81

УДК [616.741.36:616.711.6-007.55]-092.9 МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЛИННЕЙШЕЙ МЫШЦЫ ПОЯСНИЦЫ СОБАК ПРИ ИНДУЦИРОВАННОЙ СКОЛИОТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

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

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

Проведен морфофункциональный анализ m. longissimus lumborum 10 беспородных собак при экспериментальном моделировании сколиотической деформации поясничного отдела позвоночного столба. В І серии эксперимента выполняли одностороннюю фиксацию тел смежных позвонков скобой из никелида титана, во II - тела смежных позвонков фиксировали скобой из никелида титана с пластинами, установленными в субхондральную область позвонков. Установлено, что наибольшим изменениям подвержены мышцы с вогнутой стороны формирования деформации. Для мышц с обеих сторон сколиоза были характерны стандартные признаки дегенеративно дистрофических изменений с репаративной регенерацией по типу реституции/субституции.

Ключевые слова: эксперимент, формирование сколиотической деформации, m. longissimus lumborum, морфофункциональный анализ

MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTIC OF CANINE LUMBAR MUSCULUS LONGISSIMUS FOR INDUCED SCOLIOTIC DEFORMITY OF THE LUMBAR SPINE

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

FSBI The Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics» of the RF Ministry of Health, Kurgan, e-mail: galnik.kurgan@mail.ru

We have made the morphofunctional analysis of m. longissimus lumborum in ten mongrel dogs during experimental modeling of lumbar spine scoliotic deformity. We performed unilateral fixation of the bodies of adjacent vertebrae using a brace of NiTi in Series I of the experiment, fixation of the bodies of adjacent vertebrae using a brace of NiTi with plates placed in the subchondral zone of vertebrae - in Series II. As established, the muscles on the concave side of the deformity development subjected to the greatest changes. The standard signs of degenerative-and-dystrophic changes with reparative regeneration by restitution/substitution type were typical of the muscles at both sides of scoliosis.

Keywords: experiment, scoliotic deformity development, m. longissimus lumborum, morphofunctional analysis

Динамическое равновесие позвоночного столба осуществляется паравертебральными мышцами, им принадлежит исключительная роль в поддержании его физиологической формы [2, 6]. На большом клиническом и экспериментальном материале доказано превалирующее влияние нарушения баланса мышц спины в формировании сколиозов [8]. При идиопатическом сколиозе асимметричное действие мышц спины имеет под собой морфологическую основу, связанную с развитием в них дистрофического процесса [5]. Изучены морфологические и функциональные изменения паравертебральных мышц у данной группы больных [7]. Однако, несмотря на многочисленные исследования, роль мышц в патогенезе идиопатического сколиоза остается предметом непрекращающихся дискуссий [10].

Целью настоящего исследования явилось выполнение морфофункционального анализа длиннейшей мышцы поясницы собак при экспериментальном моделировании сколиотической деформации поясничного отдела позвоночного столба.

Материалы и методы исследования

Эксперименты выполнены на 10 беспородных собаках обоего пола в возрасте 4 мес. с массой тела 5,7 ± 0,5 кг. Животные содержались в стандартных условиях вивария. Оперативные вмешательства и эвтаназию 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» [1].

Осуществляли моделирование сколиотической деформации поясничного отдела позвоночного столба: в I серии (n = 4) выполняли одностороннюю фиксацию тел смежных позвонков скобой из никелида титана, во II серии (n = 4) тела смежных позвонков фиксировали скобой из никелида титана с пластинами, установленными в субхондральную область позвонков [3, 4]. Животных выводили из опыта через 90 (n = 4) и 180 (n = 4) суток; 2 особи соответствующего возраста составили контрольную группу (интактная норма).

Фрагменты длиннейшей мышцы поясницы – m. longissimus lumborum иссекали в поясничном отделе

№4. 2015

позвоночника на вершине сколиотической деформации с выпуклой и вогнутой сторон, фиксировали в 1% растворе нейтрального формалина и заливали в парафин. Часть фрагментов фиксировали в смеси равных объемов 2% глютарового альдегида и 2% параформальдегида на фосфатном буфере (pH 7,4), постфиксировали в 1% растворе тетраоксида осмия, с дальнейшей дегидратацией и полимеризацией в эпоксидных смолах. С парафиновых блоков изготавливали срезы, используя микротом «Вготта-2218» (LKB, Швеция), окрашивали гематоксилином и эозином и по Ван-Гизону. С эпоксидных блоков изготавливали полутонкие срезы, используя ультратом «Nova» (LKB, Швеция), окрашивали по M. Ontell, метиленовым синим и основным фуксином. Препараты исследовали посредством светового микроскопа (Opton, Германия), изображения оцифровывали с помощью встроенной фотокамеры и аппаратно-програмного комплекса «ДиаМорф» (Россия) в программе «Color». Дополнительно был осуществлён выборочный количественный анализ мышц на продольных срезах с целью определения числа реактивно измененных мышечных волокон, содержащих скопления ядер. Данные обрабатывали методами непараметрической статистики в программе AtteStat 13.1 (Гайдышев И.П., 2012), достоверность различий определяли на основании критерия Вилкоксона, различия показателей считали достоверными при р ≤ 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение

При препарировании m. longissimus lumborum наблюдалось перистое расположение пучков мышечных волокон - продольно ориентированные пучки чередовались с косо ориентированными. Вероятно, это обусловлено большой нагрузкой, которую несёт данная мышца, поддерживая позвоночник. Мышцы интактных животных отличались минимальными прослойками эндо- и перимизия, профилями волокон полигональной формы и единообразных диаметров с немногочисленными мелкими ядрами в состоянии покоя (рис. 1, А). В артериолах наблюдались умеренно выраженные средний и адвентициальный слои, гладкомышечные клетки (ГМК) t. media циркулярно ориентированы (рис. 1, Б).

В І серии эксперимента на 90-е сутки опыта для гистоструктуры мышцы с выпуклой стороны деформации были характерны полигональные волокна с минимальной долей эндомизия, также наблюдались волокна со сглаженными, округлыми контурами и волокна с начальными признаками дегенерации – слабо окрашиваемый ореол по периметру, фиброз эндомизия (рис. 2, А). Визуализировались интрафузальные ядерно-цепочечные волокна под соединительнотканной капсулой в составе нервно-мышечных веретён. Противоположная мышца отличалась незначительными соединительнотканными прослойками, наблюдались базофильные регенерирующие волокна с активированными ядрами (рис. 2, Б). Через 180 суток эксперимента мышцы по обе стороны формирования сколиотической деформации имели морфологические признаки нормальной функциональной активности (рис. 2, В, Г).

Во II серии опытов через 90 суток после операции в m. longissimus с выпуклой стороны деформации преобладали пучки волокон разнообразных диаметров, с минимумом эндомизия, в некоторых пучках наблюдался фиброз, в широких прослойках перимизия визуализировались тяжи из адипоцитов (рис. 3, А). В мышце вогнутой стороны деформации гистологическая картина существенно отличалась: преобладали волокна полигональных профилей с инактивированными ядрами и минимальным эндо- и перимизием (рис. 3, Б). Артериолы и мелкие артерии обеих мышц имели массивный средний слой с частичной циркулярной дезориентацией ГМК. К 180 суткам в мышце выпуклой стороны деформации в подавляющем числе полей зрения сохранялась округлость контуров волокон, доля эндо- и перимизия незначительно уменьшалась, также наблюдались единичные пучки мышечных волокон, морфологически напоминающие интактную норму, в противоположной мышце гистологическая картина изменялась несущественно относительно предыдущего срока.

По результатам количественного анализа продольных срезов m. longissimus lumborum на выпуклой и вогнутой сторонах формирования сколиотической деформации было установлено, что по окончании эксперимента большее количество волокон со скоплениями активированных ядер наблюдается в мышце вогнутой стороны (p < 0,05) (таблица). Разница с интактной группой нивелируется с увеличением сроков фиксации. Установленный факт может отражать большую интенсивность процессов репарации на вогнутой стороне формирования сколиоза. По данным научной литературы при исследовании двусторонних мышц спины у больных со сколиозом было выявлено, что площадь поперечного сечения многораздельной мышцы значительно меньше, а процент жировой инфильтрации выше с вогнутой стороны [9]. Во II серии в случае формирования сколиоза посредством фиксации тел смежных позвонков скобой из никелида титана с пластинами, установленными в субхондральную область позвонков, разница между числом реактивно изменённых мышечных волокон в мышцах с двух сторон позвоночника была недостоверной.



Рис. 1. Гистоструктура т. longissimus собак контрольной серии (интактная норма). (А) Полигональные профили мышечных волокон. (Б) Артериола с умеренно выраженным слоем t. media и циркулярной ориентацией ГМК. Парафиновые срезы, окраска гематоксилином и эозином, увеличение: А – 500×, Б – 200×



Рис. 2. Гистоструктура фрагментов т. longissimus lumborum собак в I серии на 90-е (A, Б) и на 180-е (B, Γ) сутки эксперимента. Слева – с выпуклой стороны деформации, справа – с вогнутой. А – слабо окрашиваемый ореол по периметру волокна (стрелка), округлые профили волокон, фиброз эндомизия. Б – базофильное регенерирующее волокно с активированными ядрами. В, Г – функционально активная мышца с полигональными профилями волокон. Парафиновые срезы, окраска гематоксилином и эозином, увеличение: A – 500×, Б – 1200×, B, Г – 200×



Рис. 3. Гистоструктура т. longissimus lumborum во II серии на 90-е сутки эксперимента. Слева – с выпуклой стороны деформации, справа – с вогнутой. А – разнокалиберные волокна, фиброз эндомизия, адипоциты в перимизии. Б – полигональные профили инактивированных волокон, незначительные прослойки эндомизия. Парафиновые срезы, окраска гематоксилином и эозином, увеличение: А – 79×, Б – 200×

Серия эксперимента	Срок эксперимента			
	90 суток		180 суток	
	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона	Выпуклая сторона	Вогнутая сторона
	сколиотич. дефор-	сколиотич. дефор-	сколиотич. дефор-	сколиотич. дефор-
	мации	мации	мации	мации
Интактная	$5,2 \pm 0,1$			
I серия	5,2 ± 0,5	$13,3 \pm 1,6$	7,1±0,3	$9,7 \pm 0,9$
II серия	$20,1 \pm 0,9$	$16,6 \pm 2,9$	$5,7 \pm 0,2$	$7,1 \pm 0,9$

Количество реактивно измененных мышечных волокон m. longissimus lumborum, %

П р и м е ч а н и е . Р < 0,05. Жирным выделены достоверные отличия между выпуклой и вогнутой сторонами деформации.

Таким образом, в результате проведенного исследования изучена структурная реорганизация длиннейшей мышцы поясницы в условиях моделирования сколиотической деформации позвоночного столба у собак в период активного роста. Установлено, что для мышц обеих сторон формирования сколиоза характерны стандартные признаки дегенеративно-дистрофических изменений с репаративной регенерацией по типу реституции/субституции. Полученные данные могут быть использованы для оценки адаптационно-структурных преобразований паравертебральных мышц при создании моделей сколиотической деформации в целях разработки и апробации новых и усовершенствования имеющихся методик её хирургической коррекции.

Список литературы

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.

2. Исаев А.П., Епишев В.В., Маматов Э.Э., Ненашева А.В. Сравнительные результаты сканирования позвоночника спортсменов. Вестник ЮУрГУ, Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2013. – Том 13, № 1. – С. 39–47.

3. Кобызев А.Е. Модель формирования сколиотической деформации позвоночного столба методом сегментарного нарушения проницаемости субхондральной зоны позвонков. Гений ортопедии. – 2012. – № 3. – С. 131–133.

4. 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; опубл. 10.06.2013, Бюл. № 16. 7 с.

5. Мовшович И.А. Морфологические основы патогенеза и принципов лечения сколиоза. Актуальные вопросы профилактики и лечения сколиоза у детей. Матер. Всесоюзн. симпозиума. – М., 1984. – С. 9–12.

6. Моторин В.В., Моторин Б.Н. Сравнительные данные позвоночника студентов специальной медицинской группы // Вестник ЮУрГУ Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2014. – Том 14, № 1. – С. 25–29.

7. Lowe T.G., Edgar M., Margulies J.Y. et al. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. J. Bone Joint Surg. -2000. - 82-A. - P. 1157-1168.

8. Perdriolle R., Becchetti S., Vidal J., Lopez P. Mechanical process and growth cartilages. Essential factors in the progression of scoliosis. Spine. – 1993. – Vol. 18. – P. 343–349.

9. Shafaq N., Suzuki A., Matsumura A., Terai H., Toyoda H., Yasuda H., Ibrahim M., Nakamura H. Asymmetric Degeneration of Paravertebral Muscles in Patients with Degenerative Lumbar Scoliosis. Spine. – 2012. – Vol. 37, № 16. – P. 1398–1406.

10. Stokes I.A., Burwell R.G., Dangerfield P.H. Biomechanical spinal growth modulation and progressive adolescent scoliosis – a test of the «vicious cycle» pathogenetic hypothesis: summary of an electronic focus group debate of the IBSE. Scoliosis. 2006; 1:16.

References

1. Evropejskaja konvencija po zashhite pozvonochnyh zhivotnyh, ispolzuemyh dlja jeksperimentalnyh i drugih nauchnyh celej // Voprosy rekonstruktivnoj i plasticheskoj hirurgii. 2003. no. 4. pp. 34–36, prodolzh. tam zhe. 2004. no. 1. pp. 20–36, prodolzh. tam zhe. 2004. no. 2. pp. 29–31.

2. Isaev A.P., Epishev V.V., Mamatov Je.Je., Nenasheva A.V. Sravnitelnye rezultaty skanirovanija pozvonochnika sportsmenov. Vestnik JuUrGU, Serija «Obrazovanie, zdravoohranenie, fizicheskaja kultura». 2013. Tom 13, no. 1. pp. 39–47.

3. Kobyzev A.E. Model formirovanija skolioticheskoj deformacii pozvonochnogo stolba metodom segmentarnogo narushenija pronicaemosti subhondralnoj zony pozvonkov. Genij ortopedii. 2012. no. 3. pp. 131–133.

4. Kobyzev A.E., Rjabyh S.O. Sposob formirovanija skolioticheskoj deformacii pozvonochnogo stolba i ustrojstvo dlja ego osushhestvlenija: pat no. 2483689 RF. no. 2011139273/14; zajavl. 26.09.2011; opubl. 10.06.2013, Bjul. no. 16. 7 p.

5. Movshovich I.A. Morfologicheskie osnovy patogeneza i principov lechenija skolioza. Aktualnye voprosy profilaktiki i lechenija skolioza u detej. Mater. Vsesojuzn. simpoziuma. M., 1984. pp. 9–12.

6. Motorin V.V., Motorin B.N. Sravnitelnye dannye pozvonochnika studentov specialnoj medicinskoj gruppy // Vestnik JuUrGU Serija «Obrazovanie, zdravoohranenie, fizicheskaja kultura». 2014. Tom 14, no. 1. pp. 25–29.

7. Lowe T.G., Edgar M., Margulies J.Y. et al. Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. J. Bone Joint Surg. 2000. 82-A. pp. 1157–1168.

8. Perdriolle R., Becchetti S., Vidal J., Lopez P. Mechanical process and growth cartilages. Essential factors in the progression of scoliosis. Spine. 1993. Vol. 18. pp. 343–349.

9. Shafaq N., Suzuki A., Matsumura A., Terai H., Toyoda H., Yasuda H., Ibrahim M., Nakamura H. Asymmetric Degeneration of Paravertebral Muscles in Patients with Degenerative Lumbar Scoliosis. Spine. 2012. Vol. 37, no. 16. pp. 1398–1406.

10. Stokes I.A., Burwell R.G., Dangerfield P.H. Biomechanical spinal growth modulation and progressive adolescent scoliosis a test of the «vicious cycle» pathogenetic hypothesis: summary of an electronic focus group debate of the IBSE. Scoliosis. 2006; 1:16.

ADVANCES IN CURRENT NATURAL SCIENCES №4, 2015