

Гистологический анализ морфологических проявлений в скелетных мышцах экспериментальных животных при удлинении голени по Илизарову

В.И. Шевцов, Н.К. Чикорина, С.А. Ерофеев

Histologic analysis of morphologic manifestations in skeletal muscles of experimental animals in the process of leg elongation according to Ilizarov

V.I. Shevtsov, N.K. Chikorina, S.A. Yerofeyev

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)

Методом световой микроскопии изучали образцы передней большеберцовой мышцы взрослых собак после удлинения голени аппаратом Илизарова при разных режимах distraction. Установлена способность мышцы к редукции и обновлению ее тканевых элементов путем дифференцировки собственных клеточных и симпластических компонентов; а также структурная готовность к нормальному функционированию по окончании эксперимента.

Ключевые слова: собака, голень, удлинение, аппарат Илизарова, скелетные мышцы, гистология, регенерация, световая микроскопия

Samples of the anterior tibial muscle of adult dogs after leg elongation with the Ilizarov apparatus for different distraction modes are studied, using method of light microscopy. Structural muscular readiness for normal functioning as far as experiment ends, as well as ability of the muscle to reduction and renovation of its tissue elements by differentiation of proper cellular and symplastic components is revealed.

Keywords: dog, leg, elongation, the Ilizarov apparatus, skeletal muscles, histology, regeneration, light microscopy.

В практике лечения ортопедо-травматологических заболеваний конечностей в нашем институте используются различные тактические подходы, в частности изменение темпов и ритмов удлинения костей аппаратом Илизарова, осуществляемые вручную или с помощью автоматических дистракторов [1]. Важное значение при этом имеет сохранение способности скелетных мышц к полноценному функционированию в условиях чрескостного остеосинтеза. В том же направлении проводятся и экспериментальные исследования, находящие морфологическое подтверждение в каждом конкретном случае. В опубликованных нами ранее работах, проведенных на уровне электронной микроскопии [3, 7, 8], отмечалось, что при уд-

линении конечности у взрослых беспородных собак в мышцах происходит своеобразная структурная перестройка, возвращающая ткань в эмбриональное состояние и ставящая ее на путь онтогенетического роста. При этом на разных этапах distraction на фоне большинства неповрежденных мышечных волокон присутствуют различные элементы миогенеза, что свидетельствует об асинхронности и пролонгированности процесса созревания скелетной мышечной ткани. Данная работа посвящена сравнительному анализу гистологических признаков роста и регенерации скелетных мышц голени при удлинении конечности в различных режимах distraction у экспериментальных животных по методу Илизарова.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Предметом исследования служила передняя большеберцовая мышца 43 взрослых беспородных собак, которым через 5 дней после закрытой флекссионной остеоклазии берцовых костей [2] удлинляли голень в течение 4-х недель по 1 мм в сутки: ручной подкруткой стержневых

гаек за 1, 4 и 8 приемов в течение дня и с помощью автоматического дистрактора за 60 приемов в сутки. Голень фиксировали в аппарате 30 дней. После снятия аппарата за животными наблюдали в течение 6 месяцев. Собак выводили из эксперимента через 14, 21, 28 дней дист-

рации, через 30 дней фиксации голени и через 1, 3, 6 месяцев после снятия аппарата.

Гистологической обработке подвергали образцы брюшка передней большеберцовой мыш-

цы. Исследования проводили с помощью светового микроскопа на парафиновых срезах, окрашенных гематоксилин-эозином и по методу ван-Гизона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что наибольшие изменения наблюдаются в поверхностных слоях мышцы. Через 14-21 день дистракции при режиме 1 мм за 1 прием ручной подкрутки в мышце патологических изменений не обнаруживается. Мышечные волокна в пучках располагаются компактно, сохраняют регулярную поперечную исчерченность и умеренное число собственных ядер под сарколеммой, имеющих удлиненную или овальную форму с 1-2 ядрышками. В пери- и эндомизии содержатся единичные клеточные элементы и коллагеновые волокна. Сосуды стромы несколько расширены, заполнены форменными элементами крови.

При 4 разовой дневной подкрутке в мышцах на фоне общей массы неизмененных мышечных волокон на отдельных участках волокон нарушается регулярность поперечной исчерченности. Отмечается беспорядочное расположение собственных ядер в саркоплазме и наличие в них глыбок хроматина (рис. 1). Расширяются пространства пери- и эндомизия, в них появляются единичные лимфоидно-плазмочитарные инфильтраты. При увеличении ритма дистракции голени (8-кратная ручная подкрутка и 60-кратная – автоматическая) в мышце наблюдаются изменения, идентичные описанным выше. В отдельных мышечных волокнах появляются полосы пересокращения миофибрилл.

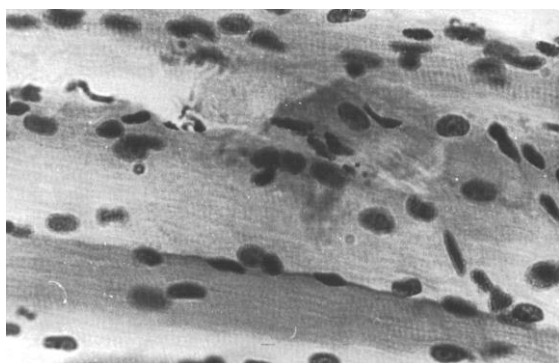


Рис. 1. Гистоструктура мышечных волокон передней большеберцовой мышцы собаки. Дистракция 21 день. Режим 1 мм за 4 приема. Ок. 10, об. 40. Гематоксилин-эозин

Через 28 дней дистракции при удлинении голени собак в режиме 1 мм за 1 прием в мышце наблюдается значительная дезорганизация взаиморасположения пучков и дисконфлексация мышечных волокон. Появляются волокна различного диаметра. Крупные мышечные волокна содержат множество светлых собственных ядер, а также увеличенных в размере миосателлито-

цитов (далее КС) под базальной мембраной. Часть волокон находится в стадии некробиоза (распад дисков, надсарколеммальный отек, карриопикноз). В строме органа развивается активная клеточная реакция (рис. 2).

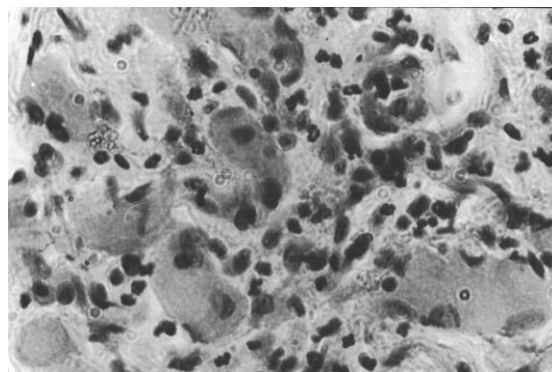


Рис. 2. Гистоструктура мышечных волокон передней большеберцовой мышцы собаки. Дистракция 28 дней. Режим 1 мм за 1 прием. Ок. 10, об. 40. Гематоксилин-эозин

Применение 4- и 8-кратного ритмов дистракции вызывает в мышце однотипные изменения. В основной массе пучков мышечные волокна расположены компактно, имеют округлую или овальную форму и содержат много собственных ядер с просветленной кариоплазмой. Обращает внимание многочисленность крупных КС под базальной мембраной (рис. 3). Строма выражена умеренно, встречаются лимфоидно-плазмочитарные инфильтраты, гиперваскуляризации не наблюдается.

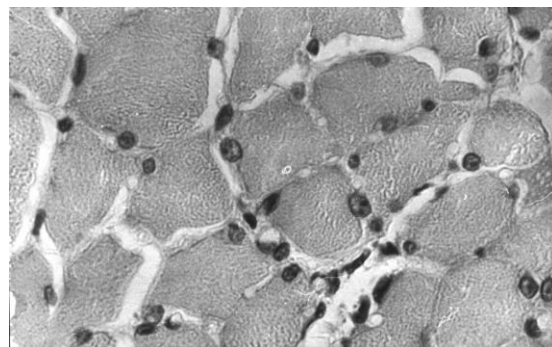


Рис. 3. Гистоструктура мышечных волокон передней большеберцовой мышцы собаки. Дистракция 28 дней. Режим 1 мм за 4 приема. Ок. 10, об. 40. Гематоксилин-эозин

При автоматической дистракции в большей части мышечных пучков прослеживаются описанные выше изменения. Характерным явлением становятся многочисленные мышечные симпласты в составе волокон (рис. 4), лимфоидно-плазмочитарная инфильтрация и гипervasкуляризация стромы.

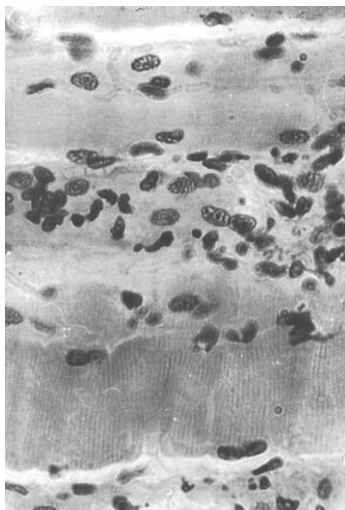


Рис. 4. Гистоструктура мышечных волокон передней большеберцовой мышцы собаки. Дистракция 28 дней. Режим 1 мм за 60 приемов. Ок. 10, об. 40. Гематоксилин-эозин

Через 30 дней фиксации голени в аппарате мышца имеет неоднородное строение. Мышечные волокна в пучках, при компактном их расположении, имеют различную толщину. При дистракции 1 мм за 1 прием наблюдается усиленная клеточная реакция стромы и разрастание коллагеновых волокон (рис. 5).

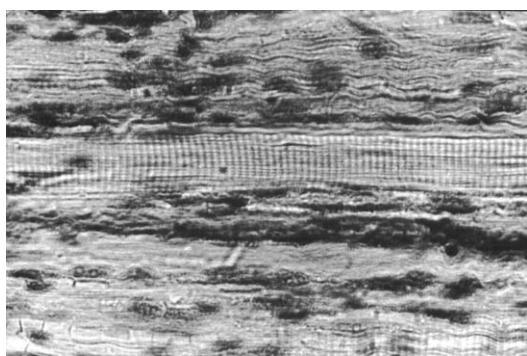


Рис. 5. Гистоструктура мышечных волокон передней большеберцовой мышцы собаки. Режим дистракции 1 мм за 1 прием. Фиксация голени 30 дней. Ок. 10, об. 16. Гематоксилин-эозин

При дистракции 1 мм за 4 приема в мышечных волокнах отмечается некоторое снижение числа собственных ядер. При дистракции 1 мм за 8 приемов и автоматическом удлинении голени в мышце продолжается дифференцировка ткани. Наряду с участками гиперисчерченности мышечных волокон в отдельных мышечных волокнах встречаются участки пересокращения или отсутствия поперечной исчерченности.

Часть волокон выглядит "расщепленными". Наблюдается много мышечных волокон, идентифицированных нами как новообразованные, содержащих многочисленные собственные ядра крупных размеров (рис. 6). В строме органа, представленной аморфной межклеточной субстанцией и зрелыми коллагеновыми волокнами, часто встречаются артериолы крупного калибра с мощным мышечным слоем.

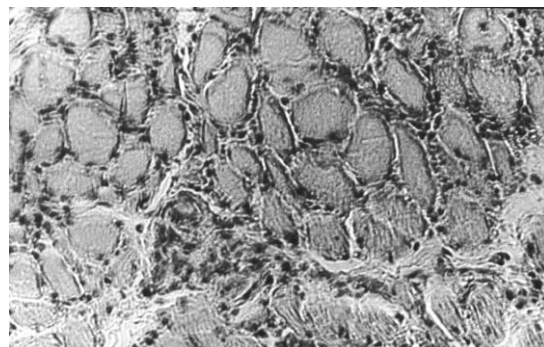


Рис. 6. Гистоструктура мышечных волокон передней большеберцовой мышцы собаки. Режим дистракции 1 мм за 8 приемов. Без аппарата - 1 месяц. Ок. 10, об. 40. Гематоксилин-эозин

Через 1 месяц после снятия аппарата во всех проведенных экспериментах гистологическая картина строения мышцы остается похожей на описанную выше.

Через 3-6 месяцев после снятия аппарата гистологически мышца возвращается к нормальному строению. Мышечные волокна в пучках сохраняют компактное расположение, одинаковую толщину и регулярную поперечную исчерченность (рис. 7). На отдельных участках саркоплазмы мышечных волокон наблюдаются скопления собственных ядер и КС. Пери- и эндомиоциты выражены умеренно.

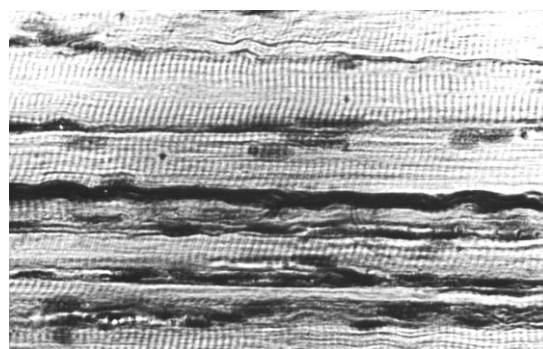


Рис. 7. Гистоструктура мышечных волокон передней большеберцовой мышцы собаки. Режим дистракции 1 мм за 4 приема. Без аппарата - 6 месяцев. Ок. 10, об. 16. Гематоксилин-эозин

При режиме дистракции 1 мм за 1 прием мышечные волокна в пучках имеют плотную упаковку, различную толщину и содержат много собственных ядер, часто располагающихся цепочками под сарколеммой (рис. 8). Пространства перимизия расширены, заполнены зрелыми коллагеновыми волокнами и многочисленными

кровеносными сосудами.

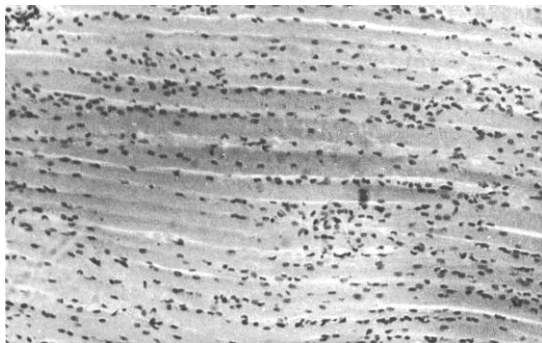


Рис. 8. Гистоструктура мышечных волокон передней большеберцовой мышцы собаки. Режим distraction 1 мм за 1 прием. Без аппарата – 3 месяца. Ок. 10, об. 16. Гематоксилин-эозин

Проведенные исследования показали, что в условиях удлинения конечности аппаратом Илизарова при всех изучаемых режимах в периоде distraction возрастает активность потенциальных элементов регенерации мышечной ткани (КС). Это приводит к новообразованию множества молодых мышечных волокон. Наблюдающаяся активизация собственных мышечных ядер в предсуществующих волокнах в дедифференцированных участках ранее индифферентной саркоплазмы приводит к образованию мышечных симпластов, из которых в дальнейшем также формируется масса новых волокон. При использовании ручного способа удлинения голени преобладает активизация КС, а при автоматической distraction в преобразовании мышцы в большей степени участвуют миосимпласты. Полученные данные подтверждают мнение Р.К. Данилова [4] об участии в процессах пролиферации и дифференцировки скелет-

ной мышечной ткани клеточного и симпластического дифференции. Увеличение общего содержания в мышечных пучках тонких мышечных волокон согласуется с предварительными исследованиями Т.С. Беркуцкой [2]. Наблюдаемое нами увеличение общей массы мышечных волокон в пучках не противоречит стереологическим данным В.И. Шевцова, С.Н. Асоновой и др. [9] об увеличении численной плотности мышечных волокон на единице площади поверхности среза при distraction по сравнению с интактной мышцей. Запущенный distraction механизмом генеза мышечной ткани [3] имеет пролонгированный характер, о чем свидетельствует постоянное присутствие в мышце клеточного и симпластического компонентов и в периоде фиксации голени в аппарате. Очаговые скопления мышечных ядер в отдельных волокнах после снятия аппарата интерпретируются нами как физиологическая регенерация в условиях физической нагрузки.

Таким образом, учитывая однотипность гистологических преобразований, происходящих в скелетных мышцах в различных условиях удлинения конечности животным по методу Г.А. Илизарова, а также варибельность признаков роста и регенерации мышечных волокон в разные периоды эксперимента (distraction, фиксации голени в аппарате и наблюдении за животными после снятия аппарата), по нашему мнению, не очень достоверно сравнивать их с темпами и ритмами distraction. Рациональнее оценивать картину интенсивности структурной перестройки мышцы в соответствии со степенью ее готовности к нормальному функционированию.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с.1423114 СССР, МКИ⁴ А61В 17/60. Привод к компрессионно-дистракционному аппарату / Г.А.Илизаров, А.П.Предеин, В.М.Быков (СССР). - №3601258/13. Заявлено 06.04.83г. Опубл. 15.09.88. Бюл. № 34. - С. 24.
2. Влияние темпа ритма distraction на остеогенез и изменения мягких тканей при удлинении голени у собак: Отчет о НИР (Заключ.) / МЗ РСФСР, КНИИЭКОТ. Руководитель Г.А.Илизаров. - №ГР 78073753. Инв. № 0283.0. 080251. - Курган, 1983. - 87с.
3. Диплом №355 (СССР). Общебиологическое свойство тканей отвечать на дозированное растяжение ростом и регенерацией (эффект Илизарова). Г.А.Илизаров. - Заявлено 25.12.85г. №ОТ. 11271. Опубл. 23.04.1989. Бюлл. «Открытия, изобретения». - 1989. - №15. - С.3. Приоритет от 24.11.1970.
4. Данилов Р.К. Клетки-миосателлиты в процессах развития и регенерации скелетных мышц // Возр. адапт. и патол. процессы в опорно-двиг. аппарате: Тез. докл. VII школы по биологии мышц (Харьков, 8-10 июня 1988г.). - Харьков, 1988. - С. 6-7.
5. Илизаров Г.А., Шрейнер А.А. Новый метод флекссионной остеоклазии (экспер. исслед.) // Ортопед. травматол. - 1979. - №1. - С. 9-14.
6. Илизаров Г.А., Чикорина Н.К. Электронно-микроскопическое исследование передней большеберцовой мышцы при удлинении голени в эксперименте // Эксперим.-теорет. и клин. аспекты разработ. в КНИИЭКОТ метода чрескостного остеосинтеза: Тез. докл. Всесоюз. симпозиума. - Курган, 1983. - С.54-56.
7. Реализация пластических возможностей мягких тканей в условиях дозированного растяжения по Илизарову / С.Н. Асонова, Н.Р. Карымов, Н.С. Мигалкин и др. // Пластическая хирургия при ожогах и ранах: Материалы. конф. - М., 1994. - Ч.III. - С. 5-6.
8. Чикорина Н.К. Об источниках роста и регенерации скелетных мышц в условиях дозированного растяжения // Структура и биомеханика скелетно-мышечной и сердечно-сосуд. систем позвоночных: Тез. докл. Респ. конф. - Киев, 1984. - С. 160-161.
9. Состояние сосудистого бассейна мышц конечности при разных режимах удлинения (морфофункциональное исследование) / В.И. Шевцов, С.Н. Асонова, А.Д. Наумов и др. // Гений ортопедии. - 1997. - №2. - С.5-11.

Рукопись поступила 05.11.1998.