

© В.А. Щуров, 1998

Функциональное состояние опорно-двигательного аппарата при заболеваниях и травмах конечностей в условиях лечения по Илизарову

В.А. Щуров

Functional condition of the locomotor system for limb diseases and injuries in the process of the treatment according to Ilizarov

V.A. Schurov

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)

Изложены основные итоги научных поисков сотрудников лаборатории функциональных исследований по физиологическому обоснованию метода чрескостного остеосинтеза при заболеваниях и травмах опорно-двигательного аппарата. Рассматриваются результаты сравнительного анализа антропометрических, биомеханических и физиологических исследований у детей в условиях естественного роста и у больных с отставанием в росте конечностей при их удлинении по Илизарову. Особое внимание уделяется роли восстановления локомоторной двигательной активности в процессе функциональной реабилитации больных.

Ключевые слова: опорно-двигательный аппарат, мышца, упругость, тонус, кожа, эластичность, естественный рост, периферическое кровообращение.

The main results of the scientific researches, made by the workers of the laboratory of functional studies, are given concerning physiological substantiation of the method of transosseous osteosynthesis for diseases and injuries of the locomotor system. The results of comparative analysis are considered for anthropometric, biomechanical and physiological studies in the process of natural growth in children and in patients with growth lag of limbs during their elongation according to Ilizarov. Special attention is paid to the role of locomotor activity in the process of functional rehabilitation in patients.

Keywords: locomotor system, apparatus, muscle, elasticity, muscular tension, natural growth, peripheral circulation.

В любой научной дисциплине существуют свои специфические закономерности, позволяющие объяснить большинство наблюдаемых явлений, и освещающих путь практике. Первым теоретическое обоснование биологическим феноменам в травматологии попытался дать Ю. Вольф [31]. Он обнаружил, что при изменениях формы кости и действии на неё повышенной функциональной нагрузки перестраивается её внутренняя структура. Существенный вклад в развитие теоретических основ травматологии внесла выявленная в эксперименте и подтвержденная в клинике зависимость стимулирующего влияния нагрузки на образование кости от адекватности кровоснабжения тканей [3]. Как недостаточное, так и чрезмерное кровоснабжение не приводят к соответствующей прибавке массы кости. На основании уникального опыта удлинения отстающих в росте конечностей был открыт "эффект Илизарова" - стимулирующее влияние напряжения растяжения на рост и регенерацию тканей. Однако оставались неясными механизмы усиления кровотока и роль этой

интенсификации в структурных преобразованиях кости при действии на нее нагрузок.

Важнейшей задачей лаборатории функциональных исследований было количественное исследование выявленных закономерностей и их физиологическая интерпретация. С другой стороны, в последние 5 лет к лаборатории были предъявлены новые требования, связанные с переходом к стандартизации условий лечения с помощью новейших технологий чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза и необходимостью гарантированного получения хороших функциональных исходов лечения. Эти обстоятельства потребовали углубленного изучения особенностей реакции мягких тканей, в первую очередь мышц, на травму и удлинение конечностей.

В ходе работы мы столкнулись с рядом вопросов, в разрешение противоречивого характера которых внесен определенный вклад.

1. Согласно второму правилу регенерации Ч.Дарвина, чем на более раннем этапе онтогенетического развития находится организм, тем

выше у него способность к регенерации. Однако удлинение конечностей наиболее успешно осуществляется у детей старше 9 лет [32].

2. Восстановление функции мышц обычно хуже после уравнивания длины конечностей у больных с врожденными укорочениями. Однако при ахондроплазии осуществляется удлинение обеих конечностей на величины сопоставимые с их исходными размерами без потери функции мышц и с улучшением показателей локомоторной активности больных [7, 18].

3. Для репаративной регенерации требуется мобилизация резервов периферического кровообращения, но нормализация кровотока является одним из признаков сращения [22].

4. При облитерирующих заболеваниях артерий конечностей имеется недостаточность кровотока, но кровоток покоя голени у этих больных не только не снижен, но и повышен. Общепризнанным является рекомендация избегать функциональных нагрузок, вызывающих болевую реакцию и усиливающих спазм артерий. Однако лечение по Илизарову предполагает широкомасштабное хирургическое вмешательство на большеберцовой кости [15, 29].

5. У больных с переломами длинных костей рекомендуется функциональная нагрузка на конечность с первых дней лечения, но сращение нередко быстрее наступает при сочетанных переломах, например, при сочетании с черепно-мозговой травмой, когда больной малоподвижен [5, 11, 23].

6. Внедрение лечения пациентов с травмами, их последствиями и заболеваниями опорно-двигательного аппарата в амбулаторных условиях выявило, что его сроки у некоторых групп больных могут увеличиваться. Однако критериев для перевода стационарных больных на амбулаторный режим лечения не было [10].

Для решения таких вопросов требовалось пересмотреть традиционные взгляды на роль кровообращения в регенерации, дать новую оценку роли местных факторов в регуляции функционального состояния опорно-двигательного аппарата.

Прежде всего возникла необходимость создания целого ряда новых оригинальных устройств для исследования величины дистракционных усилий [4], функциональной нагрузки на конечности при стоянии и при ходьбе [5], силовых характеристик мышц [8, 18, 19, 25], биомеханических свойств костного регенерата, мышц и кожных покровов, стенок артерий [6, 9, 17, 20, 21]. Кроме того, оказалось необходимым критически пересмотреть методики исследования периферического кровотока и остановиться на тех, которые позволяют определять линейный кровоток, объёмную скорость кровотока, внутренний диаметр сосудов, суммарную площадь функционирующих капилляров, кислородный

режим в тканях [16, 29, 30].

Известно, что в процессе постнатального онтогенеза продольные размеры нижних конечностей увеличиваются более чем в 4 раза. Однако оставался неясным механизм отслеживания и регуляции динамики этого роста. Нами обнаружено, что показатель упругости скелетных мышц практически линейно отражает изменение продольных размеров конечности у детей и подростков [18]. Динамика биомеханических показателей кожных покровов и стенок артерий отслеживает изменения размеров конечности соответственно до 10 и 6 лет, а в дальнейшем зависит от изменения других факторов, в частности возраста обследуемых [6, 9, 21].

Продольный рост тела происходит на фоне возрастного увеличения артериального давления [28]. До 9 лет кривая роста тела стандартизуется именно благодаря корректирующему влиянию динамики этого показателя. При нарушении продольного роста конечностей у больных с последствиями полиомиелита наблюдается артериальная гипертензия. У больных подростков гипертензия предохраняет рост тела от отрицательного корректирующего влияния отстающей в росте конечности [18].

Обычно не вызывает сомнения факт стимулирующего влияния венозного застоя на рост при сосудистых опухолях или артериовенозных шунтах. Однако при этом эффект носит местный характер (в пределах одного-двух сегментов одной из конечностей). Влияние артериального давления имеет системный характер [28]. Наличие системных и местных рострегулирующих механизмов позволяет после 5-летнего возраста прогнозировать дефинитивные размеры сегментов конечностей по их исходной величине [26] (рис. 1).

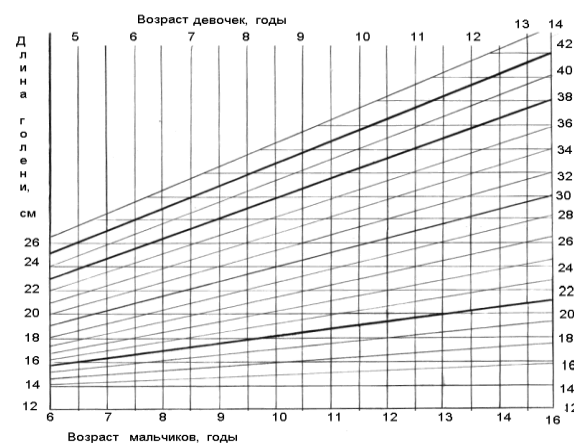


Рис. 1. Номограмма возрастной динамики длины голени у обследуемых мужского и женского пола. По оси абсцисс - возраст в годах (последнее значение для линеаризации графиков взято через год). По оси ординат - длина голени в см

Объёмная скорость кровотока голени у здоровых людей уменьшается по мере замедления естественного роста тела. У детей первого года жизни наиболее высокие значения скорости кровотока и низкие показатели упругости мышц (рис. 2).

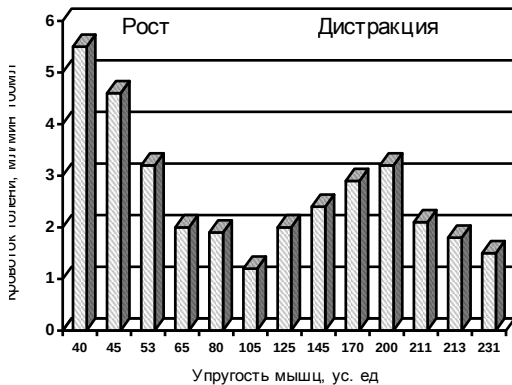


Рис. 2. Зависимость объёмной скорости кровотока голени от упругости икроножной мышцы у здоровых детей и у больных ахондроплазией в процессе лечения по Илизарову.

При удлинении конечности, напротив, увеличение скорости кровотока наблюдается на фоне существенного увеличения упругости мышц [22, 23]. Причин роста скорости кровотока несколько: увеличение метаболических потребностей поврежденных и регенерирующих тканей (воспалительная гиперемия), усиление сомато-вегетативного рефлекторного взаимодействия, уменьшение разницы давления по обе стороны стенки артериол [20]. При удлинении конечности на величины свыше 9 см величина внутримышечного давления достигает критических значений давления перекрытия артериального русла, и скорость кровотока начинает снижаться, процесс репаративной регенерации замедляется, возникает реальная угроза ишемического повреждения мышц, в первую очередь, мышц с ограниченным объёмом сократительных элементов, имеющих более развитую структуру опорных соединительнотканых элементов.

При оценке сократительной способности мышц после удлинения конечности необходимо учитывать смещение их длины покоя, производя измерения при различных углах установки дистального сегмента конечности в соответствующем суставе [19]. При этом полное восстановление силы мышц возможно у детей после лечения переломов, а также после удлинения конечностей у больных ахондроплазией детского возраста до достижения конечностью 80% должных дефинитивных размеров. Чем старше больные и чем на большую величину удлинена конечность, тем больше уровень недовосстановления силы мышц [7, 18].

Локомоторную двигательную активность больных лимитирует в основном снижение сократительной способности мышц-разгибателей

голени, которая не должна снижаться более, чем на 40% исходного уровня [7].

При дефектах костей голени основным фактором, влияющим на снижение показателей функционального состояния конечности, является величина дефекта. По мере ликвидации дефекта костей голени восстанавливаются её опороспособность и показатели кровоснабжения. Сократительная способность мышц приближается к исходным значениям до операции [1].

Важную роль в определении функционального состояния тканей конечности и биомеханических показателей мышц и репаративном процессе при лечении больных имеет уровень тканевой гидратации [2]. В условиях гипергидратации теряется центральный контроль вегетативного обеспечения тканей поврежденной конечности, возрастает роль местных, в частности биомеханических факторов регуляции. При этом исчезает способность к произвольным сокращениям мышц, существенно возрастает шунтовый кровоток [1, 2, 11].

Существенное значение в определении резервных возможностей сосудистого русла конечностей имеет калибр магистральных артерий. При окклюзионных поражениях сосудистого русла конечностей в дистальных артериях снижаются уровень артериального давления и пиковый кровоток (максимальная скорость кровотока после ишемической пробы). Поэтому длительность ремиссии при лечении больных с облитерирующими поражениями конечностей определяется не степенью снижения сосудодвигательного контроля, достигаемого после симпатэктомии и при применении фармакопрепаратов, в том числе воздействующих на тонус прекапилляров, а степенью восстановления суммарной площади капиллярного русла и диаметра магистральных артерий. Такой эффект может быть достигнут лишь при сочетанном воздействии на ткани напряжения растяжения и работы мышц. Именно в тех случаях, когда сохранялась локомоторная двигательная активность больных в процессе лечения по Илизарову, получены наиболее длительные сроки ремиссии [13, 15, 16, 29].

Уделяя большое внимание локомоторной двигательной активности больных, мы установили, что опорно-динамическая функция конечности восстанавливается хуже, чем опорная, оцениваемая при стоянии [5]. Показано, что состояние локомоторной функции больных после лечения определяет его эффективность и лежит в основе прогнозирования уровня функциональной реабилитации [12, 14]. Состояние локомоторной активности, наряду с другими факторами, определяет сроки перевода стационарных больных на амбулаторный режим лечения [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Долганова Т.И. Кровообращение и биомеханические свойства конечностей у больных с дефектами костей голени при лечении по методу Илизарова: Автореф. дис...канд. мед. наук. - Новосибирск, 1993. - 17 с.
2. Долганов Д.В. Роль тканевой гидратации в вегетативной обеспечении конечности при чрескостном остеосинтезе: Автореф. дис...канд.биол. наук.- Челябинск, 1997. - 20 с.
3. Илизаров Г.А. Чрескостный компрессионный остеосинтез аппаратом автора (экспериментально-клиническое исследование): Дис...канд. (д-ра) мед. наук. - Пермь, 1968. - 483 с.
4. Определение осевых компрессионных и дистракционных сил в условиях применения аппарата Илизарова / Г.А. Илизаров, О.В. Тарушкин, В.А. Немков и др. //Сборник научных трудов КНИИЭКОТ. - Вып. 2. -Челябинск, 1976. - С. 158-164.
5. Кудрин Б.И., Голиков В.Д. Влияние характера перелома бедренной кости на восстановление опорной и опорно-динамической функций поврежденной конечности в условиях фиксации отломков аппаратом Илизарова //Ортопед. травматол. - 1980. - № 9. - С. 20-22.
6. Кудрин Б.И., Щуров В.А., Дякин В.М. Методика прижизненного механического тестирования кожных покровов человека. //Ортопед. травматол. - 1980. - № 5. - С. 63-65.
7. Менщикова Т.И. Изменение функции опорно-двигательного аппарата при коррекции нарушенного естественного роста нижних конечностей у детей и подростков: Автореф. дис...канд. биол. наук. - Челябинск, 1997. - 18 с.
8. Патент № 2029536. Устройство для ангилодинамометрии. Автор: Щуров В.А. Заявка 5042860/14. Заявлено 18.06.92. Опубл. 27.02.95. Бюл. № 6. -С. 114.
9. Шевцов В.И., Гребенюк Л.А. Характеристика реологических и акустических свойств кожного покрова конечности человека при её удлинении //Физиология человека. - 1998. -Т. 24, № 1. - С. 64- 69.
10. Некоторые физиологические критерии перевода стационарных ортопедо-травматологических больных на амбулаторный режим лечения / В.И. Шевцов, Д.В. Долганов, В.А. Щуров, Т.И. Менщикова //Актуальные проблемы чрескостного остеосинтеза по Илизарову: Сб. науч. тр. - Вып. 12. -Курган, 1987. - С. 92-98.
11. Вегетативное обеспечение нижних конечностей при лечении больных с последствиями травм методиками чрескостного остеосинтеза / В.И. Шевцов, В.Д. Макушин, Д.В. Долганов, Т.И. Долганова //Ортопед. травматол. - 1994. -№ 4. - С. 85.
12. Шевцов В.И. , Менщикова Т.И., Салдин В.В. Физиологические критерии прогнозирования оптимальных величин удлинения нижних конечностей у больных ахондроплазией //Гений ортопедии. - 1996. - № 2-3. - С. 71.
13. Шевцов В.И., Щурова Е.Н., Щуров В.А. Функциональные исходы лечения по методу Илизарова больных облитерирующим энтертеритом нижних конечностей //Хирургия. - 1997. - № 6. - С 47-50.
14. Шевцов В.И., Щурова Е.Н. Прогнозирование длительности положительного эффекта лечения по Илизарову больных с облитерирующим тромбангиитом сосудов нижних конечностей //Гений ортопедии. - 1997. - № 2. - С. 69-72.
15. Взаимосвязь объёма дистракционного регенерата и исхода лечения больных облитерирующим тромбангиитом конечностей по Илизарову / В.И. Шевцов, Е.Н. Щурова, В.А. Щуров, В.Д. Шатохин, Н.В. Петровская //Анналы травматол. ортопед. - 1987. - № 2. - С. 71-74.
16. Взаимосвязь резервных возможностей сосудистого русла голени и локомоторной выносливости у больных с облитерирующим атеросклерозом конечностей при лечении методами Илизарова и реваскуляризирующей остеотомии / В.И. Шевцов, Е.Н. Щурова, В.А. Щуров, В.Д. Шатохин //Анналы травматол. ортопед. - 1996. - № 4. - С. 29-33
17. Щуров В.А. Метод исследования биомеханических свойств мягких тканей опорной поверхности стопы //Ортопед. травматол. - 1986. - № 12. - С. 32-34.
18. Щуров В.А. Физиологическое обоснование эффекта стимулирующего влияния растяжения на рост и развитие при удлинении конечности по Илизарову //Автореф. дис...докт.мед.наук. Пермь, - 1993. - 32 с.
19. Щуров В.А., Гребенюк Л.А. Зависимость биомеханических свойств мышц голени от их длины у больных с патологией опорно-двигательного аппарата //Физиол. человека. - 1994. - Т. 20, № 2. - С. 107-115.
20. Щуров В.А., Горбачева Л.Ю., Сысенко Ю.М. Измерение давления в икроножной мышце при лечении больных с повреждениями костей голени по Илизарову //Вестн. хир. - 1994. - № 1-2. - С. 67-69.
21. Щуров В.А., Долганова Т.И., Щурова Е.Н. Скорость распространения пульсовой волны при изменении длины конечности и регионального артериального давления у обследуемых разного возраста //Физиол. человека. - 1993. - Т. 19, № 4. - С. 64-69.
22. Влияние компрессионно-дистракционного остеосинтеза на кровоснабжение голени / В.А. Щуров, В.И. Грачева, В.И. Шевцов и др. //Ортопед. травматол. - 1984. - № 1. - С. 50-51.
23. Оценка уровня восстановления функции мышц удлинённой конечности В.А. Щуров, Б.И. Кудрин, В.И. Шевцов, Т.И. Иванова //Ортопед. травматол. - 1985. - № 8. - С. 9-11.
24. Щуров В.А., Кудрин Б.И., Шеин А.П. Взаимосвязь биомеханических и функциональных характеристик мягких тканей голени при её удлинении по Илизарову //Ортопед. травматол. - 1982. - № 3. - С. 30-34.
25. Щуров В.А., Кудрин Б.И., Шеин А.П. Измерение силовых характеристик сгибателей и разгибателей голени //Ортопед. травматол. - 1982. - № 3. - С. 44-46.
26. Щуров В.А., Менщикова Т.И. Особенности продольного роста голени у больных ахондроплазией //Физиол. человека. - 1998. - Т. 24, № 6. - С. 152-156.
27. Щуров В.А., Пепеляева Т.А. Оценка диагностической информативности амплитудных характеристик пульса артерий стопы //Физиол. человека. - 1992. - Т. 18, № 2. - С. 139-143.
28. Артериальная гипертензия и продольный рост у детей и подростков с заболеваниями опорно-двигательного аппарата / В.А. Щуров, В.И. Шевцов, Т.И. Иванова, В.Д. Шатохин //Педиатрия. - 1985. - № 3. - С. 40-42.
29. Щурова Е.Н. Возрастные резервы периферического кровообращения и их роль в компенсации недостаточности кровоснабжения нижних конечностей: Автореф. дис...канд. биол. наук. - Челябинск, 1996. - 26 с.
30. Щурова Е.Н. Магистральный кровоток в сосудах нижних конечностей у здоровых мужчин разных возрастных групп //Физиол. человека. - 1998. -Т. 24, № 3. - С. 74-78.
31. Wolf J. Das Gesetz der Transformation der Knochen. - Berlin, 1892. - XII. - 152 S.
32. Shurov W.A., Muradisinov S. O. The second rule of regeneration and leg elongation by Ilizarov // Chir.narz.ruchy ortop. Pol. - 1994. - Vol. LIX, Supl. 4. -P.32-38.

Рукопись поступила 21.10.98.