

ОЦЕНКА КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ КОСТНОГО РЕГЕНЕРАТА МЕТОДОМ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОППЛЕРОГРАФИИ

В.А. Щуров, С.О. Мурадисинов, И.В. Щуров, С.П. Бойчук

*ФГУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия имени акад. Г.А.Илизарова»
Федерального агентства по высокотехнологичной медицинской помощи,
ген. директор - чл.-кор. РАМН, д.м.н. профессор В.И.Шевцов
г. Курган*

Исследованию особенностей регионарного кровотока при заболеваниях конечностей и травмах костей, при лечении пациентов методом Илизарова, всегда уделялось достаточное внимание [1, 4, 6], поскольку одним из определяющих факторов процесса пролиферации и дифференцировки тканевых структур в остеогенезе является состояние кровоснабжения регенерата [8, 9]. После травмы образуется обильная капиллярная сеть с увеличенным просветом капилляров, как у детей на ранних стадиях постнатального онтогенеза [7]. Постепенно происходит замещение сетевого типа микрососудистого русла на магистральный, упорядочением путей притока и оттока крови и разрежением сети микрососудов. В клинических условиях изучалась динамика кровоснабжения сосудов зоны костного регенерата [3].

В последние годы появилась техническая возможность прижизненно с использованием ультразвуковых методик исследовать васкуляризацию и кровоснабжение костного регенерата. Ранее о состоянии кровоснабжения регенерата приходилось судить опосредованно, по уровню кровоснабжения мягких тканей конечности с использованием методик термометрии, реовазографии, окклюзионной плетизмографии, ультразвуковой доплерографии, но так и не удалось составить единого мнения о направлении изменений интенсивности кровоснабжения конечности [4, 6].

Цель исследования – сравнительный анализ состояния кровоснабжения поврежденной и интактной конечностей и костного регенерата у больных с закрытыми переломами костей голени и при удлинении отстающих в росте конечностей.

Обследованы 44 больных со свежими закрытыми винтообразными и оскольчатыми переломами костей голени, леченных методом Илизарова, и 92 – в возрасте от 6 до 30 лет с асимметрией длины нижних конечностей 1-6 см. Исследования проводились: до лечения, в период distraction, нейтральной фиксации и спустя год после лечения.

Скорость кровотока в магистральных артериях нижней конечности определяли с помощью

ультразвуковой доплерографии (датчики на 8 и 4 МГц, прибор «АНГИО-плюс», Россия), в кожных покровах голени и в зоне костного регенерата - с помощью высокочастотной ультразвуковой доплерографии (датчик на 20 МГц, прибор фирмы «МИНИ-МАКС», Санкт-Петербург). В регенерате кровотоки определяли чрескожно на передне-внутренней поверхности голени. При этом кожный – блокировали внешним давлением (массой датчика 57 г с диаметром опорной площадки 3 мм), достаточным для перекрытия артериолярного русла в мягких тканях.

Его скорость исследовали с помощью лазерной флоуметрии (прибор «TRANSONIC», США), чрескожное напряжение кислорода в кожных покровах - с использованием транскutánного полярографа «NOVAMETRIX» (США). Микроподвижность костных отломков определялась тензометрически величиной взаимного смещения спиц, выходящих из кости при аксиальном приложении на голень силы 10 кг [5].

У больных с закрытыми переломами костей голени по мере заживления костной раны происходят: резкое увеличение и последующая нормализация показателя упругости мышц, объемной скорости кровотока, гидратации тканей [5]. Нами выявлено, что при применении ультразвуковой доплерографии магистральных артерий на протяжении первых недель лечения линейная скорость кровотока снижается, затем возрастает (рис. 1). У больных с переломами костей эти изменения происходят с большей амплитудой и быстрее по времени, чем у больных при удлинении конечности. Временное снижение показателя линейной скорости кровотока можно объяснить увеличением просвета артерий, связанным как с рефлекторным воздействием на стенки сосуда по механизму соматовегетативной связи, так и вследствие снижения трансмурального давления в условиях увеличения напряжения растяжения тканей.

Скорость кровотока в костном регенерате травматологических больных, в отличие от показателя магистрального кровотока, изменяет-

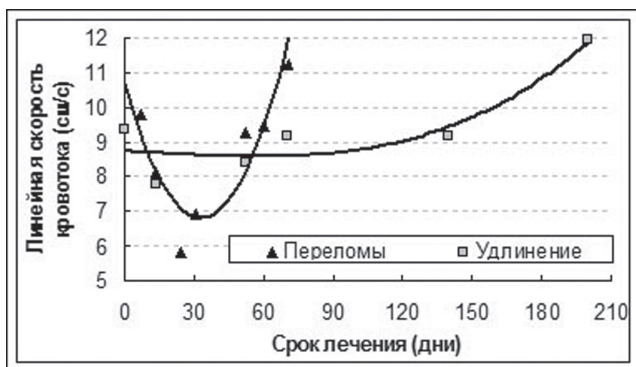


Рис. 1. Динамика линейной скорости кровотока по задней большеберцовой артерии при лечении больных с переломами костей и при оперативном удлинении голени.

ся прямо противоположным образом: возрастает в течение первых 3 недель лечения (катаболическая фаза) и нормализуется во втором периоде лечения (анаболическая фаза формирования костного сращения). При оперативном увеличении длины голени прирост скорости кровотока менее выражен (рис. 2), пик прироста приходится на 3-4 месяц лечения.

Степень прироста кровотока в зоне костного регенерата зависит от тяжести травмы. При ле-

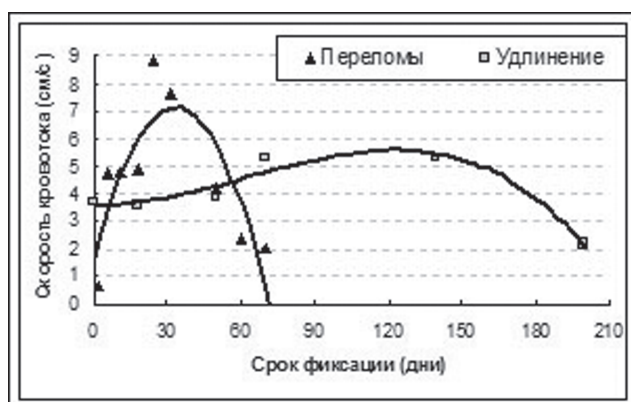


Рис. 2. Динамика скорости кровотока по сосудам костного регенерата при лечении больных с переломами костей и при удлинении голени.

чении больных с оскольчатыми переломами она выше, чем с винтообразными (рис. 3).

Степень компрессии отломков при винтообразных переломах оказывает стимулирующее влияние на скорость кровотока регенерата, способствует концевой резорбции. Скорость кровотока увеличена при отсутствии жесткой фиксации при оскольчатых переломах (рис. 4). Следовательно, существует оптимальный режим фиксации костных отломков при переломах костей конечностей.

При закрытых винтообразных переломах, по мере увеличения величины исходного смещения

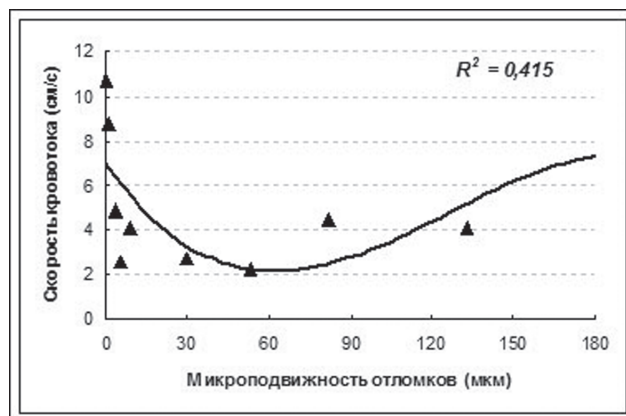


Рис. 3. Динамика кровоснабжения регенерата при винтообразных и оскольчатых переломах костей голени.

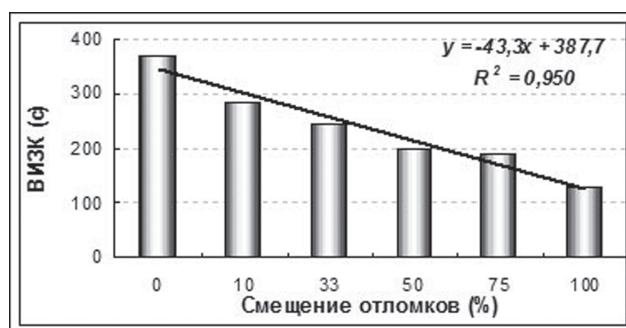


Рис. 4. Зависимость кровоснабжения регенерата от уровня микроподвижности костных отломков.

отломков по ширине от 0 до 75% поперечника диафиза, напряжение кислорода в кожных покровах травмированной конечности возрастает. При более тяжелых переломах - снижается. В течение первых 6 недель лечения (t , дни) показатель имеет тенденцию к нормализации ($TcPO_2 = 70,89 - 0,468 \cdot t$; $r = -0,416$) с последующим выходом на стационарный уровень. При этом, время использования в тканях запаса кислорода при проведении функциональной ишемической пробы становится тем короче, чем тяжелее перелом (рис. 5).

У больных с отставанием конечностей в росте, снижение скорости кровотока по задней большеберцовой артерии после операции и начале дистракции незначительное. В процессе оперативного удлинения голени показатель неуклонно возрастает (см. рис. 3). Исследования, проведенные нами ранее, показали, что при дистракции возникает увеличение напряжения растяжения стенок артерий, которое в итоге может привести к уменьшению просвета сосудов. Возникающие ишемические сдвиги в тканях при больших величинах удлинения не могут компенсироваться только за счет снижения базального тонуса стенок артерий, появляется тенденция к повышению уровня системного артериального давления [5].

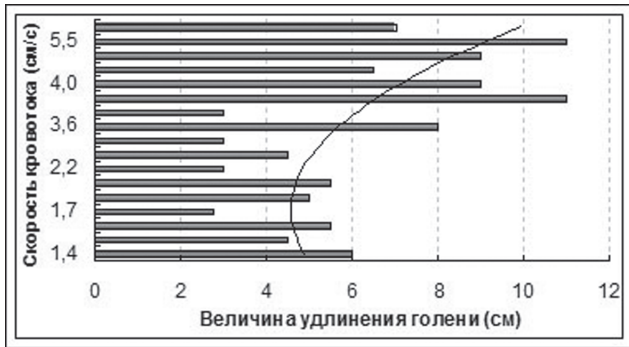


Рис. 5. Время использования половины запаса кислорода в тканях в зависимости от степени смещения костных отломков.

Есть основания полагать, что в условиях distractionного остеосинтеза об увеличении объемного кровотока можно судить по приросту его линейной скорости в магистральных артериях. Следует заметить, что капиллярный кровоток по кожным покровам интактной и оперированной конечностей в период лечения больных относительно повышен (2,3-2,5 см/с) и практически не меняется. Слабо выраженная тенденция к нормализации кровотока обнаружена и в кожных покровах пораженной голени в зоне остеотомии. В кожных покровах стопы интенсивность капиллярного кровотока оценивалась с помощью метода лазерной флоуметрии. Этот показатель снижался ($Q = -0,0491x + 2,417$; $r = -0,758$).

В ближайшие месяцы после окончания удлинения голени в костном регенерате сохраняются повышенные показатели кровотока. При этом выявлена зависимость скорости кровотока от величины удлинения (рис. 6). Чем больше размер distractionного регенерата (в пределах 10 см), тем выше скорость кровотока.

Таким образом, использование ультразвуковой высокочастотной доплерографии позволяет количественно чрескожно оценивать скорость кровотока в костном регенерате, прирост которого зависит от тяжести повреждения голени. У травматологических больных показатель нормализуется к концу лечения и остается выше нормы после удлинения конечности, в зависимости от размеров distractionного регенерата.

Литература

1. Оноприенко, Г.А. Васкуляризация костей при переломах и дефектах / Г.А. Оноприенко. — М.: Медицина, 1993. — 224 с.

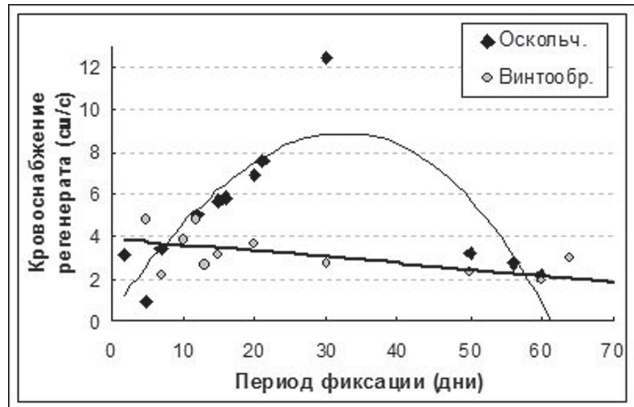


Рис. 6. Зависимость скорости кровотока в костном регенерате от величины удлинения голени в ближайшие сроки после лечения.

2. Пат. 2212841 РФ. МПК⁷ А 61 В 5/053. Способ определения момента прекращения чрескостной фиксации / Щуров В.А., Горбачева Л.Ю.; заявитель и патентообладатель ФГУ «РНЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий»: — № 2001101258/14; заявл. 12.01.2001; опубл. 27.09.2003, Бюл. № 27.
3. Свешников, А.А. Изучение костеобразования и кровообращения радионуклидными методами при лечении переломов костей голени / А.А. Свешников, С.И. Швед, Н.В. Офицеров, С.В. Ральникова // Ортопедия травматология и протезирование. — 1988. — № 9. — С. 23-26.
4. Фишкин, В.И. Регионарная гемодинамика при переломах костей / В.И. Фишкин, С.Е. Львов, В.Е. Удалцов. — М.: Медицина, 1981. — 184 с.
5. Щуров, В.А. Физиологические основы эффекта стимулирующего влияния растяжения тканей на рост и развитие при удлинении конечности по Илизарову: автореф. дис. ...д-ра мед. наук / Щуров В.А.; ФГУ «РНЦ «ВТО им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий». — Пермь, 1993. — 50 с.
6. Щуров, В.А. Анализ факторов, определяющих объемную скорость кровотока голени при лечении заболеваний конечностей по Илизарову / В.А. Щуров, Т.И. Долганова, Л.Н. Щурова, Л.Ю. Горбачева // Травматология и ортопедия России. — 1994. — № 2. — С. 94-96.
7. Cellander, O. Blood flow in the foot and calf of the newborn / O. Cellander // Acta Paed. Scand. — 1960. — Vol. 49, N 4. — P. 488-496.
8. Krompecher, St. Local tissue metabolism and the quality of the callus / St. Krompecher // Callus Formation. — 1967. — P. 275-300.
9. Trueta, J. The vascular contribution to osteogenesis. 1. Studies by the injection method / J. Trueta, J.D. Morgan // J. Bone Jt. Surgery. — 1960. — Vol. 12-B. — P. 97-109.