

СОСУДИСТЫЕ РЕАКЦИИ В КОЖНО-ФАСЦИАЛЬНОМ ЛОСКУТЕ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ НАРУШЕНИИ ЕГО СВЯЗЕЙ С ДОНОРСКОЙ ЗОНОЙ

K. V. Selyaninov

VASCULAR RESPONSES IN SKIN-FASCIAL FLAP IN SERIES WITH THE VIOLATION OF HIS DONOR AREA

АНО «НИИ микрохирургии», г. Томск

Реакции сосудистого русла в несвободных и свободных кожно-фасциальных лоскутах на различных этапах хирургического вмешательства и послеоперационного периода представляют большой интерес для микрохирургов и анестезиологов-реаниматологов, что связано с нарушениями кровообращения в лоскуте после различной степени перерыва его связей с донорской зоной.

Цель исследования – экспериментальное изучение реакции сосудистого русла несвободного нижнего эпигастрального кожно-фасциального лоскута при различной степени перерыва его связи с донорской зоной.

Материал и методы. Объектом исследования являлись беспородные белые крысы обоего пола с массой тела 180–200 г.

Было выполнено две серии экспериментов: I серия – анатомическое изучение особенностей нижнего эпигастрального лоскута белой крысы (40 животных) в классической его разметке путем макро- и микропрепаровки; II серия – операции аутотрансплантации с транспозицией несвободного нижнего эпигастрального лоскута с интактной сосудистой ножкой и тремя вариантами обработки сосудистой ножки. Для изучения сосудистого русла кожи паховой области крыс использовали метод инъекции сосудистого русла синей маской Герота с дальнейшим просветлением препаратов по способу В. Шпальтегольца (1921) в модификации Д.А. Жданова (1943).

Клиническую оценку состояния кожно-фасциальных лоскутов (1–10-е сут после операции) проводили по следующим критериям: отечность, капиллярный ответ, выраженность шелушения кожных покровов лоскута, наличие некроза.

Результаты. При неосложненном течении послеоперационного периода полное приживание несвободного нижнего эпигастрального лоскута с интактной сосудистой ножкой происходило на 9–10-е сут без каких-либо особенностей, с установлением сосудистых связей с окружающими тканями к 14-м сут. После хирургических манипуляций на осевых сосудах лоскута (удаление паравазальных структур и, соответственно, с периаартериальной, перивенозной и комбинированной симпатэктомиями осевых сосудов нижнего эпигастрального кожно-фасциального лоскута) наблюдаются длительные (первые 5 сут) гемодинамические нарушения (отек, периферический цианоз), обусловленные расбалансированием микроциркуляторного русла. Некроз лоскутов после перивенозной симпатэктомии вены был обусловлен развитием венозного тромбоза.

В кровоснабжении кожи эпигастрального лоскута белой крысы участвуют не только осевые сосуды, но и сосуды паравазальной клетчатки, кровоснабжающие центральную зону лоскута.

Выводы. Выделение несвободного кожно-фасциального лоскута из структуры ангиосомы сопровождается переходящими (транзиторными), а в ряде случаев необратимыми нарушениями кровообращения.

Ключевые слова: кожно-фасциальный лоскут, сосудистая ножка, сбалансированный кровоток, симпатэктомия, ангиосомы, несвободный лоскут, нижний эпигастральный лоскут, паравазальные сосуды.

Reactions of the blood flow in non-free and free fasciocutaneous flaps at different stages of surgical treatment and postoperative period are of great interest for microsurgeons and intensivists, which is connected with circulation disturbances in a flap after decoupling, to some or other extent, of the flap circulation to the donor zone.

The aim of this work is to study experimentally the reaction of the blood flow of non-free inferior epigastric fasciocutaneous flap at a different extent of flap disconnection to the donor zone.

Materials and methods. Objects of study were white outbred rats of both genders with a body mass of 180–200 g.

Two series of experiments have been carried out: I series – anatomical study of peculiarities of the inferior epigastric flap of white rat (40 animals) in its classical mapping through macro- and microdissection; II series – autotransplantation operations with transposition of non-free epigastric flap with intact vascular pedicle and three

versions of treatment of the vascular pedicle. To study the blood inferior of skin of the rat inguinal region, the method of blood flow injection with Gerot blue mass with the following clearing of specimens by the Spalteholz method (1921) in D.A. Zhdanov modification (1943) was used.

Clinical assessment of the state of fasciocutaneous flaps (1st–10th days after the operation) was based on the following criteria: edema, capillary response, severity of peeling of flap skin cover, presence of necrosis.

Results. At the noncomplicated postoperative period, the complete acceptance of the non-free low epigastric flap with the intact vascular pedicle normally occurred at the 9th–10th day with formation of vascular connections to surrounding tissues by the 14th day. After surgical manipulations at the flap axial vessels (removal of paravasal structures and, correspondingly, with periarterial, perivenous, and combined sympathectomy of axial vessels of the epigastric fasciocutaneous flap), long (first 5 days) hemodynamic compromise (adenoma, peripheral cyanosis) caused by microvasculature disbalance are observed. Flap necrosis after perivenous sympathectomy of vein was caused by development of venous thrombosis.

Not only axial vessels, but also vessels of paravasal fiber supplying blood to the central zone of the flap take part in blood circulation of skin of the epigastric flap of a white rat.

Conclusions. Separation of a non-free fasciocutaneous flap from the angiosome structure is accompanied by transitory and, in some cases, permanent circulatory disturbances.

Key words: *fasciocutaneous flap, vascular pedicle, balanced blood flow, sympathectomy, angiosome, non-free flap, inferior epigastric flap, paravasal vessels.*

УДК 616.5-089-74:616.13/.16-089]:612.089.6

ВВЕДЕНИЕ

Кожно-фасциальные лоскуты включают в себя кожу, подкожную жировую клетчатку и поверхностную фасцию. Кровоснабжение кожи осуществляется *septocutaneous perforators*. Впервые концепция использования кожно-фасциальных лоскутов была представлена в работе В. Ponten (1981): 28 свободных лоскутов для реконструкции мягкотканых дефектов на нижних конечностях [1]. Сфера их применения в современной реконструктивной и пластической хирургии весьма широка: от закрытия поверхностных дефектов тканей до использования в процессе префабрикации (создание лоскутов с заданным составом тканей).

Реакции сосудистого русла в несвободных и свободных кожно-фасциальных лоскутах на различных этапах хирургического вмешательства и послеоперационного периода представляют большой интерес для микрохирургов и анестезиологов-реаниматологов. Это связано, прежде всего, с необъяснимыми нарушениями кровообращения в лоскуте после различной степени перерыва его связей с донорской зоной. Изучение сосудистого русла поднимаемого лоскута – чрезвычайно важная проблема, касающаяся в первую очередь понимания процессов выживания микрохирургического лоскута и его последующей интеграции в реципиентном ложе. Тема сосудистых реакций в микрохирургических лоскутах на этапе их интеграции в реципиентное ложе будет приобретать в ближайшем будущем особую актуальность. Это обусловлено широким распространением в профессиональной среде пластических хирургов ангиосомной теории строения человеческого тела и номинированием автора этой теории G.J. Taylor в 2014 г. на Нобелевскую премию.

По современным представлениям, сосудистая сеть кожи состоит из двух сплетений: подсосочкового (кожного) и глубокого кожного (рис. 1). В свою очередь сеть подкожных сосудистых сплетений формируется тремя слоями – поверхностным, средним и глубоким. Каждая фасциальная пластинка покрывается тонкой сетью микрососудов, формирующих над- и подфасциальные сосудистые сплетения. Кровоснабжение кожи осуществляется рядом артерий и артериол, которые, поднимаясь по направлению к фасциальным листкам, многократно ветвятся и формируют собственно сосудистые сплетения. В дерме артериолы имеют восходящее направление и располагаются в центре конуса, формирующего набор гексагональных (шестиугольных) участков кожи – кожные артериальные территории Манхота (рис. 2). Сосуды этих кожных артериальных территорий анастомозируют между собой посредством редуцированного калибра анастомотических сосудов (*choke vessels*). Такая анатомия сосудистого русла, в частности кожи, обеспечивает относительную изолированность кожных артериальных территорий. Разница в диаметрах сосудов обеспечивает в центре территории более высокое давление крови, чем на периферии. При выполнении *delay procedure* [2–4] происходит расширение кожной артериальной территории за счет расширения «спавшихся анастомотических сосудов». Кожа, в свою очередь, имеет общее кровоснабжение с другими подлежащими структурами, находящимися в сфере кровоснабжения осевого (главного) сосуда. Весь этот комплекс называют ангиосомом. «Ангиосом» по G.J. Taylor – это трехмерный сложносоставной комплекс тканей, получающий свое кровоснабжение от одной артерии [5]. Данный блок тканей включает в себя мышцы, нервы, соединительную и костную ткань,

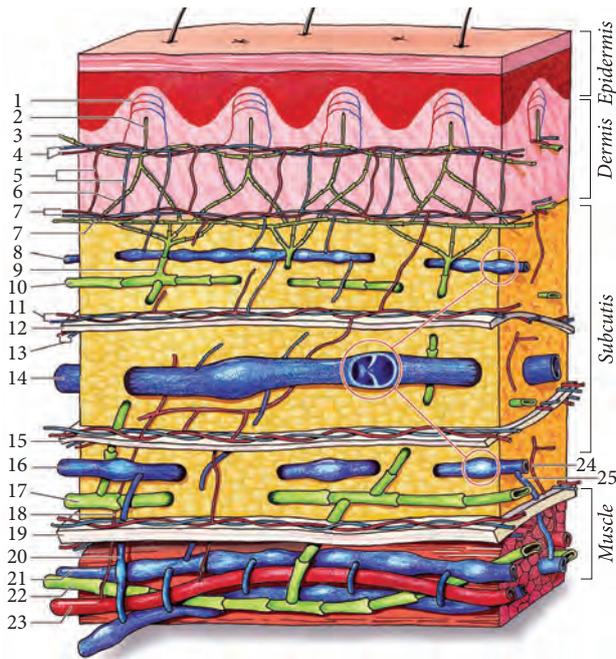


Рис. 1. Схема поверхностных и глубоких сосудистых сплетений (по К. Parsi, Н. Partsch et al., 2011): 1 – капиллярная сеть; 2 – лимфатический капилляр; 3 – кожное лимфатическое сплетение; 4 – субпапиллярное (кожное) микрососудистое сплетение; 5 – восходящая артериола и нисходящая венола; 6 – кожный лимфатический преколлектор; 7 – глубокое кожное микрососудистое сплетение; 8 – подкожное лимфатическое сплетение; 9 – ретикулярная вена; 10 – подкожный лимфатический преколлектор; 11 – подкожный лимфатический коллектор (поверхностный); 12 – надфасциальное сосудистое сплетение; 13 – поверхностная фасция; 14 – подфасциальное сосудистое сплетение; 15 – поверхностный венозный ствол; 16 – приток вены; 17 – подкожный лимфатический коллектор (глубокий); 18 – перегородочно-кожная артерия; 19 – собственная фасция; 20 – прямая перфорантная вена; 21 – глубокая межмышечная вена; 22 – глубокий лимфатический сосуд; 23 – глубокая межмышечная артерия; 24 – мышечно-кожная артерия; 25 – косвенная перфорантная вена

а также кожу. С учетом данного определения стало ясно, что, например, нижний эпигастральный кожно-фасциальный лоскут является только частью ангиосома и не соответствует его границам как на коже, так и в глубине мягких тканей передней брюшной стенки, поскольку один под другим находятся разветвления поверхностной и глубокой ветвей нижней эпигастральной артерии, обеспечивающих перекрестное кровоснабжение. Нельзя забывать и о перфорантных мышечно-кожных сосудах, отходящих от глубоких нижних эпигастральных, участвующих в кровоснабжении кожи данного лоскута. Разумеется, все эти обстоятельства необходимо учитывать при интерпретации большого разнообразия сосудистых реакций, функционально регистрируемых в микрохирургических лоскутах методами лазерной доплеровской флоуметрии и микродиализа [6–12].

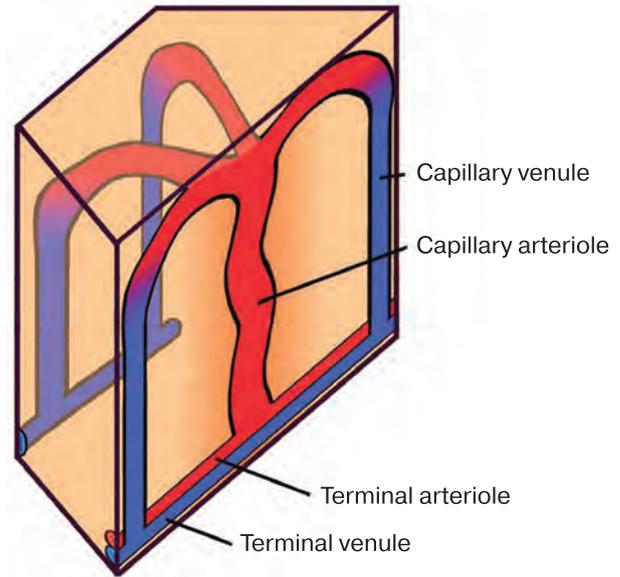


Рис. 2. Схема расположения гексагональных участков-конусов (ангиосомы)

Цель исследования – экспериментальное изучение реакции сосудистого русла несвободного нижнего эпигастрального кожно-фасциального лоскута при различной степени перерыва его связи с донорской зоной.

Задачи исследования.

1. Изучение особенностей анатомии нижнего эпигастрального кожно-фасциального лоскута у белых крыс.
2. Исследование клинической анатомии сосудистого русла эпигастрального лоскута с интактной сосудистой ножкой и особенности его интеграции в реципиентное ложе.
3. Исследование клинической анатомии сосудистого русла эпигастрального лоскута и особенности интеграции в реципиентное ложе после обработки сосудистой ножки.
4. Исследование клинической анатомии сосудистого русла эпигастрального лоскута и особенности интеграции в реципиентное ложе после прецизионной перевязки осевой артерии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись беспородные белые крысы обоего пола с массой тела 180–200 г. Животных содержали в стационарных условиях вивария на обычном питании при дозированном освещении с ежедневным осмотром и оценкой состояния.

Было выполнено две серии эксперимента.

I серия – анатомическое изучение особенностей нижнего эпигастрального лоскута белой крысы (40 животных) в классической его разметке путем макро- и микропрепаровки.

II серия – на экспериментальных животных были выполнены операции аутотрансплантации с транспозицией несвободного нижнего эпигастрального лоскута с интактной сосудистой ножкой и тремя вариантами обработки сосудистой ножки. Обезболивание выполняли путем внутримышечного введения раствора «Zoletil-50» в дозе 5 мг на 1 кг массы тела. Клиническую картину адаптации и интеграции пересаженного лоскута оценивали по макроскопическим критериям: окраске лоскута и окружающих тканей, состоянию волосяного покрова лоскута, краев раны и отделяемого из них. Животных выводили из эксперимента с помощью внутримышечного введения препарата «Zoletil-50» с последующей декапитацией. Для изучения сосудистого русла кожи паховой области крыс использовали метод инъекции сосудистого русла синей массой Герота с дальнейшим просветлением препаратов по способу В. Шпальтегольца (1921) в модификации Д. А. Жданова (1943).

Хирургические манипуляции на сосудистой ножке лоскута выполняли в трех вариантах (таблица):

- 1) интактная сосудистая ножка (группа контроля);
- 2) с предварительным удалением паравазальной клетчатки и симпатэктомией:
 - вокруг артерии;
 - вокруг вены;
 - вокруг артерии и вены (а. + в.);
- 3) создание в паравазальной клетчатке «окна» и прецизионная перевязка в нем осевой артерии.

Распределение лабораторных животных по сериям эксперимента

	Серия эксперимента	Количество животных
I	Анатомическое изучение лоскута	40
II	Варианты обработки сосудистой ножки:	63
	1) интактная сосудистая ножка	21
	2) с предварительным удалением паравазальной клетчатки и симпатэктомией	21
	3) прецизионная перевязка осевой артерии	21

Клиническую оценку состояния кожно-фасциальных лоскутов в раннем послеоперационном периоде (1–10-е сут) проводили по таким критериям, как отечность, капиллярный ответ,

выраженность шелушения кожных покровов лоскута, наличие некроза.

Статистическую обработку полученных результатов производили с помощью программ Statistica 6.0 for Windows и SPSS Statistics 17.0 (коэффициент корреляции Спирмена).

РЕЗУЛЬТАТЫ

I серия

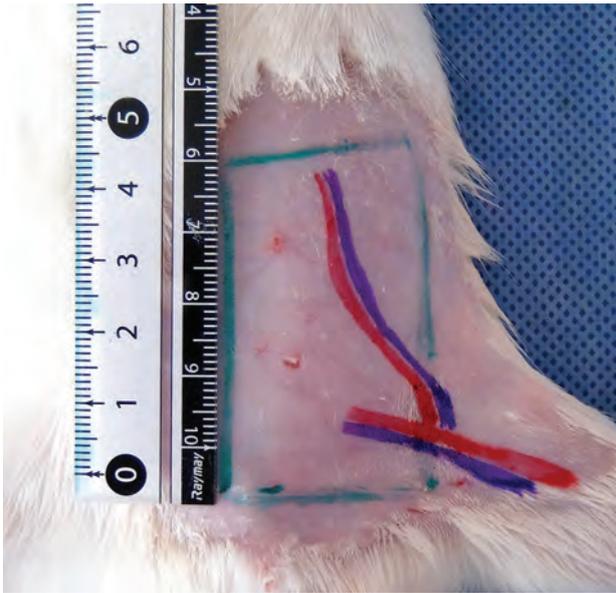
Нижний эпигастральный лоскут крыс относится к кожно-фасциальным лоскутам, имеющим постоянную сосудистую ножку, достигающую в длину 20 мм (рис. 3, а, б). Такая длина сосудистой ножки позволяет широко использовать данный лоскут в несвободном варианте для закрытия обширных дефектов передней брюшной стенки крысы. Оптимальные размеры лоскута 3 × 4 см. На уровне отхождения поверхностных эпигастральных сосудов от бедренных в составе сосудистой ножки лоскута у крыс находится ствол эпигастрального нерва, который выше паховой связки отклоняется в сторону, отдавая две ветви, уходящие на переднебоковую поверхность передней брюшной стенки и внутреннюю поверхность бедра.

II серия

В 1-й группе (с интактной сосудистой ножкой) количество приживлений поднятых и снова фиксированных в донорское ложе лоскутов с неосложненным течением составило 85,7% (рис. 4). В 14,3% случаев развился некроз в результате перекрута сосудистой ножки. Все осложнения отмечались только в 1-е сут после операции.

При неосложненном течении состояние животных в течение 1-х сут послеоперационного периода было удовлетворительным. Повязка на лоскуте умеренно пропитана геморрагическим отделяемым. Лоскут отечен, розового цвета, капиллярный ответ удовлетворительный (2 с). Швы состоятельны, края раны спокойные. В последующие сутки сохранялась незначительная отечность центральной части лоскута и краев послеоперационной раны. На 4-е сут повязку удаляли. Полное приживание лоскута происходило на 9–10-е сут.

При микроанатомических исследованиях отмечено, что на 3-и сут при наливке артериального русла синей массой Герота четко разграничены области лоскут – соседние ткани, прорастания артериальных сосудов из лоскута в окружающие ткани нет (рис. 5). На периферии лоскута расположение артерий хаотичное. По всей поверхности пересаженного комплекса тканей визуализируется большое количество артерий, которые имеют извитой ход, становятся расширенными, что в норме для них не характерно (рис. 6). При изучении венозного русла отмечено также хаотичное расположе-



а



б

Рис. 3. Разметка (а) и окончательный вид (б) поверхностного эпигастрального лоскута после его подъема

ние сосудов по периферии лоскута. В центральной зоне вены расширены, имеют повышенную извитость, сеть сосудов микроциркуляторного русла не выражена. Аксиальные вены лоскута дилатированы, клапанного аппарата в них не обнаружено (рис. 7). Прямолинейность сосуда (артерии, вены) лоскута приобретают к 14-м сут; наблюдается прорастание их из лоскута в реципиентное ложе. В раннем послеоперационном периоде в дерме отмечаются явления отека и сосудистого полнокровия. Кровеносные и лимфатические сосуды расширены. В просвете некоторых сосудов видны форменные элементы крови и сладж-комплексы.



Рис. 4. Эпигастральный лоскут, 3-и сут. Неосложненное приживление

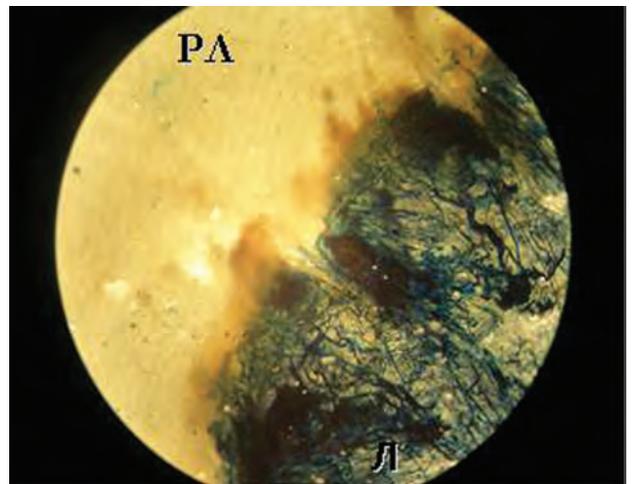


Рис. 5. Инъекция артериального русла лоскута синей массой Герота. Ув. $\times 16$. Л – лоскут; РА – реципиентное ложе

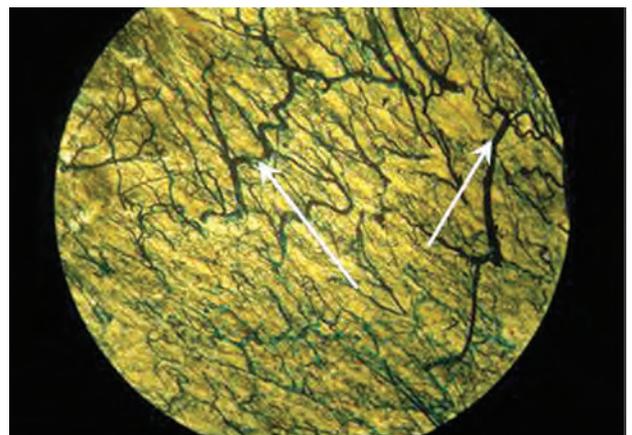


Рис. 6. Извитость и расширение артерий центральной части лоскута (инъекция сосудов синей массой Герота, 3-и сут после операции. Ув. $\times 16$.)

При анализе динамики тканевых реакций в коже несвободного эпигастрального лоскута с интактной сосудистой ножкой можно выделить следующие особенности: в 1-е сут развивается кратковременная

вазоконстрикция, которая к 3-м сут сменяется вазодилатацией аксиальных и периферических сосудов лоскута. Сосуды микроциркуляторного русла при этом не выражены. Сосуды лоскута полнокровны. В дерме лоскута имеются явления отека, лимфоцитарно-гистиоцитарной инфильтрации. К 5–7-м сут наблюдается прорастание сосудов лоскута в окружающие ткани, на 14-е сут – множественные сосудистые связи. Появляется полноценный рисунок микроциркуляторного русла. Строение эпидермиса соответствует норме. В дерме исчезают явления отека и воспаления.

Таким образом, при неосложненном течении послеоперационного периода полное приживление несвободного нижнего эпигастрального лоскута с интактной сосудистой ножкой происходило на 9–10-е сут без каких-либо особенностей, с установлением сосудистых связей с окружающими тканями к 14-м сут.

2-я группа. При транспозиции нижнего эпигастрального лоскута с предварительным удалением паравазальных структур и симпатэктомией сосудистой ножки (*a., v., a. + v.*) мы наблюдали различные клинические варианты течения послеоперационного процесса. Сразу после операции в несвободных лоскутах, где выполнялась периартериальная симпатэктомия, наблюдалась гиперемия кожи, отсутствовало кровотечение из лоскута по линии швов. После одновременного удаления адвентиции с артерии и вены (комбинированная симпатэктомия) в 30% случаев наблюдали тотальный цианоз лоскута. Перивенозная симпатэктомия во всех наблюдениях сопровождалась развитием краевого цианоза трансплантата сразу после завершения операции.

На 1-е сут после операции в лоскутах, где были выполнены удаление паравазальных структур и, соответственно, периартериальная симпатэктомия, наблюдался «мягкий» отек лоскута. Края раны и швы были спокойны, лоскут имел розовый цвет, капиллярный ответ составил 2 с (рис. 8).

При микроанатомическом исследовании в 1-е сут направление сосудов на периферии лоскута хаотичное. В центральной зоне лоскута визуализируется большое количество артерий и вен с извитым ходом и выраженной дилатацией (рис. 9). Аксиальные артерии и вены лоскута извиты, расширены. К 5-м сут отмечается слабая визуализация микроциркуляторного русла с сохранением умеренной дилатации аксиальных сосудов. На 10-е сут в лоскуте отмечается равномерно выраженное микроциркуляторное русло. В центральной зоне лоскута артерии умеренно дилатированы, имеют прямолинейный ход. Отмечается хорошая выраженность анастомозов крупных венозных стволов лоскута (рис. 10). Дилатация артериального звена лоскута сохраняется вплоть до 14-х сут.

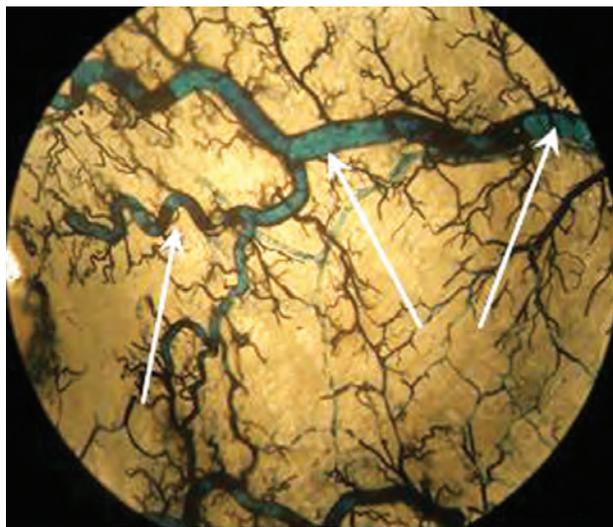


Рис. 7. Центральная часть лоскута. Дилатированные и извитые аксиальные вены лоскута, 3-и сут после операции. Ув. × 16

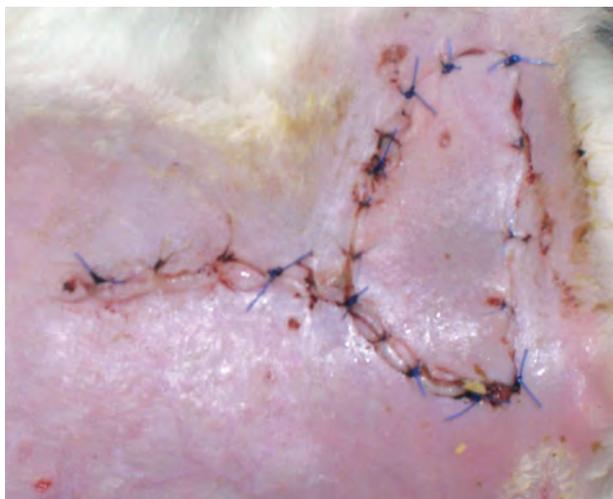


Рис. 8. Эпигастральный лоскут после выполнения периартериальной симпатэктомии, 5-е сут

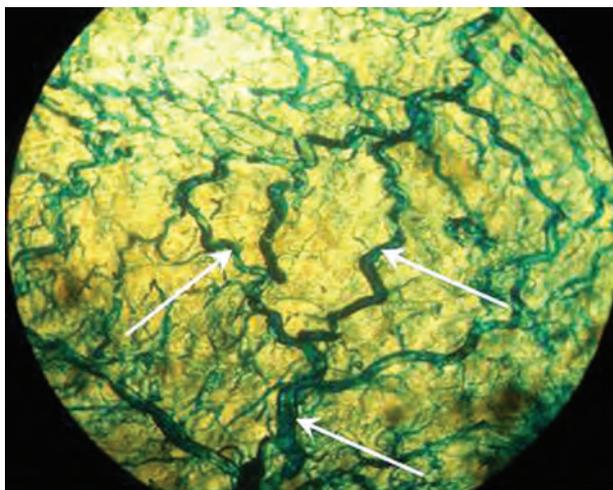


Рис. 9. Центральная часть лоскута с периартериальной симпатэктомией сосудистой ножки с извитыми и дилатированными аксиальными сосудами (показаны стрелками), 3-и сут после операции. Ув. × 16

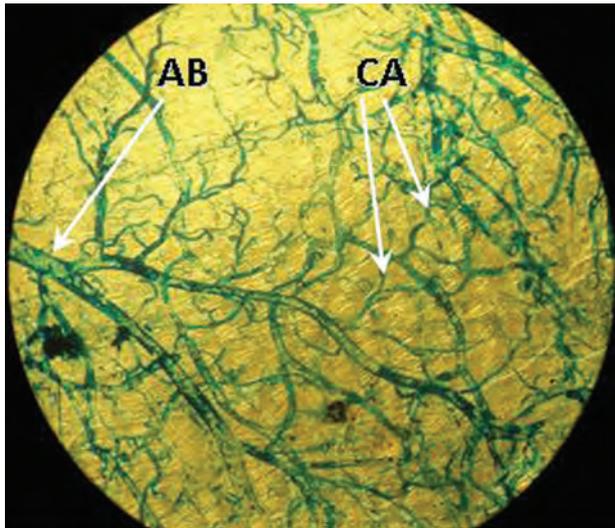


Рис. 10. Центральная часть лоскута с периаксиальной симпатэктомией сосудистой ножки, 7-е сут после операции. Ув. × 16

Лоскуты после удаления паравазальных структур и, соответственно, периаксиальной и перивенозной (комбинированной) симпатэктомии имели краевой цианоз и «плотный» отек, который самостоятельно купировался к 5-м сут (рис. 11).



Рис. 11. Эпигастральный лоскут после выполнения комбинированной симпатэктомии, 5-е сут

В одном случае комбинированной операции наступил венозный тромбоз лоскута с сильным отеком, синюшностью, местами с петехиальным пропитыванием.

Микроанатомическая картина лоскутов с комбинированной симпатэктомией в 1-е сут характеризуется дилатацией и извитостью аксиальных артерий и вен (рис. 12). На 5-е сут

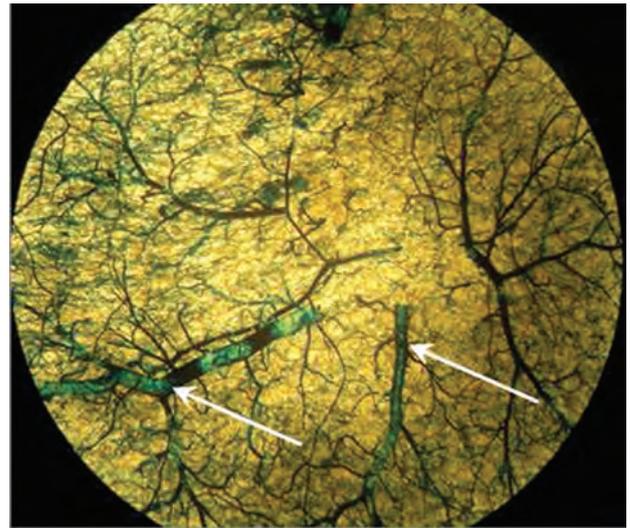


Рис. 12. Центральная часть лоскута с комбинированной симпатэктомией сосудистой ножки; аксиальные вены (указаны стрелками). 3-и сут после операции. Ув. × 16

выраженность микроциркуляторного рисунка и сосудистых анастомозов слабая. Аксиальные сосуды лоскута расширены, артерии имели извитой характер, вены располагались прямолинейно (рис. 13, 14). На 14-е сут по всей площади лоскута выражено микроциркуляторное русло. Аксиальные сосуды лоскута дилатированы, артерии приобрели прямолинейность (рис. 15, 16).

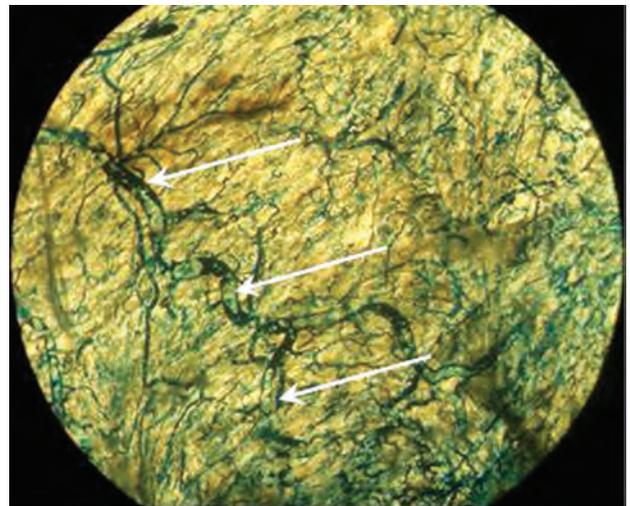


Рис. 13. Центральная часть лоскута с комбинированной симпатэктомией сосудистой ножки. Артерии извиты и расширены (показаны стрелками). 5-е сут после операции. Ув. × 16

В аутотрансплантах после удаления паравазальной структуры и, соответственно, перивенозной симпатэктомии (у 7 животных) в 1-е сут после операции развивался венозный тромбоз осевой вены лоскута (рис. 17). При микроанатомическом исследовании данной группы лоскутов отмечено, что в 1-е сут после оперативного

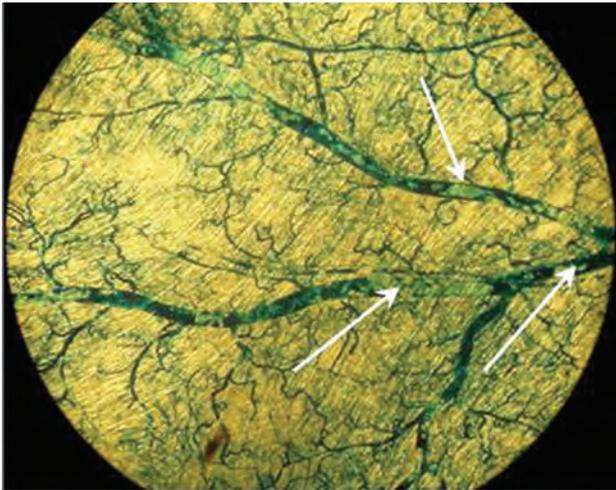


Рис. 14. Центральная часть лоскута с комбинированной симпатэктомией сосудистой ножки. Вены прямолинейны и дилатированы (показаны стрелками). 5-е сут после операции. Ув. $\times 16$

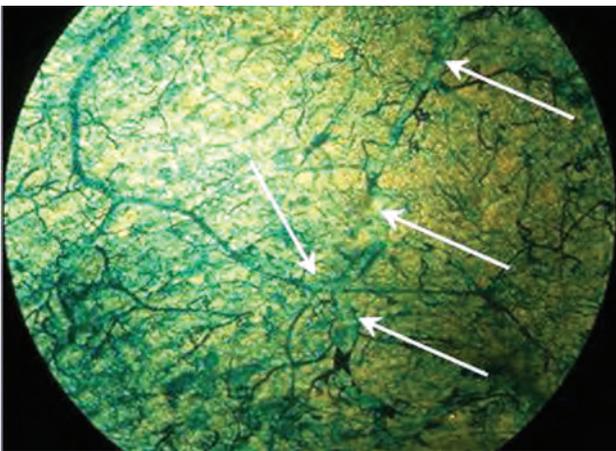


Рис. 15. Центральная часть лоскута с комбинированной симпатэктомией сосудистой ножки. Дилатированные аксиальные артерии (указаны стрелками). 14-е сут после операции. Ув. $\times 16$

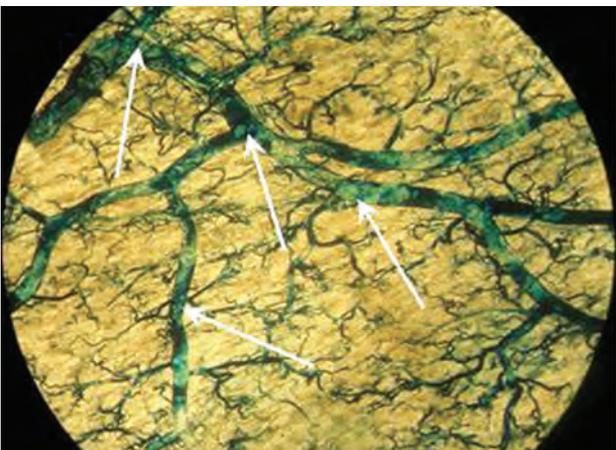


Рис. 16. Центральная часть лоскута с комбинированной симпатэктомией сосудистой ножки. Аксиальные сосуды чрезмерно дилатированы (указаны стрелками). 14-е сут после операции. Ув. $\times 16$



Рис. 17. Некроз эпигастрального лоскута после выполнения перивенозной симпатэктомии, 3-и сут

вмешательства имела место резкая извитость и дилатация вен лоскута (рис. 18), бедная картина микроциркуляторного русла (артериальное звено). К 14-м сут вены приобретали прямолинейное расположение с сохранением дилатации (рис. 19).

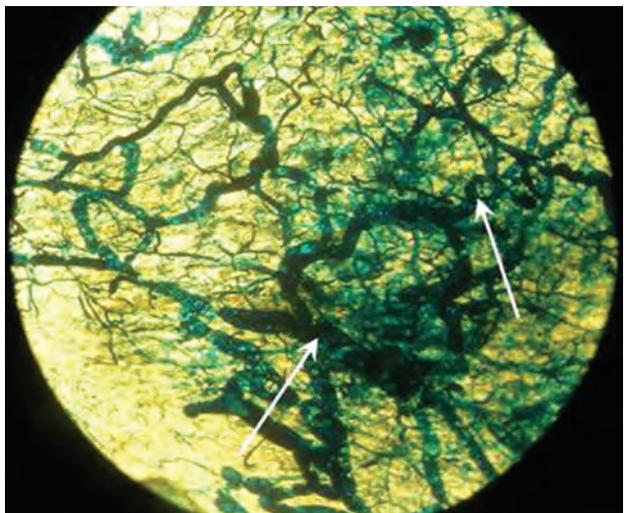


Рис. 18. Центральная область лоскута с перивенозной симпатэктомией сосудистой ножки. Венозные сосуды извиты, расширены (указаны стрелками). 5-е сут после операции. Ув. $\times 16$

Таким образом, после хирургических манипуляций на осевых сосудах лоскута (удаление паравазальных структур и, соответственно, с периваскулярной, перивенозной и комбинированной симпатэктомиями осевых сосудов нижнего эпигастрального кожно-фасциального лоскута) наблюдаются более длительные (первые 5 сут) гемодинамические нарушения (отек, периферический цианоз), обусловленные расбалансиро-

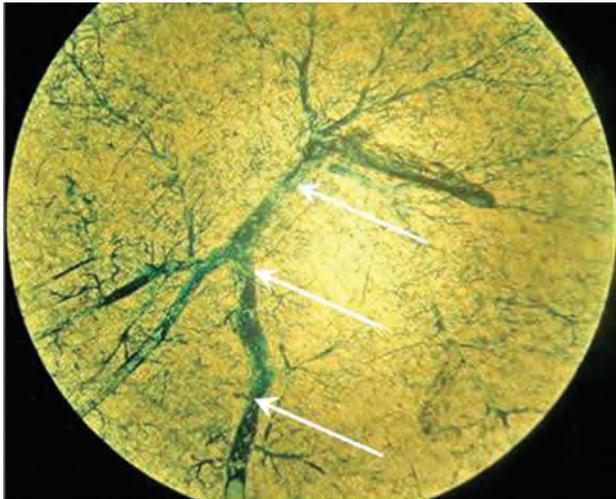


Рис. 19. Центральная область лоскута с перивенозной симпатэктомией сосудистой ножки. Ветви аксиального сосуда расширены, прямолинейны (показаны стрелками). 14-е сут после операции Ув. $\times 16$

ванием микроциркуляторного русла. Некроз лоскутов после перивенозной симпатэктомии вены был обусловлен развитием венозного тромбоза.

3-я группа. У 8 животных поднимали нижний эпигастральный лоскут размерами 3×5 см (в пределах классической разметки) с последующей прецизионной перевязкой осевой артерии и, соответственно, сохранением паравазальных сосудов (рис. 20). Прецизионной перевязки осевой вены не выполняли, так как роль паравазных структур в кровоснабжении кожи была нам известна и неоднократно подтверждалась клинически: на фоне аксиллярной проводниковой блокады верхней конечности наступал спазм паравазальных сосудов вен предплечья с четким контурированием подкожных вен (рис. 21). После прецизионной перевязки аксиальной артерии в 100% случаев наступал тотальный некроз лоскута (рис. 22). При последующих оперативных вмешательствах на остальных животных данной группы размеры лоскута симметрично (равными частями с каждой стороны) уменьшались на 0,5 см. При достижении размеров эпигастрального лоскута 1×2 см выживаемость его составила 100% (8 животных) (рис. 23). При статистической обработке полученных данных выявлена прямая зависимость выживаемости лоскута от его площади ($r_s = -0,899$).

Контролем для данной группы послужила группа животных (10 особей), которым была выполнена свободная аутотрансплантация кожного-фасциального лоскута размером 1×2 см после перевязки и пересечения сосудистой ножки (рис. 24). Выживаемость лоскута составила 30%.

В 1-е сут после операции свободной аутотрансплантации лоскута отмечалась бледность последнего с цианотическим оттенком, капил-

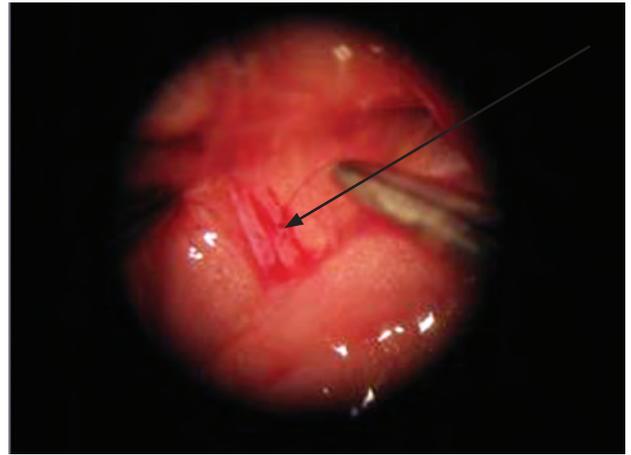


Рис. 20. Наложение лигатуры на артерию эпигастрального лоскута (показано стрелкой). Ув. $\times 10$



Рис. 21. Спазм паравазальных сосудов вен предплечья с контурированием подкожных вен после аксиллярной блокады

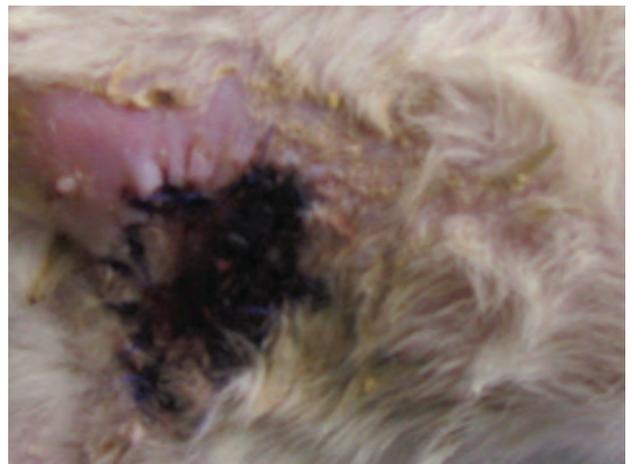


Рис. 22. Тотальный некроз эпигастрального лоскута, 3-и сут

лярный ответ отсутствовал. Пальпаторно лоскут был плотным, спаянным с подлежащими тканями (рис. 25). Естественную окраску лоскут приобретал только к 11–13-м сут. В 70% случаев на 3-и сут после операции развивался тотальный некроз лоскута.



Рис. 23. Удовлетворительное состояние эпигастрального лоскута, 3-и сут



Рис. 24. Поднятие кожно-фасциального лоскута без сосудистой ножки (стрелкой показан лоскут)



Рис. 25. Кожно-фасциальный лоскут без сосудистой ножки, 1-е сут

Таким образом, в кровоснабжении кожи эпигастрального лоскута белой крысы участвуют не только осевые сосуды, но и сосуды паравазальной клетчатки, кровоснабжающие центральную зону лоскута. Причем площадь кровоснабжения лоскута сосудами паравазальной клетчатки (до-

полнительный источник кровоснабжения) составляет 13,3% от общей площади классического эпигастрального лоскута.

ОБСУЖДЕНИЕ

В последнее время в пластической хирургии отмечается тенденция к уходу от широкого использования свободных микрохирургических лоскутов и замене их «более надежными» несвободными. Это связано с необходимостью снижения финансовых затрат медицинскими учреждениями на лечение пациентов. Однако использование несвободных лоскутов ограничено длиной сосудистой ножки лоскута. В связи с этим ведутся споры о необходимости «скелетировать» осевые сосуды для придания сосудистой ножке большей длины [13, 14], а, следовательно, и большей мобильности лоскута. Наши исследования показали, что обработка сосудистой ножки лоскута ведет к развитию гемодинамических нарушений в нем, проявляющихся замедлением кровотока в микроциркуляторном русле лоскута. Данное обстоятельство связано с явлениями спазма осевых сосудов в 1-е сут после оперативного лечения, а затем со сменяющей их дилатацией, что ведет к разбалансировке микроциркуляторного русла. Особенно явно это прослеживается в группах с изолированной обработкой вены и комбинированной обработкой артерии и вены, где разбалансированность микроциркуляции прослеживается вплоть до 14-х сут с момента оперативного вмешательства. Косвенно данный факт подтверждается и функциональными методами исследования, когда по данным микродиализа в первые часы после подъема несвободного TRAM-лоскута имеются явные метаболические признаки ишемии (низкий уровень глюкозы, высокий – лактата и глицерола). Эти признаки в несвободном TRAM-лоскуте по времени более продолжительны, чем после запуска кровотока в свободном TRAM-лоскуте [15]. Вероятно, речь идет о более высокой интенсивности перфузии свободного лоскута, т. е. в абсолютно денервированном, а значит с расширенным сосудистым руслом. Например, артериальный сосуд диаметром 1,6 мм пропускает в 256 раз больше крови, чем сосуд диаметром 0,4 мм, а при увеличении его просвета до 2,0 мм, кровоток будет в 625 раз выше, чем через сосуд диаметром 0,4 мм [16].

Явные нарушения перфузии лоскута в группах с изолированной обработкой вены и комбинированной обработкой артерии и вены можно объяснить исходя из представлений da Costa (1945) [Цит. по Р. Леришу (1961)] о структурно-функциональном строении стенки сосуда [17]. По его представлениям, стенка сосуда состоит из

трех биологических единиц: эндотелиально-мезенхимального комплекса, мышечно-эластичного остова; сосудисто-нервного комплекса наружного слоя. Причем третья биологическая единица занимает первостепенное место. Артерия и вена, находясь в общем периадвентициальном футляре, имеют общие источники иннервации. В связи с этим при раздражении стенки вены (перивенозная, комбинированная симпатэктоми) развивается вено-артериальный рефлекс, приводящий к стойкому спазму артерии и нарушению перфузии лоскута.

Возможно, что степень перфузионных нарушений в лоскуте зависит также и от степени несоответствия границ произвольно выкраиваемого лоскута с внешними («кожно-фасциальными») границами ангиосома. Нельзя забывать и о состоянии эндотелия, структура которого при перемещении несвободного лоскута может нарушиться в результате выпадения трофической функции сосудов паравазальных структур после обработки сосудистой ножки лоскута, особенно если это касается обработки вены. Венозная стенка тонкая и, вероятно, более чувствительная к нарушению ее кровоснабжения, чем стенка артериального сосуда. Нарушение кровоснабжения эндотелия может привести к сегментарной гибели последнего, образованию микротромбозов. Данное обстоятельство, по нашему мнению, усугубляет имеющиеся нарушения микроциркуляторного звена в лоскутах с изолированной (перивенозной) обработкой вены, что в конечном итоге и привело к гибели лоскутов. Перфузия лоскутов может нарушаться в центральных зонах и за счет выключения сосудов паравазальных структур, участвующих в их кровоснабжении. Целостность паравазальных сосудов при условии небольших размеров лоскута может гарантировать его выживаемость даже при выключении кровотока по осевым сосудам лоскута.

Таким образом, в несвободном кожно-фасциальном лоскуте обнаруживается большое количество гемодинамических нарушений, обусловленных, главным образом, уменьшением иннервации и кровоснабжения сосудистой стенки при обработке сосудистой ножки лоскута, а также нарушением кровоснабжения венозной стенки при адвентицэктомии с последующими реакциями со стороны эндотелия. Также важно отметить, что имеет место нарушение сосудистых связей между компонентами ангиосома, по сути – его разрушение.

Исходя из полученных морфологических данных и клинических наблюдений, можно сделать вывод о том, что сохранение интактными паравазальных структур пересаживаемого несвободного кожно-фасциального лоскута явля-

ется наиболее оптимальным решением в плане сбалансированности кровотока в нем после фиксации в реципиентном ложе. Перспективы улучшения результатов (в части сохранности сбалансированного кровотока в поднимаемом лоскуте) могут заключаться в создании технологий четкого дооперационного определения границ «автономной кожной территории» каждого ангиосома.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выделение несвободного кожно-фасциального лоскута из структуры ангиосома сопровождается преходящими (транзиторными) нарушениями кровообращения, прежде всего, в кожной территории, теряющей при подъеме лоскута свою автономию. Клинически они проявляются кратковременным отеком и гиперемией краев лоскута (в 1-е сутки).

Тотальное удаление паравазальных структур с наружной стенки осевой артерии несвободного нижнего эпигастрального кожно-фасциального лоскута сопровождается извитостью и дилатацией артериального сосудистого русла лоскута, что клинически соответствует развитию «мягкого» отека лоскута и легкой гиперемии последнего.

Тотальное удаление паравазальных структур с наружной стенки осевой вены несвободного нижнего эпигастрального кожно-фасциального лоскута в большинстве случаев сопровождается развитием венозного тромбоза вследствие резкого расширения венозного русла и нарушения кровоснабжения стенки вены.

Комбинированная операция по удалению паравазальных структур со стенки артерии и вены сопровождается серьезными патологическими реакциями сосудистого русла кожно-фасциального лоскута (резкая извитость и дилатация осевых сосудов лоскута при невыраженном микроциркуляторном русле) и соответствующими им клиническими проявлениями (длительный «плотный» отек и гиперемия лоскута). Однако после комбинированной операции кровотока в кожно-фасциальном лоскуте остается более сбалансированным, чем после удаления паравазальных структур со стенки артерии или вены.

Прецизионное выключение осевого кровотока по артерии с сохранением паравазальных структур сопровождается сохранением кровотока только в центральной зоне кожно-фасциального лоскута.

Минимальные транзиторные нарушения кровотока в несвободном кожно-фасциальном лоскуте будут только при условии целостности паравазальных структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ponten B. The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg // Br. J. Plast. Surg. – 1981. Apr. V. 34(2). – P. 215–220.
2. Callegari P.R., Taylor G.I., Caddy C.M. et al. An anatomic review of the delay phenomenon. I. Experimental studies // Plast. Reconstr. Surg. – 1992. — V. 89. – P. 397–407.
3. Morris S.F. Taylor G.I. Predicting the survival of experimental skin flaps // Plast. Reconstr. Surg. – 1993. – V. 92. – P. 1352–1361.
4. Morris S.F., Taylor G.I. Time sequence of delay // Plast. Reconstr. Surg. – 1995. – V. 95. – P. 526–533.
5. Taylor G.I., Palmer J.H. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical application // Br. J. Plast. Surg. – 1987. – 40: 113.
6. Udesen A., Lontoft E., Kristensen S.R. Monitoring of free TRAM flaps with microdialysis // J. Reconstr. Microsurg. – 2000. – Feb. – V. 16(2). – P. 101–106.
7. Ionac M., Schaefer D., Geishauser M. Thromboxane A2 release in ischemia and reperfusion of free flaps in rats, studied by microdialysis // J. Reconstr. Microsurg. – 2001. – Feb. – V. 17(2). – P. 139–143.
8. Brix M., Muret P., Mac-Mary S., Ricbourg B., Humbert P. Microdialysis of cutaneous free flaps to monitor results of maxillofacial surgery // Rev. Stomatol. Chir. Maxillofac. – 2006. – Feb. – V. 107(1). – P. 31–37.
9. Nunes S., Berg L., Raittinen L.P., Ahonen H., Laranne J., Lindgren L., Parviainen I., Ruokonen E., Tenhunen J. Deep sedation with dexmedetomidine in a porcine model does not compromise the viability of free microvascular flap as depicted by microdialysis and tissue oxygen tension // Anesth. Analg. – 2007. – Sep. – V. 105(3). – P. 666–672.
10. Birke-Sorensen H., Toft G., Bengaard J. Pure muscle transfers can be monitored by use of microdialysis // J. Reconstr. Microsurg. – 2010. – Nov. – V. 26(9). – P. 623–630.
11. Raittinen L.P., Berg L., Nunes S., Ahonen H., Parviainen I., Laranne J., Tenhunen J.J. Sympathetic innervation does not contribute to glycerol release in ischemic flaps // Scand. J. Clin. Lab. Invest. – 2012. – Sep. – V. 72(5). – P. 420–426.
12. Rogers M.L., Brennan P.A., Leong C.L., Gowers S.A., Aldridge T., Mellor T.K., Boutelle M.G. Online rapid sampling microdialysis (rsMD) using enzyme-based electroanalysis for dynamic detection of ischemia during free flap reconstructive surgery // Anal. Bioanal. Chem. – 2013. – Apr. V. 405(11). – P. 3881–3888.
13. Юркевич В.В. Микрохирургические технологии в лечении боевой травмы конечностей и ее последствия: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Томск, 1999. – 42 с.
14. Малиновская И.С., Семичев Е.В., Селянинов К.В., Баранова Е.Н. Влияние паравазальной симпатэктомии на состояние несвободного пахового лоскута // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2007. – №1 (20). – С. 34–37.
15. Edsander-Nord A., Röjdmarm J., Wickman M. Metabolism in pedicled and free TRAM flaps: a comparison using the microdialysis technique // Plast. Reconstr. Surg. – 2002. – Feb. – V. 109(2). – P. 664–673.
16. Неробеев А.И. Восстановление тканей головы и шеи сложными артериализированными лоскутами – М.: Медицина, 1988. – 272 с.
17. Лериш Р. Основы физиологической хирургии. Очерки вегетативной жизни тканей. – М.: Медгиз, 1961. – 293 с.

REFERENCES

1. Ponten B. The fasciocutaneous flap: its use in soft tissue defects of the lower leg // Br J Plast Surg, 1981, Apr., vol. 34(2), pp. 215–20.
2. Callegari P.R., Taylor G.I., Caddy C.M. et al. An anatomic review of the delay phenomenon. I. Experimental studies // Plast Reconstr Surg, 1992, vol. 89, pp. 397–407.
3. Morris S.F., Taylor G.I. Predicting the survival of experimental skin flaps // Plast Reconstr Surg, 1993, vol. 92, pp. 1352–1361.
4. Morris S.F., Taylor G.I. Time sequence of delay // Plast Reconstr Surg, 1995, vol. 95, pp. 526–533.
5. Taylor G.I., Palmer J.H. The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical application // Br J Plast Surg, 1987, 40:113.
6. Udesen A., Lontoft E., Kristensen S.R. Monitoring of free TRAM flaps with microdialysis // J Reconstr Microsurg, 2000, Feb., vol. 16(2), pp. 101–106.
7. Ionac M, Schaefer D, Geishauser M. Thromboxane A2 release in ischemia and reperfusion of free flaps in rats, studied by microdialysis // J Reconstr Microsurg, 2001, Feb., vol. 17(2), pp. 139–143.
8. Brix M., Muret P., Mac-Mary S., Ricbourg B., Humbert P. Microdialysis of cutaneous free flaps to monitor results of maxillofacial surgery // Rev Stomatol Chir Maxillofac, 2006, Feb., vol. 107(1), pp. 31–37.
9. Nunes S., Berg L., Raittinen L.P., Ahonen H., Laranne J., Lindgren L., Parviainen I., Ruokonen E., Tenhunen J. Deep sedation with dexmedetomidine in a porcine model does not compromise the viability of free microvascular flap as depicted by microdialysis and tissue oxygen tension // Anesth Analg, 2007, Sep., vol. 105(3), pp. 666–672.

10. Birke-Sorensen H., Toft G., Bengaard J. Pure muscle transfers can be monitored by use of microdialysis // J Reconstr Microsurg, 2010, Nov., vol. 26(9), pp. 623–630.
11. Raittinen L.P., Berg L., Nunes S., Ahonen H., Parviainen I., Laranne J., Tenhunen J.J. Sympathetic innervation does not contribute to glycerol release in ischemic flaps // Scand J Clin Lab Invest, 2012, Sep., vol. 72(5), pp. 420–426.
12. Rogers M.L., Brennan P.A., Leong C.L., Gowers S.A., Aldridge T., Mellor T.K., Boutelle M.G. Online rapid sampling microdialysis (rsMD) using enzyme-based electroanalysis for dynamic detection of ischaemia during free flap reconstructive surgery // Anal Bioanal Chem, 2013, Apr., vol. 405(11), pp. 3881–3888.
13. Jurkiewicz V.V. Microsurgical techniques in the treatment of combat injuries of extremities and their implications. Author. dis. Dr. med. sci. Tomsk, 1999. – 42 p. (in Russian).
14. Malinowskaya I.S., Semichev E.V., Selyaninov K.V., Baranova E.N. Influence paravascular sympathectomy on the state of non-free inguinal flap (experimental study) // Reconstructive and plastic surgery, 2007, no 1(20), pp. 34–37 (in Russian).
15. Edsander-Nord A., Røjdmark J., Wickman M. Metabolism in pedicled and free TRAM flaps: a comparison using the microdialysis technique // Plast Reconstr Surg, 2002, Feb., vol. 109(2), pp. 664–673.
16. Nerobeev A.I. Recovery of tissues of the head and neck complex arterialized flaps. Moscow: Medicine Publ., 1988. 272 p. (in Russian).
17. Leriche R. Physiological bases of surgery. Essays vegetative tissue lives. Moscow: Medgiz Publ., 1961. 293 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 02.07.2014
Утверждена к печати 29.08.2014

Автор:

Селянинов Константин Владимирович – канд. мед. наук, доцент, заместитель президента АНО «НИИ микрохирургии» по лечебной работе, г. Томск.

Контакты:

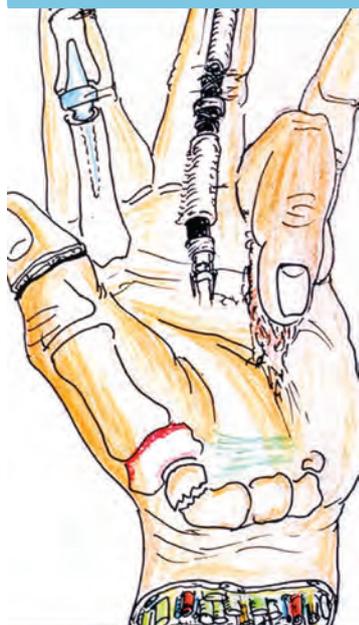
Селянинов Константин Владимирович

e-mail: kostya-ivanow@yandex.ru

тел.: (3822) 94-05-40

Challenges and Controversies in Hand Surgery

7th & 8th November 2014 – St. Andrew's Centre for Plastic Surgery, Chelmsford, Essex



A programme of stimulating lectures and debates aimed at consultant orthopaedic and plastic surgeons, senior trainees, hand therapists and nurses. Bringing together an impressive faculty of national and international speakers to debate a variety of controversial issues in hand and upper limb surgery and give an update on current practice.

Early Bird Booking (until 21/8/14)	
Consultant	£250.00
Trainee	£125.00
Hand Therapist	£100.00

International Faculty:

Stephane Barbary (France)
Michel Boeckstyns (Denmark)
Neil Ford Jones MD (USA)
Francisco del Pinal MD (Spain)
Etienne Rapp (France)
S. Raja Sabapathy MD (India)
Luis R Scheker MD (USA)
Jin Bo Tang MD (China)
plus Notable UK Faculty

CRD accreditation: 14 CPD points total

www.standrews-hand.co.uk
st.andrewshandsurgery@nhs.net



Anglia Ruskin
University



ST ANDREW'S CENTRE
for Plastic Surgery and Burns



COURSE BADGED BY
BAPRAS

British Association of Plastic
Reconstructive and Aesthetic Surgeons