

УДК: 619:616.711:636.7

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.2.372

БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ДЕКОМПРЕССИИ СПИННОГО МОЗГА У СОБАК

Мурачева О.В. * – асп. каф. ветеринарной хирургии (ORCID 0000-0002-0915-8926); **Полябин С.В.** – д-р ветеринар. наук, проф., зав. каф. ветеринарной хирургии, ректор (ORCID 0000-0002-3825-6082); **Старынина В.С.** – канд. ветеринар. наук, ст. преп. Каф. ветеринарной хирургии (ORCID 0000-0002-7047-6392).

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – Московская ветеринарная академия имени К.И. Скрябина»

* murachiova.olga@yandex.ru

Ключевые слова: ветеринарная неврология; декомпрессия спинного мозга; гемиламинэктомия; мини-гемиламинэктомия; биомеханика позвоночного столба; диапазон движения позвонков.

Key words: veterinary neurology; spinal cord decompression; hemilaminectomy; mini-hemilaminectomy; biomechanics of the spinal column; range of motion of the vertebrae.

Поступила: 10.06.2024

Принята к публикации: 10.06.2024

Опубликована онлайн: 28.06.2024



РЕФЕРАТ

Работа является актуальной в связи с высокой частотой инцидентности у собак компрессионных патологий спинного мозга, требующих хирургического вмешательства, и выполнена с целью провести биомеханическую оценку методов декомпрессии спинного мозга и выявить декомпрессионную методику, оказывающую наименьшее дестабилизирующее влияние на груднопоясничный отдел позвоночного столба. Исследования проводили в 2023-2024 гг. на базе кафедры ветеринарной хирургии ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина» и Лаборатории разработки и испытаний медицинских изделий и материалов ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава РФ. Объектом исследования являлся секционный материал, а именно – образцы груднопоясничного отдела позвоночного столба собак хондродистрофичных и нехондродистрофичных пород весом от 3 до 10 кг в возрасте от 5 до 8 лет (всего 20 образцов). Оценивали диапазон движения позвонков и силу разрушения позвоночно-двигательных сегментов в нативном состоянии и после моделирования декомпрессионных методик (гемиламинэктомии и мини-гемиламинэктомии). При гемиламинэктомии отмечали статистически значимые по сравнению с мини-гемиламинэктомией изменения биомеханических характеристик груднопоясничного отдела позвоночного столба: увеличение диапазона движения позвонков в области декомпрессии; увеличение диапазона движения позвонков в топографически смежных сегментах; снижение силы разрушения сегмента в области декомпрессии (более выражены изменения у собак хондродистрофичных пород). Полученные авторами статьи данные свидетельствуют, что гемиламинэктомия является более дестабилизирующей методикой по сравнению с мини-гемиламинэктомией и при экстрезиях в груднопоясничном отделе позвоночного столба у собак следует отдавать предпочтение мини-гемиламинэктомии.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Компрессионные патологии спинного мозга являются наиболее частой причиной развития неврологического дефицита у собак. К компрессионным патологиям спинного мозга относят: переломы позвоночного столба, спондилолистезы, неопластические процессы, субарахноидальные дивертикулы, болезни межпозвоночных дисков и некоторые другие патологии [8]. По частоте встречаемости лидирующее положение среди вертеброгенных патологий принадлежит болезням межпозвоночных дисков, в частности – экструзиям [10]. Клинически экструзии межпозвоночных дисков проявляются в той или иной мере у 3-5% собак всех пород, особенно подвержены хондродистрофичные породы, такие как таксы, французские бульдоги, вельш-корги и их метисы [3, 6, 7, 9]. При этом 84-86% экструзий межпозвоночных дисков регистрируют в груднопоясничном отделе позвоночного столба и 14-16% – в шейном. Наиболее типична локализация экструзий межпозвоночных дисков на уровне Th10-L1, где более 50% случаев приходится на позвоночно-двигательные сегменты Th12-Th13 и Th13-L1. Экструзии межпозвоночных дисков характеризуются разрывом фиброзного кольца и выходом пульпозного ядра в позвоночный канал. Экструдированный материал вызывает компрессию спинного мозга и сопутствующие сосудистые нарушения, приводящие к его отеку, ишемии и иногда – миеломалации. Клинически экструзии межпозвоночных дисков в груднопоясничном отделе позвоночного столба у собак проявляются такими неврологическими нарушениями, как напряжение мышц и болезненность мягких тканей в области позвоночного столба, атаксия, парез или паралич конечностей и в ряде случаев – отсутствие произвольных мочеиспускания и дефекации.

Для лечения собак с экструзиями межпозвоночных дисков применяют консервативный и хирургический методы. Хирургический метод лечения может включать в себя фенестрацию межпозвоночного диска, декомпрессию спинного мозга

или их сочетание. Декомпрессия спинного мозга путем удаления части дужки позвонка и эвакуации экструдированного материала из позвоночного канала – метод выбора для клинически больных собак, демонстрирующих прогрессирующей, тяжелой или рецидивирующий неврологический дефицит и/или отсутствие глубокой болевой чувствительности на тазовых конечностях [11]. В груднопоясничном отделе позвоночного столба с этой целью выполняют различные декомпрессионные методики, наиболее популярные из которых – гемиламинэктомия и мини-гемиламинэктомия [1, 12, 13]. Гемиламинэктомия и мини-гемиламинэктомия отличаются друг от друга количеством удаляемой костной ткани и степенью вовлечения структур позвонков. Соответственно, они имеют различное дестабилизирующее влияние на груднопоясничный отдел позвоночного столба, сказывающееся на инцидентности рецидивов экструзий межпозвоночных дисков в области декомпрессии спинного мозга или в топографически смежных позвоночно-двигательных сегментах («эффект домино» или болезнь смежного сегмента) [2, 5]. Цель исследования – провести биомеханическую оценку методов декомпрессии спинного мозга (гемиламинэктомии и мини-гемиламинэктомии) и выявить декомпрессионную методику, оказывающую наименьшее дестабилизирующее влияние на груднопоясничный отдел позвоночного столба у собак.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS.

Исследования осуществляли на базе кафедры ветеринарной хирургии ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина» и Лаборатории разработки и испытаний медицинских изделий и материалов ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава РФ. Объектом исследования являлся секционный материал, а именно – образцы груднопоясничного отдела позвоночного столба собак хондродистрофич-

ных и нехондродистрофичных пород весом от 3 до 10 кг в возрасте от 5 до 8 лет (всего 20 образцов). Образцы груднопоясничного отдела были разделены на группы в зависимости от моделированного на них метода декомпрессии спинного мозга и принадлежности к хондродистрофичным или нехондродистрофичным породам собак (Таблица 1).

Выполняли анатомическое препарирование секционного материала острым способом, тупым способом и скелетированием. Посредством скелетирования позвонков обнажали их составные части и визуализировали связочный аппарат груднопоясничного отдела позвоночного столба. Связочный аппарат оставляли в сохранности, поскольку каждая из основ-

ных связок (надостистая, межостистые, межпоперечные, желтые, дорсальная продольная и вентральная продольная связки) вносит значительный вклад в биомеханические свойства позвоночно-двигательного сегмента. В результате анатомического препарирования получали костно-связочный препарат груднопоясничного отдела позвоночного столба. Моделирование декомпрессионных методик осуществляли на уровне Th13-L1: гемиламинэктомию выполняли, удаляя половину дужки позвонка вместе с суставным отростком, мини-гемиламинэктомию, – удаляя часть дужки позвонка в области добавочного отростка с сохранением суставного (Рис. 1).

Таблица 1 – Формирование экспериментальных групп образцов секционного материала для биомеханических испытаний

| Группа | Подгруппа | Количество образцов секционного материала | Моделированный метод декомпрессии спинного мозга и принадлежность к хондродистрофичным/нехондродистрофичным породам собак |
|--------|-----------|---|---|
| I | I-а | 5 | Гемиламинэктомию у собак хондродистрофичных пород |
| | I-б | 5 | Гемиламинэктомию у собак нехондродистрофичных пород |
| II | II-а | 5 | Мини-гемиламинэктомию у собак хондродистрофичных пород |
| | II-б | 5 | Мини-гемиламинэктомию у собак нехондродистрофичных пород |

Исследовали диапазон свободных движений позвонков в каждом отдельно взятом позвоночно-двигательном сегменте. Для этого в каждый позвонок устанавливали рентгеноконтрастные маркеры: один в дужку позвонка позади основания поперечного либо поперечно-реберного отростка и два – в остистый отросток. Получали рентгенограммы образцов груднопоясничного отдела позвоночного столба в нейтральном и вынужденных положениях (при флексии и при экстензии как наиболее физиологичных движениях позвоночного столба у собак) (Рис. 2).

В каждом позвоночно-двигательном сегменте краниальный позвонок прини-

мали за фиксированный, а каудальный – за мобильный. При наложении рентгенограмм груднопоясничного отдела в нейтральном и вынужденных (при флексии или экстензии) положениях друг на друга силуэты фиксированного позвонка совпадали, в то время как мобильный позвонок и его рентгеноконтрастные маркеры при смещении описывали окружность. За угол смещения каждого рентгеноконтрастного маркера мобильного позвонка принимали угол между силуэтами маркеров в нейтральной и вынужденной (при флексии или экстензии) положениях с вершиной в центре ротации позвонка. Центр ротации позвонка определяли в

точке пересечения медиатрис траекторий смещения трех рентгеноконтрастных маркеров. Значения диапазона движения позвонков получали путем суммирования средних арифметических значений углов смещения всех рентгеноконтрастных маркеров мобильного позвонка в вынужденных положениях (при флексии и экстен-

зии). Показатели углов смещения рентгеноконтрастных маркеров мобильного позвонка определяли по рентгенограммам образцов груднопоясничного отдела с помощью инструмента Measurements – Angle в программе RadiAnt DICOM Viewer (Рис. 3).



Рисунок 1 – Моделирование декомпрессионных методик на секционном материале:

А – костное окно при гемиламинэктомии на секционном материале (костное окно обведено, суставные отростки удалены);

Б – костное окно при мини-гемиламинэктомии на секционном материале (костное окно обведено, суставные отростки отмечены стрелками).

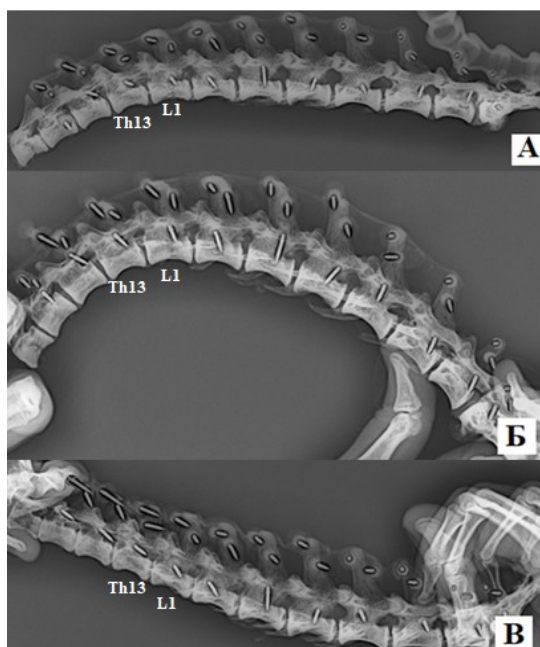


Рисунок 2 – Рентгенограммы образцов груднопоясничного отдела позвоночного столба собаки (вельш-корги, 5 лет) в латеральной проекции с установленными в позвонки рентгеноконтрастными маркерами:

А – в нейтральном положении; Б – при флексии; В – при экстензии.

Показатель увеличения диапазона свободных движений позвонков в груднопоясничном отделе позвоночного столба после моделирования декомпрессионных методик на уровне Th13-L1 рассчитывали по следующей формуле:

$$d = \frac{D_n - D_d}{D_n} \times 100\%,$$

где d – показатель увеличения диапазона свободных движений позвонков после моделирования декомпрессионной методики, %;

D_n – диапазон свободных движений позвонков в нативном состоянии, °;

Dd – диапазон свободных движений позвонков после моделирования декомпрессионной методики, °.

Биомеханически тестировали позвоночно-двигательные сегменты на силу разрушения при 3-х точечном изгибе на Машине универсальной испытательной LFM-50 (Параметры 0 – 50 кН, скорость нагружения 0-500 мм/мин, вращение 60 об/мин, точность измерения 0,34 %). Для испытаний из образцов груднопоясничного отдела вычленили позвоночно-двигательные сегменты Th13-L2, где Th13-L1 – это область моделирования декомпрессионных методик, а Th13-Th13 и L1-L2 – топографически смежные сегменты. Установка образцов на испытательной оснастке производилась в одинаковом положении, соответствующем анатомическому расположению позвоночника собаки в позиции флексии. Нагруже-

ние испытательным штоком машины осуществляли на межпозвоночный диск, расположенный по линии симметрии между двумя опорами приспособления (Рис. 4).

Соотношение силы разрушения образцов секционного материала после моделирования декомпрессионной методики к силе разрушения в нативном состоянии рассчитывали по следующей формуле:

$$f = \frac{F_{\max d}}{F_{\max n}} \times 100\%,$$

где f – соотношение силы разрушения после декомпрессии к силе разрушения в нативном состоянии, %;

F_{max d} – сила разрушения после моделирования декомпрессионной методики, кН;

F_{max n} – сила разрушения в нативном состоянии, кН.

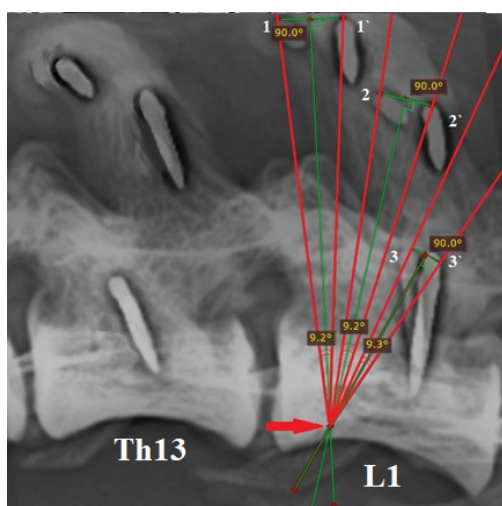


Рисунок 3 – Определение углов смещения рентгеноконтрастных маркеров мобильного позвонка при флексии: левый позвонок – фиксированный; правый позвонок – мобильный; 1, 2, 3 – силуэты рентгеноконтрастных маркеров в нейтральном положении; 1', 2', 3' – силуэты рентгеноконтрастных маркеров при флексии; стрелка – центр ротации мобильного позвонка; белые линии – медиатрисы траекторий смещения рентгеноконтрастных маркеров; 9,2°, 9,2°, 9,3° – углы смещения рентгеноконтрастных маркеров.

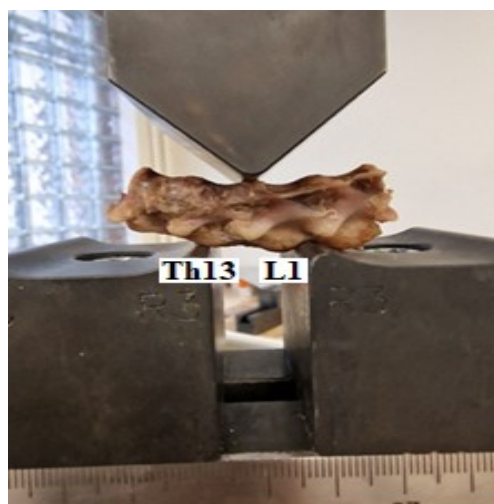


Рисунок 4 – Образец секционного материала груднопоясничного отдела позвоночного столба собаки (корги, 5 лет) в испытательной оснастке на трехточечный изгиб.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Результаты оценки показателя увеличения диапазона свободных движений позвонков в грудопоясничном отделе позвоночного столба после моделирования декомпрессионных методик на уровне Th13-L1 представлены в Таблице 2.

В подгруппе I-а наибольшие значения показателя увеличения диапазона свободных движений позвонков наблюдали в области моделирования декомпрессионной методики – на уровне Th13-L1, где данный показатель достигал $51,66 \pm 5,57\%$, а также в топографически смежных сегментах Th11-Th12 ($24,73 \pm 2,79\%$) и Th12-Th13 ($22,25 \pm 2,79\%$); в подгруппе I-б – на уровне Th13-L1 ($17,53 \pm 2,76\%$), а также смежных сегментах Th11-Th12 ($21,63 \pm 1,87\%$), Th12-Th13 ($23,18 \pm 3,37\%$) и L1-L2 ($22,44 \pm 2,86\%$); в подгруппе II-а – в смежных сегментах Th12-Th13 ($15,37 \pm 3,43\%$) и L1-L2 ($13,69 \pm 1,52\%$); в подгруппе II-б – в смежном сегменте Th12-Th13 ($8,39 \pm 2,19\%$).

Наиболее выраженное дестабилизирующее влияние декомпрессионной методики на позвоночно-двигательные сегменты наблюдали при гемиламинэктомии в подгруппах I-а и I-б, где показатель увеличения диапазона свободных движений позвонков возрастал как в области моделирования декомпрессионной методики, так и в нескольких подряд топографически смежных сегментах. Обратную ситуацию отмечали при мини-гемиламинэктомии в подгруппах II-а и II-б, где показатель увеличения диапазона свободных движений позвонков заметно менялся лишь в ближайших сегментах от области декомпрессии. Полученные данные коррелируют с результатами исследования инцидентности рецидивов экструзий межпозвонковых дисков и «эффекта домино» после гемиламинэктомии и мини-гемиламинэктомии в грудопоясничном отделе у собак, проведенном Мурачевой О.В., Козловым Н.А., Баттараем Б., Старыниной В.С. в 2024 г [4], согласно которым у клинически больных собак регистрировали повышенный риск возникновения экструзий межпозвонковых дисков

в топографически смежных от места оперативного вмешательства сегментах («эффекта домино») после гемиламинэктомии по сравнению с менее инвазивной мини-гемиламинэктомией.

Результаты биомеханического испытания образцов секционного материала на силу разрушения позвоночно-двигательного сегмента Th13-L1 (области моделирования декомпрессионной методики) при 3-х точечном изгибе в позиции флексии представлены в Таблице 3.

Между подгруппами образцов внутри соответствующих групп статистически значимой разницы в соотношении силы разрушения после декомпрессии к силе разрушения в нативном состоянии не наблюдали ($p > 0,05$). Однако после гемиламинэктомии в подгруппе II-а сила разрушения позвоночно-двигательного сегмента в области моделирования декомпрессионной методики ($56,69 \pm 3,75\%$) значительно превышала таковую после мини-гемиламинэктомии в подгруппе I-а ($43,60 \pm 3,48\%$).

Стоит обратить внимание, что разрушение позвоночно-двигательного сегмента в области выполнения гемиламинэктомии происходило в два этапа: сначала происходил вывих дугоотростчатого сустава с контралатеральной стороны, затем – разрыв фиброзного кольца межпозвонкового диска по месту прикрепления к концевой пластинке позвонка. В то время как при мини-гемиламинэктомии разрушение позвоночно-двигательного сегмента происходило одномоментно. Вывих дугоотростчатого сустава с контралатеральной стороны при гемиламинэктомии происходит из-за повышения биомеханической нагрузки до него вследствие удаления суставных отростков смежных позвонков со стороны моделирования декомпрессионной методики, что не характерно для мини-гемиламинэктомии.

Таблица 2 – Показатель увеличения диапазона свободных движений позвонков в грудопоясничном отделе позвоночного столба у собак после моделирования декомпрессионных методик

| Уровень измерения показателя | Значение показателя, % | | | |
|------------------------------|------------------------|---------------|----------------|----------------|
| | Группа I | | Группа II | |
| | Подгруппа I-a | Подгруппа I-б | Подгруппа II-a | Подгруппа II-б |
| Th10-Th11 | 0,88±0,11 | 0,55±0,12 | 5,45±0,85 | 2,79±0,42 |
| Th11-Th12 | 24,73±2,40* | 21,63±1,87* | 4,65±1,03 | 1,39±0,18 |
| Th12-Th13 | 22,25±2,79* | 23,18±3,37* | 15,37±3,43* | 8,39±2,19* |
| Th13-L1 | 51,66±5,57* | 17,53±2,76* | 8,23±1,59 | 0,77±0,20 |
| L1-L2 | 8,56±0,67 | 22,44±2,86* | 13,69±1,52* | 2,78±0,74 |
| L2-L3 | 6,85±0,71 | 8,42±0,88 | 3,88±0,35 | 0,91±0,21 |
| L3-L4 | 10,95±1,06 | 6,41±0,71 | 3,85±0,42 | 2,42±0,28 |
| L4-L5 | 5,65±0,67 | 3,37±0,42 | 1,14±0,21 | 2,06±0,32 |
| L5-L6 | 5,00±0,57 | 0,56±0,11 | 6,53±0,57 | 1,68±0,25 |
| L6-L7 | 6,15±0,95 | 0,66±0,14 | 4,22±0,60 | 1,11±0,32 |
| L7-S1 | 1,44±0,39 | 0,55±0,10 | 0,26±0,07 | 2,44±0,53 |

**показатели, имеющие статистически значимую разницу по отношению к остальным значениям в группе ($p \leq 0,05$)*

Таблица 3 – Соотношение силы разрушения после декомпрессии к силе разрушения в нативном состоянии, %

| Значение соотношения силы разрушения после декомпрессии к силе разрушения в нативном состоянии | Экспериментальные группы образцов секционного материала | | | |
|--|---|---------------|----------------|----------------|
| | Группа I | | Группа II | |
| | Подгруппа I-a | Подгруппа I-б | Подгруппа II-a | Подгруппа II-б |
| | 43,60±3,48* | 48,26±2,95 | 56,69±3,75* | 56,25±4,12 |

**показатели, имеющие статистически значимую разницу по отношению друг к другу ($p \leq 0,05$)*

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

При гемиламинэктомии установили статистически значимые по сравнению с мини-гемиламинэктомией изменения биомеханических характеристик грудопоясничного отдела позвоночного столба: увеличение диапазона движения позвонков в области декомпрессии; увеличение диапазона движения позвонков в топографически смежных сегментах; снижение силы разрушения сегмента в области декомпрессии (более выражены изменения у собак хондродистрофичных пород). Полученные авторами статьи данные свидетельствуют, что гемиламинэктомия является более дестабилизирующей мето-

дикой по сравнению с мини-гемиламинэктомией вследствие одностороннего удаления суставных отростков смежных позвонков. При экструзиях в грудопоясничном отделе позвоночного столба у собак (при условии расположения экструдированного материала вентролатерально или вентрально от спинного мозга) следует отдавать предпочтение мини-гемиламинэктомии. Это позволит минимизировать риск развития рецидива экструзий межпозвонковых дисков и «эффекта домино», развивающихся вследствие нестабильности позвоночного столба и повышения нагрузки на межпозвонковые диски, и избежать повторного

проведения хирургического вмешательства в последующем.

BIOMECHANICAL ASSESSMENT OF SPINAL CORD DECOMPRESSION METHODS IN DOGS

Muracheva O.V.* – postgraduate student of the Department of Veterinary Surgery (ORCID 0000-0002-0915-8926); **Pozyabin S.V.** – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Veterinary Surgery, Rector (ORCID 0000-0002-3825-6082); **Starynina V.S.** – Candidate of Veterinary Sciences, senior lecturer at the Department of Veterinary Surgery (ORCID 0000-0002-7047-6392).

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – Moscow Veterinary Academy named after K.I. Scriabin"

*murachiova.olga@yandex.ru

ABSTRACT

The study is relevant due to the high incidence of spinal cord compression pathologies in dogs requiring surgical intervention, and was carried out with the aim of conducting a biomechanical assessment of spinal cord decompression methods and identifying a decompression technique that has the least destabilizing effect on the thoracolumbar spine. The studies were carried out in 2023-2024. on the basis of the Department of Veterinary Surgery of the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MBA named after K.I. Scriabin" and the Laboratory for the Development and Testing of Medical Devices and Materials of the Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center for Orthopedics named after. N.N. Priorov" of the Ministry of Health of the Russian Federation. The object of the study was sectional material, namely, samples of the thoracolumbar spine of dogs of chondrodystrophic and non-chondrodystrophic breeds weighing from 3 to 10 kg at the age of 5 to 8 years (20 samples in total). The range of motion of the vertebrae and the force of destruction of the spinal motion segments were determined in the native state and after modeling decom-

pression techniques (hemilaminectomy and mini-hemilaminectomy). During hemilaminectomy, statistically significant changes in the biomechanical characteristics of the thoracolumbar spine were noted compared to mini-hemilaminectomy: an increase in the range of motion of the vertebrae in the area of decompression; increasing the range of motion of the vertebrae in topographically adjacent segments; reduction in the force of destruction of the segment in the area of decompression (changes are more pronounced in dogs of chondrodystrophic breeds). The data obtained by the authors of the article indicate that hemilaminectomy is a more destabilizing technique compared to mini-hemilaminectomy, and for extrusions in the thoracolumbar spine in dogs, preference should be given to mini-hemilaminectomy.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баттарай Б. Гемиламинэктомия с резекцией фиброзного кольца (анулэктомии), versus частичная дискэктомия при хронических протрузиях межпозвонковых дисков в груднопоясничном отделе у собак. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2019;1:35-40.
2. Козлов Н.А., Холопова А.А. Современные материалы для имплантов, применяемые в лечении собак с синдромом Воблера. Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2021;4:123-128. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-248-4-123-128
3. Кузнецова Т.Ш., Семенов Б.С., Михайлова А.С. и др. Анализ корреляции клинических признаков и генотипа у собак с дегенерацией межпозвоночных дисков. Международный вестник ветеринарии. 2020;1:128-135. DOI: 10.17238/issn2072-2419.2020.1.128.
4. Мурачева О.В., Козлов Н.А., Баттарай Б., Старынина В.С. Инцидентность рецидивов грыж межпозвонковых дисков и «эффекта домино» после гемиламинэктомии и мини-гемиламинэктомии в груднопоясничном отделе у собак. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024;2:22-40.

DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202402002.

5. Мурачева О.В., Козлов Н.А., Старынина В.С., Лясковский И.Д. Сравнительный анализ влияния декомпрессионных методов на диапазон движения позвонков в груднопоясничном отделе позвоночного столба у собак. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2024;3:40-51. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202403005.

6. Обухова М.Е., Кожуховская Т.А., Гасангусейнова Э.К. Некоторые особенности дископатий у собак. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2022;12(2):26-32. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202212204.

7. Плотникова Д.Д., Лебедев М.Н. Дегенеративные заболевания межпозвонковых дисков у собак, находящихся в условиях домашнего содержания. Международный вестник ветеринарии. 2022;3:167-169. DOI: 10.52419/issn2072-2419.2022.3.167.

8. Полябин С.В., Козлов Н.А., Качалин М.Д. и др. Неврологическая этиология в структуре хромоты на тазовые конечности у собак. Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020;12:6-11. DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202012001.

9. Семенов Б.С., Кузнецова Т.Ш., Гусева В.А. и др. Заболевания межпозвоночных дисков I типа у собак породы французский бульдог (распространенность, диагностика, лечение). Международный вестник ветеринарии. 2019;3:120-127. DOI: 10.17238/issn2072-2419.2019.3.120.

10. Fenn J., Olby N.J. Classification of Intervertebral Disc Disease. *Front. Vet. Sci.* 2020;7:1-17. Doi: 10.3389/fvets.2020.579025.

11. Jeffery N.D., Harcourt-Brown T.R., Barker A.K., et al. Choices and Decisions in Decompressive Surgery for Thoracolumbar Intervertebral Disk Herniation. *Vet. Clin. North Am. Small. Anim. Pract.* 2018;48(1):169-186. DOI: 10.1016/j.cvs.2017.08.014.

12. Moore S.A., Tipold A., Olby N.J., et al. Current approaches to the management of acute thoracolumbar disc extrusion in dogs. *Frontiers in Veterinary Science.* 2020;7:1-15. DOI:10.3389/fvets.2020.00610.

13. Schwab M.L., Ferrarin D.A., Ripplinger A., et al. Surgical complications associated

with hemilaminectomy and intervertebral disc fenestration: Prospective study of 64 dogs. *Ciencia Rural, Santa Maria.* 2023;53:1-6. DOI: 10.3389/fvets.2020.00610.

REFERENCES

1. Battaray B. Hemilaminectomy with resection of the fibrous ring (anulectomy) versus partial discectomy for chronic protrusions of intervertebral discs in the thoracolumbar region in dogs. *Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman.* 2019;1:35-40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gemilaminektomiya-s-rezeksitsiy-fibroznogo-koltsa-anulektomii-versus-chastichnaya-diskektomiya-pri-hronicheskikh-protruziyah>.

2. Kozlov N.A., Kholopova A.A. Modern materials for implants used in the treatment of dogs with Wobbler syndrome. *Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman.* 2021;4:123-128. DOI: 10.31588/2413-4201-1883-248-4-123-128.

3. Kuznetsova T.Sh., Semenov B.S., Mikhailova A.S. et al. Analysis of the correlation of clinical signs and genotype in dogs with intervertebral disc degeneration. *International Bulletin of Veterinary Medicine.* 2020;1:128-135. DOI: 10.17238/issn2072-2419.2020.1.128.

4. Muracheva O.V., Kozlov N.A., Battaray B., Starynina V.S. Incidence of recurrent intervertebral disc herniations and the "domino effect" after hemilaminectomy and mini-hemilaminectomy in the thoracolumbar region in dogs. *Veterinary science, animal science and biotechnology.* 2024;2:22-40. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202402002.

5. Muracheva O.V., Kozlov N.A., Starynina V.S., Lyaskovsky I.D. Comparative analysis of the effect of decompression techniques on the range of motion of the vertebrae in the thoracolumbar spine in dogs. *Veterinary science, animal science and biotechnology.* 2024;3:40-51. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202403005.

6. Obukhova M.E., Kozhukhovskaya T.A., Gasanguseinova E.K. Some features of discopathy in dogs. *Veterinary science, animal science and biotechnology.* 2022;12(2):26-32. DOI: 10.36871/vet.zoo.bio.202212204.

7. Plotnikova D.D., Lebedev M.N. Degenerative diseases of the intervertebral discs in dogs kept at home. *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2022;3:167-169. DOI: 10.52419/issn2072-2419.2022.3.167.
8. Pozyabin S.V., Kozlov N.A., Kachalin M.D. et al. Neurological etiology in the structure of lameness on the pelvic limbs in dogs. *Veterinary Science, Animal Science and Biotechnology*. 2020;12:6-11. DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.202012001.
9. Semenov B.S., Kuznetsova T.Sh., Guseva V.A. et al. Type I intervertebral disc diseases in French Bulldog dogs (prevalence, diagnosis, treatment). *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2019;3:120-127. DOI: 10.17238/issn2072-2419.2019.3.120.
10. Fenn J., Olby N.J. Classification of Intervertebral Disc Disease. *Front. Vet. Sci*. 2020;7:1-17. Doi: 10.3389/fvets.2020.579025.
11. Jeffery N.D., Harcourt-Brown T.R., Barker A.K., et al. Choices and Decisions in Decompressive Surgery for Thoracolumbar Intervertebral Disk Herniation. *Vet. Clin. North Am. Small. Anim. Pract.* 2018;48(1):169-186. DOI: 10.1016/j.cvsm.2017.08.014.
12. Moore S.A., Tipold A., Olby N.J., et al. Current approaches to the management of acute thoracolumbar disc extrusion in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020;7:1-15. DOI:10.3389/fvets.2020.00610.
13. Schwab M.L., Ferrarin D.A., Ripplinger A., et al. Surgical complications associated with hemilaminectomy and intervertebral disc fenestration: Prospective study of 64 dogs. *Ciencia Rural, Santa Maria*. 2023;53:1-6. DOI: 10.3389/fvets.2020.00610.