

<http://doi.org/10.17223/1814147/75/05>
УДК 611.14:616.5-089-74]:616.14-005.6

АНАТОМИЯ ВЕН ДОНОРСКИХ ЛОСКУТОВ И ПРОЦЕСС ВЕНОЗНОГО ТРОМБООБРАЗОВАНИЯ

В.Ф. Байтингер^{1,2}, К.В. Селянинов¹

¹ АНО «НИИ микрохирургии»,
Российская Федерация, 634063, г. Томск, ул. Ивана Черных, д. 96

² ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России,
Российская Федерация, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1

В данной работе впервые с позиции ангиосомной теории строения тела человека была предпринята попытка проанализировать причины венозных тромбозов в сосудистой ножке свободных лоскутов. Основных причин оказалось четыре: 1) планирование и подъем лоскута без учета границ веносомов и особенностей венозного оттока из кожно-фасциальных и кожно-мышечных свободных лоскутов (количества венозных ножек); 2) попадание в состав лоскутов кроме основного веносома, который дренируется через комитантные вены, еще двух-трех соседних веносомов; 3) осуществление венозного оттока от соседних веносомов в основной веносом через осциллирующие (бесклапанные) вены при условии тщательного гемостаза раневой поверхности лоскута; 4) налаживание венозного дренажа из свободных кожно-фасциальных лоскутов без учета приоритетного включения поверхностного венозного ствола, расположенного в толще подкожной жировой клетчатке; подкожные (видимые) вены на территории кожно-фасциальных не имеют никакого отношения к дренированию тканей лоскута. Анатомически благоприятные кожно-мышечные осевые лоскуты – это лоскуты на основе мышц типа А, имеющих с выкраиваемой кожно-подкожной площадкой общую венозную систему. Все остальные лоскуты – «проблемные» с точки зрения венозных тромбозов после реперфузии.

Ключевые слова: ангиосомы, артериосомы, веносомы микрохирургические лоскуты, анатомия вен, кожно-фасциальные лоскуты, кожно-мышечные лоскуты, венозный отток.

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

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

Для цитирования: Байтингер В.Ф., Селянинов К.В. Анатомия вен донорских лоскутов и процесс венозного тромбообразования. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2020;23(4):39–50.
doi 10.17223/1814147/75/05

ANATOMY OF VEINS OF DONOR FLAPS AND THE PROCESS OF VENOUS THROMBOSIS

V.F. Baytinger^{1,2}, K.V. Selianinov¹

¹ Institute of Microsurgery,
96, Ivan Chernykh st., Tomsk, 634063, Russian Federation

² Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky,
1, Partizan Zheleznyak st., Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

In this work, for the first time from the standpoint of the angiosomal theory of the structure of the human body, an attempt was made to analyze the causes of venous thrombosis in the vascular pedicle of free flaps. There were four main reasons: 1) planning and lifting of the flap without taking into account the boundaries of the venosomes and the peculiarities of the venous outflow from the skin-fascial and musculocutaneous free flaps (the number of venous legs); 2) getting into the composition of the flaps except for the main venosome, which are drained through

the committing veins, another two or three adjacent venosomes; 3) areas of adjacent (marginal) venosomes can be drained into the main venosome through oscillating (valveless) veins, subject to careful hemostasis of the wound surface of the flap; 4) establishment of venous drainage from free skin – fascial flaps without taking into account the priority inclusion of the superficial venous trunk located in the thickness of the subcutaneous fatty tissue; saphenous (visible) veins on the territory of the skin – fascial have nothing to do with the drainage of the flap tissue. Anatomically favorable musculocutaneous axial flaps are flaps based on type A muscle, which have a common venous system with the cut out subcutaneous area. All other flaps are “problematic” from the point of view of venous thrombosis after reperfusion.

Keywords: *microsurgical flaps, anatomy of veins, skin-fascial flaps, musculocutaneous flaps, venous outflow.*

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

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

For citation: Baytinger V.F., Selianinov K.V. Anatomy of veins of donor flaps and the process of venous thrombosis. *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*. 2020;23(4):39–50. doi 10.17223/1814147/75/05

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных проблем в реконструктивной микрохирургии является спасение погибающего реперфузированного лоскута. Причина таких неудач чаще всего одна – прогрессирующий венозный анастомотический тромбоз. В разработке алгоритма спасения скомпрометированного лоскута необходимо базироваться, прежде всего, на четких знаниях анатомии и патофизиологии артериального и венозного компонентов сосудистого русла лоскута. В настоящее время имеются хорошие условия для создания такого алгоритма. Они появились вскоре после

формулирования ангиосомной концепции строения сосудистого русла покровных тканей тела человека. Ангиосом – это трехмерная система кровоснабжения композитно выстроенного блока тканей (мышцы, нервы, соединительная ткань, кости, жировая ткань, кожа), кровоснабжаемого из одного общего источника – осевой артерии. Соседние ангиосомы соединяются между собой посредством анастомотических артерий редуцированного калибра (choke anastomotic vessels) и, реже, настоящих анастомотических артерий, т.е. без редукции калибра (true anastomotic vessels) [1]. На теле человека выделено 40 ангиосомов (рис. 1).

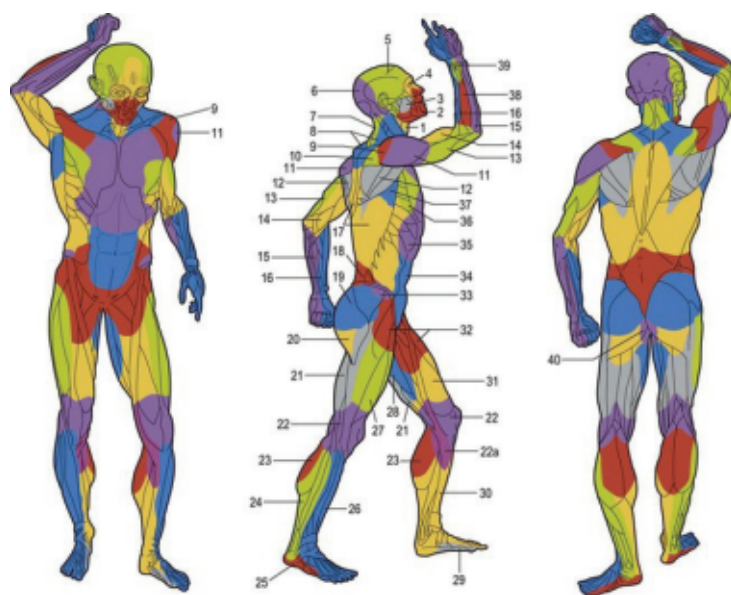


Рис. 1. Ангиосомы тела человека (Taylor G.I., Palmer J.H., 1987). Здесь и на рис. 2: 1 – щитовидный; 2 – лицевой; 3 – щечный (внутренний верхнечелюстной); 4 – глазной; 5 – поверхностный височный; 6 – затылочный; 7 – глубокий шейный; 8 – поперечный шейный; 9 – грудно-акромиальный; 10 – надлопаточный; 11 – задний, огибающий плечевую кость; 12 – огибающий лопатку; 13 – глубокий плеча; 14 – плечевой; 15 – локтевой; 16 – лучевой; 17 – задний межкостный; 18 – поясничный; 19 – верхний ягодичный; 20 – нижний ягодичный; 21 – глубокий бедра; 22 – надколенниковый; 22а – нисходящий коленный (сафенный); 23 – суральный; 24 – малоберцовый; 25 – латеральный подошвенный; 26 – передний большеберцовый; 27 – боковой огибающий бедро; 28 – приводящей мышцы (глубокий); 29 – медиальный подошвенный; 30 – задний большеберцовый; 31 – поверхностный бедренный; 32 – бедренный общий; 33 – глубокий, огибающий

подвздошную кость; 34 – глубокий нижний эпигастральный; 35 – внутренний грудной; 36 – боковой грудной; 37 – торакодорсальный; 38 – задний межкостный; 39 – передний межкостный; 40 – внутренний половой

Fig. 1. Angiosomes of the human body (Taylor G.I., Palmer J.H., 1987). Here and in fig. 2: 1 – thyroid; 2 – facial; 3 – buccal (internal maxillary); 4 – ophthalmic; 5 – superficial temporal; 6 – occipital; 7 – deep cervical; 8 – transverse cervical; 9 – acromiothoracic; 10 – suprascapular; 11 – posterior circumflex humeral; 12 – circumflex scapular; 13 – profunda

brachii; 14 – brachial; 15 – ulnar; 16 – radial; 17 – posterior intercostals; 18 – lumbar; 19 – superior gluteal; 20 – inferior gluteal; 21 – profunda femoris; 22 – popliteal; 22a – descending genicular (saphenous); 23 – sural; 24 – peroneal; 25 – lateral plantar; 26 – anterior tibial; 27 – lateral femoral circumflex; 28 – adductor (profunda); 29 – medial plantar; 30 – posterior tibial; 31 – superficial femoral; 32 – common femoral; 33 – deep circumflex iliac; 34 – deep inferior epigastric; 35 – internal thoracic; 36 – lateral thoracic; 37 – thoracodorsal; 38 – posterior interosseous; 39 – anterior interosseous; 40 – internal pudendal

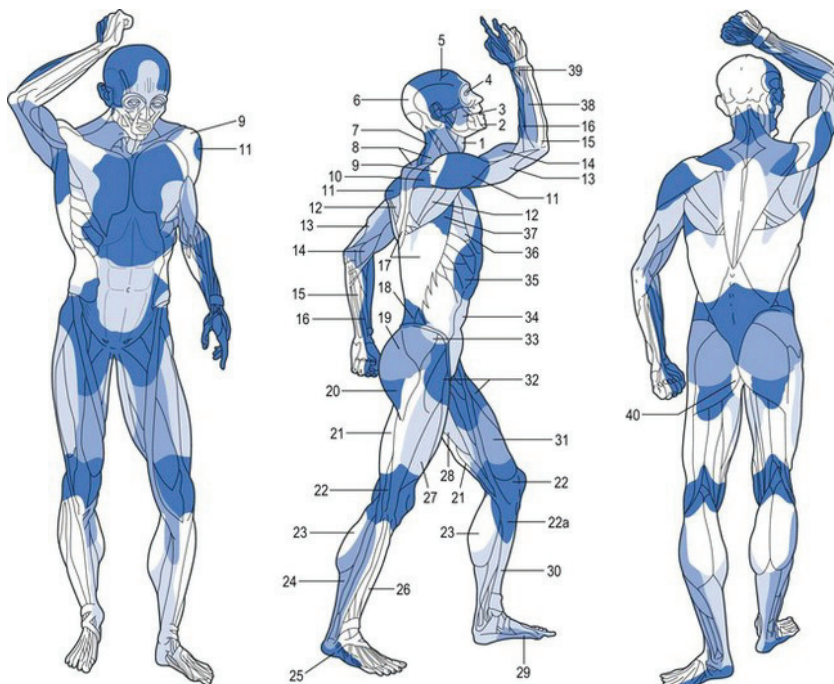


Рис. 2. Веносомы тела человека (Taylor G.I., Caddy C.M., Watterson P.A. et al., 1990)

Fig. 2. Venosomes of the human body (Taylor G.I., Caddy C.M., Watterson P.A. et al., 1990)

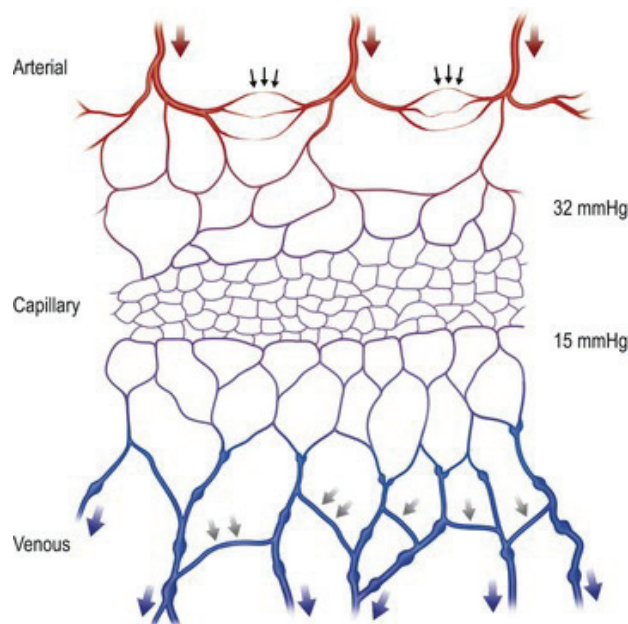


Рис. 3. Артериальный приток и венозный отток капиллярного ложа (схема). Зеркальное соотношение ангиосомов с веносомами. Красными стрелками показаны choke arteries, маленькими светло-синими стрелками – бесклапанные вены с двухсторонним током крови, большими синими стрелками – клапанные вены веносомов (Taylor G.I., Palmer J.H., 1987)

Fig. 3. Arterial inflow and venous outflow of the capillary bed (diagram). Mirror relationship of angiosomes with venosomes. Red arrows are shown choke arteries. Small light blue arrows – valveless veins with bilateral blood flow. Big blue arrows – valve veins of venosomes (Taylor G.I., Palmer J.H., 1987)

Немного позже была сформулирована концепция венозных территорий – веносомов [2] (рис. 2).

Сосуды, формирующие веносом, зеркально отражают анатомию ангиосом (артериосом) (рис. 3). Сосудистые связи между территориями соседних веносомов обеспечиваются посредством большого числа бесклапанных анастомотических вен – осциллирующих (двунаправленных). Они проходят в пределах поверхностных и глубоких тканей, сопровождая анастомотические артерии с редуцированным калибром. Осциллирующие вены, по которым кровь проходит в обе стороны, позволяют уравнивать кровоток и давление в капиллярном русле тканей тела человека (головы, шеи, туловища).

В связи с тем, что основной причиной, приводящей к гибели реперфузированного лоскута, является его венозная недостаточность, микрохирургам необходимо иметь четкие представления об анатомии венозного русла, например, в часто используемых ими кожно-фасциальных и кожно-мышечных лоскутах.

АНАТОМИЯ ВЕНОЗНОГО РУСЛА В КОЖНО-ФАЦИАЛЬНЫХ ЛОСКУТАХ

Кожно-фасциальный лоскут для клинического применения был впервые внедрен в практику В. Ponten в 1981 г. [3]. Это было сделано путем преобразования randomного кожно-подкожного лоскута в осевой. По данным G.G. Hallock (2010),

кровообращение тканей в истинном кожно-фасциальном лоскуте происходит из фасциального сосудистого сплетения, которое обеспечивает кровью комплекс тканей: кожа – глубокая фасция [4]. Однако в этом исследовании ничего не сказано об анатомии венозного русла кожно-фасциальных лоскутов. Между тем, анатомия вен мягких тканей тела человека к тому времени уже была хорошо изучена [2, 5, 6]. Анатомические работы, посвященные изучению вен донорских зон, носили чисто прикладной характер, поэтому представляют большую ценность для хирургов. По данным этих исследований, венозная система лоскута, дренирующая комплекс входящих в состав кожно-фасциального лоскута тканей, представлена субпапиллярной венозной сетью, дермальным венозным и подкожным венозным сплетениями, а также поверхностными венозными стволами, глубоким фасциальным микровенозным сплетением и глубокими венозными стволами [6] (рис. 4).

Субпапиллярная венозная сеть формируется в сетчатом слое дермы многочисленными посткапиллярными микровенами – венулами диаметром 10–30 мкм, которые анастомозируют между собой. Многие из них конвергируют в одной точке. В этих случаях диаметр венул увеличивается до 50 мкм. Эти более крупные собирающие микровены пенетрируют дерму и дермальное венозное сплетение и впадают затем непосредственно в поверхностный венозный ствол (рис. 4).

Дермальное венозное сплетение представлено немногочисленными венами, проходящими вокруг придатков кожи (потовые и сальные железы, волосяные фолликулы); здесь микровены находятся в тесном соседстве с артериолами диаметром 15–20 мкм, формируя сосудистое

сплетение. Артериолы из дермального сосудистого сплетения направляются в сторону сосочкового слоя дермы, а собирающие микровены диаметром 50–70 мкм проходят вдоль артериол и направляются вглубь в подкожную клетчатку.

Подкожная (поверхностная фасциальная) венозная сеть располагается в подкожной клетчатке и толще поверхностной фасции. В ней микровены диаметром менее 70 мкм сопровождаются артериолами. Здесь, в подкожной клетчатке, располагается поверхностный венозный ствол без артериального сосуда, нередко сопровождаемый кожным нервом. В поверхностный венозный ствол впадают собирающие микровены не только из субпапиллярной венозной сети, но также из подкожной клетчатки (рис. 4).

Глубокое фасциальное сосудистое сплетение находится в соединительнотканной клетчатке сразу под глубокой фасцией. Оно представлено хорошо выраженной микровенозной сетью и артериолами. После нескольких анастомозирований (конвергенции) мелкие вены укрупняются и впадают в глубокие венозные стволы, расположенные также субфасциально.

В местах слияния мелких венозных притоков в более крупные, а также в коммунантных венах диаметром более 150 мкм, соединяющих поверхностные и глубокие венозные стволы, располагаются венозные клапаны. Они направляют ток венозной крови от кожи в сторону глубокой фасции и субфасциальной клетчатки (см. рис. 4). Глубокие венозные стволы (обычно в количестве двух) становятся комитантными аксиальными венами, которые сопровождают аксиальную артерию будущего осевого кожно-фасциального лоскута. Их используют для микрососудистого анастомозирования.

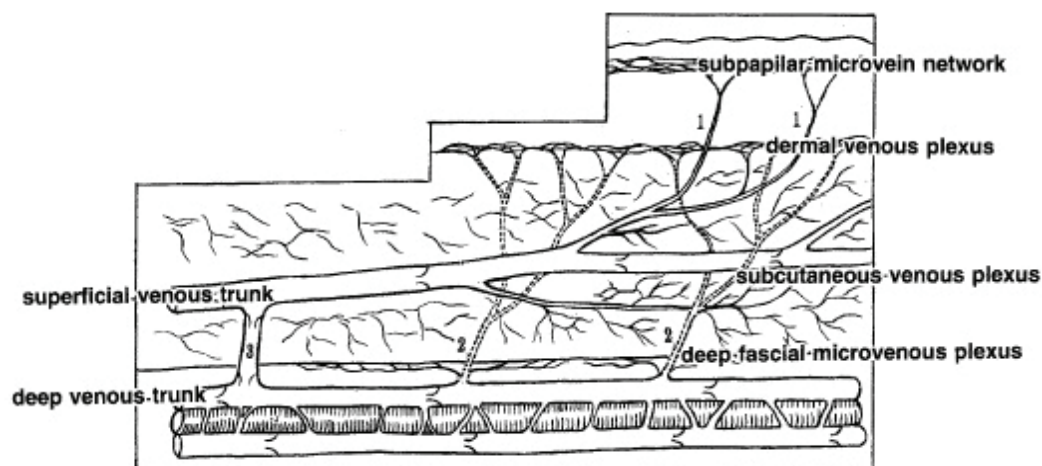


Рис. 4. Венозная архитектура кожно-фасциального лоскута (Zhong S.Z. et al., 1994): 1 – вены субпапиллярной микровенозной сети; 2 – вены дермального и подкожного венозных сплетений; 3 – коммунантные вены с клапанами, соединяющими поверхностный и глубокий венозные стволы

Fig. 4. Venous architecture of the fascial skin flap (Zhong S.Z. et al., 1994): 1 – veins of the subpapillary microvenous network; 2 – veins of the dermal and subcutaneous venous plexuses; 3 – communicating veins with valves connecting the superficial and deep venous trunks)

Таким образом, венозный отток из кожно-фасциальных лоскутов происходит по крупному поверхностному продольному венозному стволу, расположенному в подкожной клетчатке, близко к коже, и не имеет крупной сопровождающей артерии. На конечностях это *v. cephalica*, *v. basilica*, *v. saphena parva*. На передней брюшной стенке – *v.v. thoracoepigastrica* и их притоки. Клапаны коммунікантных вен направляют венозную кровь из поверхностных стволов в глубокие.

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ АНАТОМИИ ВЕН В КОЖНО-ФАСЦИАЛЬНЫХ ЛОСКУТАХ

Современные данные по анатомии венозного оттока из тканей свободных кожно-фасциальных лоскутов могут помочь с выбором надежного венозного сосуда для их дренирования. Примером прикладного использования приведенных выше анатомических данных служит алгоритм выбора главной дренажной вены для латерального грудного лоскута (LT-флап). Латеральный грудной лоскут (10 × 15 см) поднимают на кожных ветвях *a. thoracica lateralis* либо *a. thoracodorsalis*. Его забирают в вертикальном направлении, между передней и задней подмышечными линиями и используют в свободном варианте для закрытия мягкотканых дефектов после удаления опухолей головы и шеи. Этот лоскут, в отличие от широко используемого в челюстно-лицевой хирургии лучевого лоскута, не наносит большого ущерба донорской зоне [7].

Проблемное место в применении LT-лоскута – поиск хорошего диаметра донорских вен для обеспечения адекватного венозного дренажа из этого кожно-фасциального лоскута. Донорскими венами для лоскута должны быть комитантные вены, сопровождающие кожную ветвь *a. thoracica lateralis* (*a. mammaria externa*) либо *a. thoracodorsalis*. К сожалению, эти вены тонкие и изначально недостаточны для венозного дренажа такого большого лоскута. Проблему неадекватного венозного дренажа из латерального грудного лоскута можно решить за счет венозного дренажа из кожи и подкожной клетчатки по поверхностному венозному стволу – груднонадчревная вена (*v. thoraco-epigastrica*). Груднонадчревная вена становится для латерального грудного лоскута главной дренажной веной; комитантные вены, сопровождающие кожные ветви артерий, не нужно будет использовать для анастомозирования. Главная дренажная вена проходит в подкожной жировой клетчатке переднебоковой стенки груди, от вершины подмышечной ямки вдоль проекции латерального края

широчайшей мышцы спины до уровня пятого межреберья. В терминальном своем отделе груднонадчревная вена направляется в сторону подмышечной вены. На уровне нижней трети передней стенки подмышечной ямки (края большой грудной мышцы) эта вена называется *v. thoracica lateralis*, которая впадает в подмышечную вену. Ее диаметр здесь больше, чем диаметр комитантных вен, сопровождающих кожную артериальную ветвь *a. thoracica lateralis* (*a. mammaria externa*), либо кожную ветвь *a. thoracodorsalis* (рис. 5) [8].

С учетом новых анатомических данных по венозной архитектуре донорских лоскутов приходит и новое понимание технических проблем венозного дренирования пахового лоскута, осевые сосуды которого отходят и впадают в бедренные сосуды (артерия, вена) ниже паховой связки. Речь идет о сосудах пахового лоскута *a. circumflexa ilium superficialis* и двух *venae comitantes* (поверхностные вены, окружающие крыло подвздошной кости), которые проходят вдоль проекции паховой связки, несколько ниже ее. В подкожной клетчатке через территорию пахового лоскута в вертикальном направлении проходит более крупная вена – *v. epigastrica superficialis*, которая впадает в бедренную вену рядом либо вместе со стволом *v. circumflexa ileum superficialis*. Естественное желание хирурга использовать эту относительно крупную вену для дренирования пахового лоскута анатомически и функционально оказалось необоснованным. Данная вена не является сопровождающей (комитантной) ни для *a. circumflexa ileum superficialis*, ни для *a. epigastrica superficialis*. *V. epigastrica superficialis* участвует в формировании венозного анастомоза между системами верхней и нижней полых вен. Поверхностная ветвь нижней эпигастральной артерии проходит по передней поверхности апоневроза прямой мышцы живота; глубокая ветвь этой артерии и ее комитантные вены проходят во влагалище прямых мышц живота. Поэтому для пахового лоскута главными дренирующими венами являются описанные выше две комитантные вены, сопровождающие аксиальную артерию – *a. circumflexa ilium superficialis* (см. рис. 5).

Существуют такие кожно-фасциальные лоскуты, в которых поверхностная подкожная вена не является поверхностным венозным стволом и не имеет анастомотических связей с глубокими венозными стволами (комитантными). Она проходит через лоскут транзитом. Речь идет о тыльном лоскуте стопы на *a. dorsalis pedis* и его *venae comitantes*. Поэтому включение в сосудистую ножку ветви *v. saphena magna* для венозного дренажа из лоскута чревато обструкцией венозного дренажа из тыльного лоскута стопы.

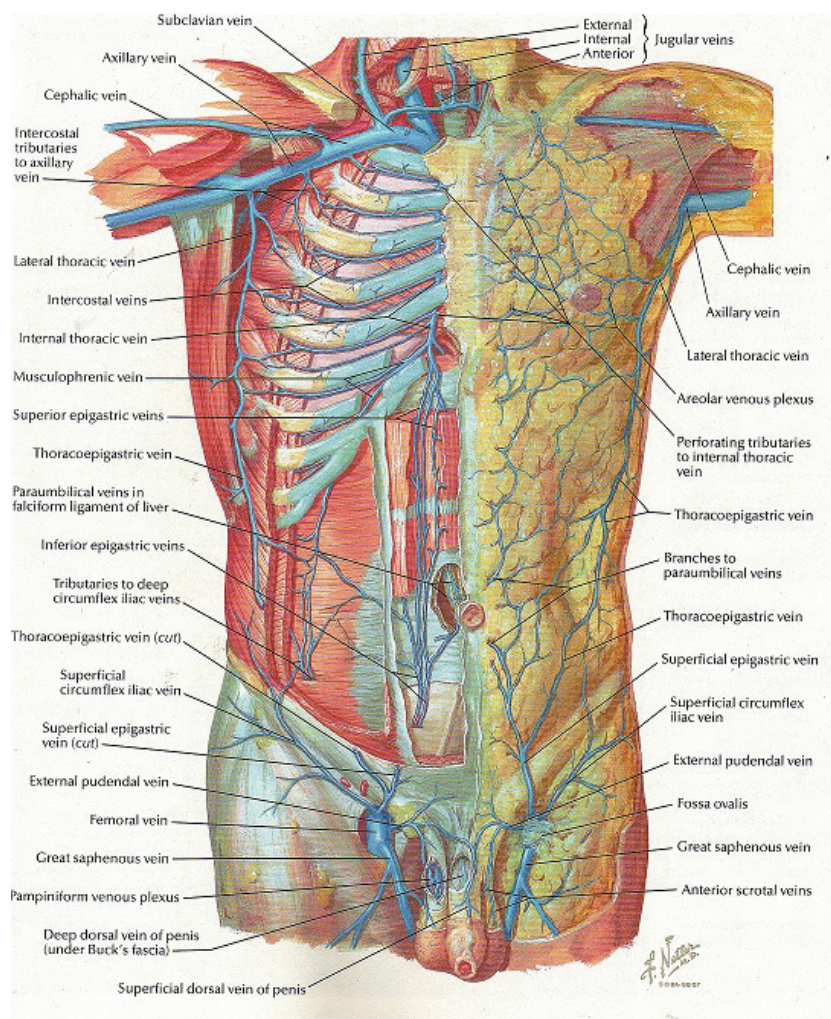


Рис. 5. Подкожные вены грудной и брюшной стенок тела человека (Frank H. Netter, 1989)

Fig. 5. Subcutaneous veins of the chest and abdominal walls of the human body (Frank H. Netter, 1989)

Таким образом, анатомические данные по венозной архитектуре кожно-фасциальных лоскутов указывают на возможность приоритетного включения поверхностного венозного ствола в сосудистую ножку лоскута. Поверхностный венозный ствол, дренирующий кожно-фасциальные лоскуты, располагается в подкожной жировой клетчатке. Другие подкожные вены в кожно-фасциальных лоскутах, например, видимые на тыле стопы, являются транзитными и не имеют никакого отношения к дренированию тканей лоскута.

АНАТОМИЯ ВЕНОЗНОГО РУСЛА В КОЖНО-МЫШЕЧНЫХ ЛОСКУТАХ

Кожно-мышечный лоскут для клинического применения был впервые описан S.J. Mathes и соавт. в 1978 г. Они применили свободный gracilis musculocutaneous flap для закрытия обширного мягкотканого дефекта на задней поверхности нижней трети голени [9]. Успешная операция с закрытием большой глубины дефекта и сохранением хорошего кожного кровотока в

кожно-мышечном лоскуте (рис. 6) была предопределена знанием анатомии и высоким профессионализмом хирургов.

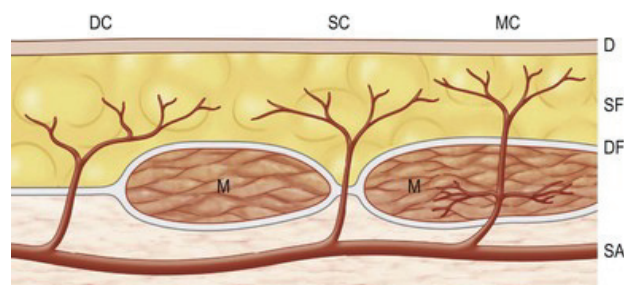


Рис. 6. Кровоснабжение кожи в кожно-фасциальных и кожно-мышечных лоскутах (Taylor G.I., Palmer J.H., 1987): DC – прямые кожные артерии; SC – перегородочно-кожные артерии; MC – мышечно-кожные артерии; D – кожа; SF – поверхностная фасция; DF – глубокая фасция; SA – осевая артерия; M – мышца

Fig. 6. Blood supply to the skin in the skin-fascial and skin-muscle flaps (Taylor G.I., Palmer J.H., 1987): DC – direct skin arteries; SC – septal-cutaneous arteries; MC – musculocutaneous arteries; D – leather; SF – superficial fascia; DF – deep fascia; SA – axial artery; M – muscle

Впервые в 1988 г. австралийские хирурги и анатомы P.A. Watterson, G.I. Taylor и J.G. Crock на огромном анатомическом материале (425 препаратов) изучили венозные территории ряда поверхностных и глубоких мышц тела человека. Венозные территории мышц соответствовали артериальным [2]. Там, где артериальные территории (ангиосомы – артериосомы) соединялись между собой посредством choke arteries (артерии редуцированного калибра), венозные территории (веносомы) с большим количеством венозных клапанов соединялись бесклапанными осциллирующими венами. Такая венозная архитектура была характерна как для поверхностных, так и для глубоких тканей. Бесклапанные (осциллирующие) вены допускают движение крови в обоих направлениях, позволяя уравновесить венозный отток и давление в венах по всей ткани. По данным G.I. Taylor и соавт. (1990), венозная архитектура в кожно-фасциальных и кожно-мышечных лоскутах представлена одинаково [5]. Структурной единицей венозной архитектуры является венозный модуль, который повторяется в различных формах (рис. 7, А, В).

Модули участвуют в формировании субпиалярной сосудистой сети, дермального и субдермального сосудистых сплетений. Ножки венозных модулей (венозные перфораторы) имеют клапаны. Венозные перфораторы направляются в подкожную клетчатку, где участвуют в формировании продольных венозных стволов (рис. 7, С, D). По венозным перфораторам осуществляется дренаж крови из кожи и подкожной клетчатки. Их сопровождают перфорирующие арте-

рии. Поверхностная венозная система покровных тканей (кожа и подкожная жировая клетчатка) тела человека связана с венозной системой подлежащих скелетных мышц посредством *v.v. communicantes*, проходящих через мышечную толщу. Схема взаимоотношений поверхностных и глубоких венозных систем в кожно-мышечном лоскуте приведена на рис. 8.

Особого внимания заслуживает анатомия веносомов скелетных мышц. По данным P.A. Watterson и соавт. (1988), скелетные мышцы по строению венозного русла можно разделить на три типа [2]:

- тип А – имеют одну венозную территорию (веносом) дренирования по направлению к *punctum fixum* или *punctum mobile* этих мышц (*m. gastrocnemius*, *m. subscapularis*);

- тип В – имеют две венозные территории (веносомы) дренирования, разделенные зоной осциллирующих бесклапанных вен (*m. pectoralis major*, *m. trapezius*, *m. triceps brachii*, *m. rectus abdominis*);

- тип С – имеют несколько венозных территорий (веносом), разделенных несколькими зонами осциллирующих вен (*m. latissimus dorsi*, *m. deltoideus*, *m. sartorius*, *m. soleus*).

С учетом указанных обстоятельств, венозный отток из скелетных мышц может происходить по большой ножке или по маленьким ножкам, либо по нескольким ножкам одновременно. Такое направление венозного дренажа гарантировано соответствующей анатомией венозных клапанов в веносомах. Типы мышц и их взаимоотношения с веносомами представлены на рис. 9, а, б.

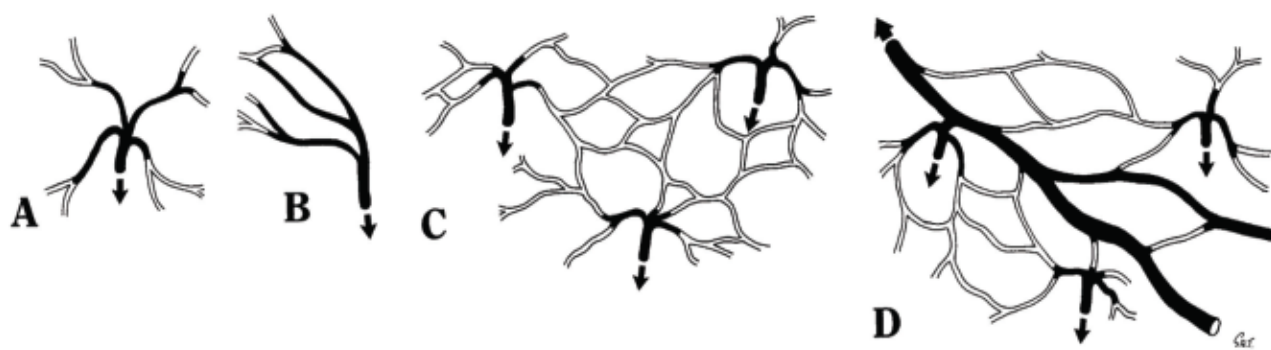


Рис. 7. Венозные модули: А – базисный венозный модуль; В – модифицированный венозный модуль; С – соединения венозных модулей и формирование венозной сети; D – сеть венозных перфораторов («венозных ножек»), участвующих в образовании субдермального венозного сплетения и продольных венозных каналов. Вены, обозначенные сплошным черным цветом – клапанные. Вены с открытым просветом – бесклапанные (осциллирующие) (Taylor G.I. et al., 1990)

Fig. 7. Venous modules: A – basic venous module; B – modified venous module; C – connections of venous modules and the formation of a venous network; D – a network of venous perforators (“venous legs”) involved in the formation of the subdermal venous plexus and longitudinal venous canals. Veins in solid black are valvular. Veins with an open lumen are valveless (oscillating) (Taylor G.I. et al., 1990)

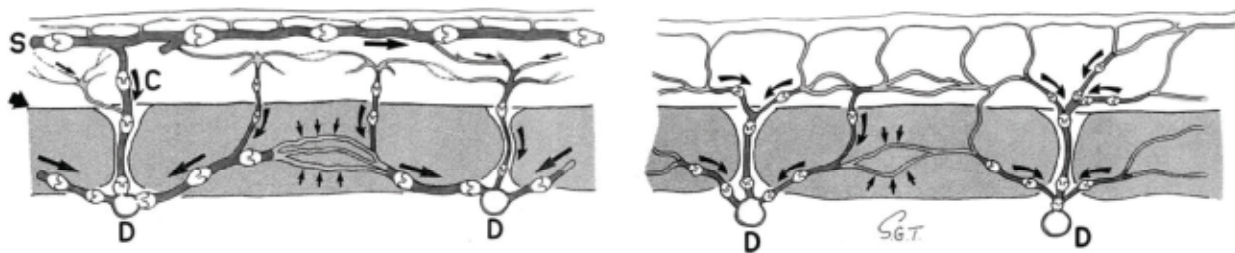


Рис. 8. Схема кожно-мышечного лоскута в поясничной области, иллюстрирующая взаимосвязь поверхностной (S) и глубокой (D) венозных систем (Taylor G.I. et al., 1990)

Fig. 8. Scheme of a musculocutaneous flap in the lumbar region, illustrating the interdependence of the superficial (S) and deep (D) venous systems (Taylor G.I. et al., 1990)

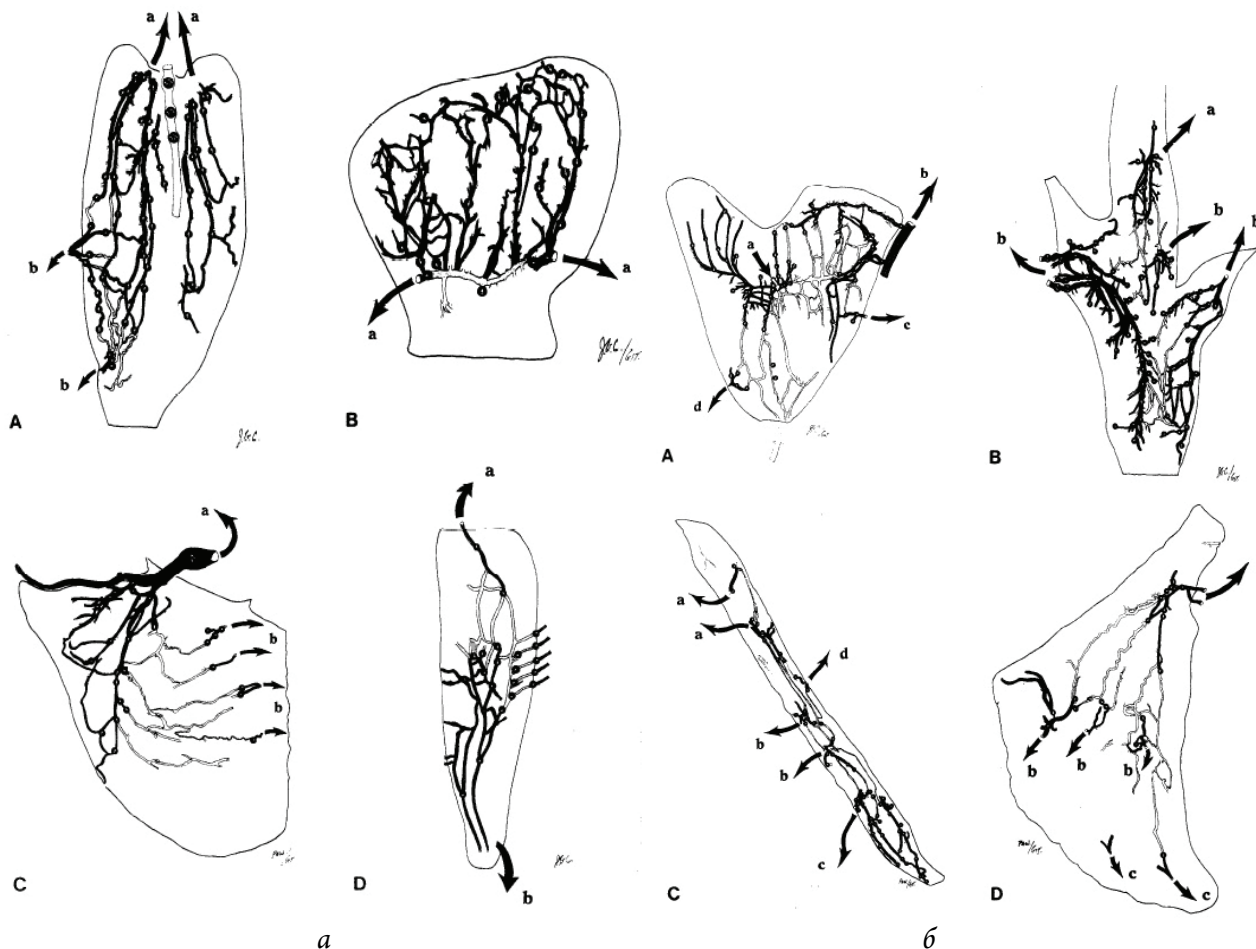


Рис. 9. Типы мышц в их взаимоотношениях с веносомами (Watterson P.A. et al., 1988): а: А – ножки дренируют венозную кровь из *m. gastrocnemius* (А) в направлении (а) *v. poplitea* (большая ножка) и (б) – в вены, дренирующие *m. soleus* (малая ножка); В – вены *m. subscapularis* дренируют кровь в *vv. circumflexa scapulae* (а); С – вены *m. pectoralis major* дренируют кровь в (а) *v. axillaris* и в (б) в *v. thoracica interna*; D – вены *m. rectus abdominis* дренируют кровь в (а) *v. thoracica interna* и в (б) *v. iliaca externa*; б: А – ножки дренируют вены *m. deltoideus* (А) в направлении (а) *v. circumflexa humeri posterior*, (б) *v. cephalica*, (с) *v. thoraco-acromialis*, (д) *v. profunda brachii*; В – вены *m. triceps* в (а) *v. circumflexa humeri posterior*, в (б) *v. profunda brachii*; С – вены *m. sartorius* в направлении (а) *v. femoralis communis*, (б) *v. femoralis superficialis*, (с) *v. poplitea*, (д) *v. saphena magna*; D – вены *m. latissimus dorsi* в (а) *v. subscapularis*, (б) *v.v. intercostales posteriores*, (с) *v.v. lumbares*

Fig. 9. Muscle types in their relationship with venosomes (Watterson P.A. et al., 1988): а: А – legs drain venous blood from *m. gastrocnemius* (А) in direction (а) *v. poplitea* (large leg) and (б) – into the veins draining *m. soleus* (small leg); В – veins *m. subscapularis* drain blood into *vv. circumflexa scapulae* (а); С – veins *m. pectoralis major* drain blood in (а) *v. axillaris* and in (б) in *v. thoracica interna*; D – veins *m. rectus abdominis* drain blood in (а) *v. thoracica interna* and in (б) *v. iliaca externa*; б: А – the legs drain the veins of *m. deltoideus* (А) in direction (а) *v. circumflexa humeri posterior*, (б) *v. cephalica*, (с) *v. thoraco-acromialis*, (д) *v. profunda brachii*; В – veins *m. triceps* in (а) *v. circumflexa humeri posterior*, in (б) *v. profunda brachii*; С – veins *m. sartorius* in direction (а) *v. femoralis communis*, (б) *v. femoralis superficialis*, (с) *v. poplitea*, (д) *v. saphena magna*; D – veins *m. latissimus dorsi* in (а) *v. subscapularis*, (б) *v.v. intercostales posteriores*, (с) *v.v. lumbares*

Таким образом, венозная архитектура в кожно-мышечных и кожно-фасциальных лоскутах построена по одному плану. Структурной единицей их венозной архитектуры является венозный модуль, который повторяется в различных формах. Венозный отток из кожно-мышечных лоскутов реализуется по поверхностной и глубоким венозным системам, объединенным коммуникантными венами, имеющими венозные клапаны, направляющие движение крови из поверхностных слоев в глубокие.

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ АНАТОМИИ ВЕН В КОЖНО-МЫШЕЧНЫХ ЛОСКУТАХ

Венозная архитектура кожно-мышечного лоскута сформирована многочисленными венозными модулями. Они соединяются между собой, образуя непрерывную сеть бесклапанных аркад (рис. 10, а, б) [2, 10].

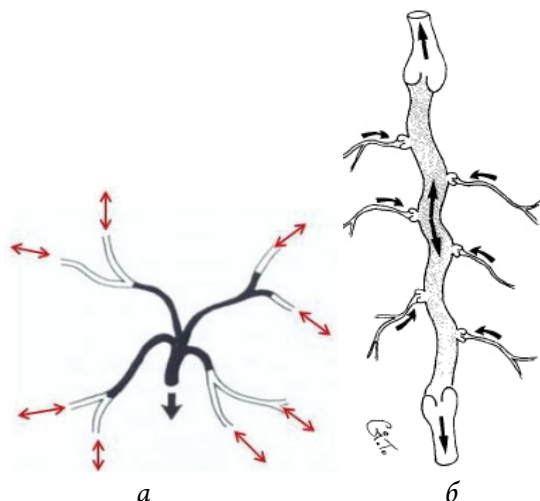


Рис. 10. Венозная архитектура кожи и подкожной клетчатки в осевых лоскутах: а – базисный венозный модуль, осциллирующие бесклапанные вены обозначены красным цветом (Caggiati A., 2016); б – осциллирующая бесклапанная вена с впадающими в ее просвет тонкими клапанными венами соседних веносомов (Watterson P.A. et al., 1988).

Fig. 10. Venous architecture of the skin and subcutaneous tissue in the axial flaps: а – basic venous module, oscillating valveless veins are marked in red (Caggiati A., 2016); б – an oscillating valveless vein with thin valve veins of neighboring venosomes flowing into its lumen (Watterson P.A. et al., 1988).

Примечательно, что эти модули обнаруживаются во всех кожно-мышечных лоскутах. Их звездчатое строение можно найти даже в формировании крупных наружных вен. Примером тому служат венозные притоки большой подкожной вены в области сафено-фemorального соустья. Артериальная и венозная анатомия в поверхностных и глубоких тканях донорского

кожно-мышечного лоскута соответствуют анатомии ангиосома (артерисома) и веносома и, в идеале, если лоскут поднят по границе ангиосомной территории, то они должны быть на 100% детерминированы с сосудами ножки осевого лоскута. Ангиосомы отделяются друг от друга сосудами особого рода – choke arteries (запасных артерий или артерий редуцированного калибра) с наибольшей концентрацией этих сосудов в скелетных мышцах; веносомы с большим количеством клапанов отделяются друг от друга посредством бесклапанных осциллирующих вен. После подъема свободного кожно-мышечного лоскута на конечностях, вены лоскута лишаются механизма «венозной помпы», а также емкостной функции поверхностного и глубоких продольных венозных стволов. Что касается планирования кожной площадки кожно-мышечного лоскута, то нельзя не учитывать ее соотношений с анатомией веносома мышцы, включаемой в лоскут. Например, в широчайшей мышце спины верифицированы три веносома: из проксимальной трети мышцы венозный отток идет в *v. subscapularis*, из средней трети – в *v.v. intercostales posteriores*, из дистальной трети – в *venae lumbales*. Из дистального отдела лоскута венозный отток в направлении большой венозной ножки (*v. subscapularis*) невозможен. С учетом новых обстоятельств, открывшихся после описания веносомов в теле человека, появилось деление осевых кожно-мышечных лоскутов на две группы: анатомически благоприятные и анатомически неблагоприятные (рис. 11) [2].

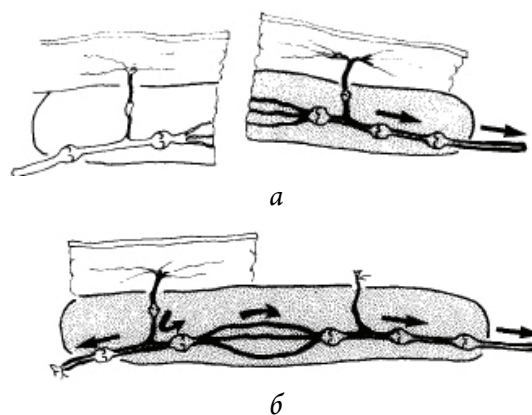


Рис. 11. Анатомически благоприятные (а) и анатомически неблагоприятные (б) кожно-мышечные лоскуты (Watterson P.A. et al., 1988)

Fig. 11. Anatomically favorable (а) and anatomically unfavorable (б) musculocutaneous flaps (Watterson P.A. et al., 1988)

Анатомически благоприятные кожно-мышечные осевые лоскуты – это лоскуты на основе мышцы типа А, имеющей с выкраиваемой кожной площадкой общую венозную систему. В этом случае не будет никакой анатомической (кла-

панной) обструкции для венозного дренажа. Кожно-мышечные лоскуты на основе мышц типа В или С могут не иметь с кожей общей венозной системы. Если кожная площадка находится над венозной территорией ножки или над подлежащей зоной осциллирующих вен, венозный дренаж будет анатомически благоприятным. Если кожная площадка будет находиться на поверхности следующей или последующей венозной мышечной территории, то лоскут будет проблемным (анатомически неблагоприятным). В этих ситуациях создаются большие препятствия венозному оттоку со стороны клапанов другого веносома, с другим направлением венозного дренажа.

СОБСТВЕННЫЕ ВЗГЛЯДЫ АВТОРОВ НА ПРОФИЛАКТИКУ ВЕНОЗНОГО ТРОМБОЗА В СВОБОДНЫХ ЛОСКУТАХ

При подъеме свободных кожно-фасциальных лоскутов на конечностях или теле человека хирург пересекает поверхностные венозные стволы по всему периметру лоскута. При недостаточно тщательном гемостазе в донорском лоскуте уве-

личивается не только кровопотеря (артериальная и венозная), но и наносится ущерб емкостной функции венозных стволов, что сопровождается падением давления в осевой вене реперфузируемого лоскута (ниже 15 мм рт. ст.) и замедлением кровотока в ней. При подъеме свободных кожно-мышечных лоскутов и недостаточно тщательном гемостазе в лоскуте нарушается емкостная функция поверхностных и глубоких венозных стволов. Кроме того, в кожно-мышечных лоскутах нарушается функция «венозной помпы» в забираемых в лоскут скелетных мышцах. В этих условиях (на фоне выполненного микрососудистого венозного анастомоза) запускается процесс тромбообразования (триада Вирхова). Только тщательный и надежный гемостаз в раневой поверхности свободных лоскутов позволяет сохранить емкостную функцию в пересеченных поверхностном и глубоком венозных стволах. Это является хорошей гарантией стабилизации кровотока в лоскутах на этапе несвободного лоскута. Данное обстоятельство стало основанием для внедрения в нашей клинике технологии формирования неофаллоса на сохранном кровотоке (рис. 12).

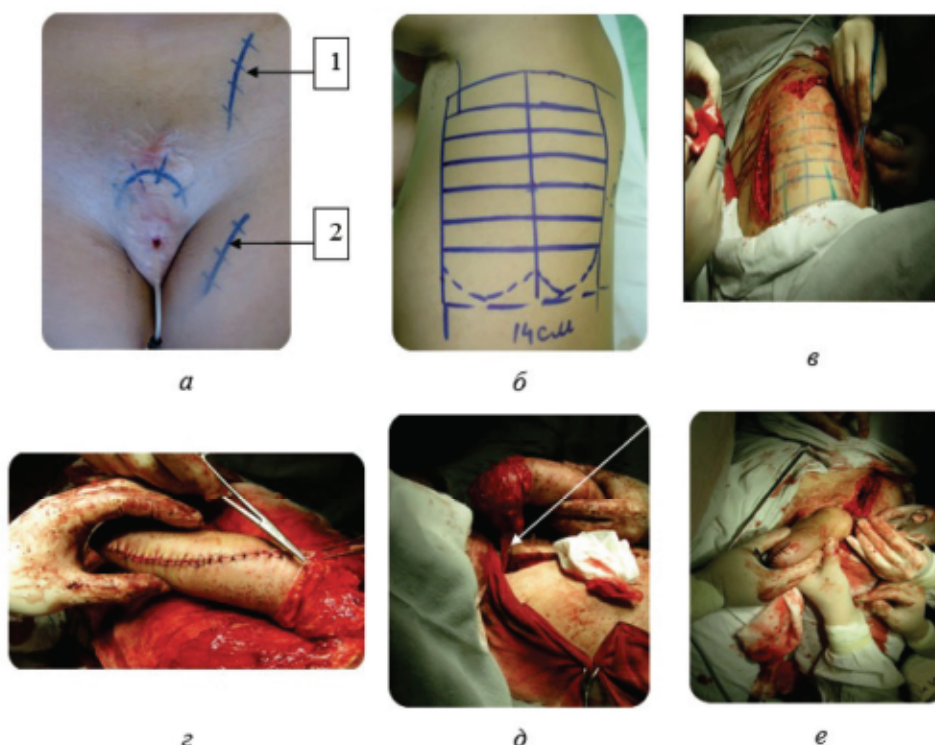


Рис. 12. Этапы операции по реконструкции полового члена (фаллопластика) (собственные данные): а – разметка в реципиентной зоне (1 – доступ к *a. et v. epigastrica inferior*, 2 – доступ к двигательной ветви *n. obturatorius*); б – разметка торакодорсального лоскута для формирования неофаллоса; в – подъем торакодорсального лоскута; г – формирование неофаллоса; д – сформированный неофаллос, фиксированный к донорскому ложу за счет сосудистой ножки (показана стрелкой); донорское ложе ушито; е – вид сформированного неофаллоса в реципиентной области после запуска кровотока, ушивание раны

Fig. 12. Stages of penile reconstruction surgery (phalloplasty) (own data): а – marking in the recipient zone (1 – access to *a. et v. epigastrica inferior*, 2 – access to the motor branch of *n. obturatorius*); б – marking of the thoracodorsal flap for the formation of the neophallus; в – lifting the thoracodorsal flap; г – the formation of the neophallus; д – formed neophallus, fixed to the donor bed due to the vascular pedicle (shown by the arrow); donor bed is sutured; е – view of the formed neophallus in the recipient area after the start of blood flow, wound suturing

Предложенная технология позволяет получить ряд предпочтений при последующей свободной пересадке неофаллоса: постоянный контроль надежности гемостаза при формировании неофаллоса, обработка донорской сосудистой ножки для будущего анастомозирования, определение объемной скорости кровотока в элементах сосудистой ножки неофаллоса. Период перфузии сформированного неофаллоса продолжается, пока идет подготовка соответствующих по скорости объемного кровотока реципиентных сосудов. В результате после пересечения сосудистой ножки будет сокращен период первичной ишемии в подготовленном для свободной пересадки неофаллосе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Венозная сеть, как в кожно-фасциальных, так и в кожно-мышечных лоскутах имеет общую архитектуру. Венозный отток из кожно-фасциальных лоскутов происходит по продольным венозным стволам: поверхностному и глубоким. Поверхностный венозный ствол проходит в подкожной клетчатке, близко к коже, не имеет крупной сопровождающей артерии. На конечностях это *v. cephalica*, *v. basilica*, *v. saphena parva*. На передней брюшной стенке – *v.v. thoracoepigastrica* и их притоки. Глубокие венозные стволы проходят под глубокой фасцией, близко к ней, и имеют артериальное сопровождение. Например, на конечностях глубокие венозные стволы сопровождают *a. radialis*, *a. ulnaris*, *a. poplitea*, *a. tibialis posterior*. Клапаны коммуникантных вен направляют венозную кровь из поверхностного венозного ствола в глубокий. Венозный отток из кожно-мышечных лоскутов происходит по поверхностной и глубокой венозным системам, объединенным коммуникантными венами, проходящими через мышечную толщу.

В создании объединенной венозной сети тела человека главную роль отводят осциллирующим (бесклапанным) венам. Они соединяют соседние венозные территории (веносомы), вены которых отличаются обилием в них венозных клапанов. Такая система функциональных взаимоотношений бесклапанных и клапанных вен позволяет реализовывать свободный ток венозной крови между венами соседних веносом. При планировании кожной площадки кожно-мышечного лоскута необходимо учитывать ее соотношения с анатомией веносом(ов) в подлежащей мышце. При подъеме свободного кожно-фасциального лоскута на конечностях или теле человека хирург пересекает поверхностные венозные стволы по всему периметру лоскута. При недостаточно тщательном гемостазе в донорском лоскуте не только увеличивается кровопотеря (артериальная и венозная), но и наносится ущерб емкостной функции венозных стволов. Это сопровождается падением давления в осевой вене реперфузируемого лоскута (ниже 15 мм рт. ст.) и замедлением кровотока в ней. При подъеме свободных кожно-мышечных лоскутов и недостаточно тщательном гемостазе в лоскутах нарушается емкостная функция поверхностных и глубоких венозных стволов. Кроме того, в кожно-мышечных лоскутах прекращается функция «венозной помпы» в забираемых в лоскуты скелетных мышцах. В этих условиях на фоне выполненного микрососудистого венозного анастомоза запускается процесс тромбообразования (триада Вирхова). Только тщательный и надежный гемостаз в раневой поверхности донорских лоскутов позволяет сохранить емкостную функцию в пересеченных поверхностном и глубоком венозных стволах. Это является хорошей гарантией для стабилизации кровотока на этапе несвободного лоскута.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Taylor G.I., Palmer J.H. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications. *Brit. J. Plast. Surg.* 1987;40:113-141. doi: 10.1016/0007-1226(87)90185-8
2. Watterson P.A., Taylor G.I. and Crock J.G. The venous territories of muscles: anatomical study and clinical implications. *Brit. J. Plast. Surg.* 1988; 41: 569-585. doi: 10.1016/0007-1226(88)90164-6
3. Ponten B. The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg. *Brit. J. Plast. Surg.* 1981;34: 215-220. doi: 10.1016/s0007-1226(81)80097-5
4. Hallock G.G. Principles of fascia and fasciocutaneous flaps. *Plastic Surgery Secrets Plus* (2nd ed.), 2010:688-696. doi: 10.1016/B978-0-323-03470-8.00106-X
5. Taylor G.I., Caddy C.M., Watterson P.A., Crock J.G. The venous territories (venosomes) of the human body: experimental study and clinical implications. *Plast. Reconstr. Surg.* 1990; 86(2):185-213. doi: 10.1097/00006534-199008000-00001
6. Zhong S.Z., Wang G.Y., Yuan L., Xu D.C. Anatomic basis of venous drainage in donor flaps. *Surg. Radiol. Anat.* 1994;16(4):349-354. doi: 10.1007/BF01627652
7. Jun Shi, Bing Xu, Guo-fang Shen et al. Application of lateral thoracic flap in maxillofacial defect reconstruction: experience with 28 cases. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 2013;6(10):1369-1375. doi: 10.1016/j.jbps.2013.05.032

8. Netter F.H. *Atlas of human anatomy*. CIBA-GEIGY CORPORATION: Summit, New Jersey. 1989. 514 p.
9. Mathes S., Nahai F. and Vasconez L. Myocutaneous free flap transfer. Anatomical and experimental considerations. *Plast. Reconstr. Surg.* 1978;62(2):162-166. doi: 10.1097/00006534-197808000-00002
10. Caggiati A. The vascular architecture. Phlebosomes do they exist? *J. Theor. Appl. Vascul. Res.* 2016; 1(1):41-43.

Поступила в редакцию 25.09.2020, утверждена к печати 01.12.2020
Received 25.09.2020, accepted for publication 01.12.2020

Сведения об авторах:

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. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России (г. Красноярск).

<https://orcid.org/0000-0002-5845-588X>

Тел.: 8 (3822) 64-57-53, 8-913-803-3286

e-mail: baitinger@mail.tomsknet.ru

Селянинов Константин Владимирович, д-р мед. наук, доцент, зам. директора по лечебной работе АНО «НИИ микрохирургии» (г. Томск).

<https://orcid.org/0000-0002-0850-6140>

Тел.: 8 (3822) 64-53-78, 8-903-914-8206

e-mail: kostya-ivanow@yandex.ru

Information about authors:

Vladimir F. Baytinger, Dr. Med. sci., Professor, President, Institute of Microsurgery, Tomsk, Russia; Professor of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, Krasnoyarsk, Russia.

<https://orcid.org/0000-0002-5845-588X>

Tel.: +7 (3822) 64-57-53, +7-913-803-3286

e-mail: baitinger@mail.tomsknet.ru

Konstantin V. Selianinov, Dr. Med. sci., Associate Professor, deputy Director for medical work, Institute of Microsurgery, Tomsk, Russia.

<https://orcid.org/0000-0002-0850-6140>

Tel.: +7 (3822) 64-53-78, +7-903-914-8206

e-mail: kostya-ivanow@yandex.ru