

616.71-018.46-002

Мироманов А.М., Миронова О.Б., Мироманова Н.А., Шаповалов К.Г.

ЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МИКРОКРОВОТОКА В ОЦЕНКЕ РАЗВИТИЯ ХРОНИЧЕСКОГО ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА ДЛИННЫХ КОСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ

ГОУ ВПО Читинская государственная медицинская академия, г. Чита

Методом лазерной допплеровской флюметрии (ЛДФ) проведено исследование показателей микроциркуляторного русла у 75 больных с переломами длинных костей конечностей в послеоперационном периоде. Установлено, что кардинальными признаками развития хронического посттравматического остеомиелита при переломах длинных костей конечностей являются низкие значения показателя микроциркуляции, максимальных амплитуд колебаний эндотелиального, нейрогенного компонентов сосудистого тонуса, показателя шунтирования и высокие показатели нейрогенного и миогенного тонуса на 10-е сутки после операции. Применение метода ЛДФ позволяет контролировать течение раневого процесса в послеоперационном периоде и предвидеть развитие гнойно-воспалительных осложнений на стадии доклинических проявлений.

Ключевые слова: *переломы длинных костей конечностей, микроциркуляция, хронический посттравматический остеомиелит*

Miromanov A.M., Mironova O.B., Miromanova N.A., Shapovalov K.G.

VALUE OF INDICATORS FOR A MICROBLOOD FLOW IN ESTIMATION OF DEVELOPMENT OF CHRONIC POSTTRAUMATIC OSTEOMYELITIS FOR LONG TUBULAR BONES

The method laser Doppler-flowmetria, (LDF) carries out research of indicators of a microcirculatory bed at 75 patients with fractures of long tubular bones the postoperative period. It is established, that cardinal signs of development of a chronic posttraumatic osteomyelitis at fractures of long bones of extremities are low value of an indicator of microcirculation, the maximum amplitudes of fluctuations endothelial, neurogenic components of a vascular tonus, a shunting indicator and high indicators neurogenic and myogenetic a tonus for 10 days after operation. Application of method LDF allows to supervise a wound process current in the postoperative period and to expect development of pyoinflammatory complications at the stage of preclinical manifestations.

Key words: *fractures of long tubular bones, microcirculation, chronic posttraumatic osteomyelitis*

Введение. С увеличением числа переломов, особенно открытых, и ростом оперативных вмешательств на костях, возрастают и частота гнойных осложнений, в частности травматического остеомиелита. Так при переломах длинных костей конечностей количество гнойных осложнений колеблется в пределах от 23% до 40% и в 30-61% случаев сопровождается развитием посттравматического остеомиелита [10]. Известно, что гнойный процесс при травматическом остеомиелите обусловлен нарушениями макро- и микроциркуляции в

мягких тканях, окружающих кость [8]. Объективная регистрация микроциркуляторных расстройств важна для оценки системных и регионарных нарушений гемодинамики, что является критерием жизнеспособности тканей [7]. С помощью неинвазивных методов невозможно в клинике изолированно оценить влияние миогенных, нейрогенных и эндотелиальных компонентов тонуса микрососудов. Метод лазерной допплеровской флюметрии (ЛДФ) предоставляет в этом отношении уникальные диагностические возможности [4]. Несмотря

на значительное количество работ по изучению периферической гемодинамики, показатели микроциркуляции и сосудистого тонуса у пациентов с осложненным и неосложненным течением переломов длинных трубчатых костей недостаточно отображены в отечественной литературе. **Цель исследования** - оценить диагностическую значимость показателей микроциркуляции и компонентов сосудистого тонуса в развитии хронического посттравматического остеомиелита у пациентов с переломами длинных костей конечностей в послеоперационном периоде.

Материалы и методы. В работе с обследуемыми лицами соблюдались этические принципы, предъявляемые Хельсинкской Декларацией Всемирной Медицинской Ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki (1964, 2000 - поправки) и Правилами клинической практики в Российской Федерации", утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266.

Проведено обследование 75 больных обоего пола с неосложненным и осложненным течением переломов длинных трубчатых костей в возрасте от 18 до 50 лет. В работе использована классификация переломов М.Е. Мюллера и соавт. [12]. Первую группу составили 44 пациента с неосложненным течением послеоперационного периода (заживление ран первичным натяжением и отсутствием гнойно-воспалительных осложнений). Вторая (n=31) - с осложненным течением (в данной группе отмечалось заживление ран первичным натяжением, однако в позднем послеоперационном периоде зарегистрировано развитие хронического посттравматического остеомиелита длинных трубчатых костей). Полученные данные сравнивались с результатами исследований, проведенных на 30 здоровых донорах в возрасте от 18 до 45 лет.

Пациенты были сопоставимы по возрасту, нозологическим формам и распространенности патологического процесса. Всем больным с закрытыми переломами при поступлении проводилась открытая репозиция отломков, с последующим функциональным металлоостеосинтезом пластинами

или штифтами, пациентам с открытыми переломами проводилась первичная хирургическая обработка (ПХО), наложение аппаратов наружной фиксации и адекватное дренирование. Отмечено, что время с момента получения травмы до проведения ПХО не превышало 4-х часов. В раннем послеоперационном периоде применялась традиционная консервативная терапия (антибактериальные средства, дезагреганты, местное медикаментозное лечение и др.).

Изучение параметров микроциркуляторного русла проводили с помощью неинвазивного метода лазерной допплеровской флюметрии (ЛДФ). Использовали аппарат ЛАКК-02 (НПП "Лазма", Россия). Датчик устанавливали по передней поверхности проксимальной части I межплюсневого промежутка конечности. Оценивали показатель микроциркуляции (ПМ). С помощью вейвлет-преобразования осцилляций кровотока получали показатели шунтирования (ПШ), нейрогенного (НТ) и миогенного (МТ) тонуса сосудов, максимальные амплитуды эндотелиального (Аэ), нейрогенного (Ан), миогенного (Ам) и дыхательного (Ад) диапазона колебаний. ЛДФ проводили в одинаковое время при одинаковой температуре в помещении (21°C). Перед исследованиями испытуемые не принимали пищу или напитки, не курили. Исследования проводились в 1-е сутки травмы, в последующем на 2-е, 5-е, 10-е сутки, а пациентам с развитием хронического посттравматического остеомиелита дополнительно через 3 месяца после оперативного вмешательства. Степень микробной обсемененности раны на 1 гткани после проведенного оперативного вмешательства определяли экспресс методом [1].

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы "Biostatistics". Для описания характера распределения количественных признаков определялись средние величины (M), стандартное отклонение (SD). Анализ данных между группами пациентов в разные сроки посттравматического периода проводили с помощью критерия Ньюмена-Кейлса. Для сравнения показателей пациентов с осложненным и неосложненным течением перело-

Таблица 1

Параметры микроциркуляции кожи стопы у больных с неосложненным течением переломов длинных трубчатых костей в послеоперационном периоде ($M \pm SD$), (n=44)

Показатели	Контроль (n=30)	При поступлении	2-е сутки после операции	5-е сутки после операции	10-е сутки после операции
ПМ, пф. ед.	4,81±0,28	2,38±0,23**	2,46±0,11**	3,92±0,24***/****/	4,45±0,35*/***/****
Аэ, пф. ед.	0,34±0,03	0,07±0,02**	0,1±0,01**	0,2±0,04**/***/****	0,32±0,04*/***/****/*****
Ан, пф. ед.	0,33±0,07	0,07±0,01**	0,09±0,01**	0,17±0,02**	0,31±0,05*/***/****/*****
Ам, пф. ед.	0,21±0,05	0,08±0,01**	0,09±0,01**	0,13±0,01	0,2±0,04***/****
Ад, пф. ед.	0,15±0,03	0,07±0,01**	0,07±0,01**	0,12±0,01	0,14±0,02***/****
НТ	2,59±0,24	4,22±0,41**	3,81±0,21**	3,01±0,26***/****	2,61±0,19*/***/****
МТ	3,57±0,14	4,92±0,33**	4,78±0,23**	3,18±0,17*/***/****	3,59±0,18*/***/****
ПШ	1,44±0,17	1,13±0,15	1,18±0,12	1,49±0,14	1,47±0,15*

Примечание: * - отличие от соответствующего показателя пациентов с осложненным течением переломов статистически значимо при $p<0,05$; ** - статистическая значимость различий с контролем; *** - статистическая значимость различий с днем поступления; **** - статистическая значимость различий с 2 сутками после операции; ***** - статистическая значимость различий с 5 сутками после операции.

мов длинных костей конечностей использовали критерий Манна-Уитни. Различия считались статистически значимыми при $p<0,05$.

Результаты и обсуждение. Отмечено, что у всех пациентов, после проведенного оперативного вмешательства, микробной обсемененности ран на 1-ткани не выявлено.

Установлено, что у пациентов первой группы показатели микрокровотока в 1-е сутки после травмы значительно отличались относительно контрольных значений (за исключением ПШ), так ПМ, Аэ, Ан, Ам и Ад снижались в 2, 4,9, 4,7, 2,6 и 2,1 раза, соответственно, тогда как параметры НТ повышались в 1,6 раза, а МТ в 1,4 (табл. 1). На 2-е сутки после оперативного вмешательства изучаемые параметры не отличались от показателей 1-х суток, тогда как на 5-й день после операции отмечалось повышение ПМ и Аэ как относительно 1-х суток травмы, так и 2-х суток после оперативного лечения, а параметры НТ и МТ снижались. В данный период Аэ, Ан оставались ниже контроля, тогда как ПМ, Ам, Ад, НТ, МТ и ПШ не отличались от контрольных показателей. В дальнейшем

изучаемые параметры микроциркуляции и компоненты регуляции сосудистого тонуса постепенно нормализовывались и к 10-м суткам не отличались от контрольных значений. При контрольных осмотрах пациентов через 3-6-12 месяцев, гнойно-воспалительных осложнений не зарегистрировано.

Во 2-й группе больных параметры микроциркуляции в 1-е сутки после травмы, 2-е и 5-е сутки после оперативного вмешательства не отличались от таковых первой группы (табл. 2) за исключением МТ, повышение которого в 1,2 раза зарегистрировано на 5-е сутки после операции ($p<0,05$). На 10-й день послеоперационного периода регистрировалось снижение ПМ в 2 раза в сравнении с группой неосложненного течения переломов ($p<0,05$). Максимальные амплитуды колебаний Аэ и Ан компонентов также снижались - в 1,5 и 1,7 раза, соответственно, по сопоставлению с 1-й группой. ПШ уменьшался в 1,3 раза по сравнению с 1-й группой ($p<0,05$). Напротив, параметры НТ и МТ повышались по сравнению с группой неосложненного течения в 1,5 и 1,3 раза,

Таблица 2

Параметры микроциркуляции кожи стопы у больных с развитием хронического посттравматического остеомиелита в послеоперационном периоде ($M \pm SD$), (n=31)

Показатели	Контроль (n=30)	При поступлении	2-е сутки после операции	5-е сутки после операции	10-е сутки после операции
ПМ, пф. ед.	4,81±0,28	2,41±0,24**	2,37±0,13**	3,49±0,26*****/****	2,18±0,29*/**/*****
Аэ, пф. ед.	0,34±0,03	0,07±0,01**	0,09±0,01**	0,17±0,03**/***/****	0,21±0,03*/**/***/****
Ан, пф. ед.	0,33±0,07	0,07±0,01**	0,09±0,01**	0,16±0,03**	0,18±0,02*/**
Ам, пф. ед.	0,21±0,05	0,07±0,01**	0,09±0,01**	0,14±0,02	0,16±0,02
Ад, пф. ед.	0,15±0,03	0,08±0,01**	0,08±0,01**	0,12±0,01	0,12±0,01
НТ	2,59±0,24	4,14±0,35**	4,03±0,25**	3,26±0,21	3,98±0,15*/**
МТ	3,57±0,14	4,79±0,28**	4,61±0,21**	3,72±0,14*/***/****	4,75±0,19*/**/*****
ПШ	1,44±0,17	1,14±0,11	1,23±0,13	1,41±0,12	1,13±0,07*

Примечание: * - отличие от соответствующего показателя пациентов с неосложненным течением переломов статистически значимо при $p<0,05$; ** - статистическая значимость различий с контролем; *** - статистическая значимость различий с днем поступления; **** - статистическая значимость различий с 2 сутками после операции; ***** - статистическая значимость различий с 5 сутками после операции.

Таблица 3

Параметры микроциркуляции у больных с хроническим посттравматическим остеомиелитом длинных трубчатых костей на 90 сутки послеоперационного периода ($M \pm SD$), (n=31)

Показатели	Контроль (n=30)	Конечность	
		Здоровая	Поврежденная
ПМ (пф. ед.)	4,81±0,28	3,58±0,37*	2,38±0,42*/**
Аэ (пф. ед.)	0,34±0,03	0,21±0,03*	0,19±0,02*
Ан (пф. ед.)	0,33±0,07	0,22±0,03	0,19±0,02*
Ам (пф. ед.)	0,21±0,05	0,18±0,02	0,17±0,02
Ад (пф. ед.)	0,15±0,03	0,12±0,02	0,11±0,01
НТ	2,59±0,24	3,24±0,21*	3,61±0,18*
МТ	3,57±0,14	3,72±0,24	3,96±0,19
ПШ	1,44±0,17	1,33±0,06	1,05±0,05*

Примечание: * - статистическая значимость различий с контролем; ** - статистическая значимость различий со здоровой конечностью.

соответственно, ($p<0,05$). При динамическом наблюдении за пациентами (через 3 месяца) регистрировались клинические и рентгенологические признаки хронического посттравматического остеомиелита.

Установлено, что на 90-е сутки послеоперационного периода, исследуемые параметры микрокровотока поврежденной конечности у пациентов с развитием остеомиелита практически не отличались от таковых параметров

выполненных на 10-е сутки после оперативного вмешательства. Также выявлено, что ПМ, Аэ и НТ здоровой конечности снижались относительно группы контроля (табл. 3).

Изменение показателей микроциркуляции в 1-й день травмы при переломах длинных костей конечностей происходит за счет тотального спазма сосудов [5], что может быть связано с ответом организма на стресс и является характерным для первой стадии адаптационного синдрома [9]. Этим можно объяснить снижение показателей микрокровотока на 2-е сутки после оперативного вмешательства, так как практически любое оперативное вмешательство является дополнительным стрессовым фактором для организма [6, 9].

Доказано, что при травмах возникает очаг афферентной импульсации, появляются в общем кровотоке продукты тканевого распада и медиаторы воспаления, что приводит к выделению катехоламинов и других гуморальных факторов с вазопрессорными свойствами [9]. В результате снижается циркуляция крови в нутритивном звене сосудистого русла [3], что усугубляет нарушения тканевого обмена и как следствие, тормозится реакция организма на очаг альтерации и воспаления, повышается миогенный и нейрогенный тонус. При адекватном функционировании защитных систем макроорганизма на 5-е сутки послеоперационного периода увеличивается общий приток крови к конечности и возрастает нутритивная циркуляция, модулируются стресспротекторные и адаптогенные реакции. Подобные условия необходимы для эффективной работы механизмов саногенеза и репарации [3], что приводит к повышению эффективности реализации защитных механизмов, активации процессов ангиогенеза, а в конечном итоге - более благоприятному течению раневого процесса [11].

Известно, что переломы длинных костей конечностей и операционная травма сопровождаются механическим повреждением сосудов конечности с нарушением макро- и микроциркуляции и являются мощным фактором активации окислительных и иммунных процессов, что служит дополнительным предрасполагающим фактором в

развитии осложнений [6, 8]. Значимое повышение МТ на 5-е сутки после операции в группе с развитием хронического посттравматического остеомиелита по сравнению с неосложненным послеоперационным течением можно объяснить тем, что при повреждении тканей и сосудистой стенки нарушаются целостность эндотелия и тем самым затрудняется экспрессия большинства молекул адгезии, в результате неадекватного иммунного ответа в зоне травмы страдает кооперация и миграция клеток [2], в том числе отвечающих за процессы регуляции сосудистого тонуса. Доказано, что мощным компонентом регуляции сосудов является система эндотелиальных клеток. Многие локальные метаболиты, биофизические факторы, гуморальные вещества опосредуют свое влияние через эндотелий благодаря наличию специфических рецепторов на его мембране. Нарушение их баланса при травме может служить основой расстройств сосудистой регуляции и, как следствие, замедление процессов репарации и развития воспалительных осложнений [5]. В результате неадекватного ответа механизмов защиты - к 10-м суткам послеоперационного периода регистрировалось снижение ПМ, Аэ, Аи, ПШ и повышение НТ и МТ, такая гемодинамическая картина свидетельствовала об ухудшении местного кровообращения, возможно, в результате имеющихся скрытых изменений состояния микроциркуляторного русла. Следует отметить, что артериоло-венулярные анастомозы находятся под преимущественным влиянием симпатической вазоконстрикторной иннервации. В сосудах сопротивления и прекапиллярных сфинктерах доля миогенного тонуса выше, поэтому возможное повреждение симпатических волокон приводит к меньшему приросту кровотока [5].

Изменения микроциркуляторных показателей на 90-е сутки послеоперационного периода в здоровой конечности связаны с общей адаптогенной реакцией организма на патологический процесс, более значимые изменения в поврежденной конечности объясняются тем, что происходит выделение

локальных регуляторных факторов [5]. Тонус сосудов регулируется разнообразными субстанциями, однако до сих пор не ясно, какие вещества в наибольшей степени определяют характер и степень метаболических реакций кровотока. Их роль при патологических процессах во-многом адаптивная, способствующая кровоснабжению и трофике пораженных тканей [5].

Выводы:

1. У пациентов с переломами длинных трубчатых костей в первые сутки травмы снижаются ПМ, Аэ, Ан, Ам, Ад, повышаются НТ и МТ, и остаются неизменными на вторые сутки послеоперационного периода.
2. Нормализация показателей микротоков регистрируется на десятые сутки послеоперационного периода только в группе с неосложненным течением переломов.
3. Кардинальными признаками развития хронического посттравматического остеомиелита при переломах длинных костей конечностей являются низкие значения ПМ, Аэ, Ан, ПШ и высокие показатели НТ и МТ на десятые сутки после операции.
4. Использование полученных прогностических показателей микроциркуляции у больных с переломами длинных трубчатых костей на десятые сутки послеоперационного периода позволяет предвидеть развитие хронического посттравматического остеомиелита на стадии доклинических проявлений, что может позволить своевременно вносить необходимую коррекцию в лечение данной категории больных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абаев Ю.К. Справочник хирурга. Раны и раневая инфекция / Ю.К. Абаев. - Ростов н/Д. : Феникс, 2006. - 427 с.
2. Витковский Ю.А. Патогенетическое значение лимфоцитарно-тромбоцитарной адгезии / Ю.А. Витковский, Б.И. Кузник, А.В. Солпов // Мед. иммунология. - 2006. - № 5-6. - С. 745-752.
3. Дисфункция эндотелия / под ред. Н.Н. Петрищева. - СПб., 2003. - 184 с.
4. Клиническая нейроангиофизиология конечностей (периваскулярная иннервация и нервная трофида) // А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров, М.В. Меркулов и др. - М.: Научный мир, 2003. - 328 с.
5. Крупаткин А.И. Лазерная допплеровская флюметрия микроциркуляции крови // А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров. - М.: Медицина, 2005. - 256 с.
6. Лечение тяжелых послеоперационных гнойно-воспалительных и септических осложнений с использованием антиоксидантных препаратов / В.И. Чиссов, Р.И. Якубовская, Е.Р. Немцова и др. // Хирургия. - 2008. - № 11. - С. 14-19.
7. Оценка микроциркуляции при заболеваниях и травмах конечностей в процессе лечения по Илизарову // В.И. Шевцов, Т.И. Долганова, В.А. Щуров и др. - Сб. статей "Методология флюметрии". - Москва, 1999. - С. 99-108.
8. Периферическая гемодинамика у больных с посттравматическим остеомиелитом голени // Т.И. Долганова, Л.Ю. Горбачева, А.М. Аранович и др. Хирургия. - 2001. - № 10. - С. 37-42.
9. Теоретические и клинические аспекты биорегулирующей терапии в хирургии и травматологии // Б.И. Кузник, И.Д. Лиханов, В.Л. Цепелев и др. - Новосибирск: Наука, 2008. - 311 с.
10. Хирургическое лечение остеомиелита / Г.Д. Никитин, А.В. Рак, С.А. Линник и др. - СПб.: Русская графика, 2000. - 288 с.
11. Шаповалов К.Г. Оптимизация компонентов регуляции сосудистого тонуса и состояния микроциркуляторного гемостаза на фоне продленной регионарной блокады при местной холодовой травме / К.Г. Шаповалов, Е.Н. Бурдинский, А.В. Степанов // Аnestезиология и реаниматология. - 2008. - №3. - С. 20-22.
12. The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones // M.E. Muller, S. Nazarian, P. Koch, J. Schatzker. - Springer-Verlag Heidelberg-New York, 1996. - 32 р.