

Опыт применения микроволновой магниторезонансной терапии в эксперименте при удлинении голени у собак

С.Н. Даровских, С.А. Ерофеев, Н.К. Чикорина, Г.Н. Филимонова, В.М. Бойцов

The experience of microwave magnetic-resonance therapy use during canine leg lengthening experimentally

S.N. Darovskikh, S.A. Yerofeyev, N.K. Chikorina, G.N. Filimonova, V.M. Boitsov

Федеральное государственное учреждение науки

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росздрав», г. Курган
(директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

В эксперименте при удлинении голени у собак аппаратом Илизарова с классическим режимом distraction в опытной группе проводили сеансы физиотерапии устройством микроволновой магниторезонансной терапии на область средней трети голени. В условиях электромагнитного излучения (ЭМИ) отмечено незначительное увеличение окружности конечности, которое сохранялось практически на протяжении всего эксперимента. В контрольной группе, отек конечности нарастал до конца периода distraction, а в периоде фиксации отмечалась прогрессирующая атрофия мягких тканей. В опытной группе в передней большеберцовой мышце отмечено увеличение численной плотности мышечных волокон, численной плотности микрососудов, значительное уменьшение объемной доли соединительнотканых прослоек, более интенсивная внутриклеточная физиологическая регенерация мышечной ткани.

Ключевые слова: эксперимент, чрескостный остеосинтез, удлинение голени, электромагнитное излучение, морфология, мышцы.

In the process of canine leg lengthening with the Ilizarov fixator and classic mode of distraction physical therapy sessions were conducted in an experimental group using a device for microwave magnetic-resonance therapy applied to the middle third of leg. Under electromagnetic radiation (EMR) a slight increase of the limb circumference was noted, which preserved practically throughout the experiment. In the other, control, group limb edema increased up to the end of distraction period, and in the period of fixation progressive atrophy of soft tissues was noted. The increase of numerical density of muscular fibers, that of numerical density of microvessels, considerable decrease of volumetric part of connective-tissue layers as well as more intensive intracellular physiological regeneration of muscular tissue was observed in the anterior tibial muscle of the experimental group.

Keywords: experiment, transosseous osteosynthesis, leg lengthening, electromagnetic radiation, morphology, muscles.

ВВЕДЕНИЕ

Методы оперативного удлинения конечностей при их укорочениях различного происхождения используются в настоящее время не только для решения ортопедических задач, но и в косметической хирургии. Именно поэтому их результаты как никогда должны быть наиболее оптимальными.

К числу нерешенных проблем в процессе удлинения конечностей относится ослабление негативных последствий, возникающих в мягких тканях. Установлено [1], что под влиянием растяжения в мышцах постепенно нарастают нарушения внутриорганного кровообращения, усиливаются экссудативно-пролиферативные явления в перимизии и фасциях, а также дистрофические изменения мышечных волокон. На фоне феномена «раздражения» нарастают явления дегенерации и распада в нервных элементах мышц. В конце периода distraction усиливается склероз перимизия, фасций и нарастает атрофия мышечных волокон. В периоде фиксации в мышцах уменьшается выраженность дистрофи-

ческих и пролиферативных процессов, но прогрессирует атрофия. Сохраняются значительные изменения внутримышечных сосудов. После снятия аппарата Илизарова строение мышц и сосудов постепенно нормализуется, однако даже через 18 месяцев после удлинения в них не происходит восстановление их нормальной структуры. По мнению многих специалистов, основная причина изменений, возникающих в мышцах при дозированном их растяжении, связана с нарушением микроциркуляции крови, приводящим к гипоксии в тканевых структурах.

Как показывает практика, применяемые методы ослабления гипоксических явлений при указанных выше нарушениях кровообращения не дают желаемого результата. В основе их ограниченной эффективности лежит невозможность прямого доступа противогипоксических препаратов к мышечным структурам, повреждения в которых при удлинении выражены неравномерно и носят очаговый характер.

Исследования последнего десятилетия сви-

детельствуют о реальной возможности использования физических методов коррекции для ослабления негативных последствий, вызванных гипоксией. Основной механизм усиления аэробного энергообеспечения в таких условиях связан с использованием магниторезонансных явлений в хромопротеинах [2, 3]. Это позволяет с помощью электромагнитного излучения (ЭМИ) низкой интенсивности как бы «подчеркнуть» активный центр протонированного гемопротеина. Такая активация инактивированных цитохромов дыхательной цепи митохондрий способствует повышению эффективности синтеза аденозинтрифосфата (АТФ) в клеточных структурах и, как следствие, нормализации в них окислительно-восстановительных реакций.

Для решения задачи энергетической коррекции гемопротеинов в начале 90-х годов прошлого столетия в Челябинске под руководством

С.Н. Даровских было разработано устройство (Пат. 1831343) ММРТ (микроволновой магниторезонансной терапии), излучающее сложно-модулированный поток электромагнитной энергии в диапазоне частот 4,1...4,3 ГГц с плотностью потока, не превышающей 100 мкВт/см².

Проведенные исследования с применением данного устройства при лечении различных заболеваний детей и взрослых, показали высокую его эффективность по сравнению с рекомендуемыми методиками [4-6]. Определяющим компонентом исследованных заболеваний являлась гипоксия в тканевых структурах.

Именно эти обстоятельства и легли в основу постановки эксперимента, целью которого являлась оценка корректирующего воздействия микроволновой магниторезонансной терапии на мягкие ткани при удлинении голени у собак.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова были выполнены эксперименты на 4 взрослых беспородных собаках, которым после закрытой флекссионной остеоклазии берцовых костей в средней трети диафиза проводили удлинение голени аппаратом Илизарова с темпом 1 мм в день за 4 приема. Дистракция продолжалась 28 дней, последующий период фиксации – 60-80 дней, после снятия аппарата животных наблюдали в течение месяца.

Двум собакам (№ 1, № 2) проводили сеансы физиотерапии с помощью устройства ММРТ. Электромагнитное излучение, генерируемое устройством, направлялось на область формирования дистракционного регенерата, т.е. в среднюю треть голени. Сроки и режимы проведения сеансов: терапию начинали сразу же после операции и проводили в течение 19 дней, причем первые 5 дней – срок до начала дистракции, сеансы осуществляли 2 раза в день по 10 минут. С началом дистракции до срока 14 дней удлинения сеансы проводили по одному разу в день по 10 минут. В периоде фиксации в сроки 15-30 дней вновь было применено ЭМИ по одному разу в день по 10 минут на ту же область. Две собаки (№ 3, № 4) составили контрольную группу.

Клинически состояние (отек, атрофию) мягких тканей удлиняемой конечности (окружность) оценивали по рентгенограммам, измеряя в динамике диаметр контуров мягких тканей в прямой и боковой проекциях на уровне линии излома проксимального отломка. Материалом

для морфологического исследования служила передняя большеберцовая мышца. Забор материала производили с сохранением натяжения. Гистологические препараты мышц окрашивали гематоксилином-эозином и пикрофуксином по Ван Гизону. Стереологический анализ проводили методом точко-счетной объемометрии на поперечных криостатных срезах передней большеберцовой мышцы в средней трети ее брюшка, обработанных гистохимической реакцией для выявления активности АТФ-азы. Используя микроскоп "Визопан" фирмы "Reichert Jung" (Австрия) получали проекции изображений препаратов на матовый экран, на который накладывали тестовую решетку коротких отрезков с параметрами: $P_T = 156$ (36) – число тестовых точек. Определяли первичные стереологические параметры: относительный объем микрососудов, мышечных волокон и соединительной ткани в единице тестового объема мышц; число профилей микрососудов и мышечных волокон в тестовом поле зрения или численную плотность мышечных волокон и микрососудов. Рассчитывали вторичные стереологические параметры: отношение численной плотности микрососудов к численной плотности мышечных волокон – видовую константу, оценивающую васкуляризацию мышцы и снабжение ее кислородом. Достоверность отличий от сравниваемых опытов определяли по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе по рентгенограммам состояния мягких тканей удлиняемой конечности была ус-

тановлена следующая закономерность. В опытах, где применялось ЭМИ, отмечено плавное, незна-

чительное увеличение окружности конечности после операции, которое сохранялось практически на протяжении всего эксперимента (рис. 1). У собак контрольной группы, отек конечности нарастал до конца периода distraction, а после окончания его в периоде фиксации отмечалась прогрессирующая атрофия мягких тканей (рис. 2).

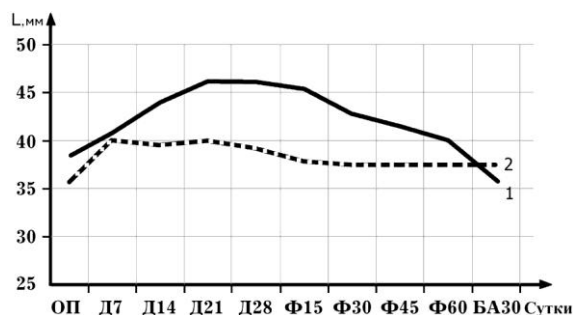


Рис. 1. Результаты изменения длины окружности L конечности животных опытной группы после операции (ОП) в периоды (сутки) distraction, фиксации (Ф) и без аппарата (БА)

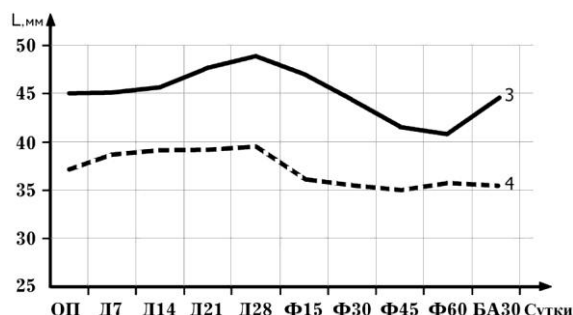


Рис. 2. Результаты изменения длины окружности L конечности животных контрольной группы после операции (ОП) в периоды (сутки) distraction, фиксации (Ф) и без аппарата (БА)

Через 30 суток после снятия аппарата был проведен сравнительный морфологический анализ большеберцовой мышцы в эксперименте с классической distraction и в аналогичных опытах с использованием ЭМИ. При визуальном анализе мышечной ткани было выявлено, что в эксперименте, где использовалось ЭМИ, диамет-

ры мышечных волокон очень разнообразны, микрососуды распределены крайне неравномерно, их количество в отдельных очагах очень обильно, местами - не отличается от эксперимента с классической distraction (контроль).

Стереологический анализ данных (табл. 1), выявил следующее. Объемная (VV_{MB}) и поверхностная (SV_{MB}) плотность мышечных волокон достоверно не различаются. Однако их численная плотность (NA_{MB}) – достоверно выше ($p<0,05$) в эксперименте с применением ЭМИ. Объемная (VV_{MCD}), поверхностная (SV_{MCD}) и численная плотность (NA_{MCD}) микрососудов в сравниваемых экспериментах достоверно различаются ($p<0,001$). Причем относительный объем микрососудов в 1,5 раза выше в серии с классическим удлинением, а поверхностная и численная их плотность выше в эксперименте с ЭМИ в 1,6 раза ($p<0,001$). Последнее является важным положительным фактором, обеспечивающим трофику distractionной мышцы, ослабления в ней негативных последствий, вызванных гипоксией. Перераспределение в объемной плотности микрососудов произошло ввиду значительного уменьшения (в 2,8 раза) объемной доли (Vv_{CT}) соединительнотканых прослоек в эксперименте с применением ЭМИ. Следствием этого стала более интенсивная адаптационная направленность процессов в мышечной ткани и заметное ослабление негативных явлений, связанных с удлинением конечностей.

Гистологические исследования мышц голени исследуемых групп животных, проведенные через 1 месяц после снятия аппарата Илизарова, выявили в опытной группе более высокую по сравнению с контрольной группой плотность скопления в мышечных волокнах крупных прозрачных ядер. Это свидетельствует о более интенсивной внутриклеточной физиологической регенерации мышечной ткани.

Таблица 1
Значения стереологических параметров передней большеберцовой мышцы у животных опытной и контрольной групп

Группы	Параметры						
	$VV_{MB}, \text{мм}^3/\text{мм}^3$	$SV_{MB}, \text{мм}^2/\text{мм}^3$	$NA_{MB}, \text{мм}^{-2}$	$VV_{MCD}, \text{мм}^3/\text{мм}^3$	$SV_{MCD}, \text{мм}^2/\text{мм}^3$	$NA_{MCD}, \text{мм}^{-2}$	$Vv_{CT}, \text{мм}^3/\text{мм}^3$
Опытная	$0,8995 \pm 0,0077$	$1070,9 \pm 27,9$	$932,7 \pm 37,0$	$0,0272 \pm 0,0028$	$156,2 \pm 10,6$	$1171,0 \pm 41,4$	$0,083 \pm 0,007$
Контрольная	$0,7239 \pm 0,0080$	$1061,5 \pm 15,5$	$843,6 \pm 22,8$ ($p<0,05$)	$0,0420 \pm 0,0022$ ($p<0,001$)	$98,9 \pm 6,8$ ($p<0,001$)	$737,9 \pm 11,3$ ($p<0,001$)	$0,234 \pm 0,005$ ($p<0,001$)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ограниченное количество животных в эксперименте: два – в контроле, два – в опыте, на первый взгляд, должны нивелировать различия в полученных значениях контролируемых параметров, признать ограниченной их научную ценность. Однако если обратить внимание на

степень статистической достоверности ($p<0,001$) по некоторым из параметров и почти трехкратное уменьшение соединительнотканых прослоек в деформированных мышцах опытных животных по сравнению с животными контрольной группы, то можно утверждать о

детерминированном характере зафиксированных изменений, не зависящих от количества животных, задействованных в эксперименте. Именно поэтому полученные результаты следует признать научно значимыми. Значительный

корректирующий эффект в мягких тканях, выявленный в ходе эксперимента, свидетельствует о большой перспективности применения устройств ММРТ в травматологии и ортопедии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Возможности рентгенологической и ультразвуковой оценки состояния мягких тканей при лечении укорочений нижних конечностей по методу Илизарова / В. И. Шевцов, Г. В. Дьячкова, Л. А. Гребенюк, Т. И. Менщикова. – Курган : Дамми, 2003. – 186 с.
2. Даровских, С. Н. Информационно-волновые методы коррекции нарушений регуляторных функций в живых организмах / С. Н. Даровских, А. А. Разживин // Зарубежная радиоэлектроника. – 1996. – № 12. – С. 33-40.
3. Некоторые аспекты информационного подхода в физиотерапии / С. Н. Даровских, А. Н. Узунова, В. М. Бойцов, А. А. Разживин // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2002. – № 12. – С. 27-32.
4. Эффективность микроволновой магниторезонансной терапии при обструктивном бронхите у детей / А. Н. Узунова [и др.] // Педиатрия. – 1995. – № 5. – С. 44-45.
5. Микроволновая терапия в комплексе лечения хронического вторичного пиелонефрита у детей / А. Н. Узунова [и др.] // Вопросы курортологии и физиотерапии. – 1997. – № 3. – С. 27-28.
6. Узунова, А. Н. Влияние микроволновой магниторезонансной терапии на активность гликолиза при пневмонии у детей раннего возраста / А. Н. Узунова, Н. В. Горлова, С. Н. Даровских // 10-й Национальный конгресс по болезням органов дыхания. – СПб., 2000.

Рукопись поступила 19.11.04.

Предлагаем вашему вниманию



В.И. Шевцов, В.Д. Макушин

ЛЕЧЕНИЕ ВРОЖДЕННОГО ВЫВИХА БЕДРА У ВЗРОСЛЫХ

Курган, ГИПП «Зауралье», 2004 – 424 с.

ISBN 5-87247-365-6

В монографии рассмотрены вопросы реконструкции бедренной кости при врожденных вывихах у взрослых на основе принципов биомеханического моделирования. Даны методические указания по технологии опорных остеотомий с помощью аппарата Илизарова в зависимости от анатомо-функциональных нарушений. Описаны возможные ошибки и осложнения при операциях и мероприятия по их лечению и предупреждению.

Предназначена для ортопедов-травматологов, слушателей факультетов повышения квалификации, преподавателей кафедр травматологии и ортопедии, студентов медицинских ВУЗов.