

УДК [611.738.13:616.711.6-007.55]-092.9

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАЛОЙ ПОЯСНИЧНОЙ МЫШЦЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СКОЛИОТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

Филимонова Г.Н., Кобызев А.Е., Краснов В.В.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова»
Министерства здравоохранения России, Курган, Россия
e-mail: galnik.kurgan@mail.ru*

Посредством световой микроскопии парафиновых и полутонких срезов исследована малая поясничная мышца (МПМ) собак при экспериментальном моделировании сколиотической деформации поясничного отдела позвоночника. Для гистогенеза МПМ характерны стандартные признаками дегенеративно-дистрофических изменений с репарацией по типу реституции/субституции.

Ключевые слова: моделирование сколиотической деформации, паравертебральные мышцы, морфология

MORPHOLOGICAL FEATURES OF M. PSOAS MINOR IN MODELING SCOLIOTIC DEFORMITY OF THE LUMBAR SPINE

Filimonova G.N., Kobyzev A.E., Krasnov V.V.

*FSBI «Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics”»
(RISC “RTO”) of the RF Ministry of Health. Kurgan, Russia*

Musculus psoas minor (MPM) of the canine back has been investigated using the method of light microscopy for paraffin and semithin sections in the process of modeling scoliotic deformity of the lumbar spine. Standard signs of degenerative-and-dystrophic changes with reparation by restitution/substitution type are characteristic of MPM histogenesis.

Keywords: scoliotic deformity modeling, paravertebral muscles, morphology

Введение

Позвоночный столб выполняет одновременно две взаимоисключающие функции: устойчивость и подвижность. Его статическое положение обеспечивается за счет формы позвонков и связочного аппарата. Динамическое равновесие позвоночного столба осуществляется паравертебральными мышцами. Им же принадлежит исключительная роль в поддержании физиологической формы позвоночника, а также в развитии его патологических состояний [6].

На большом клиническом и экспериментальном материале доказано превалирующее влияние нарушения баланса мышц спины в формировании сколиозов [1, 11]. Изучены морфологические и функциональные изменения паравертебральных мышц у данной группы больных [2, 14, 15]. Однако, не смотря на многочисленные исследования, роль мышц в патогенезе идиопатического сколиоза остается предметом непрекращающихся дискуссий [14].

Цель работы – выявить морфологические особенности малой поясничной мышцы собак в различных условиях формирования сколиотической деформации поясничного отдела позвоночного столба.

Материалы и методы исследования

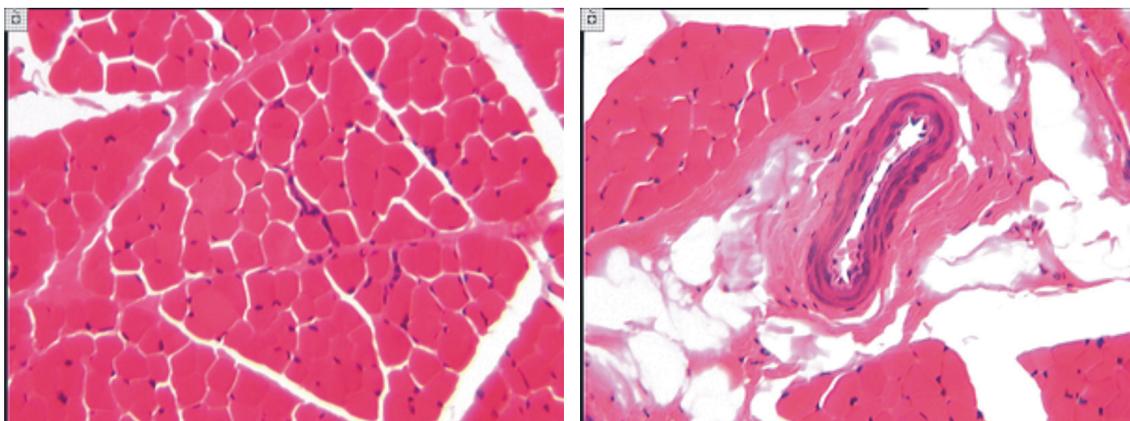
Эксперименты выполнены на 16 беспородных собаках обоего пола в возрасте 4 мес. с массой тела $5,7 \pm 0,5$ кг. Животные содержались в стандартных условиях вивария. Оперативные вмешательства осуществляли в соответствии с требованиями «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» и были одобрены этическим комитетом ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова [7]. Операции проводили в стерильных условиях под тиопенталовым внутривенным наркозом. Осуществляли моделирование сколиотической деформации поясничного отдела позвоночного столба: в I серии (n = 4) путем односторонней эндоскопической коагуляции спинальных ганглиев на 5 сегментах LII-LVI (модифицированный метод Г.И. Гайворонского с применением минимально инвазивной техники EasyGo) [3, 4], во II серии (n = 4) выполняли фиксацию тел смежных позвонков скобой из никелида титана, в III серии (n = 4) тела смежных позвонков фиксировали скобой из никелида титана и имплантировали пластины в субхондральную область пластинки роста позвонков [8, 9] и в IV серии (n = 4) – посредством имплантации пластин для накостного остеосинтеза и шурупов [10]. Животных выводили из опыта через 90 (n = 8) и 180 (n = 8) суток, 2 особи соответствующего возраста составили интактную норму (контроль).

Для морфологических исследований иссекали фрагменты малой поясничной мышцы (МПМ) в поясничном отделе позвоночника на вершине сколио-

тической деформации с выпуклой и вогнутой сторон, расправляли на твердом картоне, фиксировали в 1% растворе нейтрального формалина и заливали в парафин. Часть фрагментов фиксировали в смеси равных объемов 2% глутарового альдегида и 2% параформальдегида на фосфатном буфере (рН 7,4), постфиксировали в 1% растворе тетраоксида осмия, с дальнейшей дегидратацией и полимеризацией в эпоксидных смолах. С парафиновых блоков изготавливали срезы, используя микротом «Bromma-2218» (LKB, Швеция), окрашивали гематоксилином и эозином и по Ван-Гизону. С эпоксидных блоков изготавливали полутонкие срезы, используя ультратом «Nova» (LKB, Швеция), окрашивали по М. Ontell, метиленовым синим и основным фуксином. Препараты исследовали с помощью светового микроскопа (Orton, Германия), изображения оцифровывали с использованием встроенной фотокамеры в программе «Color» аппаратно-програмного комплекса «ДиаМорф» (ДиаМорф, Россия).

Результаты исследования и обсуждение

Препарированная МПМ характеризовалась строго продольной ориентацией пучков мышечных волокон. В мышце интактных животных наблюдались полигональные профили волокон относительно единообразных диаметров с немногочисленными собственными ядрами в состоянии покоя, минимальными прослойками эндо- и перимизия (рис. 1 А). Артерии с умеренно выраженной *t. media*, содержащей циркулярно ориентированные гладкомышечные клетки (ГМК) и нормальной наружной соединительнотканной оболочкой – *t. adventitia*, «состоящей из рыхлой соединительной ткани, где коллагеновые волокна имеют косое и продольное направление, а так же проходят собственные кровеносные сосуды и нервы» [5] (рис. 1 Б).



А

Б

Рис. 1. Гистоструктура МПМ собак контрольной группы:

А – полигональные профили мышечных волокон с немногочисленными ядрами.

Б – артерия с умеренно выраженной *t. media* с циркулярной ориентацией ГМК.

Парафиновые срезы, окраска гематоксилином и эозином, увеличение – об.16×, ок.12,5×

В I серии опытов через 90 суток в МПМ с обеих сторон профили мышечных волокон утрачивали свою полигональность, приобретая округлые контуры с уменьшением среднего диаметра и повышением их вариативности (рис. 2 А, Б), что является свидетельством вовлечения мышечной ткани в процессы активной структурной перестройки [13]. На выпуклой стороне деформации в пучках наблюдались единичные волокна, замещённые адипоцитами, а так же небольшие группы мелких жировых клеток в интерстициальном пространстве (рис. 2 А). В сосудах артериолярного звена преобладала циркулярная ориентация ГМК. В мышце вогнутой стороны деформации отмечалось значительное разнообразие: от

нормы до массовой дегенерации волокон со значительным фиброзом и обширными полями жировой инфильтрации (рис. 2 Б). Наблюдались мелкие атрофичные волокна, многочисленные дегенерирующие с центрально расположенными бледными набухшими «лизисными» ядрами [5] и ореолом, слабо воспринимающим краситель; крупные переживающие волокна, заполненные группами аналогичных ядер, когда множественные ядра миосимпласта концентрируются в больших количествах перед гибелью волокна (рис. 2 В). Просветы артериол были сужены, наружная оболочка значительно увеличена (адвентициальный фиброз, возможен периваскулит), ГМК с частичной потерей циркулярной ориентации (рис. 2 Г).

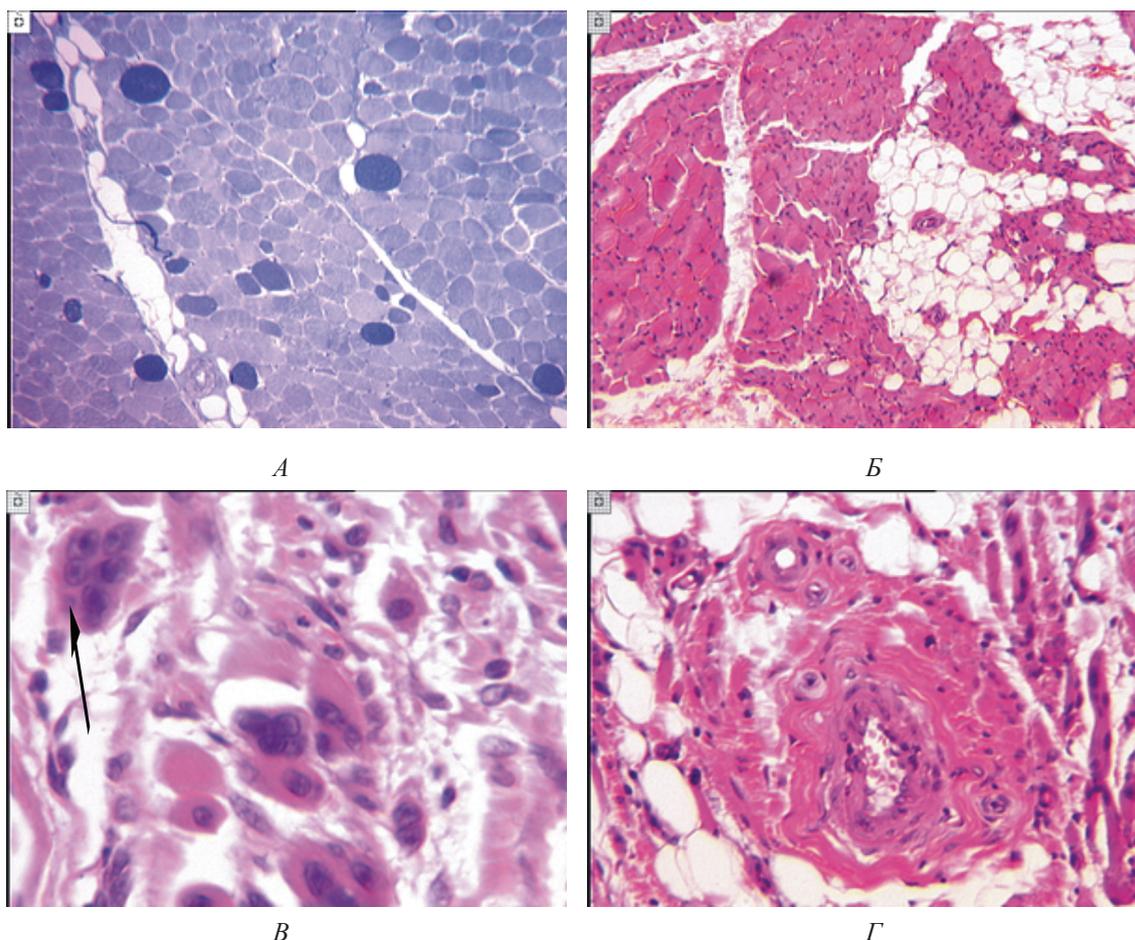


Рис. 2. Гистоструктура МПМ в I серии через 90 суток опыта: А – с выпуклой стороны деформации, округлые профили волокон. В, Г – с вогнутой стороны. Б – мелкие атрофичные волокна, пучки массовой жировой инфильтрации. В – дегенерация волокон с центрально расположенными набухшими светлыми ядрами; крупные переживающие волокна, заполненные аналогичными ядрами (стрелка). Г – суженный просвет артерии, ГМК с потерей циркулярной ориентации, адвентициальный фиброз. А – полутонкий срез, окраска по М. Ontell, Б, В, Г – парафиновые срезы, окраска гематоксилином и эозином, увеличение: А, Б – об. 6,3×, ок. 12,5×, В – об. 40×, ок. 12,5×, Г – об. 16×, ок. 12,5×

К 180 суткам опыта в МПМ выпуклой стороны деформации возрастала вариативность диаметров мышечных волокон, наблюдались атрофичные и гипертрофированные волокна, обширные поля адипоцитов, сосуды перимизия с суженными просветами, дезориентацией ГМК и увеличенной наружной оболочкой (рис. 3 А, В). В мышце с противоположной стороны деформации визуализировались сохранные пучки волокон полигональных профилей, минимальная доля эндо- и перимизия, симпластические ядра в инактивированном состоянии, в единичных волокнах наблюдались внутренние ядра, которые могут отражать вторжение макрофагов (рис. 3 Б, Г).

Во II серии через 90 и 180 суток опыта морфология исследуемой МПМ

на выпуклой стороне деформации подвергалась значительным изменениям относительно контроля (рис. 4 А). Отмечены волокна с признаками некроза, где по периферии характерно слабое окрашивание (рис. 4 А), а так же фрагменты мышечных волокон с пересокращениями различной степени. На вогнутой стороне сколиотической деформации МПМ по своей гистоструктуре была близка к интактной норме (рис. 4 Б).

В III серии на 90 и 180 сутки исследования в МПМ наблюдались аналогичные описанным выше признаки пластической реорганизации, а также спиральные волокна, волокна с возможными скоплениями макрофагов (рис. 5).

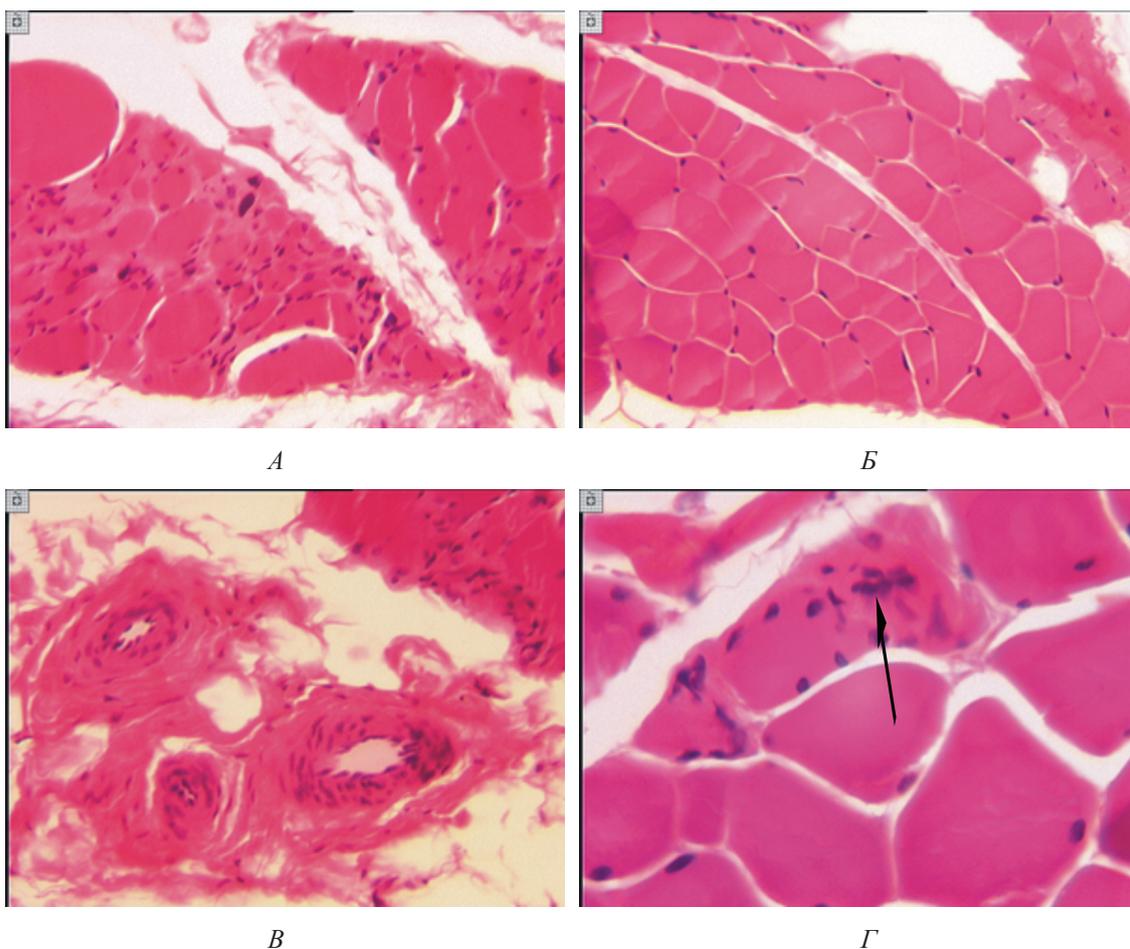


Рис. 3. Гистоструктура МПМ в I серии через 180 суток опыта. Слева – мышца выпуклой, справа – вогнутой стороны деформации. А – разнокалиберные диаметры округлых профилей мышечных волокон. Б – сохраненные пучки волокон с минимальной долей эндомизия. В – сосуды мышечного типа с увеличенным *t. adventitia* и дезориентацией ГМК *t. media*. Г – полигональные профили волокон, в единичных – внутренние ядра, которые могут отражать вторжение макрофагов (стрелка). Парафиновые срезы, окраска гематоксилином и эозином, увеличение: А, Б, В – об. 16×, ок. 12,5×, Г – об. 40×, ок. 12,5×

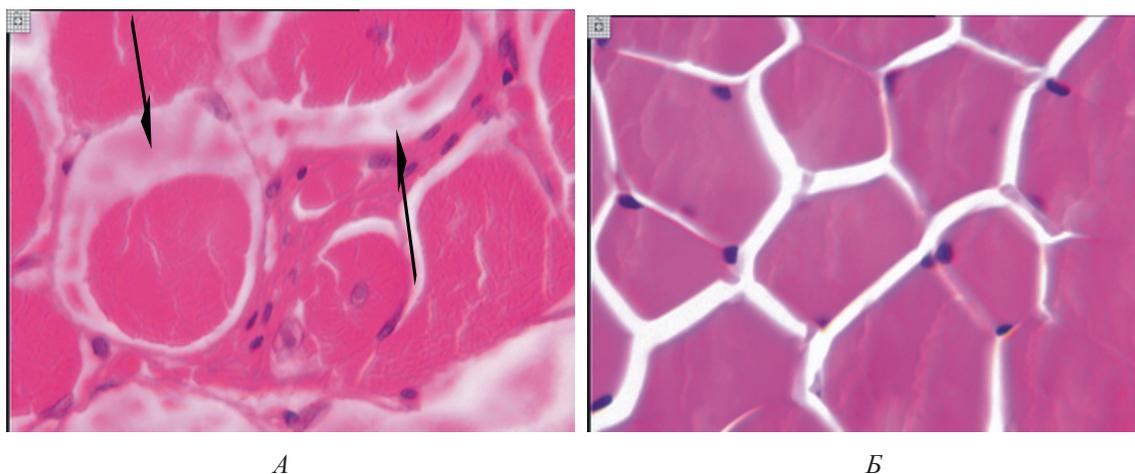


Рис. 4. Гистоструктура МПМ во II серии через 180 суток опыта. Слева – мышца с выпуклой, справа – с вогнутой стороны деформации. А – округлые профили мышечных волокон, начало некроза – светлый ореол (стрелки). Б – полигональные профили, инактивированные ядра волокон. Парафиновые срезы, окраска гематоксилином и эозином, увеличение – об. 16×, ок. 12,5×

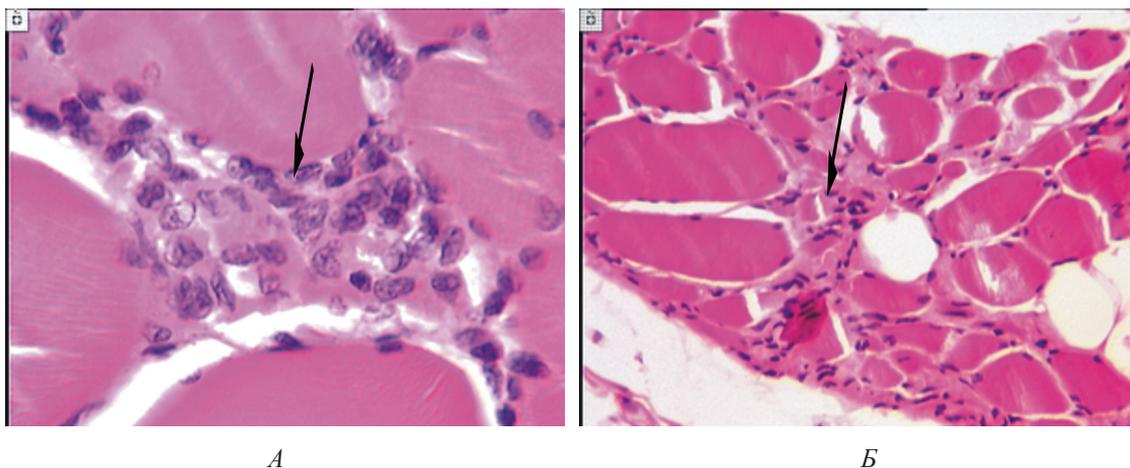


Рис. 5. Гистоструктура МПМ в III серии через 180 суток опыта. Слева – мышца с выпуклой, справа – с вогнутой стороны деформации. Некротические волокна со скоплениями макрофагов (стрелки). Парафиновые срезы, окраска гематоксилином и эозином, увеличение: А – об. 40×, ок. 12,5×, Б – об. 16×, ок. 12,5×

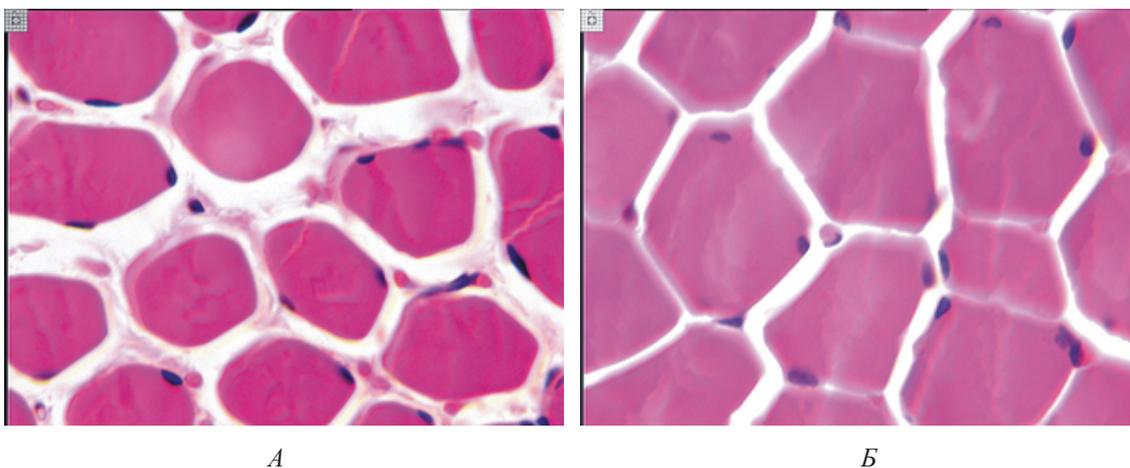


Рис. 6. Гистоструктура МПМ в IV серии через 180 суток опыта. А – Увеличение доли эндомизия с множественностью микрососудов, аналогично мышцам растущих щенков (мышца выпуклой стороны). Б – Полигональные профили волокон, минимальные прослойки эндомизия (мышца вогнутой стороны). Парафиновые срезы, окраска гематоксилином и эозином, увеличение – об. 16×, ок. 2,5×

В IV серии к 180 суткам опыта для МПМ выпуклой стороны деформации были характерны полигональные профили мышечных волокон единообразных диаметров с немногочисленными саркоплазматическими ядрами в состоянии покоя, а так же хорошо выраженный эндомизий с развитой системой гемомикроциркуляторного русла (рис. 6 А). Последнее является признаком активного роста, характерного для щенков в периоде раннего постнатального онтогенеза и в условиях дистракции [12]. В противоположной мышце наблюдалась гистологическая картина, аналогичная интактной норме (рис. 6 Б).

При светооптическом исследовании МПМ было выявлено большее число ре-

активно измененных мышечных волокон с вогнутой стороны сколиотической деформации, разница с интактной нормой нивелировалась с увеличением сроков фиксации. Полученные результаты находят отражение в данных литературы по исследованию двусторонних мышц спины у больных со сколиозом: площадь поперечного сечения многораздельной мышцы была значительно меньше, а процент жировой инфильтрации – выше именно на вогнутой стороне [15]. Наименьшие патологические изменения в МПМ с обеих сторон поясничного отдела позвоночного столба отмечались у животных IV серии опытов, что объясняется менее стабильной фиксацией позвоночно-двигательного сегмента вслед-

ствие миграции фиксирующих винтов и, соответственно, более физиологичным состоянием паравертебральных мышц [10].

Таким образом, гистогенез МПМ характеризуется стандартными для поперечно-полосатой мышечной ткани признаками дегенеративно-дистрофических изменений с последующей репаративной регенерацией, протекающей по типу реституции либо субституции. В мышцах как выпуклой, так и вогнутой сторон сколиотической деформации позвоночного столба наблюдается вариативность диаметров волокон и разнообразие их контуров, многочисленные активированные ядра, обширные поля жировой инфильтрации. В артериолах и мелких артериях перимизия просветы сужены, *t. media* и *t. adventitia* увеличены в объеме, ГМК с утраченной циркулярной ориентацией. Наблюдаются многочисленные дегенерирующие мышечные волокна с центрально расположенными ядрами, мелкие атрофические волокна, гипертрофированные, цепочки центрально локализованных ядер, возможно являющиеся фрагментами ядерно-цепочечных волокон в составе нервно-мышечных веретен.

Полученные данные могут быть использованы для оценки адаптивно-структурных преобразований МПМ при создании моделей сколиотической деформации в целях разработки новых и усовершенствования имеющихся методик ее хирургической коррекции.

Список литературы

1. Васильева Л.Ф. Мануальная диагностика и терапия (клиническая биомеханика и патобиомеханика). Руководство для врачей. СПб.: Фолиант, 1999. 400 с.
2. Витензон А.С. Скоблин А.А., Алексеенко И.Г. Изменение функции мышц туловища и нижних конечностей при идиопатическом сколиозе II-III степени // Хирургия позвоночника. 2007. № 3. С. 31-35.
3. Гайворонский Г.И. Способ получения экспериментальной модели структурального сколиоза: А.С. № 4889504 СССР. № 2001764/28-13; заявл. 01.03.1974; опублик. 30.10.1975. Бюл. № 40. 1 с.
4. Видеоэндоскопическая хирургия повреждений и заболеваний грудного и поясничного отделов позвоночника / А.А. Гринь, С.К. Ощепков, Д. Розенталь и др. М.: ООО «Принт-Студио», 2012.
5. Данилов Р.К., Клишов А.А., Боровая Т.Г. Гистология. СПб.: ЭЛБИ-СПБ, 2004. 361 с.
6. Дудин М.Г., Пинчук Д.Ю. Идиопатический сколиоз: нейрофизиология, нейрохимия. СПб.: Человек, 2013. 304 с.
7. Европейская конвенция по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2003. № 4. С. 34-36; продолж. там же. 2004. № 1. С. 20-36, продолж. там же. 2004. № 2. С. 29-31.
8. Кобызев А.Е. Модель формирования сколиотической деформации позвоночного столба методом сегментарного нарушения проницаемости субхондральной зоны позвонков // Гений ортопедии. 2012. № 3. С. 131-133.
9. Кобызев А.Е., Рябых С.О. Способ формирования сколиотической деформации позвоночного столба и устройство для его осуществления: пат. № 2483689 РФ. № 2011139273/14; заявл. 26.09.2011; опублик. 10.06.2013. Бюл. № 16. 7 с.
10. Сравнительная оценка эффективности временной фиксации позвоночно-двигательного сегмента винтами и скобами из никелида титана в растущем организме / А.Е. Кобызев, Т.А. Силантьева, В.В. Краснов, Ю.М. Ирьянов // Хирургия позвоночника. 2013. № 2. С. 62-67.
11. Попелянский Я.Ю. Ортопедическая неврология (вертеброневрология): руководство для врачей. М.: МЕДпресс-информ, 2011. 672 с.
12. Шевцов В.И., Филимонова Г.Н. Передняя большеберцовая мышца собак на этапах постнатального и дистракционного морфогенеза // Гений ортопедии. 2008. № 1. С. 74-80.
13. Щудло Н.А., Филимонова Г.Н., Панасенко С.В. Численно-размерный состав мышечных волокон передней большеберцовой мышцы при регенерации пересеченного седалищного нерва собак в условиях нейтрального и дистракционного остеосинтеза // Гений ортопедии. 2007. № 3. С. 22-26.
14. Assessment of the paraspinal muscles of subjects presenting an idiopathic scoliosis: an EMG pilot study / N. Gaudreault, A.B. Arsenault, C. Lariviere et al. // BMC Musculoskelet Disord. 2005. Vol. 6:14.
15. Asymmetric Degeneration of Paravertebral Muscles in Patients with Degenerative Lumbar Scoliosis / N. Shafaq, A. Suzuki, A. Matsumura et al. // Spine. 2012. Vol. 37. № 16. P. 1398-1406.