

О.С. Курочкина¹, В.Ф. Байтингер^{1,2}, А.В. Дудников³

АНАТОМИЯ ЛИМФАТИЧЕСКОГО РУСЛА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ: ЛИМФОДРЕНАЖ ОТ ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ В НОРМЕ И ПОСЛЕ ПОДМЫШЕЧНОЙ ЛИМФОДИССЕКЦИИ

¹ АНО «НИИ микрохирургии», г. Томск² ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, г. Красноярск³ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. ТомскO.S. Kurochkina¹, V.F. Baytinger^{1,2}, A.V. Dudnikov³

ANATOMY OF LYMPHATIC BED OF UPPER LIMB: LYMPH DRAINAGE FROM UPPER LIMB IN NORM AND AFTER AXILLARY LYMPH NODE DISSECTION

¹ Institute of Microsurgery, Tomsk, Russian Federation² V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation³ Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation

Работа посвящена изучению современных источников литературы, посвященной анатомии лимфатического русла верхней конечности, путях лимфоотока от верхней конечности в норме и при подмышечной лимфодиссекции. Материал, представленный в виде анализа ранее проведенных анатомических исследований, а также результатов клинических исследований, помогает в понимании компенсаторных механизмов, которые развиваются при возникновении факторов, усугубляющих лимфодренаж и повышающих риск развития лимфедемы верхней конечности. Представленные данные имеют большое значение для понимания патогенеза вторичной лимфедемы конечности и разработки перспективных методов лечения данного заболевания.

Ключевые слова: лимфатическая система, лимфосом, анатомия, лимфедема, верхняя конечность, подмышечная лимфодиссекция.

Up-to-date literature on the anatomy of lymphatic bed of upper limb and ways of lymph drainage from an upper limb in norm and after axillary node dissection is reviewed. The material presented in the form of analysis of the previous anatomic studies and results of clinical investigations helps in understanding of compensatory mechanisms, which develop at appearance of factors worsening the lymph drainage and increasing the risk of lymphedema of upper limb. The data presented are of great significance for understanding of pathogenesis of secondary lymphedema of a limb and development of promising methods for treatment of this disease.

Key words: lymphatic system, lymphosomes, anatomy, lymphedema, upper limb, axillary lymphadenectomy.

УДК 611.423:616.423-089.85:611.971
doi 10.17223/1814147/65/06

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЛИМФАТИЧЕСКИХ СОСУДОВ И ЛИМФОУЗЛОВ

В связи с анатомическими особенностями лимфатических сосудов – малым диаметром и отсутствием в их просвете эритроцитов (в результате чего сосуды выглядят прозрачными, в отличие от вен и артерий) – лимфатическая система долгое время оставалась малоизученной.

В конце XVII в. Антон Нук (Anton Nuck, 1650–1692) разработал метод инъекции лимфатических сосудов ртутью, что послужило в XVIII в. основой для дальнейшего изучения ана-

томии лимфатического русла человека [1–3]. Этот широко известный в те времена метод позволил ученым не только увидеть лимфатические сосуды и лимфатические узлы, но и выявить определенные закономерности строения лимфатической системы, включающей также зубную железу и селезенку.

В научном мире считается, что самый большой вклад в изучение анатомии лимфатических узлов и грудного лимфатического протока человека внес итальянский анатом Паоло Масканьи (Paolo Mascagni, 1755–1815). Среди современных врачей-онкологов знаменитый анатом известен как автор «правила Масканьи», согласно которому

«лимфа, продвигаясь по лимфатическим сосудам в сторону грудного лимфатического протока и крупных вен шеи, проходит, по крайней мере, через один, а чаще через 8–10 лимфатических узлов». Физиологический смысл этого правила стал понятен только в настоящее время. Было обнаружено, что клеточный состав лимфы, оттекающей из различных органов и тканей, и лимфы, прошедшей через лимфатические узлы, неодинаков. В связи с этим стали различать периферическую лимфу (не прошедшую ни через один лимфатический узел), промежуточную (пошедшую через 1–2 лимфоузла) и центральную лимфу, находящуюся в лимфатических стволах и грудном лимфатическом протоке, впадающих в крупные вены шеи. Поэтому лимфодренаж от разных органов предполагает прохождение лимфы через разное количество лимфоузлов, с тем чтобы в венозное русло (вены шеи) в конечном итоге поступала лимфа стандартного клеточного состава (лейкоцитарной формулы). Это касается и белковых компонентов лимфы, поскольку в органной лимфе содержатся иные белковые компоненты, чем в лимфе грудного протока и в крови [4].

Через 100 лет после Паоло Маскани французский анатом Констант Саппей (Constant Sappey, 1810–1896), используя «ртутный» метод, получил точную визуализацию поверхностных лимфатических сосудов всего тела человека и выявил лимфоотток отдельных регионов кожных покровов (верхняя и нижняя половина тела, правая и левая стороны). Он разделил этот лимфодренаж линиями, которые сегодня носят название «линии Саппея» (рис. 1) [5].

Вскоре, в связи с высокой токсичностью ртути, ее использование для исследований лимфатической системы было запрещено. В 1896 г. на смену пришел метод D. Gerota – ртуть заменили масляной краской синего цвета (берлинская лазурь) [7]. Однако она проходила лишь на небольшие расстояния от места инъекции и не позволяла полностью визуализировать лимфатическое русло.

Идея картирования лимфоузлов человеческого тела принадлежит хирургу L.R. Braithwaite, который случайно обнаружил окрашенную цепочку лимфатических узлов в области аппендикса при его воспалении [8]. В 1952 г. J.B. Kintomth разработал и внедрил в клиническую практику метод лимфангиографии (лимфографии) для визуализации лимфатических коллекторов маслянистыми контрастами (липиодол, неогидрин и этиодол). Эта процедура заключалась в подкожном введении патента синего фиолетового с целью выявления лимфатического сосуда, затем проводили его канюлирование и введение маслянистой жидкости [9]. Однако

маслянистые жидкости оказывали негативное воздействие на эндотелий инъецированных лимфатических сосудов, что сопровождалось их облитерацией. В 1953 г. A. Sherman и M. Ter-Pogossian разработали новый метод визуализации лимфатических сосудов с использованием радиоизотопа (радиоактивный коллоид Au^{168}) [10]. Позднее в практику были внедрены другие радиоизотопы (например, технеций ^{99m}Tc). Этот метод оказался настолько простым, что стал рутинным диагностическим исследованием в повседневной практике, получив название «непрямой лимфосцинтиграфии».

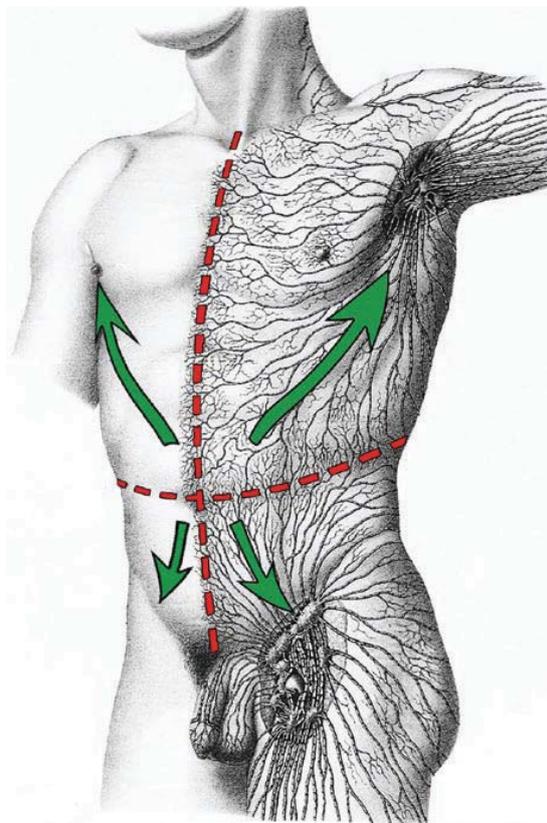


Рис. 1. Схема Саппея. Показывает направления лимфодренажа из кожи туловища в подмышечные и паховые лимфатические узлы. Стрелки и линии нанесены Н. Suami [6]

В 1965 г. доктор J.T. Halsell описал результаты лимфодренажа от груди и опубликовал данные в своем труде: «Lymphatic drainage of the breast demonstrated by vital dye staining and radiography» [8].

В 1970-х гг. было замечено, что через некоторые лимфатические узлы лимфодренаж проходит раньше, чем через другие. Эти узлы стали называть сторожевыми [11].

Сторожевой лимфатический узел чаще является первым узлом в лимфатическом бассейне, через который происходит дренаж из анатомического региона; он же несет иммунологическую ответственность за этот регион.

Впервые лимфатическое картирование (mapping) с целью выявления сторожевого лимфатического узла при меланоме кожи было описано Donald Morton в 1992 г. [12]. В своей клинической работе, с целью картирования сторожевых лимфатических узлов, он применял радиоизотоп (технеций) и краситель (изофлюран синий).



Donald L. Morton – автор технологии картирования лимфатических узлов для выявления сторожевых

Вскоре, по мере приобретения новых знаний о путях лимфодренажа от разных анатомических регионов, получила свое развитие теория лимфосомов, предложенная Н. Suami, согласно которой лимфосом – это очерченная область мягких тканей (эпифасциального и субфасциального уровней), лимфодренаж от которой осуществляется в один лимфатический узел или группу узлов в одном и том же лимфатическом бассейне (рис. 2) [13].



Hiroo Suami – профессор факультета клинической медицины в Институте Макарии (Сидней, Австралия), микрохирург, анатом, автор теории лимфосом



Рис. 2. Лимфосомы тела человека: поверхностные (слева) и глубокие лимфатические сосуды и лимфоузлы (справа) [14]

Теория лимфосомов не раз доказала свою полезность при отображении лимфодренажа от определенной поверхности тела в соответствующие региональные лимфатические узлы [15–17]. В начале XXI в., во многом благодаря австралийской группе исследователей во главе с доктором Н. Suami, которые стали широко использовать подкожное введение смеси оксида свинца в ткани трупа человека и животных и проводить рентгенографию, теория лимфосомов получила серьезное развитие. Технология Н. Suami позволила отчетливо визуализировать поверхностные лимфатические сосуды, что нельзя было достигнуть никакими другими методами, традиционно используемыми анатомами.

Благодаря данному методу им удалось подробно изучить лимфатические сосуды и лимфоузлы верхней конечности, что оказалось весьма важным для оценки состояния лимфодренажной функции при развитии лимфедемы верхней конечности после лимфодиссекции подмышечных лимфатических узлов.

АНАТОМИЯ ЛИМФАТИЧЕСКОГО РУСЛА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Н. Suami и соавт. в своих исследованиях показали пространственную организацию лимфатических сосудов в покровных тканях тела человека.

Поверхностное лимфатическое русло начинается в дерме лимфатическими капиллярами, которые расположены горизонтально относительно поверхности кожи. Недавно мы смогли верифицировать их в дерме человека с помощью технологии мультифотонной томографии (рис. 3). Перпендикулярно от капилляров направлены лимфатические преколлекторы (посткапилляры), которые связывают капилляры дермы с лимфатическими (собирающими) сосудами в подкожно-жировой клетчатке (рис. 4) [18].

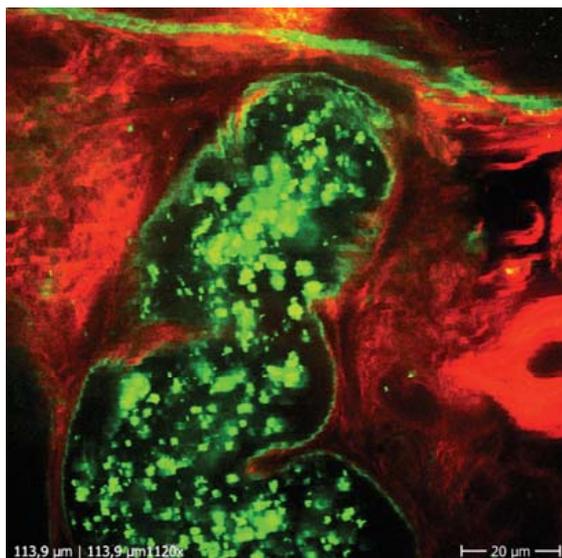


Рис. 3. Мультифотонная томография на аппарате MRFlex: изображение продольного сечения начальных звеньев лимфатической системы в дерме – лимфатический капилляр диаметром 30–40 мкм. Ув. 40, числовая апертура – 1,3, сканируемая область 111,9 × 111,9 мкм. Собственные данные

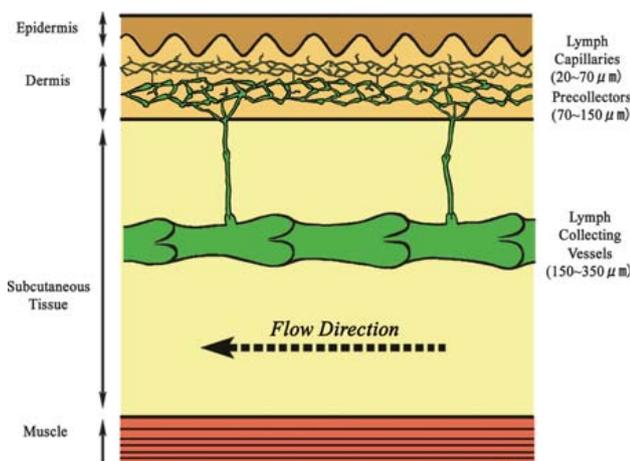


Рис. 4. Схема, иллюстрирующая взаимоотношение между лимфатическими капиллярами, преколлекторами и поверхностными лимфатическими сосудами [18]

По данным рентгенографии анатомических препаратов (Н. Suami et al.), лимфатические сосуды верхней конечности начинались на пульпе

кончиков пальцев и проходили по боковым поверхностям пальцев вдоль собственных пальцевых нервов. Достигая межпальцевых промежутков, лимфатические сосуды сливались и переходили на тыл кисти. По ладонной поверхности кисти лимфатические сосуды не визуализировались, однако, начиная с области лучезапястного сустава, отмечалось появление лимфатических сосудов по передней поверхности предплечья. При этом лимфатические сосуды с тыла кисти и предплечья сначала достигали подмышечных лимфатических узлов, которые в данном случае были доминирующими («сторожевыми»), а затем лимфодренаж осуществлялся в подключичные лимфатические узлы (рис. 5) [19]. Следует также отметить, что этот путь лимфоотока – по поверхностному лимфатическому руслу конечности – основной, а сосуды по передней поверхности предплечья имеют относительно прямолинейный ход, в то время, как по задней поверхности предплечья лимфатические сосуды имеют волнистый ход (рис. 6) [19].



Рис. 5. Рентгенография поверхностного лимфатического русла правой верхней конечности после подкожного введения смеси оксида свинца [19]

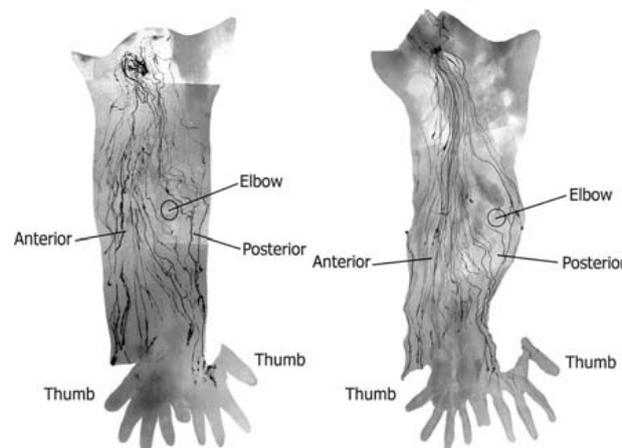


Рис. 6. Рентгенография поверхностного лимфатического русла верхней конечности после подкожного введения смеси оксида свинца, отображающая прямолинейный и волнистый ход сосудов в области предплечья [19]

Н. Suami с соавт. обнаружили, что поверхностные лимфатические сосуды верхней конечности (эпифасциальные) проходили в подкожно-жировой клетчатке в непосредственной близости к основным подкожным венам, но не имели связей с сосудами глубокого лимфатического русла (субфасциальными), что было отображено схематически (рис. 7) [6, 14, 19].

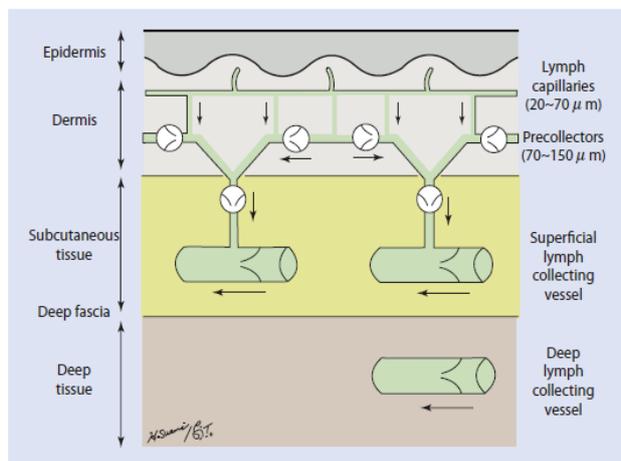


Рис. 7. Схема, иллюстрирующая взаимоотношение между лимфатическими капиллярами, преколлекторами поверхностного и глубокого лимфатических русел [6]

В дополнение к основным путям поверхностного лимфатического русла, существует также ряд коллатеральных лимфатических путей, которые обходят доминирующие (сторожевые) лимфатические узлы. Эти поверхностные лимфатические сосуды проходят вдоль *v. cephalicae* в верхней части руки и, минуя подмышечную впадину, идут к дельтопекторальному лимфатическому узлу, который является интервальным (промежуточным) в передней части плеча. Проходя через этот узел, эфферентные лимфатические сосуды соединяются с надключичным лимфатическим узлом (путь Масканьи) [6]. Таким образом, лимфодренаж по поверхностной системе лимфатических сосудов верхней конечности осуществляется по двум лимфосомам. Один из них – доминирующий, осуществляющий лимфодренаж с медиальной поверхности верхней конечности в латеральные подмышечные лимфатические узлы (доминирующие), а затем в подключичные. Другой лимфосом – коллатеральный, он осуществляет лимфодренаж от задне-латеральной поверхности плеча к дельтопекторальному лимфатическому узлу, а затем в надключичные лимфатические узлы (рис 8) [17].

Глубокое лимфатическое русло в верхних конечностях изначально формируется лимфатическими капиллярами глубокой (собственной) фасции и надкостницы. Глубокие лимфатические сосуды проходят параллельно локтевой,

лучевой и плечевой артериям. Эти сосуды также обходят предшествующие доминирующие лимфатические узлы (подмышечные узлы, в которые осуществляется лимфодренаж от поверхностных лимфатических сосудов) и соединяются с более проксимальными лимфатическими узлами (рис. 8) [6, 17].

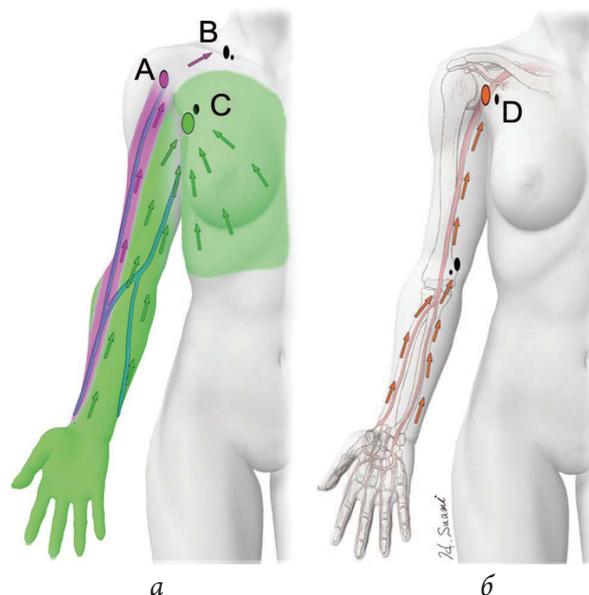


Рис. 8. Схема, иллюстрирующая лимфодренаж от верхней конечности. Поверхностное лимфатическое русло (а): зеленая разметка показывает лимфодренаж по основному лимфосому в латеральные подмышечные лимфатические узлы (доминирующие); фиолетовая разметка показывает лимфодренаж по дополнительному лимфосому в дельтопекторальный лимфатический узел, а затем в надключичный лимфатический узел. Глубокое лимфатическое русло (б), сосуды которого идут вдоль магистральных артериальных стволов и впадают в центральную группу подмышечных лимфатических узлов

Таким образом, анатомические исследования Н. Suami и соавт. показали, что лимфодренаж от верхней конечности в норме осуществляется по системе глубоких лимфатических сосудов (от глубокой фасции и надкостницы) к центральной группе подмышечных лимфатических узлов, и по системе поверхностных лимфатических сосудов (от мягких тканей над глубокой фасцией), представленной двумя лимфосомами. Один из лимфосомов – доминирующий, он осуществляет лимфодренаж с медиальной поверхности верхней конечности в латеральные подмышечные лимфатические узлы (доминирующие), а затем в подключичные. Другой лимфосом – коллатеральный, осуществляет лимфодренаж от задне-латеральной поверхности плеча к дельтопекторальному лимфатическому узлу, а затем в надключичные лимфатические узлы. При

нормальной лимфодренажной функции в верхней конечности связей между поверхностным и глубоким лимфатическими руслами не выявлено.

АНАТОМИЯ ЛИМФАТИЧЕСКОГО РУСЛА ВЕРХНЕЙ КОНЕЧНОСТИ И ЛИМФОДРЕНАЖ ПОСЛЕ ПОДМЫШЕЧНОЙ ЛИМФОДИССЕКЦИИ

Описанный выше метод экспериментального исследования на трупах позволил Н. Suami и соавт. использовать его и для изучения лимфодренажа от верхней конечности после выполненной подмышечной лимфодиссекции. С этой целью для исследования были взяты верхние конечности от трупа женщины, прооперированной при жизни по поводу рака молочной железы. В ходе оперативного вмешательства была выполнена мастэктомия справа с подмышечной лимфодиссекцией, после проведенной операции у женщины не было вторичной лимфедемы. Следует отметить, что смерть наступила не по причине онкологического заболевания [20].

Несмотря на отсутствие клинических признаков вторичной лимфедемы, при рентгенографии верхних конечностей после подкожного контрастирования лимфатического русла (поверхностного и глубокого) оксидом свинца обнаружены облитерация поверхностных лимфатических сосудов в правой верхней конечности, необычная связь между поверхностными и глубокими лимфатическими сосудами, а также увеличение размеров интервальных лимфатических узлов (рис. 9, 10). По-видимому, связь между поверхностным и глубоким лимфатическими руслами, а также увеличение размеров интервальных лимфатических сосудов – компенсаторная реакция, облегчающая лимфодренаж из верхней конечности при блоке в проксимальном отделе (в подмышечной области) [20].

На рентгенограммах (рис. 9, 10) видно, что в прооперированной конечности при лимфодиссекции была частично сохранена центральная группа подмышечных лимфатических узлов. Возможно, в связи с этим сохранилась функция глубокого лимфатического русла. Поверхностные лимфатические сосуды на оперированной конечности (слева) с третьего межпальцевого промежутка (3 коллектора) идут к лимфатическим узлам предплечья и, проходя через них в составе одного лимфатического коллектора, направляются к подключичной вене. Связь между поверхностным и глубоким лимфатическими руслами была обнаружена только выше уровня локтя вдоль *v. basilicae*. Сосуды поверхностного лимфатического русла соединялись с сосудами глубокого лимфатического русла и уходили под

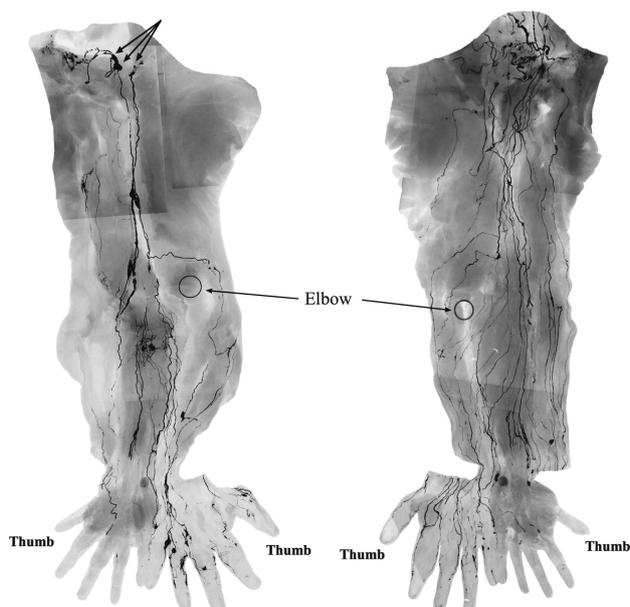


Рис. 9. Рентгенография верхних конечностей после мастэктомии правой молочной железы. Слева – правая верхняя конечность (после лимфодиссекции подмышечных лимфатических узлов). Справа – левая верхняя конечность (вариант нормы) [20]

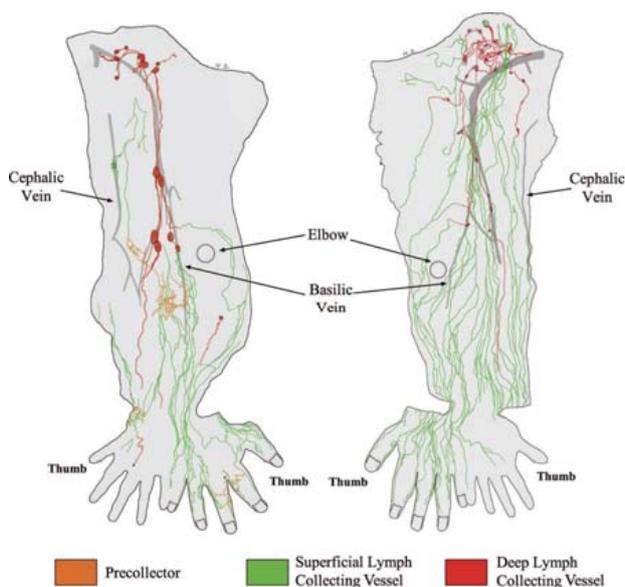


Рис. 10. Рентгенография верхних конечностей после мастэктомии правой молочной железы (рис. 11) в цветном варианте. Слева – правая верхняя конечность (после лимфодиссекции подмышечных лимфатических узлов). Справа – левая верхняя конечность (вариант нормы) [20]

фасцию, где проходя через два промежуточных лимфатических узла (в области нижней трети латеральной поверхности плеча ближе к локтевому отростку), достигали подмышечных лимфатических узлов. Иногда локтевые лимфоузлы визуализируются у пациенток с лимфодемой верхней конечности на лимфосцинтиграммах [6, 20]. Описанное выше уменьшение количества

лимфатических сосудов в поверхностном лимфатическом русле возникает в результате их обструкции, которая неоднократно была описана после подмышечной лимфодиссекции [21–23]. Гистологическая картина обструкции лимфатических сосудов при вторичной лимфедеме верхней конечности характеризуется утолщением их стенки вплоть до полного склерозирования и облитерации просвета (рис. 11) [20].

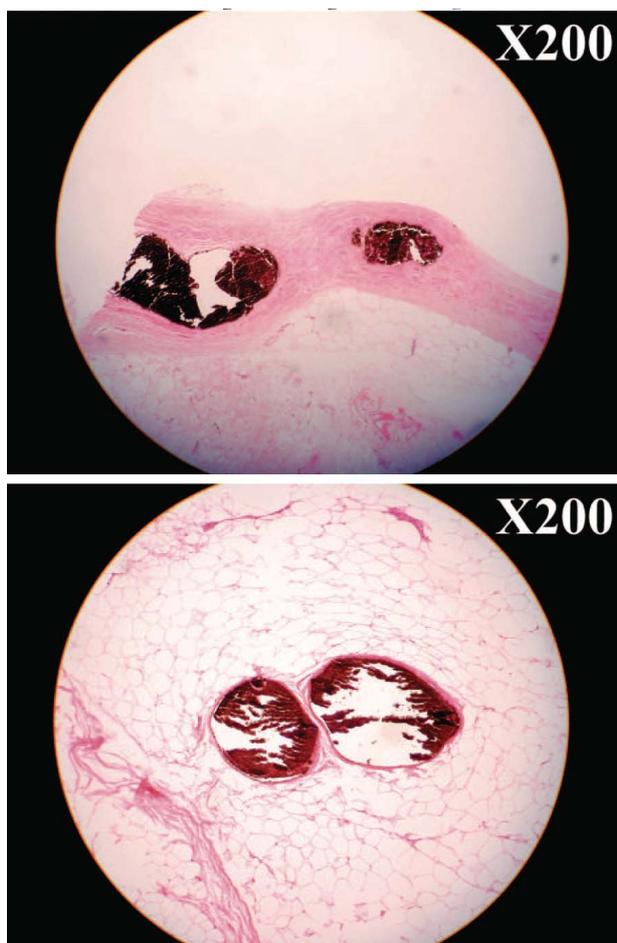


Рис. 11. Гистологические срезы подкожно-жировой клетчатки верхней конечности (ув. 200). Показано утолщение стенки лимфатического сосуда (верхнее фото) в сравнении с нормой (нижнее фото) [20]

Н. Suami с соавт. отмечают, что при развитии вторичной лимфедемы верхней конечности патогистологические изменения наблюдаются, в основном, в поверхностном лимфатическом русле. Поэтому патологические изменения в субфасциальных тканях, т.е. под глубокой фасцией, происходят реже. При этом авторы отмечают, что начальные лимфососудистые изменения появляются именно в проксимальной области, близкой к месту лимфодиссекции. Эти изменения характеризуются увеличением диаметра (эктазией) в поверхностных лимфатических сосудах, несостоятельностью их клапанного аппарата с

«лавинообразным» обратным сбросом лимфы из преколлекторов в лимфатические капилляры [22, 25–27], что характеризуется термином «dermal back flow». Следует отметить и тот факт, что лимфатические сосуды в дистальных отделах верхней конечности часто сохраняются интактными даже при II стадии лимфедемы (рис. 12) [6].

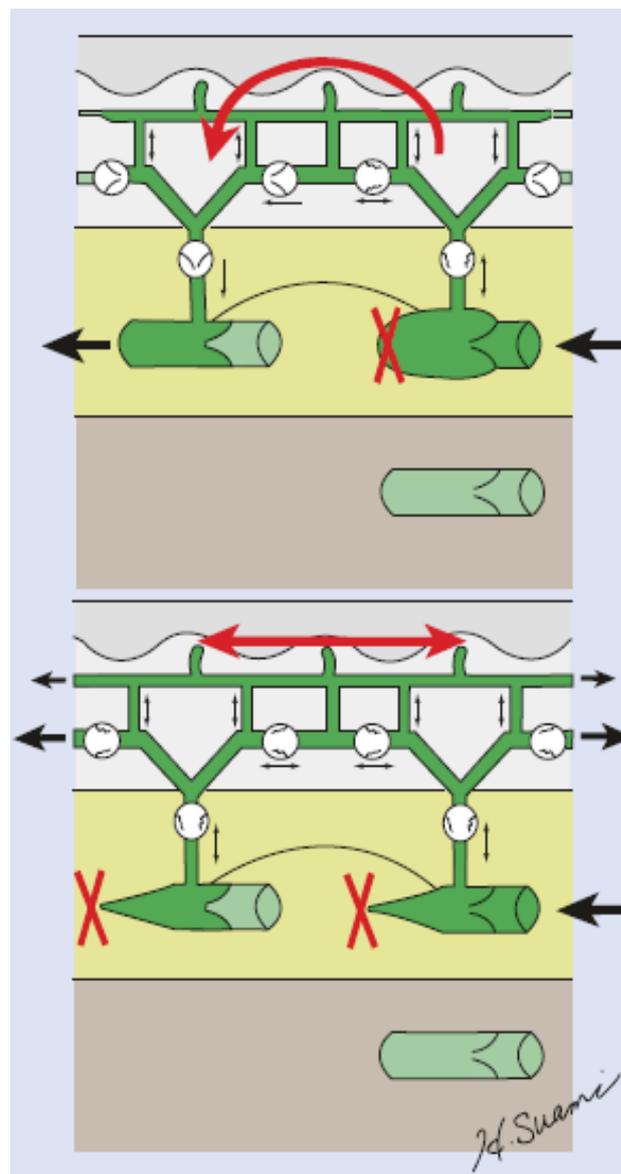


Рис. 12. Схема структурных нарушений при вторичной лимфедеме. Проксимальный блок в поверхностных лимфатических сосудах для сбора лимфы приводит к нарушению функции клапанов, что сопровождается лимфатическим рефлюксом («dermal backflow»). В ранней стадии лимфедемы рефлюкс поглощается близлежащими поверхностными лимфатическими сосудами (сверху). В более поздней стадии лимфедемы лимфатический транспорт зависит от расширения лимфатических капилляров и преколлекторов (внизу) [6]

В клинических исследованиях у пациентов с лимфедемой верхней конечности после мастэктомии и подмышечной лимфодиссекции при проведении ICG-лимфографии подобное состояние проявляется исчезновением лимфатических коллекторов и распределением «dermal backflow» по всей площади кожи верхней конечности (рис. 13) [23].

Н. Suami и соавт. показали не только патологические изменения в стенке лимфатических сосудов, но и увеличение размеров сохранившихся после лимфодиссекции лимфоузлов, которое авторы связывают с двумя причинами: 1) воспалительной реакцией поверхностных лимфатических сосудов, вызванной лимфодиссекцией подмышечных лимфоузлов; 2) рабочей гипертрофией лимфоузлов, вызванной компенсаторной реакцией после частичной лимфодиссекции подмышечных лимфатических узлов [20]. Все описанные выше изменения лимфодренажной функции от верхней конечности после подмышечной лимфодиссекции были сведены в единую схему (рис. 14) [20].



Рис. 13. ICG-лимфография у пациента с III стадией лимфедемы. По всей поверхности верхней конечности отмечается «dermal backflow» [6]

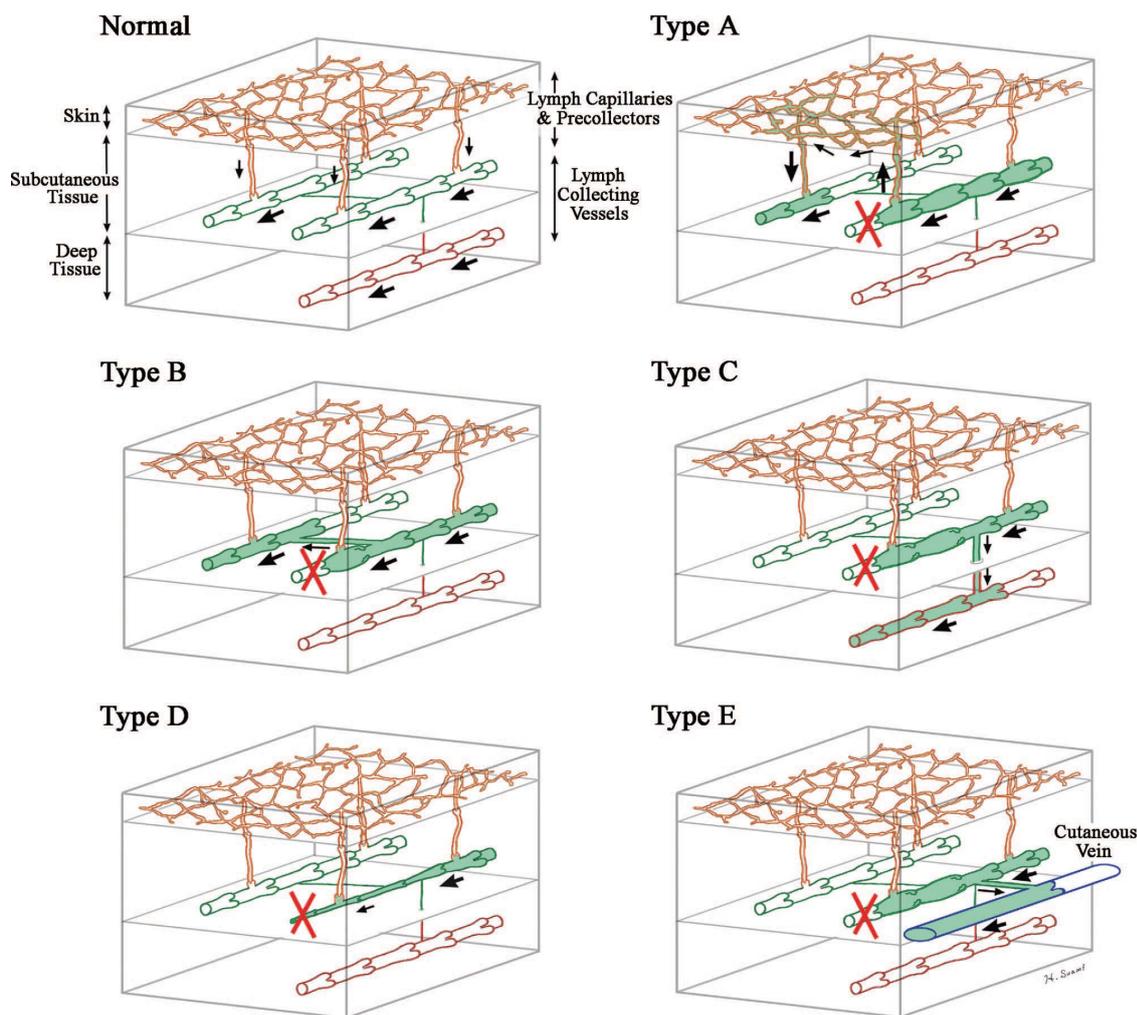


Рис. 14. Схематическое изображение изменений в лимфодренажной системе верхней конечности после подмышечной лимфодиссекции (объяснение по тексту ниже) [20]

Тип А показывает «лавинообразный» поток из преколлекторов в лимфатические капилляры кожи, что обусловлено несостоятельностью клапанного аппарата между лимфатическими сосудами и преколлекторами. **Типы В и С** отражают связи между поверхностными и глубокими лимфатическими сосудами. **Тип В** показывает открытие связей между поверхностными сосудами, **тип С** – между поверхностными и глубокими лимфатическими сосудами. **Тип D** показывает, что происходит, когда сосуды становятся атрофичными и исчезают в проксимальных участках верхней конечности. Гистологическое исследование показывает хроническое воспаление вокруг стенки сосудов, что является одной из причин его облитерации. **Тип Е** описывает образование лимфо-венозных шунтов.

В исследованиях Н. Suami и соавт. лимфо-венозные шунты не были выявлены. Однако ряд других авторов отмечали формирование или открытие этих шунтов в послеоперационном периоде и при врожденной лимфедеме [28–30]. Названные изменения в лимфодренажной системе после подмышечной лимфодиссекции представлены на рис. 15.

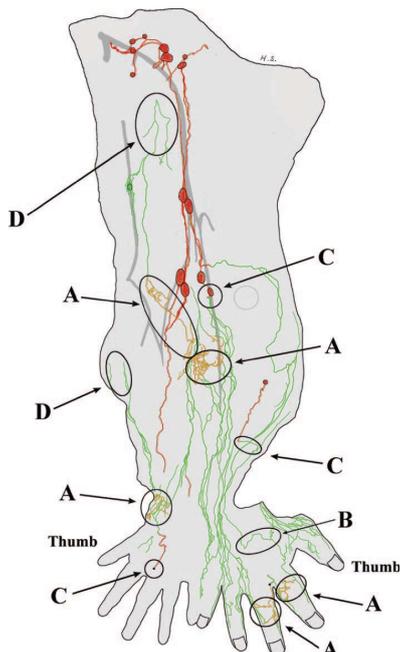


Рис. 15. Типы изменения лимфодренажной функции после подмышечной лимфодиссекции [20]

Анализ литературных данных показывает, что большинство изменений в лимфодренажной функции от верхней конечности после «неполной» подмышечной лимфодиссекции происхо-

дят, главным образом, в поверхностных лимфатических сосудах и носят компенсаторный характер. В глубоких лимфатических сосудах (субфасциальных) патологических изменений не было. Это можно объяснить сохранностью отдельных лимфоузлов центральной группы подмышечных лимфатических узлов, дренирующих глубокие лимфатические коллекторы.

Представленные данные во многом способствуют пониманию вторичных изменений в лимфатическом русле кожи и подкожно-жировой клетчатке верхней конечности при развитии вторичной лимфедемы.

ВЫВОДЫ

1. В норме лимфодренаж от верхней конечности осуществляется по двум лимфосомам в системе поверхностных лимфатических сосудов (от передне-медиальной и задне-латеральной поверхностей верхней конечности) и по системе глубоких лимфатических сосудов.

2. Прямые связи между поверхностной (эпифасциальной) и глубокой (субфасциальной) лимфатическими системами верхней конечности в норме отсутствуют.

3. После лимфодиссекции подмышечных лимфатических узлов наступает обструкция либо резкое уменьшение числа лимфатических сосудов от лимфосома, дренирующего передне-медиальную поверхность верхней конечности. При этом сохраняется лимфодренаж от лимфосома, дренирующего задне-латеральную поверхность верхней конечности.

4. При уменьшении числа сосудов в лимфосоме, дренирующем передне-медиальную поверхность верхней конечности, компенсаторно развивается связь между системой глубоких и сохраненных поверхностных лимфатических сосудов, формируются лимфо-венозные шунты, увеличиваются размеры интервальных лимфатических узлов, появляется симптом «dermal backflow».

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Исследование выполнено в рамках соглашения № 14.579.21.0146 (уникальный идентификатор RFMEFI-57917-X0146).

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Cruikshank W. The anatomy of the absorbing vessels of the human body. G. Nicol, 1786.
2. Mascagni P., Santi C. Vasorum lymphaticorum corporis humani historia et ichnographia. Auctore Paulo Mascagni in Regio Senarum Lyceo publico anatomes professore. Ex typographia Pazzini Carli. 1787.

3. Loukas M., Bellary S.S., Kuklinski M., Ferrauiola J., Yadav A., Shoja M. M., Tubbs R.S. The lymphatic system: a historical perspective. *Clinical Anatomy*. 2011;24(7):807–816.
4. Di Matteo B., Tarabella V., Filardo G., Viganò A., Tomba P., Kon E., Marcacci M. Art in science: Giovanni Paolo Mascagni and the art of anatomy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2015;473(3):783–788.
5. Sappey P.C. Anatomie, physiologie, pathologie des vaisseaux lymphatiques consideres chez l'homme et les vertebres. Paris A. 1885.
6. Suami H., Kato S. Anatomy of the Lymphatic System and Its Structural Disorders in Lymphoedema. *Lymphoedema*. Springer, Cham; 2018:57–78.
7. Gerota D. Zur technik der lymphgefassinjektion. *Anat Anz*, 1896;12:216.
8. Sato K., Shigenaga R., Ueda S., Shigekawa T., Krag D.N. Sentinel lymph node biopsy for breast cancer. *Journal of Surgical Oncology*. 2007;96(4):322–329.
9. Kinmonth J.B. Lymphangiography in man; a method of outlining lymphatic trunks at operation. *Clinical Science*. 1952;11(1):13–20.
10. Sherman A.I., Ter-Pogossian M. Lymph-node concentration of radioactive colloidal gold following interstitial injection. *Cancer*. 1953;6(6):1238–1240.
11. Cabanas R.M. An approach for the treatment of penile carcinoma. *Cancer*. 1977;39(2):456–466.
12. Morton D.L. et al. Technical details of intraoperative lymphatic mapping for early stage melanoma. *Archives of Surgery*. 1992;127(4):392–399.
13. Suami H., Yamashita S., Soto-Miranda M.A., Chang D.W. Lymphatic territories (lymphosomes) in a canine: an animal model for investigation of postoperative lymphatic alterations. *PLoS One*. 2013;8(7):69222.
14. Suami H. Lymphosome concept: Anatomical study of the lymphatic system. *Journal of Surgical Oncology*. 2017;115(1):13–17.
15. Ito R., Suami H. Lymphatic territories (lymphosomes) in swine: an animal model for future lymphatic research. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2015;136(2):297–304.
16. Soto-Miranda M.A., Suami H., Chang D.W. Mapping superficial lymphatic territories in the rabbit. *The Anatomical Record*. 2013;296(6):965–970.
17. Suami H., Shin D., Chang D.W. Mapping of lymphosomes in the canine forelimb: comparative anatomy between canines and humans. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2012;129(3):612–620.
18. Suami H. et al. Refinements of the radiographic cadaver injection technique for investigating minute lymphatic vessels. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2007;120(1):61–67.
19. Suami H., Taylor G.I., Pan W.R. The lymphatic territories of the upper limb: anatomical study and clinical implications. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2007;119(6):1813–1822.
20. Suami H., Pan W.R., Taylor G.I. Changes in the lymph structure of the upper limb after axillary dissection: radiographic and anatomical study in a human cadaver. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2007;120(4):982–991.
21. Bower R., Danese C., Debbas J., Howard J.M. Advances in diagnosis of diseases of the lymphatics. *JAMA*. 1962;181(8):687–691.
22. Danese C., Howard J.M. Postmastectomy lymphedema. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*. 1965;120:797.
23. Smith C.A. Studies on lymphedema of the extremities. *Annals of surgery*. 1962;156(6):1010.
24. Mihara M., Hara H., Hayashi Y., Narushima M., Yamamoto T., Todokoro T., Murai N. Pathological steps of cancer-related lymphedema: histological changes in the collecting lymphatic vessels after lymphadenectomy. *PloS one*. 2012;7(7):e41126.
25. Crockett D.J. Lymphatic anatomy and lymphedema. *British journal of plastic surgery*. 1965;18:12–25.
26. Thompson N. The surgical treatment of advanced postmastectomy lymphoedema of the upper limb: With the late results of treatment by the buried dermis flap operation. *Scandinavian journal of plastic and Reconstructive Surgery*. 1969;3(1):54–60.
27. Wallace S., Jackson L., Schaffer B., Gould J., Greening R.R., Weiss A., Kramer S. Lymphangiograms: their diagnostic and therapeutic potential. *Radiology*. 1961;76(2):179–199.
28. Aboul-Enein A., Eshrawy I., Arafa S., Abboud A. The role of lymphovenous communication in the development of postmastectomy lymphedema. *Surgery*. 1984;95(5):562–566.
29. Edwards J.M., Kinmonth J.B. Lymphovenous shunts in man. *Br Med J*. 1969;4(5683):579–586.
30. Wallace S., Jackson L., Dodd G.D., Greening R.R. Lymphatic dynamics in certain abnormal states. *The American Journal of Roentgenology, Radium Therapy, and Nuclear Medicine*. 1964;91:1187.

Поступила в редакцию 27.03.2018

Утверждена к печати 18.05.2018

Авторы:

Курочкина Оксана Сергеевна – канд. мед. наук, врач-хирург АНО «НИИ микрохирургии» (г. Томск).

Байтингер Владимир Фёдорович – д-р мед. наук, профессор, президент АНО «НИИ микрохирургии» (г. Томск), профессор кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России (г. Красноярск), главный внештатный пластический хирург Департамента здравоохранения Томской области.

Дудников Алексей Владимирович – врач-ординатор кафедры госпитальной хирургии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (г. Томск).

Контакты:

Курочкина Оксана Сергеевна

тел.: +7-905-990-9938

e-mail: kurochkinaos@yandex.ru

Conflict of interest

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

Source of financing

The study was carried out within the framework of the Agreement No. 14.579.21.0146 (Unique Identifier RFMEFI57917X0146).

Information about authors:

Kurochkina Oksana S., Cand. Med. Sci., plastic surgeon, Institute of Microsurgery, Tomsk, Russian Federation.

Baytinger Vladimir F., Dr. Med. Sci., Professor, Director of the Institute of Microsurgery, Tomsk; Professor of Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russian Federation.

Dudnikov Alexey V., resident physician, Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

Corresponding author:

Kurochkina Oksana S.

Phone: +7-905-990-9938

e-mail: kurochkinaos@yandex.ru