

УДК 612.13-073.43:616.718.5/6-001.5-089.227.84-003.93

ОСОБЕННОСТИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ДИСТРАКЦИОННОГО РЕГЕНЕРАТА ПРИ ОПЕРАТИВНОМ УДЛИНЕНИИ ГОЛЕНИ ПО МЕТОДУ ИЛИЗАРОВА

Щуров В.А., Мурадисинов С.О.

ФГБУ «РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова» МЗ РФ, Курган, e-mail: shchurovland@mail.ru

С целью анализа состояния кровоснабжения образующегося костного регенерата при оперативном удлинении по Илизарову отстающих в росте конечностей обследовано 108 пациентов разного возраста с отставанием в длине голени на 2–11 см. Методом ультразвуковой доплерографии определялась скорость кровотока в костном регенерате, транскутанно оценивалось напряжение кислорода в тканях и тензометрически определялась деформативность костного регенерата. Обнаружено, что реологические свойства distraction regenerate существенно изменяются в первые 2 недели после прекращения периода distraction и в дальнейшем зависят от его продольного размера. Интенсивность кровоснабжения костного регенерата возрастает по мере его формирования и начинает нормализоваться во второй половине периода фиксации. Удлинение костей голени на величины свыше 6 см может сопровождаться снижением напряжения кислорода в тканях голени и повышением линейной скорости регионарного кровотока.

Ключевые слова: регионарное кровообращение, полярография, удлинение голени, деформативность регенерата

FEATURES OF BLOOD FLOW DISTRACTION REGENERATE DURING SURGICAL LENGTHENING TIBIAL LIZAROV

Schurov V.A., Muradisinov S.O.

Iizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics Minzdrava RF, Kurgan, e-mail: shchurovland@mail.ru

In order to analyze the state of the blood flow to regenerate bone formed during surgical lengthening by Iizarov stunted limbs examined 108 patients of all ages with a lag length of the tibia on the 2–11 cm. Doppler ultrasound method was determined by the rate of blood flow in the regenerate bone, transcutaneous oxygen tension was evaluated in tissues and tenzometric determined deformation regenerate bone. It was found that the rheological properties vary considerably distraction regenerate the first 2 weeks after discontinuation of the period of distraction and further depends on its longitudinal dimension. The intensity of the blood flow to bone regeneration increases as its formation and begins to return to normal in the second half of the period of fixation. Lengthening the shin bone on the values of more than 6 cm may be accompanied by a decrease in oxygen tension in the tissues of the leg and increase the linear velocity of the regional blood flow.

Keywords: regional circulation, polarography, leg lengthening, regenerate deformability

Представление о том, что при оперативном удлинении конечностей в тканях происходят те же процессы, что и при естественном продольном росте у детей, не подтвердилось [4]. Отличия, например, в восстановлении функции мышц особенно существенны после удлинения конечностей на большие величины. Поэтому представляет интерес более подробное исследование состояния кровоснабжения distraction regenerate. Состояние костного регенерата при оперативном удлинении голени у больных с отставанием в росте конечностей, помимо традиционного исследования с помощью рентгенографии [2], оценивается с помощью методов ультразвуковой визуализации [1, 3]. Не меньшее значение имеет и исследование минеральной плотности костного регенерата с помощью костной денситометрии [5]. При оперативном удлинении конечности информативным параметром является величина distraction regenerate усилий [4]. Для оценки зрелости

костного регенерата важное значение имеет прижизненное тестирование реологических свойств костного регенерата по степени его механической деформации при дозированном аксиальном нагружении голени в условиях применения аппарата Илизарова [6]. Для определения отклонений в функциональном состоянии тканей особый интерес представляет оценка взаимосвязи динамики реологических свойств distraction regenerate и его кровоснабжения.

Материалы и методы исследования

Обследована группа больных (108 чел.) в возрасте от 7 до 33 лет (в среднем 16 ± 1 лет) с врожденным или приобретенным отставанием в продольном росте одной из нижних конечностей. Больные прошли комплексное обследование до лечения, в период оперативного удлинения голени по методу Илизарова на 2–11 см (в среднем $6,7 \pm 0,6$ см), в период нейтральной фиксации в сроки от 2 до 100 дней (40 ± 8) после окончания периода distraction regenerate.

У всех больных определялась скорость кровотока по артериям в зоне костного регенерата

по передне-внутренней стороне голени с помощью ультразвукового датчика на 8 МГц компьютеризированного диагностического комплекса «Ангиодин-2КМ» производственного объединения «БИОСС» (Россия). Уровень напряжения кислорода в тканях удлиняемой голени определялся с помощью транскутанного полярографа «Novametrix-840» (США). Реологические свойства костного регенерата оценивались по величине взаимного смещения выходящих из большеберцовой кости спиц аппарата Илизарова выше и ниже зоны интереса при ступенчато по 10 кг возрастающей дозированной аксиально направленной функциональной нагрузке на конечность, оцениваемой по напольным весам. Расстояние между спицами определяли с помощью тензометрического устройства с предварительно натянутым тросиком (рис. 1). Регистрация осуществлялась с помощью осциллографа Б7-73/1 (Беларусь). Характеристики тензометрического датчика поверяли с помощью микрометра. При обработке материалов исследований использованы стандартные статистические программы, позволяющие применить параметрические методы исследования с анализом показателей достоверности различий по Стьюденту, заложенные в пакете «Microsoft Office Excel.2010».

Результаты исследования и их обсуждение

После прекращения удлинения голени костный регенерат в течение 2 недель периода фиксации становится в 2,5 раза более жестким (рис. 2). В последующие 2 месяца фиксации деформативность костного регенерата определяется его размерами (L, см). Чем больше высота регенерата, тем больше показатель деформативности (рис. 3). Сле-

довательно, деформативность определяет не только так называемая «зона роста» регенерата (зона просветления на рентгенограммах), но и вся его масса.

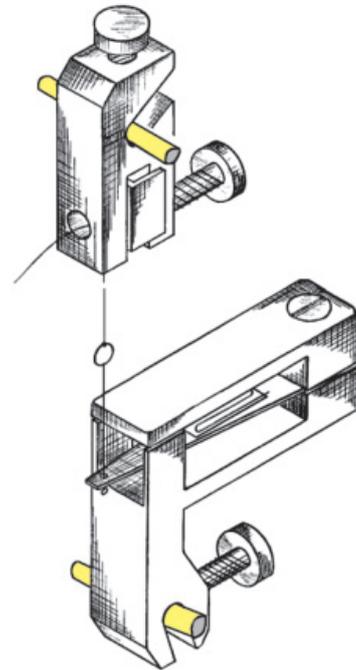


Рис. 1. Тензометрический датчик и держатель, фиксирующиеся на спицах аппарата Илизарова, выходящих из большеберцовой кости выше и ниже дистракционного регенерата

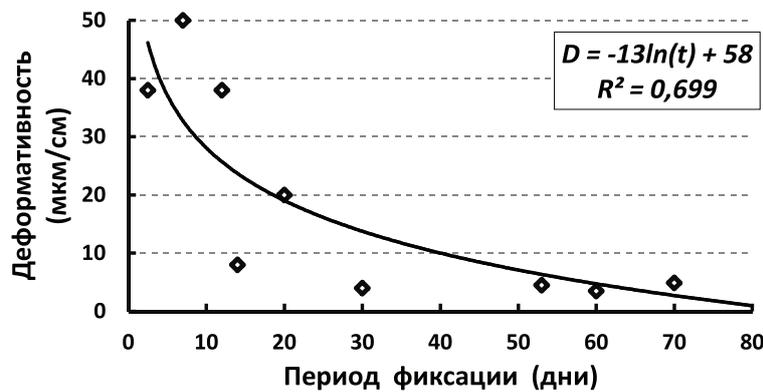


Рис. 2. Динамика деформативности дистракционного регенерата в период фиксации при аксиальной нагрузке на конечность 10 КГс

До лечения у больных с врожденными укорочениями конечности кровотоки в сосудах планируемой зоны костного регенерата не лоцировался, у больных с посттравматическими укорочениями в зоне повреждения составил 14 см/с. При удлинении голени в зоне регенерации скорость кровотока составила $21 \pm 0,5$ см/с, достигала максимума в течение месяца после начала фиксации,

а затем снижалась (рис. 4). Для минерализации регенерата необходимо снижение интенсивности скорости кровотока, которое, также как и при лечении переломов [6], наступает через месяц после начала периода фиксации.

В период фиксации на величину скорости кровотока также влияли размеры костного регенерата. С увеличением высоты регенерата до 6 см скорость кровотока

в артериях имела тенденцию к нормализации. По-видимому, в период distraction, также как в условиях естественного роста, происходит не только увеличением массы регенерата, но и размеров питающих его сосудов и их калибра. Прирост просвета артерий в период увеличения костного ре-

генерата является фактором, ограничивающим линейную скорость кровотока. При больших удлинениях кости процесс перекалибровки сосудов останавливается, и потребности вновь образованных тканей обеспечиваются за счет увеличения скорости кровотока (рис. 5).

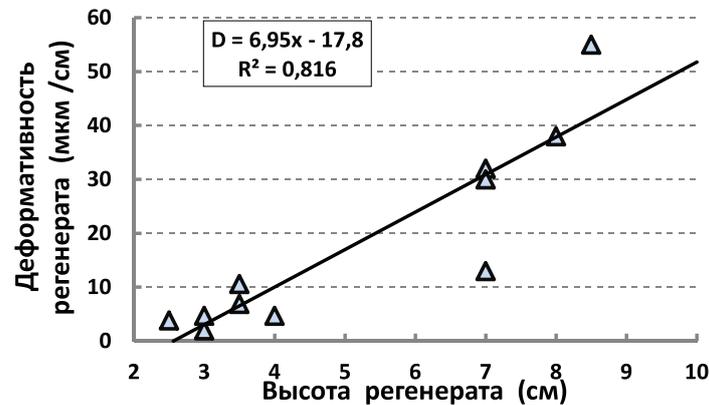


Рис. 3. Зависимость деформативности distractionного регенерата от величины удлинения голени



Рис. 4. Динамика скорости кровотока в сосудах регенерата в процессе лечения больных

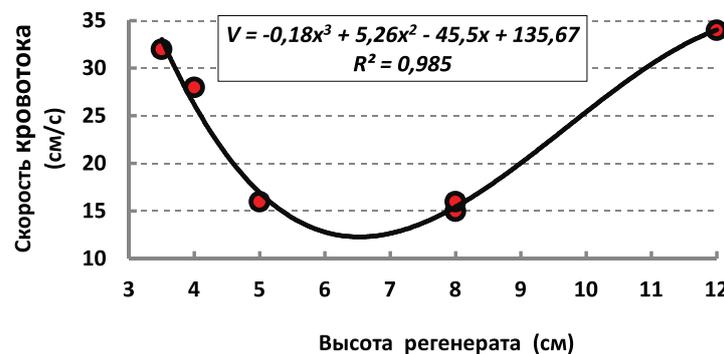


Рис. 5. Влияние размеров костного регенерата на интенсивность его кровоснабжения

Эта гипотеза о различиях роста специализированных тканей в условиях distraction и естественного продольного роста находит подтверждение при анализе динамики реги-

онарного напряжения кислорода. При оперативном удлинении костей конечности на величины свыше 6 см начинается снижение уровня кислорода в тканях голени (рис. 6).

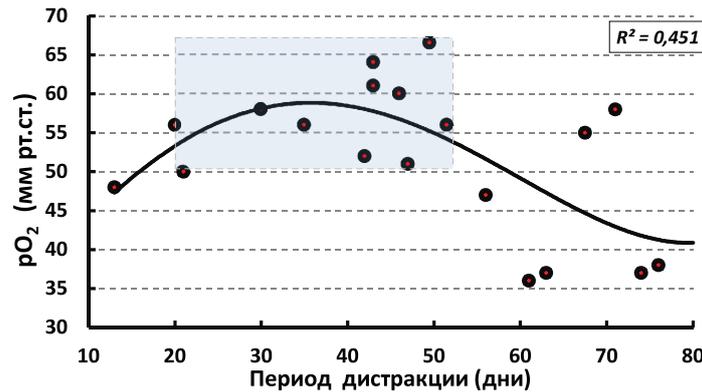


Рис. 6. Динамика напряжения кислорода в тканях удлиняемой голени

Действительно, одной из причин ускорения регионарного кровотока является снижение уровня напряжения кислорода

в тканях конечности, которое может являться следствием возникновения очагов локальной ишемии тканей (рис. 7),

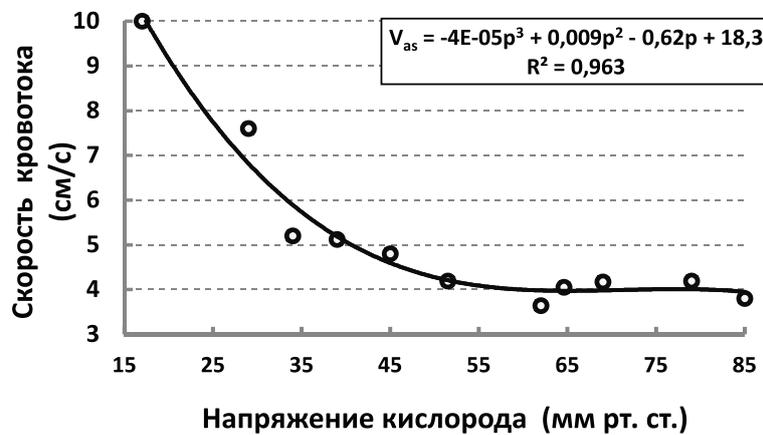


Рис. 7. Зависимость скорости кровотока в сосудах регенерата от напряжения кислорода в тканях голени

Таким образом, реологические свойства distractionного регенерата существенно изменяются в первые 2 недели после прекращения периода distraction и в дальнейшем зависят от размеров костного регенерата. Интенсивность кровоснабжения костного регенерата возрастает по мере его формирования и начинает нормализоваться во второй половине периода фиксации. Удлинение костей голени на величины свыше 6 см может сопровождаться затруднением в кислородном обеспечении тканей и повышением напряжения в функционировании регионарной сосудистой системы. При этом есть основания полагать, что при больших удлинениях не происходит адекватного увеличения калибра артерий в костном регенерате. Ранее нами было показано, что диаметр магистральных артерий нижних конечностей становится больше не за счет увеличения массы тканей, например, после оперативного удлинения конечности, а за счет развития сократительной способно-

сти мышц в процессе естественного роста и под влиянием спортивных тренировок [7].

Список литературы

1. Ермак Е.М. Современные ультразвуковые технологии в диагностике деструктивных и репаративных процессов в костной и хрящевой тканях: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — М., 2005. — 39 с.
2. Илизаров Г.А., Девятков А.А. Оперативное удлинение голени // Ортопед. травматол. — 1971. — № 8. — С. 20–25.
3. Менщикова Т.И., Аранович А.М. Ультразвуковые особенности репаративного остеогенеза у больных ахондроплазией в возрасте 6–9 лет // Гений ортопедии. — 2013. — № 1. — С. 70–73.
4. Попков А.В. Врожденное укорочение конечностей у детей. — Челябинск, 2011. — 510 с.
5. Свешников А.А. Основные закономерности изменения минеральной плотности костей скелета после травм и уравнивания длины конечностей методом чрескостного остеосинтеза. — М.: Изд-во РАЕ, 2012. — 195 с.
6. Щуров В.А., Мацукатов Ф.А. Оценка функционального состояния конечности у больных с закрытыми переломами костей голени в условиях лечения по Илизарову // Травматология и ортопедия России. — 2012. — № 3. — С. 45–50.
7. Schurov V.A., Kuchin R.V. Effect of changes in mass-perfused tissues and systematic training on the condition of arteries // Human Physiology. — 2001. — Vol. 27. — № 1. — P. 3–8.