

**Сравнительная характеристика методов моно-
и билокального distractionного остеосинтеза
по Г.А. Илизарову**

(экспериментальное исследование)

А.И. Реутов

**Comparative characteristics of the techniques of mono-
and bifocal distraction osteosynthesis according to G.A. Ilizarov**

(experimental study)

A.I. Reoutov

Государственное Федеральное учреждение науки
Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина, г. Екатеринбург, Россия
(и.о. директора – к.м.н. А. И. Реутов)

В условиях эксперимента проведено сравнительное изучение процесса остеогенеза и изменений мышц удлиняемого сегмента конечности одноэтапно на 50% от его исходной длины методами моно- и билокального distractionного остеосинтеза по Г.А. Илизарову. Полученные данные свидетельствуют, что при билокальном distractionном остеосинтезе отмечается высокая активность костеобразования, а при темпе растяжения 1 мм на каждом уровне сохраняется гистоструктура мышц удлиняемого сегмента конечности. Теоретически обоснована нецелесообразность удлинения сегмента конечности более 25% от исходной его длины методом монолокального distractionного остеосинтеза.

Ключевые слова: эксперимент, остеогенез, миоистогенез, удлинение конечности, чрескостный остеосинтез.

Comparative study of osteogenesis process and muscular changes in the limb segment being lengthened acutely by 50% of its initial length using the techniques of mono- and bifocal distraction osteosynthesis according to G.A. Ilizarov, was made experimentally. The data obtained show that high osteogenesis activity is noted during bifocal distraction osteosynthesis, and histostucture of the muscles of the limb segment being lengthened is preserved at each level for 1 mm rate of distraction. The work gives theoretical substantiation that it's not expedient to lengthen a limb segment by more than 25% of its initial length using the technique of monofocal distraction osteosynthesis.

Keywords: experiment, osteogenesis, myohistogenesis, limb lengthening, transosseous osteosynthesis.

ВВЕДЕНИЕ

Оперативное удлинение нижних конечностей с помощью distractionных аппаратов в последнее десятилетие находит все более широкое распространение и позволяет достигать хороших исходов лечения не только у детей, но и взрослых [4, 5, 6, 8, 10, 11].

К настоящему времени достаточно хорошо изучены различные аспекты монолокального distractionного остеосинтеза в условиях эксперимента при увеличении длины сегмента конечности на 20-30%. Вопрос о предельных величинах удлинения конечности этим методом не решался, а на основании клинических исследований сложилось мнение о том, что однополюсное удлинение кости не должно превышать

20-30% от её исходной длины. В 1977 году Г.А. Илизаров предложил метод билокального distractionного остеосинтеза, который позволяет осуществлять одноэтапное удлинение сегментов нижней конечности до 70% от исходной длины с хорошим функциональным результатом. Однако остаются недостаточно изученными репаративные возможности костной и мягкой тканей при билокальном distractionном остеосинтезе в условиях эксперимента.

Цель исследования – изучить особенности костеобразования и миоистогенеза при моно- и билокальном distractionном остеосинтезе при одноэтапном удлинении костей голени на 50% от исходной длины.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленных задач было проведено экспериментальное исследование, выполненное на 74 взрослых беспородных собаках. Согласно задачам исследования были проведены 3 серии экспериментов. Во всех сериях достигали одноэтапного увеличения исходной длины голени на 40-50%.

В первой серии (28 животных) удлинение голени производили методом монолокального distractionного остеосинтеза после компактомии большеберцовой кости на уровне средней трети её диафиза. Темп удлинения составлял 1 мм в сутки. Максимальное увеличение голени достигали к 90 дню растяжения. Сроки наблюдения в период distraction соответствовали 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 дням, а после окончания растяжения – 60, 90, 180 дням фиксации.

Во второй серии опытов (23 собаки) удлинение большеберцовой кости производили методом билокального distractionного остеосинтеза после компактомии её на двух уровнях. При этом верхний уровень располагали выше места вхождения питательной артерии в корковую пластинку, что соответствовало бугристости большеберцовой кости. Нижний уровень рассечения костей голени производили на уровне мышечно-сухожильных соединений передней большеберцовой мышцы, что соответствовало границе с/3 и н/3. Темп удлинения на каждом уровне был равен 1 мм, т.е. суммарно – 2,0 мм в сутки. Сроки наблюдения в период distraction составляли 5, 15, 25, 35, 45 дней. Максимальной величины удлинения достигали после 45 дней растяжения, что соответствовало 90 мм. Сроки наблюдения после окончания distraction, как и в первой серии опытов, соответствовали 60, 90, 180 дням.

В третьей серии опытов (23 собаки) удлинение большеберцовой кости так же, как и во второй, выполняли с использованием метода билокального distractionного остеосинтеза. Однако для оценки возможностей этого метода темп distraction

в этой серии был увеличен до 2 мм на каждом уровне, т.е. суммарное суточное удлинение составляло 4 мм. Сроки наблюдения в период distraction соответствовали 3, 7, 12, 18, 23 дням, конечность фиксировали аппаратом в течение тех же сроков, как у собак первой и второй серий опытов (60, 90, 180 дней). Во всех сериях опытов рассечение костей производили с сохранением внутрикостного кровоснабжения, а distraction начинали через 6 дней после операции. Таким образом, в экспериментах использовали различные темпы distraction, но во всех сериях величины удлинения были сопоставимы как в период distraction, так и после её окончания.

Для изучения динамики формирования и перестройки distractionных регенератов большеберцовой кости использовали рентгенологический и морфологический методы исследования. Рентгенологическая картина репаративного остеогенеза изучена на основании рентгенограмм, выполняемых соответственно срокам наблюдения в двух стандартных проекциях. В морфологическое исследование входило микроскопическое изучение одного регенерата (первая серия) или обоих регенератов (вторая и третья серии) после окраски гистологических препаратов гематоксилином-эозином и по Ван-Гизону, а также мацерированных препаратов.

Изучение состояния передней большеберцовой и икроножной мышц удлиняемой голени во всех сериях проводили с помощью рентгенологического и морфологического методов исследования. Для рентгенологического исследования мышц применяли прижизненное контрастное исследование их верографином (Г.А. Илизаров с соавт., а.с. 858776 СССР). Гистологическое исследование мышц проводили путем микроскопического изучения препаратов, изготовленных из поперечно и продольно вырезанных кусочков мышц, которые окрашивались гематоксилином-эозином и по методу Ван-Гизону.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о том, что при двухполюсном удлинении формируются регенераты большеберцовой кости с типичной зональностью, т.е. парными костными отделами регенерата, соединенными между собой соединительно-тканной прослойкой – «зоной роста». При рентгенологическом исследовании регенераты кости определялись через 18-25 дней после начала удлинения, независимо от избранного темпа растяжения. Такая закономерность строения distractionного регенерата является характерной и для однополюсного удлинения, но появляется позже – через 20-30

дней после начала растяжения, что описано ранее другими авторами [7, 17, 11, 16, 1].

Нами во всех сериях опытов отмечено, что в процессе замещения регенератом диастазов, наряду с образованием новой костной ткани, часть балочек, расположенных в основании костных отделов, т.е. вблизи концов отломков, подвергалась остеокластической резорбции, а по периферии этих отделов на границе с мягкими тканями наблюдалось формирование корковых пластинок, представляющих единое целое с корковыми пластинками отломков большеберцовой кости.

Однако, несмотря на однотипность структуры регенератов, в каждой серии имелись свои особенности формирования их, которые зависели от метода удлинения, а при билокальном остеосинтезе – и от темпа растяжения.

В первой серии опытов, где увеличение длины голени достигалось с помощью монолокального дистракционного остеосинтеза, формирование регенерата между отломками большеберцовой кости до 50 дня дистракции как рентгенологически, так и морфологически характеризовалось наличием в нем оптимальных соотношений костных отделов и соединительно-тканной прослойки. Однако после 60 дней растяжения, что соответствовало 30-процентному увеличению большеберцовой кости, при последующем удлинении её до 50% от исходной длины, в регенерате отмечали постепенное увеличение высоты соединительно-тканной прослойки и сужение костных отделов регенерата по направлению к «зоне роста». Это свидетельствовало о том, что при увеличении длины большеберцовой кости более 30% методом монолокального дистракционного остеосинтеза остеогенная активность кости снижалась. При этом после 70 дней удлинения рентгенологически в области «зоны роста» постоянно определялись очаги повышенной плотности. Подобное наблюдали и другие авторы, которые расценивали их как положительный признак регенерации костной ткани, считая их дополнительными очагами оксификации соединительно-тканной прослойки [2].

При изучении гистологических препаратов, соответствующих 70-90 дням растяжения, было установлено, что такую рентгенологическую картину создают молодые костные балочки, которые на отдельных участках внедрялись в соединительно-тканную прослойку на значительное расстояние и представляли собой продолжение костных отделов регенерата. Такое явление, вероятно, можно объяснить тем, что при удлинении голени более 30% образование костных структур в основном сохраняется по ходу коллагеновых волокон лишь вблизи сосудов, расположенных в соединительно-тканной прослойке, в то время как оксификация основной части соединительно-тканной прослойки снижается. Исходя из этого, появление очагов повышенной плотности в центральных отделах «зоны роста», высота которой имеет тенденцию к увеличению, следует отнести к рентгенологическим признакам снижения активности костеобразования в зоне растяжения.

Через 60 дней после окончания удлинения как рентгенологически, так и гистологически отмечалось заметное уменьшение высоты «зоны роста» и частичное смыкание суженных костных отделов регенерата – за счет отдельных мостиков. При дальнейшей фиксации процесс постепенного замещения соединительно-

тканной прослойки протекал очень медленно, и даже к 180 дням после окончания дистракции он ещё не заканчивался. В этот срок регенерат, замесивший диастаз между отломками большеберцовой кости, приобретал строение, сходное с диафизом трубчатой кости. Однако новообразованный участок кости был сужен, иногда значительно, на уровне ранее располагавшейся «зоны роста», где определялись лишь начальные признаки формирования единого с отломками костно-мозгового канала (рис. 1). В то же время в наружных отделах регенерата продолжали сохраняться остатки соединительно-тканной прослойки, по ходу коллагеновых волокон которой отмечались слабые признаки оксификации с образованием костных балочек. Все эти данные свидетельствуют о том, что процесс перестройки дистракционного регенерата, сформировавшегося при увеличении длины большеберцовой кости на 50% методом монолокального дистракционного остеосинтеза, к 180 дню после окончания удлинения не заканчивается (рис. 2). При этом сохраняется сужение диафиза в удлиненном отделе кости.



Рис. 1. Гистотопографический препарат, через 180 дней после окончания дистракции. Сформирована единая корковая пластинка, сохраняются остатки соединительно-тканной прослойки. 1 серия опытов; окраска гематоксилином-эозином; $\times 4$.

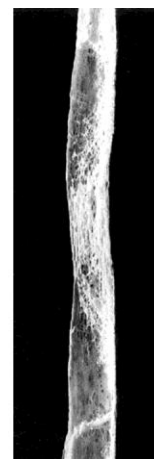


Рис. 2. Мацерированный препарат большеберцовой кости собаки № 8545. Через 180 дней после окончания дистракции. Вид со стороны костно-мозгового канала. Незаконченная перестройка регенерата. 1 серия опытов.

Во второй серии опытов при удлинении большеберцовой кости методом билокального дистракционного остеосинтеза с темпом растяжения 1 мм на каждом уровне, т.е. суммарно 2 мм в сутки, рентгенологически и гистологически определялась картина активного остеогенеза на протяжении всего периода наблюдения. Это выражалось в том, что на обоих уровнях в период удлинения между отломками большеберцовой кости формировались регенераты с оптимальным соотношением в них костных отделов и соедини-

тельно-тканной прослойки, высота которой не превышала 10-15% общей высоты диастаза.

Характерной особенностью формирования регенератов в этой серии опытов была «зона роста», которая имела форму неправильной ломанной линии с большой амплитудой размаха её зубцов, в связи со значительным и неравномерным проникновением в волокнистую ткань костных балочек. В результате этого костные балочки каждого из костных отделов регенерата оказывались как бы внедренными друг в друга на значительном расстоянии. Тем самым увеличивалась площадь активного остеогенеза и протяженность участков возможного соприкосновения костных отделов регенератов между собой, что отчетливо определялось на поперечных срезах, произведенных на уровне «зон роста». Известно, что в области расположения остеобластических клеток имеется большое количество капилляров [16], наличие которых обеспечивает высокий уровень метаболизма остеогенных клеток [3, 9]. Исходя из этого, становится ясно, что после окончания дистракции в случаях использования билокального дистракционного остеосинтеза процесс оссификации соединительно-тканной прослойки происходит активно, приводя тем самым к быстрому смыканию костных отделов регенерата между собой.

Уже через 60 дней после прекращения растяжения при рентгенологическом и морфологическом исследовании, межотломковые пространства на обоих уровнях удлинения большеберцовой кости были почти полностью замещены новообразованной костной тканью дистракционных регенератов, которые в центральных отделах на уровне бывшей «зоны роста» были соединены между собой за счет полной оссификации соединительно-тканной прослойки. По периферии этих отделов четко определялись формирующиеся корковые пластинки, а в центре – костномозговые каналы. Через 180 дней после окончания дистракции на обоих уровнях удлинения структура новообразованных участков кости мало отличалась от прилежащих отделов большеберцовой кости (рис. 3, 4, 5, 6).

Учитывая высокую активность костеобразования при билокальном дистракционном остеосинтезе, с целью оценки его возможностей в третьей серии опытов темп дистракции был увеличен до 2 мм на каждом уровне, что составило 4 мм в сутки. В этой серии опытов типичное «зональное» строение регенератов отмечали через 18-23 дня после начала растяжения. Однако имелись некоторые особенности, которые заключались в том, что в период дистракции в формирующихся регенератах определялись соединительно-тканые прослойки, которые имели резко выраженную зубчатообразную форму. Высота «зон роста» достигала 50% диастаза между отломками большеберцовой кости. При-

чем на протяжении всего периода дистракции сужения костных отделов регенератов не наблюдалось, но в соединительно-тканых прослойках отмечались кровоизлияния, имеющие диффузный характер.



Рис. 3. Гистотопографический препарат большеберцовой кости. Проксимальный уровень удлинения. Через 180 дней после окончания дистракции. Завершение перестройки удлиненного участка кости. 2 серия опытов; окраска гематоксилин-эозином; $\times 4$.



Рис. 4. Мацерированный препарат удлиненного участка большеберцовой кости: поверхность распила. Проксимальный уровень удлинения. Новообразованный участок кости не отличается от близлежащих отделов большеберцовой кости. 2 серия опытов.



Рис. 5. Гистотопографический препарат большеберцовой кости. Дистальный уровень удлинения. Через 180 дней после окончания дистракции. Удлиненный участок имеет типичное для диафиза строение. 2 серия опытов; окраска гематоксилин-эозином; $\times 4$.

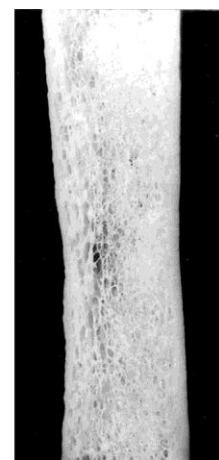


Рис. 6. Мацерированный препарат удлиненного участка большеберцовой кости: поверхность распила. Дистальный уровень удлинения. Новообразованная кость не отличается от близлежащих отделов большеберцовой кости. 2 серия опытов.

Такое состояние, по мнению некоторых авторов, является следствием циркуляторных нарушений, вызванных перерастяжением «зон роста» при завышенных темпах дистракции [15]. Поэтому следовало ожидать, что при таких условиях кровоснабжения соединительно-тканной прослойки процесс остеогенеза будет протекать очень медленно или прекратится. Однако гистологическое изучение этой серии опы-

тов показало, что на границе костных отделов регенератов и связывающих их «зон роста» сохранялась высокая пролиферативная активность остеобластических клеток. При этом со стороны костных отделов, так же как и при темпе дистракции 1 мм на каждом уровне, происходил крайне неравномерный рост костных балочек, что и создавало картину выраженной зубчатообразности как костных отделов, так и «зон роста». Это позволяет считать, что выраженная зубчатообразная форма костных отделов дистракционных регенератов, даже при завышенном темпе дистракции, является положительным рентгенологическим признаком быстрого замыкания «зон роста» после окончания дистракции.

Данные настоящего исследования свидетельствуют о том, что при билокальном дистракционном остеосинтезе как при темпе удлинения 1 мм, так и 2 мм на каждом уровне не отмечено больших различий в сроках замещения соединительно-тканной прослойки костной тканью и перестройки регенерата с формированием в нем корковых пластинок и костно-мозговых каналов. В обеих сериях опытов с билокальным дистракционным остеосинтезом к 2-3 месяцам после окончания растяжения происходило образование еще тонких, но единых для регенерата и отломков корковых пластинок, а к 6 месяцам фиксации, независимо от примененных темпов дистракции, структура новообразованных участков кости была очень близка тем отделам, на уровне которых производилось удлинение (рис. 7, 8, 9, 10).

При исследовании было установлено, что во всех сериях опытов изменения в мышцах удлиненной голени имели наибольшую выраженность на уровне, который соответствовал диастазу между отломками. К тому же изменения в передней большеберцовой мышце всегда были более выражены, чем в икроножной.



Рис. 7. Гистотопографический препарат большеберцовой кости. Проксимальный уровень удлинения. Через 180 дней после окончания дистракции. Восстановление структуры кости. 3 серия опытов; окраска гематоксилином-эозином; $\times 2$.



Рис. 8. Мацерированный препарат удлиненного участка большеберцовой кости: поверхность распила. Проксимальный уровень удлинения. Новообразованный участок кости не отличается от близлежащих отделов большеберцовой кости. 3 серия опытов.



Рис. 9. Гистотопографический препарат большеберцовой кости. Дистальный уровень удлинения. Через 180 дней после окончания дистракции. Сужение костно-мозгового канала на уровне соединительно-тканной прослойки. 3 серия опытов; окраска гематоксилином-эозином; $\times 2$.

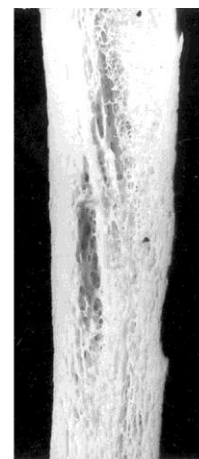


Рис. 10. Мацерированный препарат удлиненного участка большеберцовой кости: поверхность распила. Дистальный уровень удлинения. Новообразованный участок кости не отличается от близлежащих отделов большеберцовой кости, незаконченное формирование костно-мозгового канала. 3 серия опытов.

В первой серии опытов, в которой использовался метод монолокального дистракционного остеосинтеза, при исследовании передней большеберцовой и икроножной мышц с помощью прижизненного контрастирования их верографином, выявлено, что в процессе дистракции происходит постепенное изменение размеров этих мышц, формы и контуров. Однако данные рентгенологического и гистологического исследований на начальных этапах дистракции не совпадали.

При достижении удлинения голени на 18-23% от исходной длины (30-40 дней дистракции) постепенно изменялась рентгенологическая картина изображения мышц, в основном передней большеберцовой и в меньшей степени

– икроножной. Это проявлялось увеличением длины, изменением формы передней большеберцовой мышцы, но структура её изображения сохранялась. При гистологическом исследовании наблюдали в обеих мышцах изменения уже на начальных этапах удлинения. Они локализовались главным образом в передней большеберцовой мышце, в участках, соответствующих формирующемуся регенерату. Эти изменения имели мозаичный характер, т.е. наряду с очагами дистрофических и некротических изменений мионов встречались неизмененные мышечные волокна. Возле очагов некроза мышечных волокон наблюдали проявления регенерации мышечной ткани в виде миобластов, миосимпластов, миотубов. Наряду с этим имело место утолщение эндо-, пери- и эпимизиальных соединительно-тканых прослоек.

При дальнейшем растяжении, когда длина голени увеличивалась более чем на 25% от исходной длины, наблюдали усиление изменений в мышцах удлиняемой голени как при рентгенологическом, так и гистологическом исследовании. Контрастное исследование выявило дальнейшее увеличение длины и истончение их; в передней большеберцовой мышце появлялась размытость контуров, и утрачивался рисунок её изображения. При гистологическом исследовании выявлялось увеличение очагов коагуляционного некроза мышечных волокон, значительное разрастание межмышечных соединительно-тканых прослоек, что сопровождалось редукцией капилляров, а также наблюдалось утолщение стенок артериальных и венозных сосудов.

К моменту окончания distraction, что соответствовало увеличению длины голени на 40-50%, наибольшие изменения отмечали в передней большеберцовой мышце. На контрольных рентгенограммах она утрачивала характерную веретенообразную форму и была представлена полосой, примерно равной ширины во всех отделах, с размытыми контурами. Рисунок изображения её отсутствовал во всех отделах, и она имела неомогенную пятнистую структуру. Гистологически в эти сроки, на поперечных и продольных срезах большеберцовой мышцы, определялись отдельные группы истонченных мышечных волокон среди обширных полей соединительной ткани, отмечалась редукция капиллярной сети, а стенки артерий и вен были резко утолщены, что является причиной нарушения кровоснабжения мышечной ткани.

В период фиксации, к конечному сроку наблюдения (180 дню после окончания distraction), отмечалось некоторое улучшение структуры передней большеберцовой мышцы, особенно в участках, наиболее удаленных от уровня регенерата большеберцовой кости. При гистологическом исследовании выявлялась картина, имеющая большое сходство с таковой на

момент окончания удлинения, но процесс склерозирования мышцы усиливался, продолжалась редукция капилляров, сохранялся склероз артериальных и венозных сосудов (рис. 11).

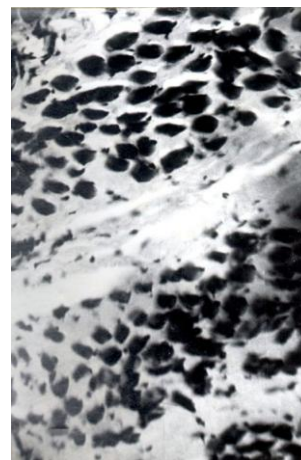


Рис. 11. Микрофотография. Через 180 дней после окончания distraction атрофические мышечные волокна среди обширных полей рубцовой ткани. 1 серия опытов; окраска гематоксилином-эозином; $\times 400$.

Макроскопически передняя большеберцовая мышца имела сходство с рубцовой тканью: была белесоватого цвета, плотная на ощупь, а при разрезе слабо кровоточила. Проведенное исследование показало, что после увеличения длины голени на 25% от исходной длины методом монолокального distractionного остеосинтеза, когда уровень растяжения отломков приходится на область брюшка мышцы, процесс регенерации мышечной ткани постепенно затухает. В то же время при дальнейшем растяжении продолжалась пролиферация фибробластических клеточных элементов, составляющих мышечную соединительную ткань, что приводило к увеличению межмышечных соединительно-тканых прослоек. В результате этого, а также за счет редукции капилляров и склерозирования стенок артериальных и венозных сосудов, нарушалось кровоснабжение мышечной ткани, тем самым уменьшая энергообеспеченность метаболических процессов в ней.

Таким образом, при удлинении голени методом монолокального distractionного остеосинтеза на 50% от её исходной длины происходит резкое нарушение гистоструктуры мышц, которая в последующем не восстанавливается.

Результаты первой серии опытов являются экспериментальным обоснованием нецелесообразности одноэтапных удлинений более чем на 23-25% от исходной длины методом монолокального distractionного остеосинтеза.

При увеличении длины голени методом биллокального distractionного остеосинтеза (вторая и третья серии) как при темпе distraction 1 мм, так и 2 мм на каждом уровне изменения в мышцах отмечались на уровне формирующихся регенератов большеберцовой кости и были так-

же, как и в первой серии, более выражены в передней большеберцовой мышце. Отличительной чертой этих серий было то, что большая часть брюшка передней большеберцовой мышцы, которая находилась между уровнями растяжения, подвергалась меньшим изменениям, чем в первой серии опытов. Особо следует подчеркнуть, что на протяжении всего периода удлинения отмечался процесс регенерации мышечной ткани, который был выражен в области мышечно-сухожильных соединений, особенно при темпе дистракции 1 мм на каждом уровне.

Выраженность изменений в мышцах зависела от темпа удлинения. При темпе растяжения 1 мм на каждом уровне, дистрофические изменения мышц голени постепенно увеличивались к концу периода дистракции и имели в основном обратимый характер, а некротические процессы были представлены главным образом очагами колликвационного некроза, который, как известно, не сопровождается замещением соединительной тканью. Сокращение продолжительности дистракции уменьшало, по-видимому, период пролиферативной реакции клеточных элементов мышечной соединительной ткани. К конечному сроку наблюдения, т.е. к 180 дню после окончания растяжения, гистоструктура основных частей брюшек передней большеберцовой и икроножной мышц удлиненной голени практически не отличалась от нормы (рис. 12).

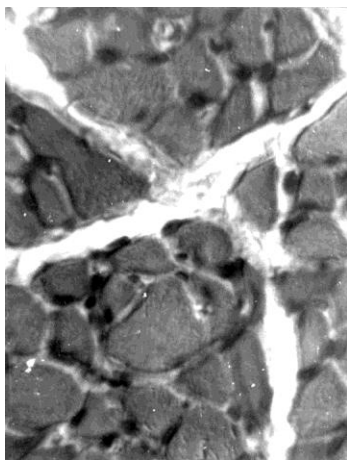


Рис. 12. Микрофотография мышцы на уровне брюшка через 180 дней после окончания дистракции. Неравномерная толщина мышечных волокон, тонкие межмышечные соединительно-тканые прослойки. 2 серия опытов. Окраска гематоксилином-эозином.

В третьей серии опытов, при темпе дистракции 2 мм на каждом уровне, т.е. суммарно 4 мм в сутки, отмечались более выраженные изменения в мышцах удлиняемой голени, где встречались в большом количестве истонченные и разорванные волокна с участками кровоизлияний и очаги некротически измененных мионов. Изменения в мышцах удлиняемой голени находили отражение и при контрастном исследовании их. К моменту окончания удлинения отмечалось

значительное уменьшение ширины тени изображения передней большеберцовой мышцы, исчезновение мышечного рисунка и размытость контуров её. Эти изменения определялись в проксимальном отделе мышцы на уровне формирующегося регенерата большеберцовой кости. При завершающем сроке наблюдения (через 180 дней после окончания дистракции) сохранялось истончение мышечных волокон и увеличение межмышечной соединительной ткани, которая замещала погибшие мышечные волокна (рис. 13, 14). Таким образом, при удлинении голени методом билокального дистракционного остеосинтеза, наименьшие изменения мышечной ткани наблюдались при темпе дистракции 1 мм на каждом уровне растяжения.

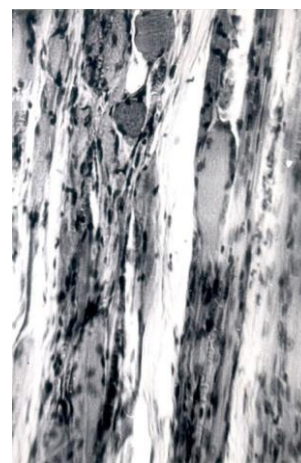


Рис. 13. Микрофотография передней большеберцовой мышцы. Очаги коагуляционного некроза, деформация мышечных волокон в виде «песочных часов». 3 серия опытов; окраска гематоксилином-эозином; $\times 200$.



Рис. 14. Микрофотография передней большеберцовой мышцы. Истонченные и гипертрофированные мышечные волокна среди разросшейся рубцовой ткани. 3 серия опытов; окраска гематоксилином-эозином; $\times 200$.

Проведенное исследование позволяет сделать заключение, что одноэтапное увеличение длины голени на 50% от исходной длины методом билокального дистракционного остеосинтеза позволяет получить органотипическую

структуру новообразованных участков большеберцовой кости в более короткие сроки по сравнению с методом монолокального дистракционного остеосинтеза. При этом отмечается сохранение гистоструктуры мышц удлинённого сегмента конечности лишь при использовании

темпа растяжения 1 мм на каждом уровне. Исходя из этого, следует, что метод билокального дистракционного остеосинтеза при темпе дистракции 1 мм на каждом уровне имеет существенные преимущества по сравнению с удлинением на одном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Илизаров Г.А., Девятков А.А., Трохова В.Г. Оперативное удлинение укороченной конечности //Вестник хирургии им. Грекова. – 1972. – Т.108, № 2. – С. 100-103.
2. Илизаров Г.А. и др. Восстановление опороспособности и длины конечности при врожденном вывихе бедра у подростков и взрослых /Г.А. Илизаров, А.Г. Каплунов, В.Г. Трохова, В.А. Терещенко //Обл. юбилейная науч.-практ. мед. конф., посвящ. 60-летию Великой Окт. соц. рев. – Курган, 1977. – С.142-144.
3. Илизаров Г.А. и др. К проблеме оптимизации условий костеобразования при удлинении конечности /Г.А. Илизаров, А.А. Шрейнер, И.А. Имерлишвили и др. //Экспериментально-теоретические и клинические аспекты разработ. в КНИИЭКОТ метода чрескостного остеосинтеза: Тез. докл. Всесоюз. симпози. – Курган, 1983. – С.25-27.
4. Федотова Р.Г. Оперативное удлинение укороченной нижней конечности у детей и подростков: Дис... д-ра мед.наук. – Свердловск, 1971. – 443 с.
5. Калякина В.И. Уравнивание длины нижних конечностей при больших укорочениях удлинением бедра и голени по Илизарову: Автореф. дис... канд. мед. наук. – Л., 1979. – 22 с.
6. Введенский С.П. Клинико-биомеханическое обоснование и дифференцированное применение метода удлинения нижних конечностей: Дис... д-ра мед. наук. – Горький, 1983. – 472 с.
7. Шевцов В.И., Попков А.В. Оперативное удлинение нижних конечностей. – М.: Медицина, 1998. – 190 с.
8. Удлинение нижних конечностей в автоматическом режиме /В.И. Шевцов, А.В. Попков, Д.А. Попков, С.О. Мурадисов //Гений ортопедии. – 1999. - № 3. – С. 20-24.
9. Илизаров Г.А., Ледяев В.И., Штин В.П. Репаративная регенерация компактной кости в условиях дистракции с образованием диастаза //Тез. к итогам науч.сессии ин-тов травматол.-ортопедов в Свердловске, 21-23 мая 1968 . – Л.,1968. – С.115-117.
10. Штин В.П., Никитенко Е.Т. К обоснованию срока начала дистракции при оперативном удлинении голени в эксперименте //Ортопед., травматол. – 1974. - № 5. – С. 48-51.
11. Штин В.П. Особенности костеобразования в зоне диастаза большеберцовой кости при удлинении голени аппаратом Г.А. Илизарова (эксперимент.-морфологическое исслед.): Дис... д-ра мед. наук. – Новосибирск, 1978. – 308 с.
12. Барабаш А.П. Некоторые итоги экспериментальных разработок компрессионно-дистракционного остеосинтеза по Илизарову //Вопросы чрескостного остеосинтеза по Илизарову: Сб. науч. тр., посвящ. 10-летию КНИИЭКОТ. – Курган, 1981. – Вып.1. – С.42-48.
13. Шрейнер А.А., Чиркова А.М., Ерофеев С.А. Формирование дистракционного регенерата при различных темпах удлинения конечности в эксперименте //Чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез по Илизарову в травматологии и ортопедии: Сб.науч.тр. КНИИЭКОТ. – Курган, 1985. – Вып.10. – С.148-154.
14. Лаврищева Г.И., Штин В.П. Особенности репаративных процессов при дистракционном остеосинтезе // Труды III Всероссийского съезда травматологов-ортопедов. - М.: ЦИТО, 1976. - С.170-176.
15. Барабаш А.П. Некоторые итоги экспериментальных результатов компрессионно-дистракционного остеосинтеза по Илизарову //Сб. науч. трудов, посвящ. 10-летию института. - 1981. - Вып.7. - С. 42-48.
16. Барабаш А.П. Удлиняющий артродез коленного сустава методом последовательного монолокального компрессионно-дистракционного остеосинтеза по Г.А.Илизарову: Автореф.дис... канд.мед.наук. – Пермь, 1974. – 26 с.
17. Шрейнер А.А., Чиркова А.М., Ерофеев С.А. Формирование дистракционного регенерата при различных темпах удлинения конечности в эксперименте //Чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез по Илизарову в травматологии и ортопедии: Сб. науч. трудов. - Курган, 1985. - Вып.10. - С.148-154.
18. Имерлишвили И.А., Бахлыков Ю.Н., Петровская Н.В. Изучение морфофункциональных особенностей соединительно-тканной прослойки дистракционного регенерата // Чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии: Сб. науч. трудов. - Курган, 1986. – Вып.11. - С.71-79.
19. Структурные и метаболические особенности дистракционного регенерата при удлинении большеберцовой кости методом Илизарова / Ю.Н. Бахлыков, Т.С. Беркуцкая, Н.В. Петровская и др. // Чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии: Сб. науч. трудов. - Курган, 1985. - Вып.10. – С.177-181.

Рукопись поступила 08.07.02.