водорастворимого контрастного препарата в «крупные пальпируемые лимфатические узлы» было описано R. Carvalho и соавт. (Париж, Франция) в статье «Рентгенографическая демонстрация лимфатической системы живых организмов», вышедшей в 1931 г. [18]. Только 20 лет спустя, в 1951 г., J. B. Kinmonth и соавт. (Лондон, Великобритания) предложили еще один метод «лимфангиографии» направленный на изучение лимфатических сосудов при «лимфатическом отеке рук после мастэктомии [при лимфедеме], язвах и отеках ног после флебита, артериовенозных свищах и других заболеваниях» [19]. Метод заключался в хирургиче-

ском выделении и катетеризации «иглой № 18» мелких лимфатических сосудов тыльной поверхности стопы или руки после предварительного их окрашивания путем подкожного введения красителя «патентованный синий V» в межпальцевые промежутки. Для контрастирования лимфатических протоков применялся водорастворимый контрастный препарат Пиелосил, представлявший собой 70% водный раствор Диодона (Кардиотраста). Проблема заключалась в том, что через несколько минут после введения Диодон начинал «диффундировать через проницаемые стенки лимфатических сосудов, вызывая размытые контуры на пленке» поэтому использование данного метода было ограничено преимущественно визуализацией лимфатической сети верхних и нижних конечностей [19]. Спустя пять лет, в 1956 г., S. Braun и соавт. (Ставангер, Норвегия) развили идею чрескожного интранодального контрастирования (описанную R. Carvalho и соавт.), предложив использовать для «визуализации лимфоузлов и лимфатических сосудов» не водорастворимые контрастные препараты, такие как Диодон и Торотраст, а йодированное масло Йодипин, известное также как Йодолипол или Липиодол и не обладающее свойством диффузии [20]. Метод, названный авторами «лимфаденографией», заключался в чрескожной пункции увеличенных пальпируемых лимфатических узлов паховой или подмышечной области «иглой № 10» и медленном введении в них под контролем рентгеноскопии Липиодола с целью оценки распространенности забрюшинных метастазов у пациентов, страдающих «лимфосаркомой или лимфолейкозом», а также (учитывая длительное накопление Липиодола в лимфоузлах) для «определения эффекта лучевой терапии или другого лечения» этих заболеваний. Интересно, что уже тогда авторы высказали предположение о том, что данный метод может использоваться не только для визуализации «клинически не определяемых тазовых и забрюшинных лимфатических узлов», но и «открывает новые терапевтические возможности доставки радиоактивных изотопов в различные части лимфатической системы», предсказав таким образом возможность использования Липиодола в лечебных целях [20]. «Лимфаденография» Липиодолом (названная позже «интранодальной лимфангиографией» (ИН-ЛАГ)) стала применяться для оценки распространенности лимфопролиферативных заболеваний и анализа эффективности лучевой терапии [21]. Однако, для ее использования были необходимы увеличенные пальпируемые лимфатические узлы (которые можно было удерживать между пальцами во время пункции), что делало ее непригодной для стадирования солидных опухолей, не сопровождающихся периферической лимфоаденопатией. Поэтому в 1961 г. S. Wallace и соавт. (Филадельфия, США) предложили использовать усовершенствованный метод лимфангиографии, получивший позже название «педальной лимфангиографии» (П-ЛАГ),

который заключался в хирургической канюляции лимфатических сосудов нижних конечностей по технологии J.B. Kinmonth и соавт., но в качестве контраста использовался Липиодол (как ранее было предложено S. Braun и соавт.), вводимый со скоростью 7 мл/час [18]. Авторы отметили, что «инъекция в стопы позволяет визуализировать лимфатические узлы в паховой, наружной подвздошной, общей подвздошной и парааортальных областях, а также грудной лимфатический проток». ИН-ЛАГ и П-ЛАГ впервые позволили проследить движение лимфы по ЦПЛС, включая ХЦ и ГЛП *in vivo*. Метод П-ЛАГ быстро получил признание несмотря на ряд недостатков, таких как техническая сложность процедуры, требующей определённых хирургических навыков, а также большой длительности вмешательства, занимавшего около 2-3 часов. Даже с учетом возможности развития специфических осложнений в виде масляной эмболии легочной артерии (как правило, бессимптомной) и масляной эмболии артерий головного мозга или почек (при наличии сердечных пороков с шунтированием справа налево), П-ЛАГ на протяжении более двадцати лет использовалась в онкологических учреждениях как стандарт оценки распространённости не только лимфопролиферативных заболеваний (лимфома Ходжкина, неходжкинские лимфомы и др.), но и для стадирования солидных злокачественных опухолей таких как опухоли яичка, рак мочевого пузыря, рак шейки матки и др. [22]. Однако, с появлением кроссекционных методов визуализации (УЗИ, МСКТ, МРТ, ОФЭКТ и т.д.), лимфангиография как метод стадирования опухолей утратила свою значимость за исключением некоторых клинических ситуаций. Так, в 1994 г. была опубликована статья S. Sezai и соавт. (Токио, Япония) в которой авторы предложили чрескожный чреспеченочный доступ к лимфатическим протокам печени и описали метод «чрескожной чреспеченочной лимфографии» (чрескожной чреспеченочной лимфангиографии, ЧЧ-ЛАГ) Липиодолом, направленный на выявление метастазов гепатоцеллюлярного рака в ворота печени [23]. Технический успех процедуры составил 80% (лимфатические сосуды печени удалось визуализировать у 8 из 10 пациентов, а метастазы в лимфоузлы ворот печени были заподозрены у 4 больных), что заложило основы использования данного доступа к лимфатическим протокам в будущем, в частности, для диагностики послеоперационной печеночной (не хилезной) лимфореей после обширных операций на верхнем этаже брюшной полости (S. Matsumoto et al., Оита, Япония, 2000 г.) [24]. В том же 1994 г. Н. Хи и соавт. (Пекин, Китай) сообщили о 40 случаях использования ИН-ЛАГ для исследования пациентов, страдающих хилурией, генитальной лимфореей и другими тазовыми лимфатическими аномалиями, при этом пункция неувеличенных паховых лимфоузлов (диаметром до 0,5 см) «тонкой иглой» осуществлялась с помощью пальпации, а техническая эффективность метода

составила 87% [25]. В то же время П-ЛАГ продолжала оставаться основным методом диагностики лимфатических расстройств, локализующихся выше тазовой области, в том числе - хилоторакса, хилоперикарда, хилезного асцита, лимфатических фистул и др. перед принятием решения об их хирургическом лечении [22].

Переход от парадигмы «видеть» к парадигме «лечить» (1998-2010 гг.)

Смена парадигмы произошла в 1998 г. когда С. Соре (Филадельфия, США) описал чрескожный трансабдоминальный доступ к ХЦ путем ее пункции под контролем рентгеноскопии иглой 21 G (через направляющую иглу 18 G) и использовал этот доступ для катетеризации ГЛП микрокатетером 3F с последующей его эмболизацией платиновыми микроспиральями [14]. Чрескожная «трансабдоминальная эмболизация ГЛП» (ТАЭ-ГЛП) была выполнена пяти пациентам с целью лечения массивного послеоперационного хилоторакса (n = 2) и хилезного асцита (n = 3) не поддающихся консервативной терапии. Процедуру выполняли под местной анестезией после предварительного контрастирования ЦПДС с помощью П-ЛАГ. При этом автор отметил, что трансабдоминальная катетерная лимфангиография (ТА-ЛАГ) водорастворимым контрастным препаратом, которую выполняли сразу после трансабдоминальной катетеризации ГЛП (ТАК-ГЛП) с целью локализации места утечки лимфы, «оказалась более чувствительной, чем педальная лимфангиография», так как «контрастное вещество можно было вводить в виде болюса, тогда как йодированное масло вводится медленно и плохо смешивается с водянистым хилусом» [14]. Уже в 2002 г. С. Соре и L.R. Kaiser опубликовали результаты лечения массивного послерадиационного хилоторакса у 42 пациентов, сообщив о высокой клинической эффективности ТАЭ-ГЛП (и «игольного разрушения хилёзной цистерны» при невозможности его катетеризации), составившей 74%. В этой статье были сформулированы основные постулаты проведения трансабдоминальных лечебных эндолимфатических вмешательств, заложившие основы нового направления рентгенохирургии - рентгенохирургической (интервенционной) лимфологии. У последних пяти пациентов из этой серии помимо платиновых микроспиралей авторы использовали и цианоакрилатный клей (n-Butyl Cyanoacrylate, или NBСA) в смеси с Этиодолом (аналог Липиодола) в пропорции 1:1 или 1:2, сообщив, что данный метод комбинированной эмболизации является более эффективным, чем использование только микроспиралей [26]. Описанная методика и удивительные для того времени результаты нехирургического лечения массивного послеоперационного хилоторакса способствовали возрождению интереса к П-ЛАГ, полностью забытой к тому времени в большинстве онкологических учреждений. Однако истинный ренессанс «масляной» лимфангиографии был связан с

первыми публикациями о самостоятельной терапевтической роли Липиодола в лечении различных видов послеоперационной лимфореи. Так, в 2005 г. Т. Yamagami и соавт. (Киото, Япония) впервые сообщили о «случае хилезного асцита, возникшего после забрюшинной лимфаденэктомии и оказавшегося рефрактерным к консервативной терапии [выход лимфы более 1000 мл/сут], но спонтанно прошедшего после [двухсторонней педальной] лимфангиографии [Липиодолом], что позволило избежать инвазивного хирургического лечения» [27]. По свидетельству авторов «со следующего дня после лимфангиографии объем дренированной жидкости постепенно уменьшался и, наконец, прекратился. Дренажная трубка была удалена через 14 дней». Авторы сделали вывод о том, что «нет сомнений в том, что лимфангиография сыграла важную роль в исчезновении лимфореи у данного пациента», объяснив это действием Липиодола как «хорошо известного эмболизирующего агента», а также его (вероятной) возможностью вызывать воспалительную реакцию в мягких тканях, прилежащих к месту экстравазации масляного контрастного препарата [27]. Окончательно концепция «лечебной лимфангиографии» сформировалась после публикации в 2009 г. Т. Matsumoto и соавт. (Киото, Япония) статьи, показавшей, что проведение диагностической П-ЛАГ с использованием 10 мл Липиодола (от 6 до 12 мл) способствовало спонтанному прекращению послеоперационной лимфореи у 8 из 9 пациентов (89%), страдавших рефрактерными к консервативной терапии хилотораксом (n = 5), хилезным асцитом (n = 2) или наружными лимфатическими фистулами (n = 2) [28]. До процедуры лимфорея в объеме от 150 до 1500 мл/сут. (в среднем 533 мл/сут.) отмечалась у этих пациентов в течение различного времени, составлявшего от 10 дней до 6 недель наблюдения, в то время как средняя продолжительность времени от «диагностической» П-ЛАГ до момента полного прекращения лимфореи составила 17 дней (от 4 дней до 31 дня). Средняя продолжительность наблюдения в 18 мес (от 1 до 54 мес) не выявила ни одного случая рецидива заболевания, что дало основание рекомендовать «раннюю лимфангиографию» как лечебную процедуру у пациентов с массивной послеоперационной утечкой лимфы различных локализаций, «которую вряд ли можно вылечить консервативной терапией» [28].

В 2008 г. J. Shih и соавт. (Филадельфия, США) предложили метод лечения послеоперационного лимфоцеле, названный авторами «percutaneous imaging-guided lymphatic ligation (PILL)», который (по нашему мнению) можно также назвать чрескожным лигированием афферентного лимфатического протока (ЧЛАЛП) [29]. Метод был впервые применен для лечения резистентного к склеротерапии высокодебитового лимфоцеле (возникшего у пациентки после иссечения меланомы правого бедра с удалением сторожевых лимфатических

узлов) и заключался в визуализации лимфатических протоков, являющихся источником лимфореи, с помощью П-ЛАГ с последующим их чрескожным клипированием и/или прошиванием под контролем рентгеноскопии. Авторы отметили, что хотя в данном случае метод был применен в качестве «терапии спасения» на фоне неэффективности повторных сеансов склеротерапии, он представляется перспективным также в первой линии лечения высокодебитовой послеоперационной лимфореи, локализующейся «в области нижних конечностей и, возможно, даже в области таза» [29].

В этом же 2008 г. D. Mittleider и соавт. (Портленд, США) описали принципиально новый доступ к ЦПДС путем выполнения «ретроградной трансвенозной катетеризации ГЛП» (РТК-ГЛП) с использованием микрокатетерной техники [30]. В данном клиническом наблюдении, описывающем лечение массивного послеоперационного хилезного асцита (выход лимфы более 2 л/сут.), авторам, после выполнения П-ЛАГ, не удалось осуществить трансабдоминальную пункцию, катетеризацию и эмболизацию ГЛП по техническим причинам. В связи с этим была проведена катетеризация левой плечевой вены и многоцелевой катетер MPB 5 F был установлен в устье ГЛП в области лимфенозного перехода (визуализируемого благодаря ранее проведенной П-ЛАГ). Многочисленные двухстворчатые клапаны ГЛП были преодолены с помощью микропроводника после чего микрокатетер 2,8 F был ретроградно проведен в ХЦ и далее - в проксимальные лимфатические ветви, являющиеся источником абдоминальной лимфореи. Для эмболизации ГЛП использовались «микроспиральи, фрагменты гемостатической губки и Доксизиклин». Авторы сделали вывод о том, что предложенный ими «ретроградный трансвенозный доступ» может использоваться как «спасительный» вариант катетеризации ГЛП в тех случаях, когда осуществление стандартного антеградного (чрескожного трансабдоминального) доступа (ТАК-ГЛП) потерпело неудачу, либо в тех случаях, когда его использование технически невозможно [30].

Двумя годами позже, в 2010 г., была опубликована статья M. Itkin и соавт. (Филадельфия, США), окончательно подтвердившая безопасность и высокую эффективность ТАЭ-ГЛП в лечении массивного послеоперационного хилоторакса [31]. В работе были проанализированы 13-летние результаты лечения 109 пациентов, при этом техническая эффективность ТАК-ГЛП составила 67% (73 из 109 пациентов), техническая эффективность ТАЭ-ГЛП (спиральями и клеем NBCA в смеси с Этиодолом) - 97% (71 из 73 пациентов), а клиническая эффективность этой процедуры - 90% (64 из 71 пациента). В 18 из 33 случаев неудачной катетеризации ГЛП была предпринята попытка его «прерывания иглой» ниже диафрагмы (путем колебательных движений иглы в месте пункции ХЦ), что оказалось клинически успешным у 13 из 18 пациентов (72%). Общий

показатель клинического успеха для всей серии составил 71% (77 из 109 пациентов), при этом было зафиксировано только три малых осложнения в виде бессимптомной эмболии легочной артерии клеем ($n = 1$) и инфицирования мест хирургического доступа на стопах ($n = 2$). Авторами был сделан вывод о том, что «эта минимально-инвазивная, хотя и технически сложная процедура, должна стать первоначальным подходом в лечении травматического хилоторакса». В этой же работе было указано, что «ретроградный трансвенозный или прямой доступ через подключичную вену [РТК-ГЛП] может облегчить катетеризацию грудного лимфатического протока и, по-видимому, является технически менее сложным». Также было высказано предположение, что ИН-ЛАГ с использованием УЗИ-контроля для пункции непальпируемых паховых лимфатических узлов может стать альтернативой П-ЛАГ, являющейся технически сложной, длительной и сопровождающейся инфекционными осложнениями места доступа [31].

Взлет и дальнейшее развитие ИН-ЛАГ (2011-2025 гг.)

В 2011 г. M.R. Rajebi и соавт. (Бостон, США) опубликовали статью, где описали методику УЗИ-контролируемой интранодальной лимфангиографии Липидолом (УЗК-ИН-ЛАГ) которую они использовали для постановки диагноза у пяти детей, страдающих послеоперационным ($n = 2$) и спонтанным ($n = 2$) хилотораксом, а также генитальной лимфореей ($n = 1$) [25]. Суть методики заключалась в том, что установка «спинальной иглы 22-25 G» в паховые лимфоузлы осуществлялась не с помощью пальпации или их хирургического выделения, а под контролем УЗИ высокого разрешения таким образом, чтобы кончик иглы располагался «в центральной части лимфатического узла». После этого следовало медленное введение небольшой порции водорастворимого контрастного препарата под контролем флюороскопии или УЗИ. Признаками успешной канюляции считали «постепенное набухание узла при инъекции», «визуализацию микропузырьков, текущих в мозговое вещество узла», а также «отсутствие перинодальной экстравазации». Убедившись в адекватности установки иглы осуществляли ручное введение Липидола «в объеме 0,5-4,5 мл со скоростью от 0,3 до 4,5 мл/час» (в течение 1 часа) через шприц объемом 1-3 мл, а его продвижение по ЛС контролировали с помощью прерывистой рентгеноскопии и этапной рентгенографии. В завершение процедуры дополнительно вводили в лимфоузел небольшое количество физиологического раствора или водорастворимого контрастного препарата для «проталкивания» Липидола по лимфатическим протокам. Как было показано, УЗК-ИН-ЛАГ «успешно продемонстрировала все лимфодинамические нарушения, включая недостаточность, обструкцию, коллатерализацию, хилезный рефлюкс и хилезную утечку» у 4 из 5 пациентов. Авторы

также отметили, что выполнение МСКТ сразу после процедуры (МСКТ-лимфангиография (МСКТ-ЛАГ)) «дает бесценную информацию о едва заметных аномалиях лимфатического потока». В заключение был сделан вывод о том, что предложенный метод УЗК-ИН-ЛАГ является более простой и безопасной альтернативой проведению технически сложной П-ЛАГ [25]. Простота, скорость (благодаря большей прочности паренхимы и капсулы лимфатического узла по сравнению с лимфатическими сосудами стопы, позволяющей вводить Липиодол под более высоким давлением и с большей скоростью), воспроизводимость и надежность методики, а также отсутствие необходимости в хирургических разрезах и специальном оборудовании (требовавшемся для П-ЛАГ), меньшая лучевая нагрузка и снижение объема вводимого Липиодола (за счет исключения этапа контрастирования нижних конечностей) практически сразу же обеспечили ей признание и широкое распространение. Окончательно вопрос о преимуществах использования УЗК-ИН-ЛАГ был решен в статье G.J. Nadolski и M. Itkin (Филадельфия, США), опубликованной в 2012 г. и показавшей, что данная методика может с успехом применяться не только для диагностических целей, но и при проведении ТАЭ-ГЛП, а безопасная скорость введения Этиодола (при условии расположения кончика иглы «в переходной зоне между корой и воротами лимфатического узла») может достигать 1 мл в 5 мин. [32]. Авторы сделали вывод о том, что благодаря своей технической простоте и сокращению времени операции (в среднем на 50 мин.), усовершенствованный метод УЗК-ИН-ЛАГ может увеличить популярность ТАЭ-ГЛП в качестве вмешательства первой линии при лечении хилоторакса, сделав ее более доступной для многих медицинских учреждений.

Важным событием 2012 г. стала публикация D. Laslett и соавт. (Филадельфия, США) в которой были проанализированы поздние осложнения, возникшие у 169 пациентов, перенесших ТАЭ-ГЛП по поводу травматического и нетравматического хилоторакса за период с 1994 по 2010 гг. [33]. Было показано, что эти осложнения, наблюдавшиеся у 14% пациентов, могут проявляться в виде отека ног (8%), отека брюшной стенки (6%) и хронической диареи (12%). Хотя осложнения «были легкими и не приводили к инвалидности» авторы сделали вывод о том, что перечень этих осложнений «должен стать частью информированного согласия перед процедурой» ТАЭ-ГЛП. Далеко идущие последствия этого исследования заключались в том, что стало очевидно, что полное прекращение лимфооттока по ГЛП может нести долгосрочные неблагоприятные последствия, в особенности у пациентов с нетравматическим хилотораксом на фоне сложных многоуровневых лимфатических аномалий. Например, выполнение ТАЭ-ГЛП у пациента с сочетанным хилотораксом и хилезным асцитом может драматически ухудшить течение последнего, в связи с блоком оттока лимфы из поддиа-

фрагмальных отделов лимфатической системы. Публикация способствовала поиску новых возможностей более селективного патогенетически-направленного лечения пациентов, страдающих различными видами лимфатических аномалий и утечек. Для этого потребовались и более совершенные методы диагностики, так как объективными недостатками УЗК-ИН-ЛАГ были высокая вязкость Липиодола, не позволяющая ему проникать в мелкие лимфатические коллатерали и сплетения, отсутствие трехмерной визуализации, а также большая длительность процедуры. Попытки более быстрого интранодального введения Липиодола, например, со скоростью 1 мл в 3 мин., как было показано в исследовании S. Kariya и соавт. (Осака, Япония), опубликованном в 2014 г., во всех случаях приводили к раскрытию лимфовенозных анастомозов (в бедренной или тазовой областях), сопровождавшегося миграцией Липиодола в венозное русло с риском развития эмболических осложнений, что обязательно необходимо учитывать в реальной клинической практике [34].

Технологией, в корне изменившей подходы к диагностике ЗЛС и ЗССЛС, стала УЗИ-контролируемая интранодальная динамическая МРТ-лимфангиография (УЗК-ИН-Д-МРТ-ЛАГ), впервые описанная Y. Dori и соавт. (Филадельфия, США) в 2014 г. на примере диагностики и лечения пациента с пластическим бронхитом после операции Фонтена [35]. С помощью разработанного нового метода визуализации авторам удалось не только разобраться в причине пластического бронхита, обусловленного в данном случае наличием коллатерального патологического лимфатического сосуда (с ретроградным лимфатическим потоком), отходившего от ГЛП, питавшего расширенную перибронхиальную лимфатическую сеть корня легкого и являвшегося источником внутрибронхиальной лимфореи, но и провести первое патогенетически-обоснованное лечение данного заболевания путем выполнения «трансабдоминальной эндолимфатической селективной эмболизации» (ТАЭСЭ) этого коллектора с использованием Липиодола и NBCA в соотношении 2:1. Это позволило добиться стойкой ремиссии и сохранить нормальный физиологический ток лимфы по ГЛП, избежав развития осложнений или новой манифестации заболевания в нижележащих отделах ЛС в виде ЭПБ, хилезного асцита, хилурии и др. [35]. Суть предложенного Y. Dori и соавт. метода УЗК-ИН-Д-МРТ-ЛАГ заключалась в двусторонней канюляции паховых лимфатических узлов под УЗИ-контролем по методике, предложенной M.R. Rajebi и соавт. и введении в них 2 мл водорастворимого контрастного препарата на основе гадолиния и 2 мл физиологического раствора (со скоростью 0,5-1,0 мл/мин.) с последующим выполнением многократных серий динамической Т1-взвешенной МРТ в коронарной проекции с интервалом в 30 сек в течение 10 мин. При этом первое коронарное Т1-сканирование выпол-

нялось до начала введения контрастного препарата, а для динамической визуализации осуществлялась цифровая субтракция первого массива данных из последующих контрастных МРТ-массивов. Как было показано в исследовании, у детей через 2 мин. от начала введения контрастного препарата он уже обнаруживался в забрюшинных лимфатических сосудах, еще через 3-6 мин. - в ХЦ и ГЛП и наконец, спустя еще 5-9 мин., - в лимфовенозном переходе и венозном русле. Вымывание контрастного препарата из ЦПЛС происходило в течение 15-20 мин. [36]. Очевидными преимуществами технологии, практически сразу ставшей золотым стандартом диагностики ЗЛС и ЗССЛС, в особенности у детей, было отсутствие лучевой нагрузки с одновременным высоким временным, контрастным и пространственным разрешением, позволявшим получать динамические 3D-массивы данных и изучать динамику лимфатического потока с использованием всех преимуществ кроссекционной визуализации [7,36].

В то же время недостатком УЗК-ИН-Д-МРТ-ЛАГ оставалось отсутствие визуализации печеночного и кишечного сегментов лимфатической системы в связи с невозможностью поступления контрастного препарата в эти коллекторы против физиологического тока лимфы. В связи с этим в 2019 году D.M. Viko и соавт. (Филадельфия, США) предложили методику «чрескожной чреспеченочной динамической МРТ-лимфангиографии» (ЧЧ-Д-МРТ-ЛАГ) для проведения которой чрескожный чреспеченочный доступ к печеночным лимфатическим протокам осуществлялся по способу S. Sezaï и соавт. [36]. В 2020 г. Y. Dori и соавт. (Филадельфия, США) описали методику «трансабдоминальной интрамезентериальной динамической МРТ-лимфангиографии» (ТИМ-Д-МРТ-ЛАГ) где для пункции мезентеральных лимфатических узлов применялся оригинальный чрескожный трансабдоминальный доступ под УЗИ-контролем иглой 25 G [36]. Обе методики предназначались для селективной трехмерной динамической визуализации лимфатических коллекторов печени и кишечника у пациентов с хилезным асцитом или ЭПБ. В настоящее время комбинированное использование УЗК-ИН-Д-МРТ-ЛАГ, ЧЧ-Д-МРТ-ЛАГ и ТИМ-Д-МРТ-ЛАГ является наиболее полноценным методом обследования пациентов со сложными ЗЛС и ЗССЛС [36].

Необходимо также отметить, что для визуализации ЛС кишечника в 2017 г. R.N. Srinivasa и соавт. (Мичиган, США) предложили еще одну принципиально новую методику «(эндолимфатической) баллон-окклюзионной ретроградной абдоминальной лимфангиографии» («(endolymphatic) balloon-occluded retrograde abdominal lymphangiography», BORAL) водорастворимым рентгенконтрастным препаратом, технические аспекты проведения которой будут рассмотрены в следующей части [37]. В дальнейшем этот доступ и технология

контрастирования стали использоваться также для проведения динамической МРТ-лимфангиографии (BORAL-Д-МРТ-ЛАГ) с целью диагностики сложных форм хилезного асцита. Все эти технологии трехмерной МРТ-визуализации за относительно короткий период времени позволили понять механизмы развития многих ЗЛС и ЗССЛС, а также разработать патогенетически-обоснованные способы их чрескожного и эндоваскулярного (эндолимфатического) лечения [36]. В то же время динамическая МРТ-визуализация также имеет ряд существенных недостатков основным из которых является необходимость наличия в рентгеноперационной как ангиографической установки, так и работающего с ней в тандеме МРТ-сканера. Оснащение рентгеноперационных таким оборудованием является весьма дорогостоящим, а использование двух отдельных кабинетов (для ангиографии и МРТ) делает крайне затруднительным надежное расположение игл в пунктированных паховых лимфоузлах и, тем более, в лимфатических узлах корня брыжейки и в лимфатических протоках печени.

Поэтому в 2022 г. S. Patel и соавт. (Филадельфия, США) был предложен еще один метод «интранодальной динамической МСКТ-лимфангиографии» (УЗК-ИН-Д-МСКТ-ЛАГ) с использованием водорастворимого рентгенконтрастного препарата, вводимого в паховые лимфоузлы со скоростью 2 мл/мин. в течение 5 мин. (10 мл контрастного препарата в каждый лимфоузел), позволяющий обследовать пациентов с противопоказаниями к проведению МРТ, а также в случаях отсутствия соответствующего МРТ-оборудования в рентгеноперационной [38]. Преимуществами МСКТ по сравнению с МРТ, по мнению авторов, было значительно более высокое пространственное разрешение, и возможность использования УЗИ, а недостатком - лучевая нагрузка на пациента и персонал. Преимуществами МСКТ по сравнению с УЗК-ИН-ЛАГ была возможность проведения исследования в течение всего 10-20 минут с получением уже не планарных, а трёхмерных динамических кроссекционных рентгеновских изображений.

В то же время наиболее перспективным и доступным для большинства рентгенохирургических отделений нам представляется метод УЗИ-контролируемой интранодальной плоскодетекторной компьютерно-томографической лимфангиографии (УЗК-ИН-ПДКТ-ЛАГ) с использованием водорастворимых рентгенконтрастных препаратов, обладающий очень высоким пространственным разрешением и впервые описанный D. Wong и соавт. (Гонконг, КНР) в 2023 г. при проведении диагностики неонатального хилоторакса у пациентов с противопоказаниями к выполнению УЗК-ИН-Д-МРТ-ЛАГ (наличие кардиостимулятора) и УЗК-ИН-ЛАГ (порок сердца со сбросом крови справа налево) [39]. По мнению авторов публикации, важным преимуществом методики является отсутствие

необходимости переключивания пациентов с одного стола на другой, после пункции лимфатических узлов, что кратно снижает риск смещения диагностических игл. Еще одним преимуществом плоскодетекторной компьютерной томографии (ПДКТ), выгодно отличающим его от других методов кроссекционной визуализации является ее интеграция в современные ангиографические комплексы, что позволяет проводить ПДКТ-сканирование с tandemным использованием рентгеноскопии, рентгенографии и цифровой субтракционной лимфангиографии [40]. Благодаря этому, после диагностического этапа вмешательства на том же операционном столе можно сразу же (не перемещая пациента) приступить к выполнению любого лечебного рентгенохирургического вмешательства, причем с использованием всех современных технологий чрескожной и внутрисосудистой ПДКТ-навигации. В настоящее время мы широко используем ПДКТ для визуализации лимфатической системы как в обычных режимах (ПДКТ-ЛАГ (с Липидолом) и УЗК-ИН-ПДКТ-ЛАГ), так и в разработанном нами режиме УЗИ-контролируемой интранодальной динамической субтракционной ПДКТ-лимфангиографии (УЗК-ИН-ДС-ПДКТ-ЛАГ) при проведении которой выполняется вычитание массива данных, полученного при нативном ПДКТ-сканировании, из последующих массивов данных конт-

растной УЗК-ИН-ПДКТ-ЛАГ. Это позволяет дополнительно повысить качество изображений лимфатических протоков и мест утечки лимфы благодаря исключению из анализа лишних структур, в первую очередь позвоночника и рентгенконтрастных атеросклеротических бляшек, находящихся в стенках аорты и магистральных артерий (неопубликованные данные).

Таким образом от 2-3 часовой П-ЛАГ использовавшейся в 1960-х гг. рентгенохирургические технологии перешли к трехмерным многофазным исследованиям ЛС с использованием различных кроссекционных технологий, занимающих всего 10-20 мин. времени. Для еще более быстрой визуализации мест утечки лимфы перспективным представляется использование УЗИ-контролируемой интранодальной цифровой субтракционной СО₂-лимфангиографии (УЗК-ИН-ЦС-СО₂-ЛАГ) и УЗИ-контролируемой интранодальной СО₂-ПДКТ-лимфангиографии (УЗК-ИН-СО₂-ПДКТ-ЛАГ) обладающих рядом преимуществ благодаря очень высокой «текучести» углекислого газа (вязкость СО₂ в 400 раз меньше вязкости водорастворимых йодсодержащих контрастных препаратов), отсутствию аллергических реакций и нефротоксичности. Однако для оценки эффективности этих методов визуализации ЛС необходимы дополнительные исследования. ■

Список литературы/References

1. Hu Z, Zhao X, Wu Z, et al. Lymphatic vessel: origin, heterogeneity, biological functions, and therapeutic targets. *Signal Transduct Target Ther*. 2024; 9(1): 9. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01723-x>
2. Hsu M, Itkin M. Lymphatic Anatomy. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2016; 19(4): 247-254. <https://doi.org/10.1053/j.tvir.2016.10.003>
3. Hur S, Kim J, Ratnam L, Itkin M. Lymphatic Intervention, the Frontline of Modern Lymphatic Medicine: Part I. History, Anatomy, Physiology, and Diagnostic Imaging of the Lymphatic System. *Korean J Radiol*. 2023; 24(2): 95-108. <https://doi.org/10.3348/kjr.2022.0688>
4. Балахнин П.В. История пункционных, абляционных и интраваскулярных хирургических вмешательств и инструментов для их проведения от древнейших времен до окончания средневековья (обзор литературы). *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2023; 17(4): 35-46.
5. Balakhnin PV. History of percutaneous, ablative and intraluminal surgical technologies and instruments for their implementation from the oldest times to the end of the middle ages (literature review). *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2023; 17(4): 35-46 [In Russ].
6. van Schaik CJ, Boer LL, Draaisma JMT, et al. The lymphatic system throughout history: From hieroglyphic translations to state of the art radiological techniques. *Clin Anat*. 2022; 35(6): 701-710. <https://doi.org/10.1002/ca.23867>
7. Иткин Г.П., Иткин М.Г. Лимфатическая система - забытая область? *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2016; 18(3): 145-151.
8. Itkin GP, Itkin MG. Lymphatic system: a forgotten area? *Vestnik transplantologii i iskusstvennyh organov*. 2016; 18(3): 145-151 [In Russ]. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2016-3-145-157>
9. Lee S, Hur S, Choi YH, et al. MR Lymphangiography: Congenital Lymphatic Flow Disorders. *Invest Radiol*. 2025; 60(1): 84-94. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000001112>
10. Benjamin J, O'Leary C, Hur S, et al. Imaging and Interventions for Lymphatic and Lymphatic-related Disorders. *Radiology*. 2023; 307(3): 220231. <https://doi.org/10.1148/radiol.220231>
11. Ghonim M, Ghonim M, Aly AK, et al. Endovascular and Percutaneous Lymphatic Interventions in Cancer Patients: A Review Article. *Lymphatics*. 2024; 2(4): 228-243.

<https://doi.org/10.3390/lymphatics2040018>

10. Smood B, Smith C, Dori Y, et al. Lymphatic failure and lymphatic interventions: Knowledge gaps and future directions for a new frontier in congenital heart disease. *Semin Pediatr Surg.* 2024; 33(3): 151426.

<https://doi.org/10.1016/j.sempedsurg.2024.151426>

11. Juneja P, Yadav R, Tripathi DM, Kaur S. The interplay between lymphatic system and portal hypertension: a comprehensive review. *Hepatol Int.* 2025; 19(4): 720-731.

<https://doi.org/10.1007/s12072-025-10815-5>

12. Hur S. Novel Interventional Radiology for the Treatment of Various Lymphatic Leakages: Lymphatic Intervention and Embolization. *Vasc Specialist Int.* 2023; 39: 42.4

<https://doi.org/10.5758/vsi.230082>

13. Балахнин П.В. Рентгенохирургические методы лечения неотложных состояний в онкологии. *Практическая онкология.* 2015; 16(4): 140-156.

Balakhnin PV. Interventional radiology in the treatment of oncologic emergencies. *Practical Oncology.* 2015; 16(4): 140-156 [In Russ].

14. Cope C. Diagnosis and treatment of postoperative chyle leakage via percutaneous transabdominal catheterization of the cisterna chyli: a preliminary study. *J Vasc Interv Radiol.* 1998; 9(5): 727-734.

[https://doi.org/10.1016/s1051-0443\(98\)70382-3](https://doi.org/10.1016/s1051-0443(98)70382-3)

15. Majdalany BS. The Rise of Lymphatic Intervention: A Rapid Evolution. *Lymphatics.* 2024; 2(2): 79-82.

<https://doi.org/10.3390/lymphatics2020006>

16. Hur S, Kim J, Ratnam L, Itkin M. Lymphatic Intervention, the Frontline of Modern Lymphatic Medicine: Part II. Classification and Treatment of the Lymphatic Disorders. *Korean J Radiol.* 2023; 24(2): 109-132.

<https://doi.org/10.3348/kjr.2022.0689>

17. Pan F, Do TD, Schmitt N, et al. Standardizing lymphangiography and lymphatic interventions: a preclinical in vivo approach with detailed procedural steps. *CVIR Endovasc.* 2023; 6(1): 21.

<https://doi.org/10.1186/s42155-023-00364-z>

18. Wallace S, Jackson L, Schaffer B, et al. Lymphangiograms: their diagnostic and therapeutic potential. *Radiology.* 1961; 76: 179-199.

<https://doi.org/10.1148/76.2.179>

19. Kinmonth JB, Taylor GW, Harper RK. Lymphangiography; a technique for its clinical use in the lower limb. *Br Med J.* 1955; 1(4919): 940-942.

<https://doi.org/10.1136/bmj.1.4919.940>

20. Bruun S, Engeset A. Lymphadenography; a new method for the visualization of enlarged lymph nodes and lymphatic vessels; preliminary report. *Acta Radiol (Stockh).* 1956; 45(5): 389-395.

21. Shanbrom E, Zheutlin N. Radiographic studies of the lymphatic system. *Arch Intern Med.* 1959; 104: 589-593.

<https://doi.org/10.1001/archinte.1959.00270100075013>

22. Guermazi A, Brice P, Hennequin C, Sarfati E. Lymphography: an old technique retains its usefulness. *Radi-*

ographics. 2003; 23(6): 1541-1558.

<https://doi.org/10.1148/rg.236035704>

23. Sezai S, Sakurabayashi S, Yamamoto Y, et al. Percutaneous transhepatic lymphography (PTL) for visualizing metastasized lesions from hepatocellular carcinoma. *International Hepatology Communications.* 1994; 2(1): 1-5.

24. Matsumoto S, Mori H, Tada I. Successful demonstration of post-operative lymphatic fistula by percutaneous transhepatic lymphography. *Clin Radiol.* 2000; 55(6): 485-486.

<https://doi.org/10.1053/crad.2000.0123>

25. Rajebi MR, Chaudry G, Padua HM, et al. Intranodal lymphangiography: feasibility and preliminary experience in children. *J Vasc Interv Radiol.* 2011; 22(9): 1300-1305.

<https://doi.org/10.1016/j.jvir.2011.05.003>

26. Cope C, Kaiser LR. Management of unremitting chylothorax by percutaneous embolization and blockage of retroperitoneal lymphatic vessels in 42 patients. *J Vasc Interv Radiol.* 2002; 13(11): 1139-1148.

[https://doi.org/10.1016/s1051-0443\(07\)61956-3](https://doi.org/10.1016/s1051-0443(07)61956-3)

27. Yamagami T, Masunami T, Kato T, et al. Spontaneous healing of chyle leakage after lymphangiography. *Br J Radiol.* 2005 Sep; 78(933): 854-857.

<https://doi.org/10.1259/bjr/61177542>

28. Matsumoto T, Yamagami T, Kato T, et al. The effectiveness of lymphangiography as a treatment method for various chyle leakages. *Br J Radiol.* 2009; 82(976): 286-290.

<https://doi.org/10.1259/bjr/64849421>

29. Shih J, Trerotola SO, Itkin M. The lymphocele PILL: a case report of percutaneous imaging-guided lymphatic ligation for the treatment of postsurgical lymph collections. *J Vasc Interv Radiol.* 2008; 19(12): 1781-1784.

<https://doi.org/10.1016/j.jvir.2008.08.018>

30. Mittleider D, Dykes TA, Cicuto KP, et al. Retrograde cannulation of the thoracic duct and embolization of the cisterna chyli in the treatment of chylous ascites. *J Vasc Interv Radiol.* 2008; 19(2): 285-290.

<https://doi.org/10.1016/j.jvir.2007.10.025>

31. Itkin M, Kucharczuk JC, Kwak A, et al. Nonoperative thoracic duct embolization for traumatic thoracic duct leak: experience in 109 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010; 139(3): 584-589.

<https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2009.11.025>

32. Nadolski GJ, Itkin M. Feasibility of ultrasound-guided intranodal lymphangiogram for thoracic duct embolization. *J Vasc Interv Radiol.* 2012; 23(5): 613-616.

<https://doi.org/10.1016/j.jvir.2012.01.078>

33. Laslett D, Trerotola SO, Itkin M. Delayed complications following technically successful thoracic duct embolization. *J Vasc Interv Radiol.* 2012; 23(1): 76-79.

<https://doi.org/10.1016/j.jvir.2011.10.008>

34. Kariya S, Komemushi A, Nakatani M, et al. Intranodal lymphangiogram: technical aspects and findings. *Cardiovasc Interv Radiol.* 2014; 37(6): 1606-1610.

<https://doi.org/10.1007/s00270-014-0888-z>

35. Dori Y, Keller M, Rychik J, Itkin M. Successful treatment of plastic bronchitis by selective lymphatic embolization in a Fontan patient. *Pediatrics*. 2014; 134(2): 590-595. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3723>

36. Ramirez-Suarez K, Tierradentro-Garcia LO, Stern JA, et al. State-of-the-art imaging for lymphatic evaluation in children. *Pediatr Radiol*. 2023; 53(7): 1380-1390. <https://doi.org/10.1007/s00247-022-05469-6>

37. Srinivasa RN, Gemmete JJ, Osher ML, et al. Endolymphatic Balloon-Occluded Retrograde Abdominal Lymphangiography (BORAL) and Embolization (BORALE) for the Diagnosis and Treatment of Chylous Ascites: Approach, Technical Success, and Clinical Outcomes. *Ann Vasc Surg*. 2018; 49: 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2017.10.020>

38. Patel S, Hur S, Khaddash T, et al. Intranodal CT Lymphangiography with Water-soluble Iodinated Contrast

Medium for Imaging of the Central Lymphatic System. *Radiology*. 2022; 302(1): 228-233.

<https://doi.org/10.1148/radiol.2021210294>

39. Wong D, Fung KFK, Chen H-SR, et al. Intranodal cone-beam computed tomographic lymphangiography with water-soluble iodinated contrast agent for evaluating chylothorax in infants - preliminary experience at a single institution. *Pediatr Radiol*. 2023; 53(1): 179-183.

<https://doi.org/10.1007/s00247-022-05441-4>

40. Балахнин П.В., Багненко С.С., Беляев А.М. Плоскодетекторная компьютерная томография в интервенционной радиологии: Предпосылки появления и история создания. *Медицина высоких технологий*. 2024; 2(1): 12-34.

Balakhnin PV, Bagnenko SS, Belyaev AM. Flat-detector computed tomography in interventional radiology: Background and history of creation. *Medicina vysokih tehnologij*. 2024; 2(1): 12-34 [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

БАЛАХНИН ПАВЕЛ ВАСИЛЬЕВИЧ - [ORCID: 0000-0002-3042-6729]

к.м.н., старший научный сотрудник
научного отделения диагностической и интервенционной радиологии,
заведующий отделением РХМДиЛ,

ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ,
197758 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 68;

ИТКИН МАКСИМ ГЕОРГИЕВИЧ - [ORCID: 0000-0003-1361-7109]

д.м.н., профессор радиологии в больнице Пенсильванского университета,
директор Центра лимфатической визуализации и вмешательства
Детский госпиталь Филадельфии,

19104, США, Пенсильвания, Филадельфия, Бульвар Сивик-Сентер;

БЕЛЯЕВ АЛЕКСЕЙ МИХАЙЛОВИЧ - [ORCID: 0000-0001-5580-4821]

д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН,
главный внештатный онколог Северо-Западного Федерального округа,
председатель Ассоциации онкологов Северо-Западного федерального округа России,
директор центра,

ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ,
197758 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 68;

заведующий кафедрой онкологии,
ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» МЗ РФ,

195067 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Пискаревский проспект, 47;

УРТАЕВ БЕКСОЛТАН МАХАРБЕКОВИЧ - [ORCID: 0000-0009-6765-6323]

д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ,
президент Ассоциации лимфологов России,
заведующий кафедрой производственной и клинической трансфузиологии

ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ,

127006 Российская Федерация, г. Москва, ул. Долгоруковская, 4;

БАГНЕНКО СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ - [ORCID: 0000-0002-4131-6293]

д.м.н., профессор, заместитель директора,
заведующий научным отделением диагностической и интервенционной радиологии,
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ,

197758 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 68;

профессор кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» МЗ РФ,

194100 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2;

- ФЕЙСХАНОВ АЙГИЗ КАМИЛЕВИЧ** - [ORCID: 0000-0002-9547-1395]
врач-лимфолог,
главный врач,
Центр лимфологии ООО КИМТ «Ангио плюс»,
420012 Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Курашова, 20;
научный сотрудник,
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Министерства науки и высшего образования РФ,
420008 Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, 18;
- НОСОВ АЛЕКСАНДР КОНСТАНТИНОВИЧ** - [ORCID: 0000-0003-3850-7109]
врач-онколог, д.м.н., член правления РООУ,
старший научный сотрудник, заведующий хирургическим отделением онкоурологии,
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ,
197758 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 68;
- МАЛЬКЕВИЧ ВАСИЛИЙ ИГОРЕВИЧ** - [ORCID: 0000-0002-1082-6071]
врач-онколог, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению отделения РХМДиЛ,
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ,
197758 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 68;
- КУРНОСОВ ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ** - [ORCID: 0000-0003-2857-8368]
к.м.н., заведующий отделением нейроонкологии, врач-нейрохирург,
врач-онколог клинко-диагностического отделения,
младший научный сотрудник научного отделения нейроонкологии и эндоскопии,
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ,
197758 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 68;
- КОЗУБОВА КСЕНИЯ ВЯЧЕСЛАВОВНА** - [ORCID: 0000-0001-9611-0439]
к.м.н., врач ультразвуковой диагностики отделения лучевой диагностики,
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ,
197758 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 68;
- ассистент кафедры лучевой диагностики и ядерной медицины медицинского института,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»,
199034 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7-9;
- ХАНЕВИЧ МИХАИЛ ДМИТРИЕВИЧ** - [ORCID: 0000-0002-6946-9689]
д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ,
заведующий кафедрой госпитальной хирургии
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» МЗ РФ,
194100 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2;
- МИШИН АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ** - [ORCID: 0000-0003-2858-6181]
врач-сердечно-сосудистый хирург отделения экстренной хирургии недоношенных
и детей первого года жизни с ВПС,
ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» МЗ РФ,
121552 Российская Федерация, г. Москва, Рублевское шоссе, 135;
- ШМЕЛЕВ АЛЕКСЕЙ СТАНИСЛАВОВИЧ** - [ORCID: 0000-0002-1610-8820]
врач-онколог, врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению отделения РХМДиЛ,
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» МЗ РФ,
197758 Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 68;
- КУЧЕРОВ ВАЛЕРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ** - [ORCID: 0000-0002-8400-6615]
к.м.н., заслуженный врач РФ,
врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению,
заведующий отделением РХМДиЛ,
Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба - филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» МЗ РФ,
249036 Российская Федерация, Калужская область, г. Обнинск, ул. Королева, 4;
- ПЕТРОСЯН АРТУР ПАВЛОВИЧ** - [ORCID: 0000-0003-4322-3995]
к.м.н., врач по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению,
Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба - филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» МЗ РФ,
249036 Российская Федерация, Калужская область, г. Обнинск, ул. Королева, 4.

Конфликт интересов, информация о клинической базе и финансировании

Данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.
Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.
