

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ИШЕМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ТКАНЕЙ К ПЛАСТИКЕ СЛОЖНОСОСТАВНЫМИ ЛОСКУТАМИ НА КОНЕЧНОСТЯХ

Канд. мед. наук Д. А. ПАСИЧНЫЙ

КУЗ «Харьковская городская клиническая больница скорой и неотложной медицинской помощи им. проф. А. И. Мещанинова»

Усовершенствована тренировка лоскутов на постоянной и временной питающих ножках при пластиках на конечностях путем комплексного использования методов переменной ишемии удаленных от места пластики тканей, непосредственной ишемии тканей лоскута и реципиентных тканей, delay. Предложен прогностический тест жизнеспособности кожного лоскута при пластике на постоянной и временной питающих ножках, основанный на оценке интенсивности постишемической гиперемии кожи лоскута и кровотока с помощью симптома заполнения капиллярного ложа («белого пятна»).

Ключевые слова: метод ишемической подготовки тканей реципиентной раны и лоскута, лоскуты, прогностический тест жизнеспособности кожного лоскута, раны, конечности, реваскуляризация, пластическая хирургия.

Частота частичных и полных некрозов кожно-фасциальных лоскутов на нижних конечностях, по данным различных исследователей, варьирует от 12 до 38% и в среднем составляет около 20–25% [1–3]. Некротизацию лоскутов связывают с недостатком микроциркуляторного кровотока, ишемией и гипоксией, а также посттранспозиционными ишемически-реперфузионными повреждениями тканей. Эти патологические изменения связаны со способностью сосудистой ножки обеспечивать кровоток в дистальных отделах лоскута и интенсивностью воспалительной реакции во время раннего реперфузионного периода. В предотвращении некрозов лоскутов, помимо тактически и технически правильно проведенного вмешательства, важными являются методы повышения выживания тканей путем их тренировки и адаптации к последующей потенциально смертельной для неподготовленных тканей ишемии. Повышение тканевого выживания в условиях ишемии может быть достигнуто различными методами: 1) введением в ткани веществ — сигналов межклеточных взаимодействий или генетически трансформированных клеток, их выделяющих; 2) введением в ткани лоскута и реципиентной области собственных стволовых клеток, полученных из костного мозга, жировой ткани, крови; 3) эндогенной стимуляцией защитно-приспособительных реакций, вызывающих ангиогенез предварительным применением физических факторов воздействия; 4) фармакологической поддержкой [3–5].

Методы эндогенной стимуляции защитно-приспособительных реакций, вызывающих ангиогенез, могут применяться без выяснения оптимальных комбинаций факторов роста, их дозы и времени, не требуют применения дорогостоящих

и малоизученных технологий генной инженерии и сложного технического обеспечения.

Наиболее часто используемые в пластической хирургии способы подготовки (тренировки) тканей лоскутов на питающей ножке к перенесению на реципиентную область заключаются в основном во временном прекращении кровотока через питающую ножку донорской области, путем пережатия сосудов (резиновым жгутом, кишечным жомом) или этапным его уменьшением — частичным пересечением питающей ножки [6]. При такой тренировке временной ишемии подвергаются лишь ткани лоскута, тогда как для адекватного кровотока необходима тренировка тканей и реципиентной раневой области. Сосудистая сеть в области дефекта может существенно нарушаться при травмах из-за отека и механического повреждения. Рассмотрим методы эндогенной стимуляции защитно-приспособительных реакций в тканях, перспективные для развития в хирургии.

В пластической хирургии для предотвращения омертвления тканей лоскута на ножке используют метод delay (в переводе с англ. «откладывать; отсрочивать») (delay phenomenon, flap delay, surgical delay, vascular delay), который заключается в этапном уменьшении сосудистого снабжения тканей лоскута (выделении лоскута, разъединении или перевязке сосудов) для возникновения в его тканях сублетальной ишемии и последующего увеличения кровотока в лоскуте и его переносимости ишемии на последующем этапе перемещения. Этот метод используют с целью увеличения кровотока, длины, выживаемости, устойчивости к ишемии и инфекции лоскута, а также увеличения диаметра питающего сосуда перед свободной пластикой. Метод эффективен, если защищает от некроза дистальные

области лоскута с большей площадью, чем может поддерживаться посредством кровотока в сосудах, снабжающих ткани до его применения. Эффекты метода delay являются следствием симпатэтомии, ишемии и воспаления и объясняются в основном следующими механизмами: 1) предварительная сублетальная ишемия дает возможность тканям в последующем выживать в условиях меньшего кровотока по сравнению с обычными тканями; 2) повышается васкуляризация перемещаемого лоскута (увеличение кровотока, числа и количества сосудов, переориентация большинства сосудов вдоль оси лоскута, закрытие артериовенозных шунтов) [4, 5].

Ишемическая подготовка (ischemic preconditioning (IP) — выполнение коротких периодов ишемии и реперфузии тканей с помощью пережатия сосудов с целью повышения резистентности тканей к последующим ишемически-реперфузионным повреждениям. Обычно IP применяется непосредственно перед периодом операционной и постоперационной ишемии или за 24 ч до нее. Доказано, что три цикла по 10 мин IP значительно лучше одного или двух циклов, а также не выявлено отличий между применением циклов по 5 или 10 мин. IP может быть способна увеличить время критической ишемии, индуцирующей 50%-ный некроз лоскута с 7 до 12 ч в кожных лоскутах и с 4 до 9 ч — в мышечнокожных. Эффективность IP была продемонстрирована многократно в экспериментах на живых моделях, но классическая IP редко используется в клинических условиях для уменьшения лоскутных осложнений.

Удаленная ишемическая подготовка (remote ischemic preconditioning (RIP)) — выполнение коротких периодов ишемии тканей, питающихся за счет удаленной сосудистой сети, для предохранения тканей от ишемически-реперфузионного повреждения. Таким образом, лоскутное выживание может быть повышено посредством применения коротких периодов ишемии-реперфузии области тела, удаленной от лоскута. Неинвазивное применение турникета в удаленной области тела создает IP, которая была так же эффективна, как и инвазивное пережатие сосудистой ножки само по себе, включая жировые и мышечные лоскуты [3, 5]. Тканевая защита обусловлена повышением капиллярной перфузии и ослаблением посткапиллярного воспалительного ответа: 1) периодическая ишемия тканей верхней конечности вызывает в удаленной по локализации коже нижней конечности повышение по сравнению с базальными уровнями на 29% насыщения кислородом ткани и на 35% капиллярного кровотока, а также снижение посткапиллярного венозного давления наполнения на 16% [7]; 2) ишемические условия в удаленных по локализации тканях оказывают защитный эффект (повышение микроциркуляции, эндотелиальной функции, уменьшение лейкоцитарной адгезии и накопления, сохранение уровня аденозинтрифосфата) против

тканевого некроза эпигастральных кожножировых лоскутов, мышечных лоскутов с включением *m. cremaster, gastrocnemius, latissimus dorsi, gracilis, rectus abdominis* [8]; 3) на клеточном уровне гипоксия (ишемия) контролируется главным кислородо-чувствительным транскрибирующим фактором — гипоксией индуцированным фактором 1 (HIF-1) и специфической микроРНК (miR424), настраивающих систему микроРНК-гипоксамеров, ответственных за адаптацию к низкому кислородному напряжению, в виде регуляции генов экспрессии, метаболического, пролиферативного ответов, дифференцировки и ангиогенеза, восстановления кровотока [9]; 4) переменная ишемия-реперфузия конечностей повышает естественную резистентность организма и может использоваться для немедикаментозной иммунокоррекции [10].

В настоящий момент режимы применения этих методов не индивидуализированы, а их комбинации изучены недостаточно, поэтому актуальными являются задачи улучшения клинических тестов прогноза выживаемости тканей лоскута и методов их подготовки при лоскутных пластиках.

Цель работы — усовершенствование метода подготовки лоскута и реципиентных тканей к предстоящей пластике для предотвращения тканевых некрозов путем использования дозированной периодической ишемии-реперфузии как удаленных от места операции тканей, так и тканей в области предстоящей операции; разработка прогностического теста для определения готовности тканей.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: 1) на основе проведенных ранее исследований разработать возможные пути совершенствования предоперационной тренировки тканей; 2) усовершенствовать метод тренировки тканей в области операции, использующий дозированную переменную ишемию тканей, а также предложить прогностический тест достаточности (жизнеспособности) кровотока в тканях лоскута; 3) провести апробацию предложенного усовершенствования метода тренировки тканей и прогностического теста жизнеспособности при лоскутных пластиках дефектов конечностей в клинической практике.

Клинический материал представляют собственные исследования по применению ишемической тренировки донорских и реципиентных тканей под контролем разработанного прогностического теста жизнеспособности лоскутов при пластиках дефектов конечностей у 8 пациентов в возрасте от 26 до 50 лет (из них у 5 мужчин выполнена итальянская пластика; у 3 (2 женщины и 1 мужчина) — индийская). Раневые дефекты размерами от 1,5 до 240 см² обусловлены открытыми переломами костей голени у 3 пациентов, травматическими дефектами с обнажением сухожилий костей и открытыми переломами костей кисти и пальцев — у 2, отморожениями III–IV степени стоп — у 2, пальцев левой кисти — у 1. Площадь ран измеряли с точностью до 1% ($p = 0,05$) [8].

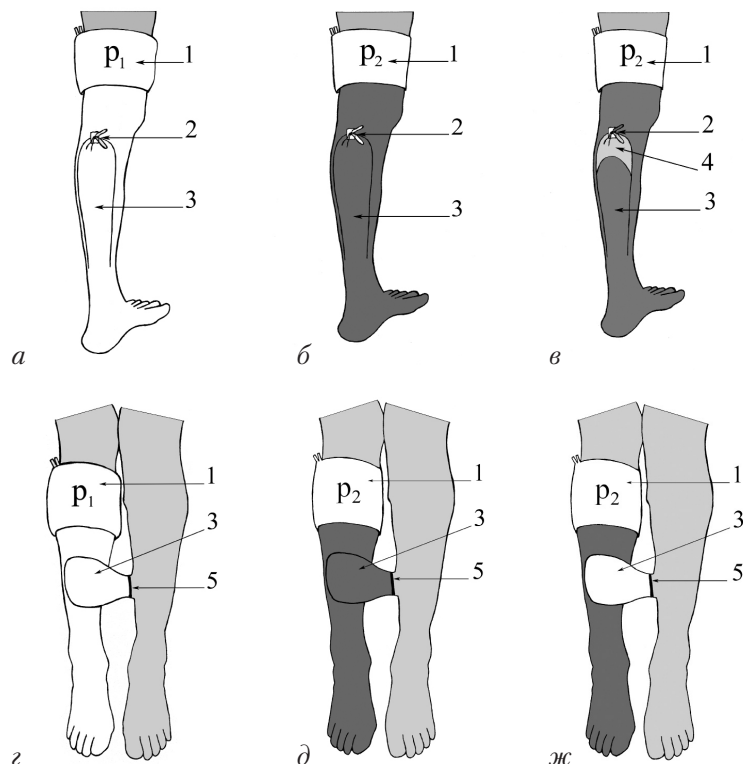
В качестве теста адекватности микроциркуляции в покровных тканях лоскутов использованы динамика изменения цвета лоскутов после восстановления кровотока — постишемической гиперемии и симптом «белого пятна» (время восстановления капиллярного кровотока кожи после сдавления) [9]. Показаниями к применению методов ишемической тренировки были обширные повреждения (размозжения) тканей конечности, крупных сосудов конечности, глубокие отморожения III–IV степени.

Применялись следующие способы увеличения жизнеспособности и устойчивости лоскутов к неблагоприятным воздействиям: метод *delay*, улучшающей васкуляризацию лоскута; сохранение мостика тканей у **верхушки лоскута с артериальными, венозными и лимфатическими сосудами**, предотвращающего некроз его дистальных отделов; дозированное пережатие мостика тканей у верхушки лоскута и частей питающей его ножки с помощью полосок резины или лигатур, ишемическую подготовку тканей (как непосредственную, так и удаленную) под контролем времени восстановления капиллярного кровотока в коже (симптом «белого пятна») менее 3–4 с [11].

При этапных лоскутных пластиках на постоянной и временной питающей ножках (ППН и ВПН), их тренировке методом *delay* подготовку перемещаемых и реципиентных тканей осуществляли путем создания переменной ишемии-реперфузии. Эта методика заключается в том, что до 4–5 сут после первого этапа пластики проводится дистанционная тренировка (RIP) тканей в области операции путем интервального прекращения

кровотока в здоровой конечности с помощью манжетки тонометра по 10 мин трехкратно с интервалом 2–5 мин, а с 6–7 сут до второго этапа операции — путем последовательно проводимых процедур пережатия сосудов конечности: при итальянской пластике — реципиентной, при индийской — конечности с выделенным лоскутом, а затем или одновременно пережатием сосудов лоскута у основания при ВПН или мостика тканей у верхушки лоскута при ППН ежедневно с увеличением времени пережатия на 5 мин (от 5 до 30 мин) за каждую процедуру. Узкий мостик тканей у **верхушки лоскута, дозированно передавливающийся лигатурой или полоской перчаточной резины во время применения метода *delay***, позволяет уменьшить ишемию дистальных отделов лоскута и проводить ишемическую тренировку тканей. После 6–8 сут и **компенсации кровотока** в лоскуте этот тканевой мостик может быть окончательно передавлен завязыванием лигатуры.

После анализа наблюдений за развитием постишемической гиперемии лоскута в процессе тренировки был предложен прогностический тест жизнеспособности лоскута. Тест основан на оценке интенсивности постишемической гиперемии лоскута: 1) при индийской пластике (ППН) или подготовке лоскута методом *delay* (рисунок, *а, б, в*); 2) при итальянской пластике (ВПН) (рисунок, *г, д, ж*) после восстановления кровотока в реципиентной конечности при пережатой питающей донорской ножке лоскута — достаточный кровоток в тканях клинически проявляется равномерной постишемической гиперемией кожи лоскута (включая дистальные его отделы) и симптомом «белого



Прогностический тест жизнеспособности лоскута при пластике: *а, б, в* — подготовки методом *delay*, *г, д, ж* — итальянской.

Обозначены: 1 — манжетка тонометра, 2 — лигатура по тканевым мостикам; 3 — тканевой лоскут; 4 — область снижения интенсивности постишемической гиперемии (несостоятельного кровообращения); 5 — линия прекращения кровотока лоскута из донорской области; p_1 — давление в манжетке выше систолического артериального давления, p_2 — давление в манжетке равно атмосферному (кровоток в реципиентных тканях восстановлен). Обозначения кровотока: *а, г* — кровоток прекращен: бледность кожи конечности и лоскута; *б, д* — кровоток в лоскуте достаточен: кожа лоскута и конечности гиперемированы; *в, ж* — кровоток в лоскуте недостаточен: кожа лоскута или его части после ишемии-реперфузии бледная

пятна» менее 3 с (рисунок, б, д); недостаточный кровоток в **дистальных отделах лоскута** определяется по отсутствию или снижению интенсивности постишемической гиперемии и **увеличению времени** существования «белого пятна» более 4–5 с (рисунок, в, з).

Методика проведения прогностического теста жизнеспособности лоскута (на адекватность кровотока в кожном лоскуте).

1. При индийской пластике (ППН) или подготовке лоскута методом delay на травмированную конечность накладывается манжетка тонометра, давление в которой увеличивают на 10–30 мм рт. ст. выше систолического. Выжидают 15–20 мин до приобретения кожными покровами конечности и лоскута мраморно-цианотичного цвета (рисунок, а). Затем снижают давление до 0 мм рт. ст. в манжете. Возникновение гиперемии во всех отделах лоскута является симптомом достаточного кровотока в нем (рисунок, б), отсутствие или снижение интенсивности постишемической гиперемии — признаком недостаточного кровотока (рисунок, в).

2. Итальянская пластика (ВПН). На травмированную конечность накладывается манжетка тонометра, давление в которой увеличивают на 10–30 мм рт. ст. выше систолического. Одновременно на питающую ножку лоскута накладывают резиновый жгут (кишечный жом), приостанавливающий кровоток в лоскут из донорской области. Выжидают 15–20 мин до приобретения кожными покровами конечности дистальнее жгута и лоскута мраморно-цианотичного цвета (рисунок, з). Затем снижают давление до 0 мм рт. ст. в манжете. С **восстановлением кровотока** возникает гиперемия кожи конечности, и в случае хорошо развитых анастомозов между реципиентной поверхностью и лоскутом наблюдается также реактивная гиперемия кожи лоскута (рисунок, д). Для контроля кровотока во всех отделах лоскута проверяют симптом «белого пятна». При отсутствии или снижении постишемической гиперемии лоскута и **увеличении времени** заполнения капиллярного ложа («белого пятна») более 4–5 с — кровоток в тканях определяют как несостоятельный (рисунок, ж).

У всех больных отмечен хороший результат лоскутной тренировки под контролем прогностического теста жизнеспособности лоскута при отсутствии парциальных и тотальных некрозов. Можно предположить, что при итальянской пластике (ВПН) — это тест на достаточность кровотока через анастомозы между кровеносной сетью реципиентной области и **лоскута, а при индийской (ППН)** — это тест не только на развитость сосудистой сети, но и выраженность феномена реперфузионного обкрадывания кровотока тканями основания лоскута, тканей дистальных его отделов.

Таким образом, опыт клинического применения предварительной ишемической тренировки тканей под контролем предложенного прогностического теста жизнеспособности лоскута позволяет сделать следующие выводы.

1. Тренировка методом переменной ишемии-реперфузии как отдаленных от места пластики тканей, так и непосредственно тканей комплекса «лоскут — реципиентная область» эффективна и безопасна для подготовки к этапам лоскутных пластик.

2. Сохранение узкого мостика тканей у верхушки лоскута дозировано передавливающей лигатурой или полоской перчаточной резины совместно с применением метода delay являются эффективными для профилактики грубых расстройств кровотока дистальных отделов лоскута и его краевого некроза.

3. С помощью прогностического теста жизнеспособности лоскута после цикла ишемии-реперфузии оценивают постишемическую гиперемию кожи лоскута и кровоток: при неадекватном кровотоке она не возникает, симптом заполнения капиллярного ложа («белого пятна») составляет более 4–5 с.

4. Недостаточный кровоток в лоскуте по результатам прогностического теста его жизнеспособности является показанием к продолжению тренировки тканей и **применению лекарств, улучшающих кровоток**, до достижения хорошего кровообращения в лоскуте на этапах пластического вмешательства.

Список литературы

1. Georgescu A. V. Propeller perforator flaps in distal lower leg: evolution and clinical applications / A. V. Georgescu // Archives of plastic surgery.— 2012.— Vol. 39, № 2.— P. 94–105.
2. Дифференцированный подход к выбору кожно-пластических операций у больных с хирургической инфекцией / В. К. Гостищев, К. В. Липатов, Е. А. Комарова [и др.] // Хирургия.— 2009.— № 12.— С. 19–24.
3. An old dream revitalized: preconditioning strategies to protect surgical flaps from critical ischaemia and ischaemia — reperfusion injury / Y. Harder, M. Amon, M. W. Laschke [et. al.] // J. of plastic, reconstructive, aesthetic surgery.— 2008.— Vol. 61, № 5.— P. 503–511.
4. Microenvironmental VEGF concentration, not total dose, determines a threshold between normal and aberrant angiogenesis / C. R. Ozawa, A. Banfi, N. L. Glazer, [et al.] // The J. of Clin. Invest.— 2004.— Vol. 113, № 4.— P. 516–527.
5. Angiogenesis and plastic surgery / M. A. Akhavan, B. Sivakumar, E. M. Paleolog, N. Kang // Plast. Rec. Surg.— 2008.— Vol. 86, № 12.— P. 1425–1437.
6. Соколов В. М. Щелепно-лицева хірургія. Реконструктивна хірургія голови та шиї / В. М. Соколов, В. І. Митченко, Д. С. Аветико.— Вінниця: Нова книга, 2006.— 116 с.
7. Acute effects of remote ischemic preconditioning on

- cutaneous microcirculation — a controlled prospective cohort study / R. Kraemer, J. Lorenzen [et. al.] // BMC Surgery.— 2011.— № 11 (32).— P. 1–7.— Access mod. to journal: <http://www.biomedcentral.com/1471-2482/11/32>.
8. *Lim S. Y.* Remote ischemic conditioning: from bench to bedside / S. Y. Lim, D. J. Hausenloy // *Frontiers in Physiology*.— 2012.— № 3.— Article 27.— www.frontiersin.org.
 9. *Loscalzo J.* The cellular response to hypoxia: tuning the system with micro RNAs / J. Loscalzo // *The J. of clinical investigation*.— 2010.— Vol. 120, № 11.— С. 3815–3817.
 10. «Турникетная ишемия» — реоксигенация конечностей как метод немедикаментозной иммунокоррекции / Е. Б. Медвецкий, Л. А. Гиндич, И. А. Гордиенко [и др.] // *Клін. хірургія*.— 2006.— № 2.— С. 50–53.
 11. *Пасичный Д. А.* Кожнофасциальные лоскуты голени с двойным осевым кровоснабжением для восстановления голени и стоп / Д. А. Пасичный // *Международ. мед. журн.*— 2013.— Т. 19, № 1.— С. 92–96.
 12. *Пасичный Д. А.* Применение икроножных перфорантных лоскутов при реконструкции голени и стопы / Д. А. Пасичный // *Клін. хірургія*.— 2013.— № 9.— С. 75–77.
 13. *Пасичный Д. А.* Метод измерения площади и оценки эффективности лечения ран / Д. А. Пасичный // *Международ. мед. журн.*— 2001.— Т. 7, № 3.— С. 117–120.
 14. Етапна невідкладна допомога дітям; за ред. Г. І. Белебез'єва, В. І. Снісаря // *Довідник «VADEMECUM Доктор Педіатр»*.— К.: Здоров'я України, 2006.— 104 с.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ШЕМІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ТКАНИН ДО ПЛАСТИКИ СКЛАДЕНИМИ КЛАПТЯМИ НА КІНЦІВКАХ

Д. А. ПАСІЧНИЙ

Удосконалено тренування клаптів на постійній та тимчасовій живлячих ніжках при пластиках на кінцівках шляхом комплексного застосування методів змінної ішемії віддалених від місця пластики тканин, безпосередньої ішемії тканин клаптя та реципієнтних тканин, delay. Запропоновано прогностичний тест життєздатності шкірного клаптя під час пластики на постійній та тимчасовій живлячих ніжках, що ґрунтується на оцінюванні інтенсивності постішемичної гіперемії шкіри клаптя та кровообігу шляхом застосування симптому заповнення капілярного ложа («білої плями»).

Ключові слова: метод ішемичної підготовки тканин реципієнтної рани та клаптя, клапті, прогностичний тест життєздатності шкірного клаптя, рани, кінцівки, реваскуляризація, пластична хірургія.

IMPROVEMENT OF PRELIMINARY ISCHEMIC PREPARATION OF TISSUES FOR COMPOSITE FLAPS PLASTIC SURGERY OF THE EXTREMITIES

D. A. PASICHNIY

Training of flaps on permanent and temporary pedicles at plastic surgery on the extremities was improved by means of complex use of methods temporary ischemia in distant tissues, immediate ischemia of flap tissue and recipient tissues. Prognostic test of viability of the skin flap at plastic on a permanent and temporary pedicles based on assessment of the intensity of post-ischemic hyperemia of the skin flap and blood flow with the capillary bed filling symptom (white spots) was suggested.

Key words: method of ischemic preparation of tissue of recipient injury and flap, prognostic test of viability of skin flap, wounds, extremity revascularization, plastic surgery.

Поступила 03.02.2014