

Оценка микроциркуляции у больных с открытыми переломами костей голени в процессе лечения аппаратом Илизарова

Т.И. Долганова, И.И. Мартель, Д.В. Долганов

Evaluation of microcirculation in patients with open fractures of leg bones in the process of treatment with the Ilizarov apparatus

T.I. Dolganova, I.I. Martel, D.V. Dolganov

Государственное учреждение науки

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган
(Генеральный директор — академик РАМТН д.м.н. профессор, заслуженный деятель науки РФ В.И. Шевцов)

С целью определения информативности методики лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) в диагностике травматической ишемии мягких тканей было обследовано 34 больных с открытыми переломами костей голени в процессе лечения аппаратом Илизарова. С позиций чрескостного остеосинтеза по классификации А.В. Каплан-О.Н. Марковой (1967 г.) было выделено четыре группы больных, каждая из которых включала следующие типы: первая (10 человек) — с переломами IA и II A, B; вторая (6 человек) — с переломами III B и III A, B; третья (10 человек) — III B; четвертая (8 человек) — IV тип. Выявлено, что в процессе лечения по методу Илизарова капиллярный кровоток мягких тканей вокруг раны увеличивается на 90-180%. Клинические исследования показали, что ишемия тканей наблюдается при: снижении показателей капиллярного кровотока кожных покровов вокруг раны вдвое относительно симметричного участка интактной конечности; при прекращении периодических колебаний кровотока в процессе наблюдения и отсутствии реакции гиперемии в ответ на трехминутную окклюзию артерий выше исследуемой области. Представлен клинический пример.

Ключевые слова: голень, открытый перелом, чрескостный остеосинтез, аппарат Илизарова, мягкие ткани, ишемия, капиллярный кровоток, доплеровская флоуметрия

34 patients with open fractures of leg bones were examined in the process of treatment with the Ilizarov apparatus for the purpose of informativeness determination of lazer technique (LDF) in the diagnostics of soft tissue ischemia. By A.V. Kaplan - O.N. Markova classification of transosseous osteosynthesis there were four groups of patients with the following types in each of them: the first group (10 patients) - with I A and II A, B fractures; the second group (6 patients) - with II B and III A, B fractures; the third group (10 patients) - with III B fractures and the fourth group (8 patients) - with fractures of IV type. It was revealed, that capillary blood flow of soft tissues around the wound 90-180% increased. Clinical observations demonstrated, that tissue ischemia occurred when: there was two-fold decrease of capillary blood flow indices in skin integuments around the wound relative to the symmetric part of intact limb, stoppage of blood flow periodic fluctuations during the observation and absence of hyperemia reaction in reply to 3-minute arterial occlusion above the zone studied. A clinical case is shown.

Keywords: leg, open fracture, transosseous osteosynthesis, Ilizarov apparatus, soft tissues, ischemia, capillary blood flow, Doppler flowmetry.

Методики чрескостного остеосинтеза позволяют возмещать дефекты мягких тканей без трансплантации, ликвидировать обширные раны и при этом создавать оптимальные условия для их заживления и сращения переломов. В патогенезе восстановления повреждений важную роль играют изменения состояния микроциркуляции крови, от которых в значительной степени зависит поддержание жизнеспособности тканевых структур, течение воспалительных и репаративных процессов.

При травматическом повреждении магистрального русла и дефиците капиллярного кровотока страдают тонкие механизмы, регулирующие перфузионное давление в обменных сосудах и трансапикалярный массоперенос. Центральным звеном в развитии микроциркуляторных нарушений является снижение интенсивно-

сти капиллярного кровотока с развитием капиллярного стаза в нутритивном звене микроциркуляторного русла. Очевидно, что объективная регистрация микроциркуляторных расстройств важна не только для оценки системных и регионарных нарушений гемодинамики, но и является наиболее надежным критерием жизнеспособности тканей в зоне предполагаемого ишемического поражения.

Применение лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) для оценки микроциркуляции покровных тканей привлекает неинвазивностью, простотой исследования, оперативностью контроля за реакциями сосудистого бассейна на функциональные изменения, возможностью длительного мониторинга. Лазерная доплеровская флоуметрия является на сегодняшний день основным методом, позволяющим анализиро-

вать капиллярную гемодинамику в реальном масштабе времени. Она основана на измерении доплеровской компоненты в спектре отраженного лазерного сигнала, рассеянного на движущихся в тканях частицах, дает уникальную возможность проводить измерения величины перфузии тканей кровью, т.е. потока эритроцитов в единицу времени через единицу объема ткани. Показатель микроциркуляции, определенный этим методом, функционально связан со средней скоростью движения эритроцитов в капиллярах исследуемого объема [2]. ЛДФ позволяет определить степень компенсации кровотока на микроциркуляторном уровне в зоне бассейна поврежденного сосуда [5]. На сегодняшний день в микрохирургии и полостной хирургии разработаны диагностические критерии жизнеспособности мягких тканей на основании данных ЛДФ. Участки реципиентного ложа, где показате-

тели ЛДФ были менее 50% от аналогичных показателей соседней кожи и симметричных участков здоровой конечности, признавались нежизнеспособными и подлежали резекции [3]. При инфекционно-воспалительных заболеваниях мягких тканей посегментное исследование кожи с помощью ЛДФ позволяло не только выявить участки активного воспаления с гиперемией, но и их границы, что было важно для планирования операции [4].

Из-за отсутствия аналогичных исследований в травматологии, не раскрыты диагностические возможности ЛДФ при тяжелой травме и отсутствуют критерии по ее использованию у данной категории больных.

Целью работы является определение информативности методики ЛДФ в диагностике травматической ишемии мягких тканей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов исследования микроциркуляции у 34 больных с открытыми переломами костей голени в процессе лечения аппаратом Илизарова. Средний возраст больных составил $32,5 \pm 2,7$ года. С позиций чрескостного остеосинтеза по классификации А.В. Каплан-О.Н. Марковой (1967г.) было выделено четыре группы больных, каждая из которых включала следующие типы: первая (10 человек) - с переломами I Б и II А,Б; вторая (6 человек) - с переломами II В и III А,Б; третья (10 человек) - III В; четвертая (8 человек) - IV тип.

Для оценки капиллярного кровотока нами использована лазерная доплеровская флоуметрия (BLF21 фирмы Transonic Systems Inc., США). По данным капиллярного кровотока (КК, мл/мин/100г) оценивалась микроциркуляция кожных покровов тыльной поверхности стопы больной и интактной конечностей, а также кож-

ные покровы вблизи раневой поверхности с контролем на симметричном участке здоровой конечности. Для оценки состояния механизмов, регулирующих кожный кровоток, проводили местную ишемическую пробу с пережатием сосудов манжетой под давлением 230-250 мм рт.ст. в течение 3-х минут выше исследуемой области. После регистрации данных производился расчет следующих показателей: исходная (базальная) перфузия, биологический ноль, максимальная перфузия гиперемии, интервал времени от снятия окклюзии до появления максимального прироста капиллярного кровотока, половинное время гиперемии. Проведение этого теста у здоровых лиц характеризуется коротким интервалом времени от момента снятия окклюзии до появления максимального прироста перфузии на $340 \pm 50\%$ [1].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из таблицы 1 у больных 1, 2, 3 групп в процессе лечения по методу Илизарова капиллярный кровоток мягких тканей вокруг раны увеличивается на 90-180% относительно значений симметричного участка интактной конечности. При этом разброс полученных данных не имел достоверных различий в зависимости от тяжести травмы, но наибольшие значения капиллярного кровотока наблюдались у больных с переломами IIIВ типа.

Снижение капиллярного кровотока в области тыла стопы и вокруг раны у больных 4 группы связано с тяжестью травматического повреждения магистральных сосудов и нервов.

Результаты местной ишемической пробы показаны на рис. 1, 2.

Таблица 1.
Капиллярный кровоток у больных с открытыми переломами костей голени ($M \pm m$)

КК, мл/мин/100г	БОЛЬШАЯ КОНЕЧНОСТЬ			
	(группы больных)			
	1	2	3	4
Тыл стопы	$2,48 \pm 0,88$	$3,77 \pm 0,39$	$4,16 \pm 0,72$	$3,49 \pm 1,49$
Вокруг раны	$2,63 \pm 0,35$	$2,79 \pm 0,65$	$5,34 \pm 1,95$	$2,95 \pm 0,68$
Симметричный участок	$1,33 \pm 0,18$	$1,25 \pm 0,29$	$1,86 \pm 0,21$	$4,32 \pm 1,14$

Капиллярный кровоток кожных покровов до проведения функциональной пробы (базальная перфузия) выше на большой конечности вокруг раны и на тыльной поверхности стопы в среднем в 2 раза. Такой показатель как «биологический ноль» также выше вокруг раны и на тыльной поверхности стопы больной конечности.

Максимальные значения кровотока после прекращения окклюзии (максимальная перфузия гиперемии) достигали своих значений приблизительно через 15 секунд (интервал времени от снятия окклюзии до появления максимального прироста капиллярного кровотока) во всех точках измерения на здоровой конечности и с задержкой, по времени до минуты (в зависимости от тяжести и особенностей повреждения), на пораженной конечности. Прирост капиллярного кровотока в мягких тканях больной конечности был снижен на стопе до 225% и вблизи раны до 172%, в то время как на симметричных участках интактной конечности он составил соответственно 600% и 384%. Половинное время гиперемии на больной конечности увеличивалось в 2 раза при исследовании мягких тканей вокруг раны и в 1,5 раза на тыле стопы по сравнению с симметричными участками интактной конечности. Снижение после компрессионной манжеточной пробы величины прироста КК свидетельствует об уменьшении резервных возможностей капиллярного русла, а увеличение периода полувосстановления КК ($T_{1/2}$) характеризует снижение реактивности сосудов прекапиллярного звена на пораженной конечности как вблизи раны, так и на дистально расположенных неповрежденных сегментах.

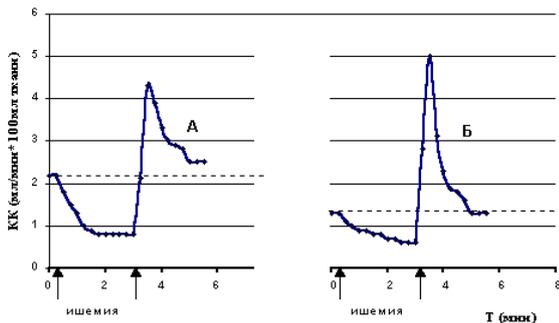


Рис. 1. Реакция капиллярного русла вблизи раневой поверхности пораженной (А) и здоровой (Б) конечности у больного с открытым переломом костей голени ПБ типа через 1,5 месяца после остеосинтеза по Илизарову

Клинические исследования показали, что ишемия тканей наблюдается при снижении показателей капиллярного кровотока кожных покровов вокруг раны вдвое относительно симметричного участка интактной конечности; при прекращении периодических колебаний кровотока в процессе наблюдения и отсутствии реакции гиперемии в ответ на трех минутную окклюзию артерий выше исследуемой области. Кроме того, при наличии вышеуказанных признаков и сохранении состояния капиллярного кровотока на прежнем критическом уровне после противоишемических мероприятий, участок кожи и прилежащие мягкие ткани можно признавать нежизнеспособными. Появление же реактивной гиперемии после мероприятий, на-

правленных на стимуляцию процессов микроциркуляции, является хорошим патогномичным признаком в оценке жизнеспособности тканей вокруг раны.

Клинический пример: Больная С., 10 лет, поступила в клинику института через сутки после автодорожной травмы с диагнозом: открытый перелом костей голени III В тип по А.В. Каплану-О.Н. Марковой, переломовывих в области голеностопного сустава, обширные рвано-ушибленные раны голени и стопы с клиническими признаками ишемии нижней трети голени и заднего отдела стопы, возникшей после массивной прямой травмы. В клинике института произведена хирургическая обработка ран, вправлен вывих стопы, репозиция отломков берцовых костей и фиксация голени и стопы аппаратом Илизарова. После операции кожные покровы нижней трети голени и заднего отдела стопы оставались бледными с синюшным оттенком, холодные на ощупь.

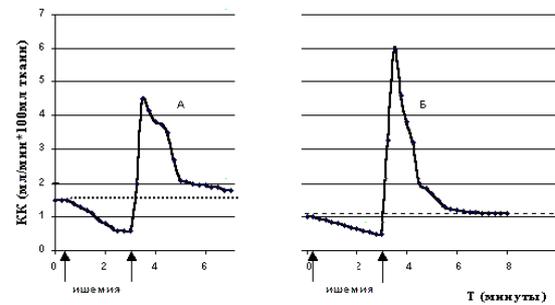


Рис. 2. Реакция капиллярного русла тыльной поверхности стопы на пораженной (А) и симметричном отделе контралатеральной конечности (Б) у больного с открытым переломом костей голени ПБ типа через 7 дней после остеосинтеза по Илизарову

Сразу после операции капиллярный кровоток по сравнению с симметричными участками интактной конечности составил: в области тыла стопы и медиальной лодыжки - 20-30%, пяточной области - 60%, медиального края стопы - 80%, латеральной лодыжки - 80%, пальцы ноги - до 100-281%. Линейная скорость кровотока по а. tib.post. сразу после операции была снижена на 71%, составляя 0,13 см/сек (на интактной - 3,88 см/сек). Проводилось комплексное консервативное лечение ишемии конечности. К 7-му дню лечения линейная скорость кровотока по а. tib.post. составляла уже лишь 9% от значений на интактной конечности, капиллярный кровоток медиальной лодыжки не регистрировался (равен 0), относительно значений на симметричных участках интактной конечности составил в пяточной области - 10%, по медиальному краю стопы - 70%, но возрос в 1,5-3 раза во всех других отделах стопы. В результате прогрессирования ишемии возник некроз тканей нижней трети голени и заднего отдела стопы. Некрэктомия тканей заднего отдела стопы и дистального отдела голени на протяжении 8 см потребовала

замещения образовавшегося дефекта по методикам, разработанным в РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова.

Исследование капиллярного кровотока в процессе лечения показало, что в большинстве случаев (до 77%) у больных после наложения аппарата Илизарова регистрировалось усиление капиллярного кровотока. В первой группе пациентов (с переломами I Б и II А, Б) капиллярный кровоток вокруг раны составил 252% относительно значений интактной конечности и с незначительным уменьшением (до 169%) сохранялся до окончания лечения. При этом с увеличением периода фиксации прирост КК после ишемической пробы возрастает, а время восстановления уменьшается. В ближайшие сроки после снятия аппарата (до 2 недель) микроциркуляторная гиперемия уже не проявлялась, и у больных с минимальной тяжестью повреждений (первая группа) капиллярный кровоток между больной и интактной конечностями достоверно не отличался. Иная картина наблюдалась у больных с поражением транспортной функции сосудистого бассейна конечности, когда имело место травматическое повреждение магистральных сосудов.

В группе больных с IV типом переломов даже в первые сутки после наложения аппарата Илизарова капиллярный кровоток кожных покровов вокруг раны оставался сниженным и составил 40-45% от значений на симметричном участке интактной конечности. Сниженные показатели капиллярного кровотока наблюда-

лись весь период лечения и к моменту снятия аппарата не превышали 55%. Замедленное восстановление капиллярного кровотока в тканях пораженного сегмента у больных четвертой группы необходимо учитывать в процессе остеосинтеза и подбирать эффективные средства медикаментозной коррекции для стимуляции процессов микроциркуляции в ишемизированных областях травмированного сегмента.

В тех случаях, когда консолидация отломков была осложнена дефектами костной ткани, капиллярный кровоток в области поврежденного сегмента оставался повышенным на протяжении всего лечения и, даже после снятия аппарата Илизарова, достигал 190-250% относительно значений симметричного сегмента интактной конечности для больных III группы и 110-120% - IV группы. На этапах же возмещения дефектов у таких больных на фоне исходной гиперемии капиллярный кровоток не только не увеличивался при вторичном оперативном вмешательстве, а снижался и стабилизировался на значениях, составляющих 90-55% относительно симметричных отделов контралатеральной конечности. Существенная редукция микроциркуляторной функции пораженной конечности на этапе возмещения посттравматического дефекта обусловлена, по-видимому, не обеднением коллатеральной сети кожного сосудистого бассейна, а является результатом перераспределения сегментарного объема крови преимущественно в область активного костеобразования [6].

ВЫВОДЫ

1. Оценка капиллярного кровотока тканей, расположенных вблизи раны, является дополнительным диагностическим критерием в оценке объема нежизнеспособных мягких тканей, подлежащих удалению.
2. Динамика показателей капиллярного кровотока у больных с открытыми переломами костей голени отражает процесс консолида-

ции костных отломков и также может служить дополнительным диагностическим критерием.

3. Проведение компрессионной манжеточной пробы позволяет оценить резервные возможности капиллярного русла и охарактеризовать реактивность сосудов прекапиллярного звена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаков Ю.И., Бобков В.В. Изучение микроциркуляции у больных облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей // Методология флоуметрии: Сб. статей. - М., 1997. - С. 55-62.
2. Nilsson G., Tenland T., Oberg P.A. Evaluation of a Laser Doppler Flowmeter for measurement of Tissue Blood Flow // IEEE Transact. Biomed. Engin. - 1988. - Vol. 22, № 10. - P. 597-604.
3. Бровкин В.А., Озарян О.Б., Калашников А.С. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке жизнеспособности кишки при острой ишемии // Первый Всероссийский симпозиум «Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике». - Москва, 1996. - С. 24-26.
4. Крупаткин А.И. Применение лазерной доплеровской флоуметрии при последствии травм опорно-двигательного аппарата // Первый Всероссийский симпозиум «Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике». - Москва, 1996. - С.52-54.
5. Алехина О.Д., Сергеева Н.К., Буточникова Н.П. Оптимизация антиангинальной терапии стабильной стенокардии напряжения // Первый Всероссийский симпозиум «Применение лазерной доплеровской флоуметрии в медицинской практике». - М., 1996. - С.14-16
6. Долганов Д.В. Роль тканевой гидратации в вегетативном обеспечении конечности при чрескостном остеосинтезе: Автореф. дис... канд. биол. наук. - Челябинск, 1997. - С.20.

Рукопись поступила 19.07.99.