

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА»

На правах рукописи

ДОЧИЛОВА ЕКАТЕРИНА СЕРГЕЕВНА

**ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА  
ПРИ ЛЕЧЕНИИ СОБАК С НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ  
ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА**

06.02.04 – ветеринарная хирургия

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата ветеринарных наук

Научный руководитель:  
доктор ветеринарных наук, доцент  
Чернигова Светлана Владимировна

Омск – 2017

- 2 -  
**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>1. ТРАВМЫ ПОЗВОНОЧНИКА: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПАТОГЕНЕЗА, ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ (обзор литературы)...</b>	<b>12</b>
1.1 Анатомо-топографические особенности строения поясничного отдела позвоночника у собак.....	12
1.2 Классификация нестабильности позвонков в поясничном отделе.....	19
1.3 Клинические проявления заболеваний поясничного отдела позвоночника .....	25
1.4 Современные методы диагностики нестабильности позвоночника.....	37
1.5 Способы лечения животных с нестабильностью в поясничном отделе позвоночника .....	48
1.6 Заключение к обзору литературы .....	56
<b>2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	
2.1 Объект исследования .....	58
2.2 Технические средства для проведения транспедикулярных операций .....	61
2.3 Анатомо-топографические ориентиры для проведения операций в области поясничного отдела позвоночника .....	63
2.4 Моделирование нестабильности в поясничном отделе позвоночника.....	64
2.5 Клинические исследования.....	65
2.6 Исследования крови.....	66
2.7 Визуальные методы исследования.....	67
2.8 Гистологические исследования.....	68
2.9 Статистическая обработка результатов.....	69

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Частота встречаемости нестабильного состояния в поясничном отделе позвоночника у собак.....	70
3.2 Морфологическое и морфометрическое исследование поясничных позвонков для безопасного проведения транспедикулярных винтов .....	72
3.3 Разработка устройства динамической фиксации позвоночника.....	80
3.4 Разработка способа лечения собак с применением транспедикулярной фиксации позвоночника .....	84
3.5 Результаты клинического исследования собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника.....	87
3.6 Сравнительная оценка показателей крови при проведении транспедикулярного остеосинтеза применяя ригидную конструкцию с нестабильностью в поясничном отделе позвоночника у собак.....	92
3.7 Изменение показателей крови при транспедикулярном остеосинтезе в сравнении ригидной и динамической конструкцией при нестабильности поясничного отдела у собак.....	99
3.8 Рентгенологическая картина состояния структурных элементов позвоночно-двигательного сегмента при нестабильности позвонков поясничного отдела у собак.....	104
3.9 Гистологические изменения в суставах смежных позвонков при ригидной и динамической фиксации.....	112
3.10 Применение динамической фиксации при нестабильности поясничного отдела позвоночника на спонтанно заболевших животных.....	119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	123

ВЫВОДЫ .....	129
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ .....	131
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	132
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	133
Приложения.....	164

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность темы.** Проблема нарушений функции опорно-двигательного аппарата у домашних животных является одной из актуальных проблем в ветеринарной хирургии, обусловленной частотой встречаемости заболевания. Основными причинами являются падение с высоты, авто-травмы, в результате которых возникают ушибы мягких тканей, контузии, переломы различных сегментов костей скелета, сочетанные травмы и др. [12, 96, 156, 163, 220, 227, 242, 263, 267]. По статистике из всех незаразных болезней собак на долю костно-суставной патологии приходится 10-12%. По литературным данным, 52,1% от хирургических болезней приходится на травматизм мелких домашних животных [31]. Из всех механических повреждений опорно-двигательной системы переломы костей скелета составляют 44,5-46% [12, 156].

Своевременная постановка диагноза крайне важна для проведения адекватного лечения и позволяет предотвратить ряд осложнений основанных на вовлечение в патологический процесс других органов и систем, развитие локального воспаления. При диагностике животного с травмой позвоночника необходимо четко определить локализацию повреждения и степень нарушения костно-суставных структур [7, 75, 87, 89, 170, 173, 216, 236, 267, 271, 274]. Вторых, объективной должна быть оценка функции спинного мозга [7, 251, 263, 271, 282, 287].

В ветеринарной травматологии и ортопедии до сих пор идет поиск новых, более совершенных методик лечения животных с нестабильностью позвоночника. Многие научные работы посвящены совершенствованию остеофиксаторов для проведения реконструктивно-восстановительных операций [1, 2, 4, 12, 90, 156, 169, 190, 192, 225, 247, 249, 266, 271, 284, 289, 300]. Основные требования, предъявляются к остеофиксаторам – это биосовместимость, износостойкость, прочность материала [58, 202, 215, 223]. Большинство ветеринарных хирургов в своей практике используют имплантаты с модифицированными поверхностями, которые обеспечивают прочную связь

травмированных тканей на время формирования костного блока [5, 6, 96, 102, 252, 272, 300].

Не смотря на большое количество работ, посвященных лечению животных с нестабильностью позвоночника, проблема инвалидизации таких животных остается актуальной проблемой. Имеющиеся методики лечения приводят к высокому проценту анатомо-функциональных осложнений, приводят к развитию неврологической симптоматики, болевого синдрома [89, 184, 190, 257, 267, 300]. В связи с этим особенно актуальна проблема надежной фиксации при нестабильности позвоночника и поиск эффективных методов предупреждающих развитие деструктивных изменений в костно-суставных сочленениях травмированных сегментах. Поиску таких средств и методов и было посвящено научное исследование.

Актуальность выбранной нами темы объясняется тем, что большинство работ, посвященных экспериментальному и клиническому обоснованию способов фиксации с применением различных конструкций при нестабильностях позвоночного столба существующие в настоящее время в ветеринарной вертебралогии путем погружного и внеочагового остеосинтеза не обеспечивают истинного функционального лечения, так как биомеханика позвоночника при повреждении, выключаются самими же средствами фиксации [7, 10, 90, 105, 190, 267, 271, 287].

**Цель и задачи исследования.** Целью научного исследования являлось обоснование эффективности хирургического лечения собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника с применением динамической транспедикулярной фиксацией.

**Задачи исследования:**

1) изучить распространение заболеваний опорно-двигательной системы у домашних животных в городе Омске за период с января 2012 по январь 2014 года;

2) разработать способ транспедикулярной фиксации поясничного отдела у собак с обоснованием основных доступов и «безопасные коридоры»;

3) дать сравнительную оценку эффективности динамической в сравнении с ригидной транспедикулярной фиксацией при нестабильности поясничного отдела позвоночника у животных;

4) изучить клиническое и функциональное состояние животных с нестабильностью поясничного отдела позвоночника в условиях применения ригидной и динамической транспедикулярной фиксации.

**Научная новизна.** На экспериментально-клиническом материале обосновано применение динамической транспедикулярной фиксации при нестабильности позвоночника в поясничном отделе у собак. Выявлено, что применение в данной конструкции продольных штанг, выполненных из нитинола позволяет сохранить биомеханику позвоночника, сократить восстановительный период и предотвратить развитие посттравматических изменений в оперированном сегменте. Динамическая транспедикулярная фиксация снижает прогрессирование дегенеративно-дистрофических процессов в смежных сегментах позвоночника, расположенных крациальнее и каудальнее зоны оперативного вмешательства.

**Степень разработанности темы.** В ветеринарной хирургии на сегодняшний день используются методы фиксации поясничного отдела позвоночника с применением погружных конструкций: пластины, штифты, спицы, шурупы и внеочаговый остеосинтез: аппарат Г.А. Илизарова. Поиск новых методов, более усовершенствованных и менее травматичных, всегда остается одной из актуальных проблем ветеринарной хирургии. В связи с этим, проведение исследований по разработке и обоснованию метода лечения собак с нестабильным повреждением поясничного отдела позвоночника, с применением динамической фиксацией, вносит существенный вклад в общую концепцию реконструктивно-восстановительного остеосинтеза у животных.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Разработан и внедрен в клиническую практику способ лечения собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника с применением динамической конструкции для транспедикулярного остеосинтеза. Результаты исследования внедрены в

практическую деятельность зонального центра кинологической службы полиции УМВД России по Омской области и ветеринарные клиники г. Омска. Для ветеринарных специалистов разработано устройство для лечения собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника (патент РФ № 163458 «Устройство для чрескостного остеосинтеза позвоночника»). Результаты исследований используются в учебном процессе на кафедре диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства института ветеринарной медицины и биотехнологии Омского ГАУ.

**Методология и методы исследования.** Экспериментальное исследование проводили в условиях научной лаборатории института ветеринарной медицины и биотехнологии Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина и ветеринарных клиник «Друг», «ZOОдоктор» (г. Омск). В экспериментальных исследованиях применяли два вида конструкции погружного транспедикулярного остеосинтеза. Элементы устройства были выполнены из хирургической стали и нитинола. Опыт проводили на половозрелых собаках с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/EEC) и Хельсинской декларации. Результаты научных исследований апробированы на 4 собаках зонального центра кинологической службы полиции УМВД России по Омской области и спонтанно заболевших животных обратившихся за помощью в ветеринарных клиниках г. Омска.

Результаты исследования обоснованы при помощи основных и специальных методов: клинический, рентгенологический, гематологический, биохимический, гистологический. Для аргументации выводов применяли мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ). Цифровые данные были подвергнуты статистической обработке.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Область диссертационных исследований соответствует формуле специальности 06.02.04 – ветеринарная хирургия в плане изучения и разработки принципов лечения собак с нестабильным повреждением поясничного отдела позвоночника

транспедикулярными конструкциями и областям исследований: п. 4 – исследование процессов воспаления, регенерации, трансплантации и выздоровления; п. 5 – выяснение внутренних условий, тормозящих и стимулирующих выздоровление; п. 7 – разработка методов и обобщение опыта профилактики и лечения хирургических болезней; п. 10 – изучение клинических, гематологических, морфологических, биохимических и физиологических показателей, объективно характеризующих общее состояние организма и обмена веществ при различных видах патологии.

### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Разработанный способ лечения собак с нестабильностью в поясничном отделе основывается на применении в транспедикулярной конструкции продольных штанг из нитинола, обеспечивающих дозированную биомеханику травмированного сегмента.

2. Динамическая транспедикулярная фиксация поясничного отдела позвоночника обеспечивает непрерывность, функциональную состоятельность и стабильность оперированного сегмента на всем этапе лечения.

3. Разработанная методика оперативного лечения собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника, с использованием динамической конструкцией транспедикулярного остеосинтеза позволяет улучшить результаты лечения и сократить сроки реабилитации.

**Личный вклад соискателя.** Личное участие автора диссертации охватывает все разделы экспериментальных исследований. Автором выполнен основной объем исследований, самостоятельно проведен анализ научной литературы и полученных данных, сформулированы основные положения диссертации, составляющие ее новизну и практическую значимость. Автор разработал и обосновал способ оперативного лечения собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника, с применением конструкции транспедикулярного остеосинтеза из сплава нитинола. В статьях, опубликованных совместно с Ю.В. Черниговым, С.В. Черниговой, основная

часть работы выполнена диссертантом. Соавторы не возражают в использовании полученных результатов.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Исследования проведены на достаточном по численности материале, согласно утвержденному плану проведения опыта. Они подтверждаются большим объемом клинических и рентгенографических, гематологических, биохимических и гистологических исследований. Цифровой материал работы подвергнут статистической обработке с использованием прикладного пакета Microsoft Excel, Statistica 10,0 (StatSoft Inc., США).

Основные результаты научной работы доложены, обсуждены и одобрены на международной научно-практической конференции «Вопросы технологии производства и биоэкологии в животноводстве» (Киров, 2015); международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны» (Санкт-Петербург, 2015); всероссийской научно-методической конференции с международным участием, посвященной 85летию Ивановской государственной сельскохозяйственной академии имени Д.К. Беляева; международной научно-практической конференции, посвященной Дню Российской науки «Актуальные вопросы ветеринарной хирургии» (Омск, 2016); XI региональной студенческой научно-практической конференции «Молодежь третьего тысячелетия» (Омск, 2016). Результаты научного исследования были представлены в конкурсе инновационных идей «Инициум», трек «Биотехнология и медицина» с проектом «TransFix» (Новосибирск, 2016).

**Публикации результатов исследований.** По результатам исследований опубликовано 11 научных работ, 5 из которых в журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ для публикации результатов докторских и кандидатских диссертаций, получен патент РФ.

**Объем и структура работы.** Диссертация изложена на 160 страницах компьютерного текста. Содержание представлено введением, обзором литературы, собственными исследованиями, заключением, выводами и

практическими рекомендациями, списком литературы и приложениями. Диссертационная работа иллюстрирована 22 таблицами и 34 рисунками. Список литературы содержит 300 источников: 213 отечественных и 87 зарубежных авторов.

## 1. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТРАВМ ПОЗВОНОЧНИКА

### 1.1 Анатомо-топографические особенности строения поясничного отдела позвоночника у собаки

Любое оперативное вмешательство опирается на знание анатомо-топографического строения травмированного отдела, требует от хирурга понимания, где проводить оперативное вмешательство, чтобы не навредить целостности крупных сосудов, нервов и группы мышц [14, 68, 121, 127, 142, 149, 151, 203, 204, 208].

Поясничные позвонки (*vertebrae lumbales*) у всех животных имеют схожее строение: тело позвонка (*corpus vertebrae*), головка и ямка позвонка (*caput et fossa vertebrae*), остистый отросток (*proc. spinosus*), парные поперечные отростки (*proc. transversus*), парные крациальные и каудальные суставные отростки (*proc. articulares cranialis et caudalis*) (рис.1) [6, 7, 69, 138, 174, 211].

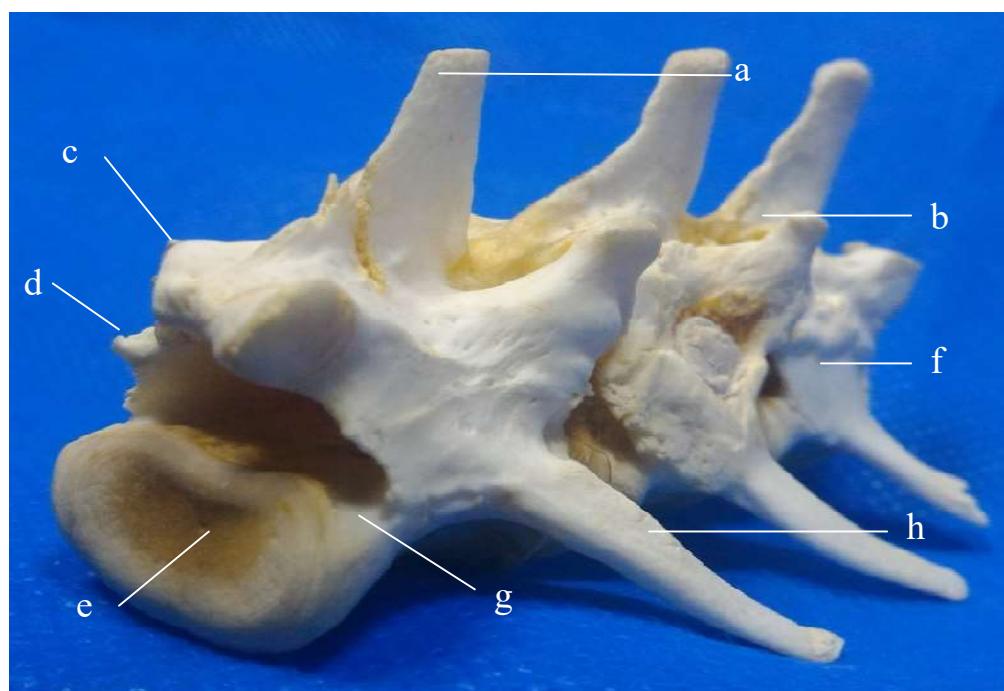


Рисунок 1 – Поясничный позвонок собаки: а – остистый отросток; б – крациальный суставной отросток; в – каудальный суставной отросток; г – добавочный отросток; д – ямка позвонка; е – головка позвонка; ж – тело позвонка; з – поперечный отросток

У собак семь поясничных позвонков, имеющих длинные, плоские и лентовидные поперечные отростки, которые расположены крацио-вентрально. Их длина увеличивается до пятого поясничного позвонка, а потом резко уменьшается. Остистые отростки наклонены крациальнно. Суставные отростки хорошо развиты. Суставные поверхности расположены в сагиттальной плоскости. Хорошо развиты на крациальных суставных отростках сосцевидные отростки (*proc. mamillares*) для прикрепления мышц к телам позвонков. Добавочные отростки (*proc. accessorius*) расположены под каудальными суставными отростками (рис.1) [6, 7, 138, 211].

Соединение тел поясничных позвонков осуществляется межпозвоночными дисками (*disci intervertebrales*), обладающими наибольшей суммарной толщиной для обеспечения подвижности и гибкости позвоночного столба. На дорсальной поверхности тел позвонков внутри позвоночного канала, начиная с эписторфея и заканчивая первым крестцовым позвонком, проходит дорсальная продольная связка (*lig. longitudinale dorsale*). На вентральной поверхности тел позвонков в области поясницы простирается вентральная продольная связка (*lig. longitudinale ventrale*), начиная свой ход с последних грудных позвонков и заканчивая на мысе крестцовой кости. Междуговые (желтые) связки (*ligg. interarcuale flava*) служат для соединения дуг позвонков. Вокруг суставных отростков имеются суставные капсулы. Межпоперечные связки (*ligg. intertransversaria*) – для соединения поперечных отростков. Межостистые (*ligg. interspinalia*) и надостистые связки (*lig. supraspinale*) – для соединения остистых отростков [6, 7, 69, 211].

Дорсальные мышцы поясничного столба расположены между остистыми и поперечными отростками поясничных позвонков [6, 7, 211]:

- подвздошно-реберная мышца поясницы (*m. iliocostalis lumborum*) берет начало от маклока и поперечных отростков поясничных позвонков и заканчивается на последнем ребре. У собаки она самостоятельная, ее функция – выпрямление позвоночника.

- длиннейшая мышца поясницы и спины (*m. longissimus lumborum et dorsi*) начинается от подвздошной кости, остистых отростков поясничных и последних грудных позвонков и заканчивается медиальными зубцами на добавочных отростках с тринадцатого по восьмой грудные позвонки. Функция – выпрямление позвоночника.

- остистая мышца (*m. spinalis*) в области поясницы срастается с длиннейшей мышцей спины и оканчивается на остистых отростках грудных и последних двух шейных позвонках. Эта мышца выпрямляет позвоночник.

- многораздельные мышцы спины (*mm. multifidii*) берут начало от сосцевидных отростков поясничных позвонков и заканчиваются на остистых отростках поясничных позвонков. Функция – выпрямление позвоночника.

- межпоперечные мышцы (*mm. intertransversarii*) находятся между поперечными отростками позвоночника. На пояснице они слабо выражены и позволяют осуществлять боковые движения позвоночника;

- межостистые мышцы (*mm. interspinales*) расположены между остистыми отростками. Эти мышцы выпрямляют позвоночник;

- латеральная дорсальная крестцовохвостовая мышца (*m. sacrocaudalis dorsalis lateralis*) проходит по латеродорсальной поверхности хвоста, начинается на последних двух поясничных позвонках и заканчивается на суставных отростках пятого и последующих хвостовых позвонках. Эта мышца позволяет поднимать хвост и отводить его в стороны.

#### К вентральным мышцам [6, 7, 69, 174, 211].

- квадратная мышца поясницам (*m. quadratus lumborum*) расположена под поперечными отростками поясничных позвонков между последним ребром и крылом крестца. Мышца позволяет сгибать позвоночник;

- поясничная малая мышца (*m. psoas minor*) расположена на вентральной поверхности тел поясничных и последних грудных позвонков и крепится к поясничному бугорку подвздошной кости. Она позволяет сгибать позвоночник;

- поясничная большая мышца (*m. psoas major*) направляется от тел поясничных и последних грудных позвонков к малому вертелу бедренной кости. Функция – сгибание позвоночника.

Брюшная аорта (*aorta abdominalis*) лежит вентрально от позвоночного столба и слева от каудальной полой вены. Она является продолжением грудной аорты (*aorta thoracica*) позади диафрагмы отходят париетальные и висцеральные ветви.

Париетальные ветви васкуляризируют брюшную стенку, дорсальные мышцы позвоночного столба, диафрагму [6, 7, 69]. К ним относятся:

- каудальная диафрагмальная артерия (*a. phrenica caudalis*) парная, она отходит от брюшной аорты на уровне второго поясничного позвонка. От нее отходят краиальные надпочечные ветви, (*rami suprarenales craniales*). Артерия разветвляется в ножках диафрагмы;

- поясничные артерии (*aa. lumbales*) выходят из дорсальной стенки аорты: спинно-мозговые ветви (*ramus spinalis*) проникают в позвоночный канал через межпозвоночные артерии, питают ткани и оболочки спинного мозга; мышечные ветви (*rami musculares*) – это дорсальные ветви (*rami dorsales*), которые рассыпаются в дорсальных мышцах поясницы (разгибателей спины); вентральные ветви (*rami ventrales*) проникают в брюшную стенку между поперечной и внутренней косой мышцами живота;

- окружная глубокая подвздошная (*a. circumflexa ilium profunda*) артерия питает поясничные и брюшные мышцы.

Висцеральные ветви идут к внутренним органам брюшной полости [6, 7, 69, 138, 211]:

- чревная артерия (*arteria coeliaca*) – непарная, отходит от верхнего края первого поясничного позвонка и после отхождения от брюшной аорты отдает краиальные надпочечниковые ветви. Концевыми ветвями чревной артерии являются идущая влево селезеночная артерия (*a. lienalis*), идущая краиально левая желудочная артерия и идущая вправо печеночная артерия (*a. hepatica*);

- краиальная брыжеечная артерия (a. mesenterica cranialis) – непарная: средняя ободочная артерия (a. colica media), подвздошно-ободочная артерия (a. iliocecocolica), тощекишечная артерия (aa. jejunales), коллатеральный ствол (truncus collateralis);
- почечные артерии (aa. renalis) – парные выходят позади краиальной брыжеечной артерией;
- семенниковая у самцов и яичниковая у самок (a. spermatica internae) – парная, выходит напротив четвертого поясничного позвонка, у самцов питает семенники; у самок она делится на яичниковую ветвь (ramus ovaricus), краиальную маточную артерию (a. uterine cranialis);
- каудальная брыжеечная артерия (a. mesenterica caudalis) – непарная, выходит напротив четвертого поясничного позвонка: левая ободочная артерия (a. colica sinistra), краиальная прямокишечная артерия (a. rectalis cranialis).

Отток венозной крови от тазовой конечности и органов тазовой полости осуществляется парными внутренней и наружной подвздошными венами. Эти вены образуют парную общую подвздошную вену (vv. iliaca communes dextra et sinistra), берущую свое начало от каудальной полой вены (v. cava caudalis) вместе с непарной средней крестцовой веной (v. sacralis media). Воротную вену печени (v. portae) собаки образуют селезеночная, желудочно-двенадцатиперстная, краиальная и каудальная брыжеечные вены. Желудочно-двенадцатиперстная вена (v. gastroduodenalis), в свою очередь, образована слиянием правой желудочной, правой желудочно-сальниковой и поджелудочно-двенадцатиперстной венными. Желудочно-селезеночная вена (v. gastrolienalis) представлена слиянием левой желудочной вены, левой желудочно-сальниковой и селезеночной венами. В краиальную брыжеечную вену (v. mesenterica cranialis) впадают вены подвздошной и слепой кишок, в каудальную брыжеечную вену (v. mesenterica caudalis) – средняя, правая и левая ободочные вены, притоки из слепой и подвздошной кишок. У собак нет краиальной прямокишечной вены [6, 7, 69, 138, 174, 211].

Лимфатические протоки в области поясничного отдела позвоночника представлены поясничной цистерной. Поясничная цистерна (*cisterna chyli*) расположена в виде продолговато-ovalного мешочка на уровне с первого по четвертый поясничного позвонка, дорсокраиальней аорты. Лимфу от органов тазовой полости и тазовой конечности отводят правые и левые поясничные стволы (*trunci lumbales dexter et sinister*), впадающие в каудальный конец цистерны. Лимфу из кишечных и брыжеечных, селезеночных и печеночных узлов собирает кишечный ствол (*truncus intestinalis*), впадающий в среднюю часть цистерны сentralной стороны. Лимфу от желудка, селезенки и печени отводит чревной ствол (*truncus celiacus*), впадающий в переднюю часть цистерны, идущей до краиальной полой вены [6, 7, 69, 211].

Спинномозговые нервы (*nn. spinales*) относятся к соматической части периферической нервной системы. Они представлены дорсальными и вентральными корнями, отходящими от спинного мозга в спинномозговом канале, и являются смешанными. Дорсальные корни (*radix dorsalis*) чувствительные и несут на себе спинномозговой узел (*ganglion spinale*). Вентральные корни (*radix ventralis*) – двигательные. Спинномозговые нервы поясничного отдела отдают белые соединительные ветви (*rami communicantes alba*) в симпатический ствол до четвертого поясничного позвонка, а от последнего формируются серые соединительные ветви (*rami communicantes grisei*) для иннервации сосудов соматических органов. При выходе из межпозвоночного отверстия спинномозговые нервы разделяются на дорсальную и вентральную ветви (*rami dorsales et ventrales*), а каждая из них в свою очередь – на латеральную и медиальную ветви (*rami lateralis et medialis*), иннервирующие мышцы позвоночного столба. Вентральные ветви поясничного отдела образуют одноименное сплетение. Дорсальные ветви формируют краиальные кожно-ягодичные нервы. Количество поясничных нервов соответствует количеству поясничных позвонков.

Поясничное сплетение (*plexus lumbalis*) формируется из следующих нервов [6, 7, 69, 211]:

- подвздошноподчревный нерв (n. iliohipogastricus) образуется из краиального нерва (от первого поясничного позвонка) и каудального нерва (от второго поясничного позвонка), опускается вентрально к белой линии живота; иннервирует поясничные и брюшные мышцы, кожу брюшной стенки и мошонки, препуция и вымени.

- подвздошно-паховый нерв (n. ilioinguinalis) образуется из ветвей второго и третьего поясничных позвонков. Областью его иннервации является большая и квадратная поясничные и брюшные мышцы, кожа бедра и мошонки, вымени и препуций.

- наружный семенной нерв (n. spermaticus externus) образуется из ветвей второго, третьего и четвертого поясничных позвонков. Снабжает подвздошно-поясничную, квадратную поясничную и брюшные мышцы, кожу бедра и мошонки, вымени и препуций;

- пояснично-кожный нерв (n. psoadicocutaneus) состоит изentralных ветвей третьего, четвертого и пятого поясничных позвонков. Область распространения: большая поясничная мышца, кожа коленного сустава;

- бедренный нерв (n. femoralis) образуется из вентральных ветвей четвертого, пятого и шестого поясничных позвонков. Снабжает подвздошную и четырехглавую мышцы, кожу голени и стопы;

- заперательный нерв (n. obturatorius) состоит из вентральных ветвей четвертого, пятого и шестого поясничных позвонков. Иннервирует приводящие и запирательные мышцы.

Седалищный нерв (n. ischiadicus) образуется из крестцового сплетения (plexus sacralis), из вентральных ветвей шестого поясничного, первого и второго крестцового позвонков. Позади тазобедренного сустава образует большеберцовый и малоберцовый нервы (nn. tibialis et peroneus). Иннервирует глубокую ягодичную, внутренний запиратель, двойничные и квадратную мышцы бедра. От большеберцового нерва в области тазобедренного сустава отходят проксимальные мышечные ветви (rami musculares proximales) для иннервации двуглавой, полусухожильной и полуперепончатой мышц. В

области середины бедра от *n. tibialis* отходят плантарный и медиальный кожные нервы голени (*nn. cutaneus surae plantaris et medialis*) для иннервации кожи голени и плюсны на соответствующей стороне. От нерва в области коленного сустава отходят дистальные мышечные ветви (*rami musculares distales*) для иннервации разгибателей заплюсневого сустава и сгибателей пальцев. Выше заплюсны нерв делится на латеральный и медиальный плантарные нервы (*nn. plantares lateralis et medialis*). Они в свою очередь образуют плюсневые плантарные и пальцевые нервы (*nn. metatarssei plantares et digitales plantares*). У собаки плюсневый плантарный первый нерв образован плантарным медиальным нервом, а второй, третий и четвертый плюсневые плантарные нервы – плантарным латеральным нервом. Малоберцовый нерв в области коленного сустава отдает дорсальный кожный нерв голени (*n. cutaneus surae dorsalis*). Этот нерв у латерального мыщелка большеберцовой кости межреберного нерва делится на поверхностный и глубокий малоберцовые нервы (*nn. peroneus superficialis et profundus*). У собаки поверхностный малоберцовый нерв дает плюсневые дорсальные вторые, третьи, четвертые и пятые нервы [6, 7, 69, 211].

## **1.2 Классификация нестабильности поясничного отдела позвоночника у собак**

Согласно классификации F. Holdsworth (1963) повреждения позвоночника подразделяются на стабильные и нестабильные. Стабильные повреждения – наиболее часто встречающаяся группа переломов позвоночника в виде клиновидной компрессии, отрывных переломов вентро-дорсального или крацио-вентрального края тела позвонка, при которых редко возникает сдавление спинного мозга или его корешков (рис. 2) [249].

Нестабильные повреждения – повреждения структур позвоночника, приводящие к смещению тел позвонков при разрыве связочного комплекса (межостистые, надостистые, желтая связка, межпозвоночные суставы), в

результате вывиха, переломо-вывиха, клиновидной компрессии более чем на  $\frac{1}{2}$  высоты тела и флексионно-ротационного перелома (рис. 2) [249].

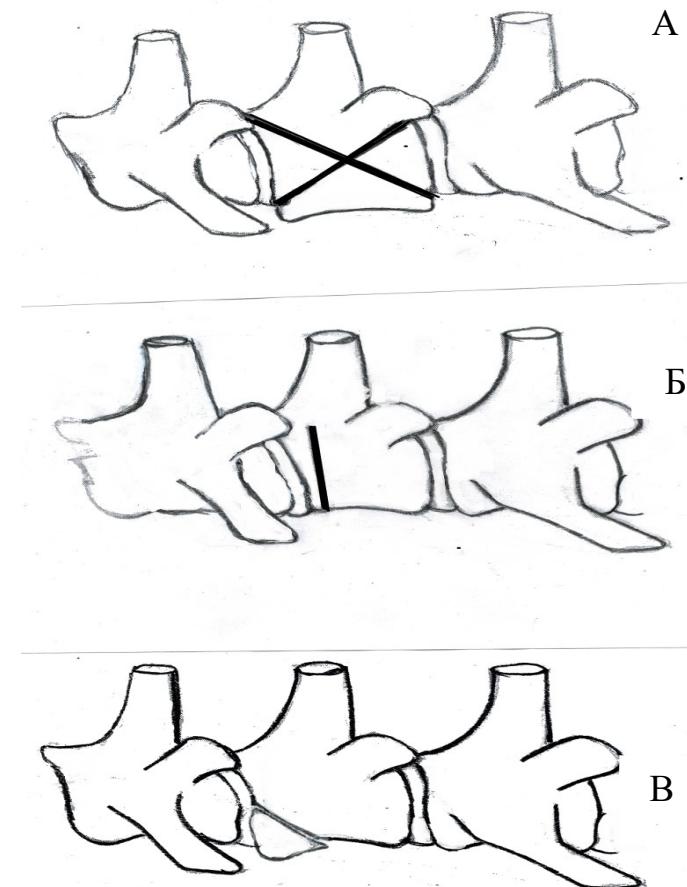


Рисунок 2 – Стабильные переломы тел позвонков: А – многоосколчатый; Б – компрессионный; В – краевой

Нестабильность позвонков – это патологическое состояние позвоночного столба, при котором позвоночник не способен удерживаться в физиологическом положении и сохранять его как в покое, так при движении. Позвонки могут смещаться как в каудо-краниальном направлении, так и латеро-дорсальном. В таком состоянии отсутствие лечения может приводить к инвалидизации животного [249].

Основными причинами возникновения нестабильности позвонков могут быть: травмы позвоночника (ушиб, вывих, перелом), генетические деформации позвонков и их суставов, частые воспалительные заболевания позвоночника и дисков [248-250].

Основная классификация нестабильности позвонков основана на причинах ее возникновения:

- постравматическая нестабильность. Возникает после переломов, вывихов или подвывихов позвонков;
- послеоперационная нестабильность. Возникает как последствие ламинэктомии и неправильно проведенного реабилитационного периода (ранняя чрезмерная нагрузка на позвоночный столб);
- дегенеративная нестабильность. Возникает при дегенеративных процессах в позвоночнике [249].

Классическими симптомами при нестабильности позвоночника является боль в поясничном отделе, которая может усиливаться после физических нагрузок, а также ограничение подвижности [249].

При проведении диагностики необходимо собрать анамнез и пройти дополнительное инструментальное обследование: рентгенографию и более подробный и точный метод диагностики – магнитно-резонансную томографию (МРТ) [249, 250].

Лечение нестабильности позвонков зависит от тяжести повреждения, оно может быть консервативное и включать в себя медикаменты, физиотерапию и при необходимости оперативное вмешательство. Хирургия всегда сочетается с консервативной терапией, как в пред-, так и в постоперационный период. Хирургическое лечение при нестабильности позвоночника показано для всех пациентов, неспособных передвигаться во время обследования и с симптомами, указывающими на менее тяжелую компрессию спинного мозга (вывих, подвывих, перелом и дегенеративные процессы). Суть операции заключается в фиксации нестабильных позвонков специализированными конструкциями или трансплантатами, создавая подвижные и неподвижные сочленения [122, 248-250].

При длительном течении нестабильности позвонков в поясничном отделе у собак могут возникнуть следующие осложнения: спондилоартроз, спондилез, парезы и параличи конечностей, защемление спинного мозга, что в дальнейшем приводит к инвалидизации животного [122, 249].

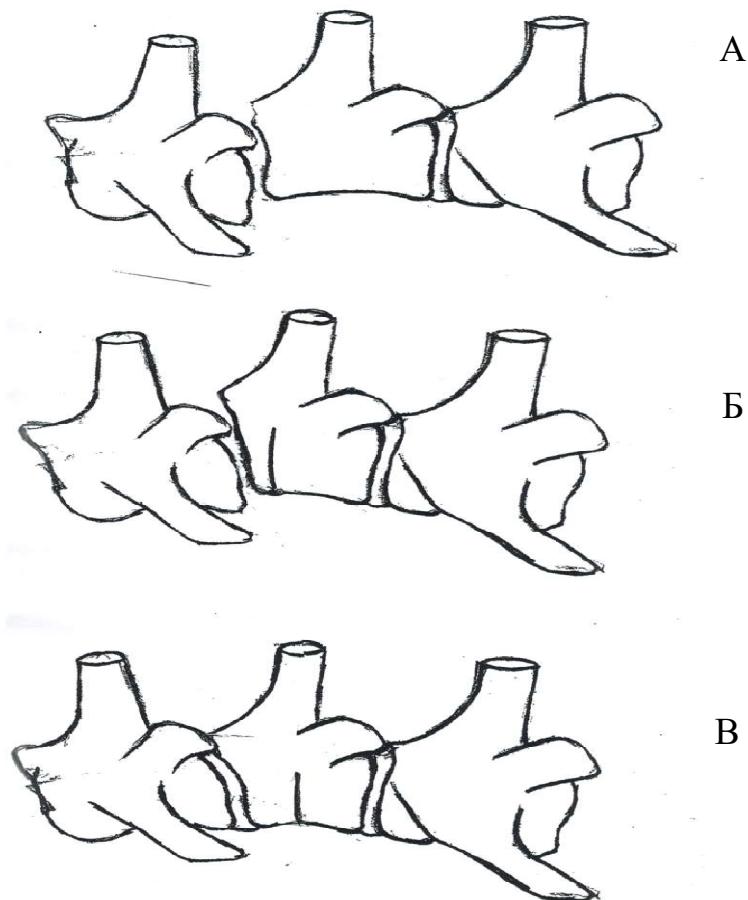


Рисунок 3 – Нестабильные повреждения позвонка: А – компрессия свыше  $\frac{1}{2}$  относительно высоты тела; Б – переломо-вывих; В – вывих

Вертебрологи Э.В. Ульрих и А.Ю. Мушкин (2004) выделили 3 степени нестабильности позвоночника в результате его травмы [170].

1-я степень – механическая нестабильность позвоночника, характеризующаяся патологической подвижностью позвоночника на уровне поврежденного сегмента сразу или в отдаленные периоды после травмы.

2-я степень – неврологическая нестабильность позвоночника, характеризующаяся повреждением спинного мозга костными фрагментами позвонков во время травмы или при ее неадекватном ведении: 1) сдавление спинного мозга фрагментом тела позвонка; 2) сужение каналов нервных корешков со сдавлением корешков; 3) ущемление спинномозговых нервов между отломками.

3-я степень - комбинированная нестабильность.

M.E. Muller et al. (1990) составил классификацию типов повреждения позвоночника по системе AO/ASIF, которая основывается на механической нестабильности [264].

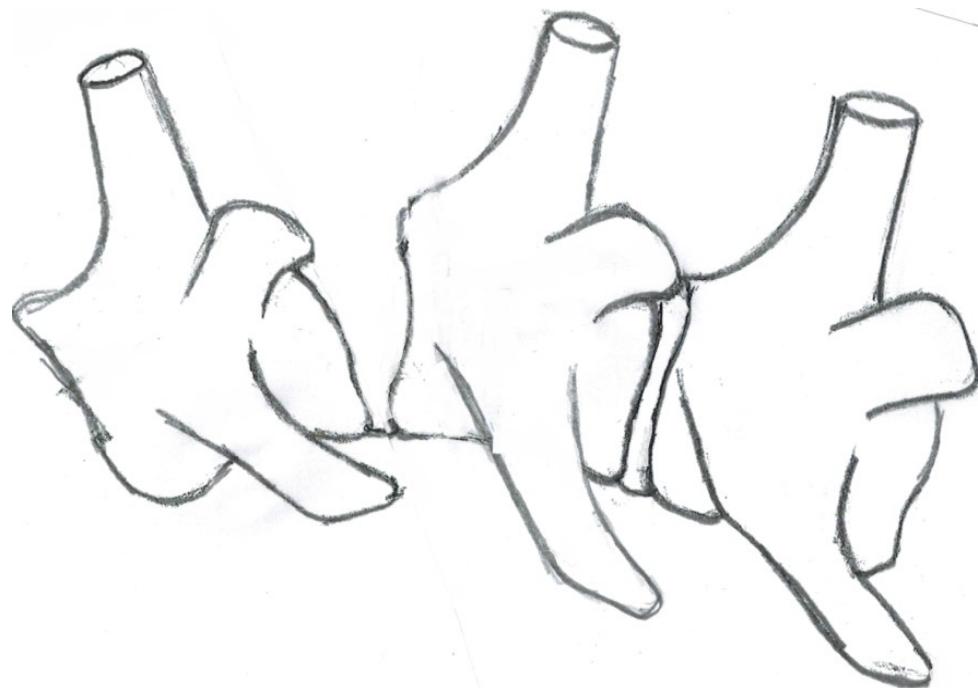


Рисунок 4 – Повреждения позвонков тип А, протекающие с компрессией его тела

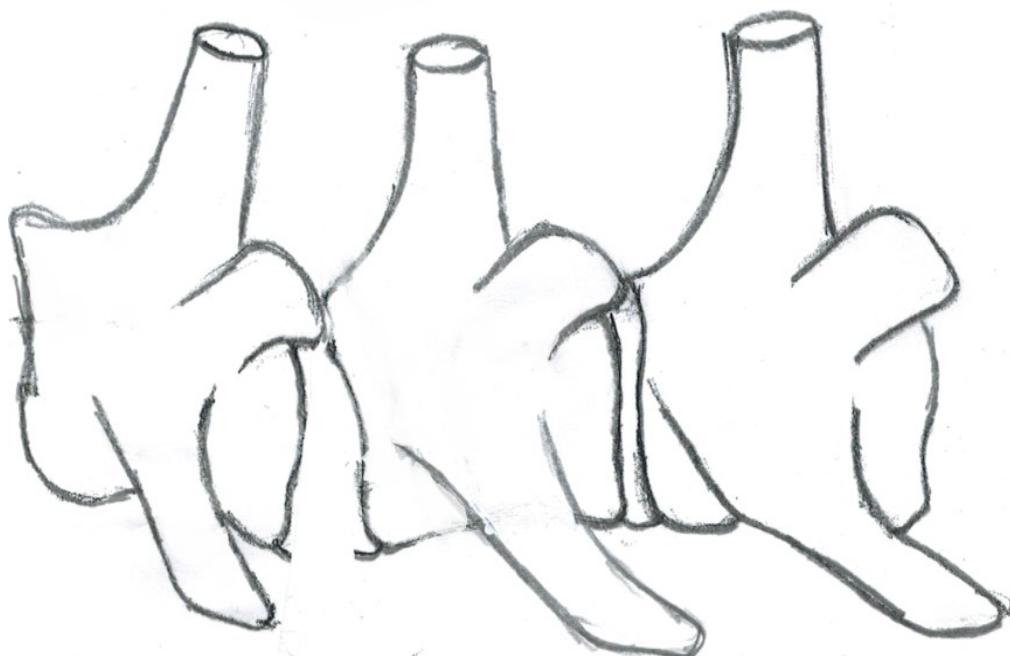


Рисунок 5 – Тип В – повреждения крацио-каудального и крациального опорных комплексов, с их растяжением

Были выделены три типа повреждения. Тип А (повреждения с компрессией тела позвонка): группа АI - вколоченные переломы; группа АII - раскалывание позвонка; группа АIII - взрывные переломы (рис. 4). Тип АI - механические стабильные повреждения, АII и АIII - условно стабильные повреждения [264].

Тип В (повреждения крацио-каудального и крациального опорных комплексов с последующим их растяжением): группа ВI - каудальное повреждение преимущественно мышечно-связочного аппарата; группа ВII - каудальное повреждение преимущественно костной ткани; группа ВIII - крациальное повреждение, проходящее через межпозвонковый диск. Тип В - преимущественно механически нестабильный (рис. 5) [264].

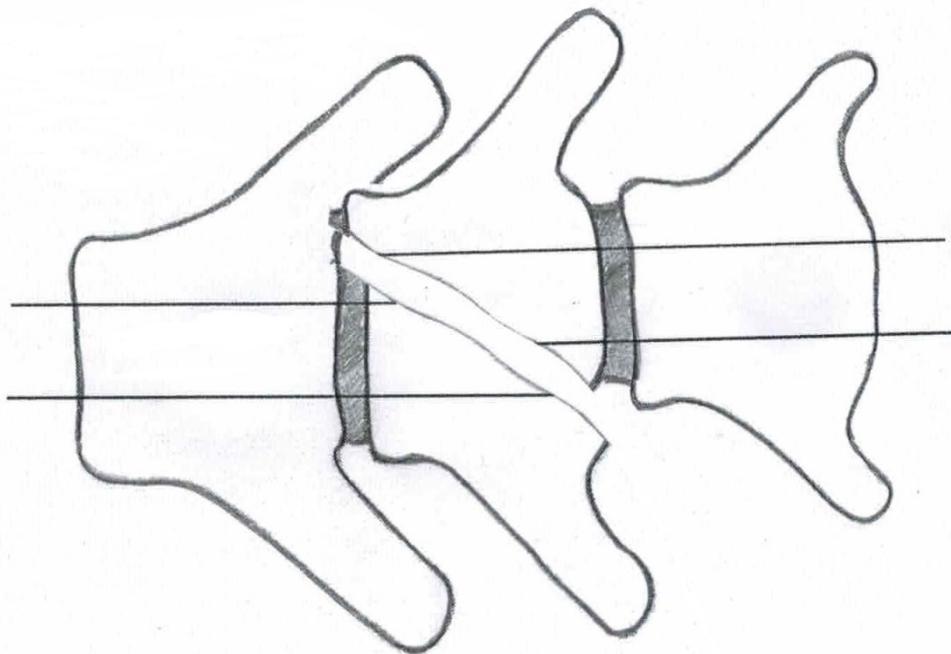


Рисунок 6 – Тип С – повреждение крациального и каудального комплексов с ротацией

Тип С (повреждение каудального и крациального комплексов с ротацией): группа СI-т – повреждения, сопровождающиеся компрессией тел позвонков; группа СII – повреждения с растяжением опорных колонн позвоночника; группа СIII – ротационные смещения с горизонтальным сдвигом фрагментов. Тип С – механически нестабильный (рис. 6) [264].

### **1.3 Клинические проявления заболеваний поясничного отдела позвоночника**

Болевой синдром является одним из основных диагностических признаков травмы позвоночника. Характер выраженности болевого синдрома зависит от степени повреждения костных структур и мягких тканей, а также и от сочетанных травм внутренних органов (особенно при автотравмах). Иррадиирующая боль в тазовые конечности чаще возникает при нестабильности позвоночника, при незначительных движениях. Помимо болезненной реакции, по мнению Н.Е Полищук с соавт. (2001), у животных будут отмечаться деформация позвоночника, слабость в конечностях, нарушения актов мочеиспускания и дефекации [11, 99, 123, 130, 155].

Д.К. Богородинский с соавт. (1977) отмечал, что успех диагностики патологии позвоночного столба и в дальнейшем лечение зависят от правильно собранного Anamnesis vitae и полного клинического обследования. При первичном осмотре обращают внимание на вынужденное положение и перемещение тела в пространстве, деформацию оси позвоночника. Н.Е Полищук с соавт. (2001) установили, что деформация оси позвоночника зависит от локализации и степени повреждения костных элементов и мягких тканей [22, 123, 223, 224, 275].

К. Браунд (1999), С.Д. Вилер и В.Б. Томас (1999) отметили, что функциональные поражения нервной системы сопровождаются симптоматикой, которая характерна и при органических поражениях. Исходя из этого, О.С. Мартынов с соавт. (1983) предложили провести комплекс клинических исследований организма, чтобы дифференцировать эти патологии. Для этого диагностистом проводятся неврологические тесты, тестирование основных рефлексов, проверка болевой чувствительности и т. д. [23, 29, 93].

Первое, на что следует обратить внимание врачам по мнению Х.Г. Ниманд и П.Ф. Сутер (2004) – это на Anamnesis vitae, по которому определяют причину нарушения функции опорно-двигательной системы вследствие травматологической и ортопедической патологий, неврологической

и инфекционной болезней, некоторых болезней сердца и почек. Э.А. Чандлер с соавт. (2011) предлагает прибегать к дополнительным методам исследования: лабораторным, визуальной диагностики [108, 180].

Ветеринарные специалисты К. Браунд (1999), С.Д. Вилер и В.Б. Томас (1999) в начале обследования дают оценку ходьбы: животное передвигается самостоятельно или требуется помочь. Во втором случае отмечаются моторные нарушения в виде парезов и параличей или нарушение координации. При парезе и параличе обязательно делается ссылка на поражение грудной, тазовой конечностей: моноплегию, параплегию, гемиплегию, тетраплегию. Атаксия сопровождается шаткой походкой в сочетании с гиперметрией и путающимися конечностями. Если ее причиной является патология периферических нервов, то изменяется тонус мышц (атония, гипотония) или реакция коленного рефлекса (гипорефлексия, арефлексия), но с сохранением болевой чувствительности и сгибательного рефлекса. Если атаксия вызвана поражением спинного мозга, то затрагиваются панникуловый рефлекс, симпатическая нервная система и т. д. Слабость в конечностях может быть следствием миастении, полиневропатии, при этом наблюдается неестественная, жесткая походка, семенящие движения лапами, постуральный трепет, коллапс или животному часто требуется отдых, но движения скоординированные [23, 29, 119, 144].

При тяжелом поражении опорно-двигательной системы Х.Г. Ниманд и П.Ф. Сутер (2004) наблюдали эффект «мягкой собаки»: животное не поднимает голову, не может лежать на груди без посторонней помощи [108].

К. Браунд (1999), С.Д. Вилер и В.Б. Томас (1999) предлагают провести следующие тесты ходьбы животного.

1. Оценка силы мышц разгибателей конечности, на которую есть опора, осуществляется путем подъема правой или левой грудной или тазовой конечности. Так, при подъеме одной тазовой конечности при слабости четырехглавой мышцы бедра, которая разгибает коленный сустав и создает опору, отмечается падение на таз [23, 29].

2. Выявление скрытого пареза грудной, тазовой конечностей. Для этого проводятся два теста: тест «с тачкой» и прыгательный тест. Тест «с тачкой» подразумевает нагрузку на две одноименные конечности, например, обременить обе тазовые конечности при поддержании на весу грудных конечностей. При прыгательном teste нагрузка во время ходьбы должна приходиться на одну конечность [23, 29].

3. Тест на координацию движений: животное проводят на скользкой поверхности по кругу медленным и ускоренным шагом [23, 29].

4. Тесты на проприоцепцию помогают оценить взаимосвязь между положением конечностей и положением тела в пространстве при движении. Обращают внимание на положение стопы на опору, «шаговый рефлекс», реакцию на качание. Состояние сознательной проприоцепции напрямую связано с нервной системой. Дефицит проприоцепции отмечается каудальнее пораженного сегмента спинного мозга. При внутричерепных патологиях дефицит проприоцепции тяжелее оказывается на тазовых конечностях. Информацию о состоянии опорно-двигательной системы обычно получают в процессе наблюдения за животными, ее можно дополнить вышеперечисленными тестами. Нужно помнить, что их следует проводить при сохраненной двигательной функции. При травме позвоночника тесты проводят только после полной его стабилизации. Помощь или принуждение животного при вставании и передвижении во время тяжелых травм только усугубят патологию [23, 29].

4.1. Тестирование положения стопы на поверхности опоры: стопу дорсальной поверхностью опирают на пол. Если животное здоровое, то быстро вернет лапу в естественное положение, а если оставит на исходной позиции, то у него проприоцептивный дефицит [22, 23, 29].

4.2. Тест «шаговый рефлекс»: лист бумаги подкладывают под стопу при их опоре на поверхность, затем смещают лист с опирающейся конечности в сторону. Если животное здоровое, то быстро переставит конечность в

устойчивое положение, а если нет, то будет съезжать вместе с листом бумаги [23, 29].

4.3. Тест на реакцию качания: животное толчками смещают в сторону, если оно здоровое, то его тело принимает вертикальное положение, а если есть проприоцептивный дефицит, то падает или с трудом принимает исходное положение [23, 29].

После проведения всех описанных тестов ходьбы следует помнить:

1) парезы, параличи, атаксия грудных конечностей связаны с повреждением спинного мозга на уровне С1 – Т2 при исключении двустороннего повреждения периферических нервов грудных конечностей;

2) парезы, параличи, атаксия тазовых конечностей связаны с повреждением спинного мозга, спинномозговых нервов на уровне Т2 – S1 или двустороннего повреждения периферических нервов тазовых конечностей при сохранении двигательной функции грудных конечностей;

3) монопарез, моноплегия возникают при повреждениях периферических нервов конечностей [7, 52, 93, 166, 273, 279, 280, 290].

Х.Г. Ниманд и П.Ф. Сутер (2004) отмечают, что обследование конечностей животного начинают при общем клиническом осмотре, при котором можно выявить стертые когти конечностей, парез, паралич, хромоту, атрофию мышц и т.д. [108].

Атрофия мышц, по определению К. Браунд (1999), представляет собой нарушение питания мышцы в результате её разобщения с клеткой переднего рога или двигательного черепно-мозгового нерва, где к мышцам поступают трофические импульсы, необходимые для поддержания нормального обмена. Техника проведения тестирования атрофии мышц по С.Д. Вилеру и В.Б. Томасу (1999) проста: проводится у расслабленного животного, лежащего на боку. Визуально определяют у гладкошерстных пород собак, пальпарно и при помощи измерения окружности бедра на уровне паха в симметричных точках – у длинношерстных пород. При этом обращают внимание на характер атрофии:

поражены одна или две конечности, одна сторона тела или группы мышц [23, 29].

Мышечный тонус, по мнению К. Браунд (1999), или степень напряжения мышц в норме, рефлекторно поддерживается и определяется напряжением их при пассивных движениях в конечностях. Так, при сгибании коленного сустава четырехглавая мышца в норме вытягивается. При патологии мышечный тонус по характеру сопротивления к вытягиванию подразделяют на гипертонию, гипотонию и атонию. Избыточность пассивных движений в суставах при отсутствии напряжения мышц, их дряблость при пальпации – все это характерно при атонии мышечного тонуса. Гипертония мышечного тонуса может быть спастической и пластической. В первом случае он повышен на разгибателях и по мере исследования немного ослабевает. Во втором случае – повышен как на разгибателях, так и на сгибателях, и по мере исследования только усиливается напряжение мышц. Пассивные движения в суставах со снижением напряжения мышц, их дряблость при пальпации – все это наблюдается при гипотонии мышечного тонуса. Чаще гипотония связана с повреждением периферической нервной системы. Не все неврологические болезни, по мнению А.В. Триумфова (2007), сопровождаются изменением напряжения мышц [23, 166].

Тестирование коленного рефлекса. За проявления данного рефлекса отвечает бедренный нерв. Его локализация наблюдается на уровне L3- L4 позвонков, где находятся и L4-L6 сегменты спинного мозга. Техника тестирования коленного рефлекса заключается в том, что животное в расслабленном состоянии укладывают на поверхность на бок, при этом верхняя тазовая конечность должна быть слегка согнутой в коленном суставе для небольшого натяжения четырехглавой мышцы бедра. Затем перкуссионным молоточком ниже коленной чашечки наносят удары по прямой связке коленного сустава. В нормальном состоянии происходит разгибание коленного сустава и сгибание скакательного сустава в виде колебательных движений благодаря сокращению четырехглавой мышцы бедра. Если есть сомнение при

проводении данного теста, то через несколько минут его повторяют. Для сравнения то же самое проделывают и с противоположной тазовой конечностью. У щенков тест проводят аналогично, но только в стоячем положении и при опоре на грудные конечности, а тазовые приподнимают. В виде отклонения рефлекс коленного сустава может быть в состоянии гиперрефлексии, гипорефлексии и арефлексии. При повреждении спинного мозга рефлекс либо сохраняется, либо изменяется, усиливается. В конце фазы гиперрефлексии наступает релаксация, или клонус. Клонус возникает и при гипертонии мышц, где происходят ритмические колебания, сменяющие друг друга. Эта картина характерна при атрофии, гипотонии, атонии мышц сгибателей коленного сустава, которые иннервирует седалищный нерв. При тяжелых травмах позвоночника в течение нескольких дней коленный рефлекс снижен. При повреждении периферической нервной системы, дегенеративной миелопатии наблюдаются арефлексия или гипорефлексия [7, 23, 29, 52, 108, 180, 287].

Сгибательный рефлекс, или рефлекс флексора, проявляется в виде сгибания конечности в ответ на болевой раздражитель. Сгибательный рефлекс тазовой конечности локализируется на уровне L4-L5 позвонков, где находятся и L6, L7 сегменты спинного мозга. За его проявление отвечают ветви седалищного и бедренного нервов. Техника проведения: исследуемую тазовую конечность выпрямляют зажимом Кохера или Бельрота, сжимают кожу в межфаланговой области. Если рефлекс сохранен, то тазовая конечность сопротивляется выпрямлению, сгибается. А раздражение кожи в межфаланговой области позволяет оценить силу мышц тазовой конечности: мышц тазобедренного сустава, коленного и скакательного суставов. Арефлексия и гипорефлексия отмечаются при повреждении периферической нервной системы. А при повреждении спинного мозга сгибательный рефлекс проявляется через некоторое время после воздействия зажимом на кожу в межфаланговой области. Во время проведения теста можно наблюдать следующие реакции: рефлекс виляния хвостом при раздражении кожи в

межпальцевой области гемостатическим зажимом; перекрестный рефлекс разгибателя, при котором происходит вытягивание контралатеральной конечности при сгибании testируемой конечности. Аналогично сгибательный рефлекс можно провести на грудной конечности [7, 23, 29, 52, 108, 180].

Следующее, на что необходимо обратить внимание, - это анальный рефлекс. Он интересен тем, что дает информацию о целостности крестцовых сегментов позвоночника и о состоянии нервных путей. Также данный рефлекс необходимо рассматривать при оценке функции дефекации. Аналый рефлекс локализуется на уровне L5 позвонка, где находятся и S1-3 сегменты спинного мозга. Прежде чем приступить к тестированию рефлекса, необходимо провести осмотр анального отверстия и канала. При этом обращают внимание: на функциональное состояние ануса; на тонус наружного и внутреннего сфинктеров при ректальном исследовании пальцем (атония, гипотония). Техника тестирования проста: в переанальной области раздражают кожу - это приводит к сокращению ануса, движению кончика хвоста вниз и вульвы вверх у самок. При повреждении спинномозговых нервов S1-3 сегментов наблюдается гипотония или атония анального канала, а анальный рефлекс может отсутствовать [7, 23, 29, 52, 108, 123, 180].

Оценку неврологических тестов по С.Д. Вилеру и В.Б. Томасу (1999) можно представить в виде таблицы (табл. 1) [29].

Таблица 1 – Оценка неврологических тестов по С.Д. Вилеру и В.Б. Томасу

Оценка	Рефлекс, реакция
0	Отсутствует
+1	Снижен, но определяется
+2	Норма
+3	Повышенный
+4	Клонус

С.Д. Вилер и В.Б. Томас (1999) предложили продолжить оценку результатов неврологических тестов, в связи с которой следует знать неврологические симптомы при патологиях верхнего (центрального) и нижнего (периферического) моторных нервов (ВМН и НМН), представленные в табл. 2 [29].

Таблица 2 – Неврологические симптомы при повреждении ВМН и НМН

Признак	ВМН	НМН
1. Локализация двигательных нервов	Проводящие пути от коры головного мозга до синапса с нижнего моторного нейрона вентральном роге спинного мозга	Вентральные рога спинного мозга, вентральные корешки и двигательные волокна спинномозговых нервов
2. Состояние мышц	Атрофия через 4-6 недель после проявления неврологических симптомов	Атрофия через 2 и более недель после проявления неврологических симптомов
3. Состояние мышечного тонуса	Спастическая гипертония из-за нарушения процессов торможения	Гипотония, атония грудных, тазовых конечностей
4. Состояние рефлексов конечностей	Гиперрефлексия или их качественное изменение	Гипорефлексия, арефлексия

В таблице 3 дается акцент локализации поражений в ЦНС и ПНС, основанный на клиническом проявлении неврологических симптомов при патологиях ВМН и НМН по С.Д. Вилеру и В.Б. Томасу (1999) [29].

Таблица 3 – Локализации поражений в ЦНС и ПНС при патологиях ВМН и НМН

<b>Тип повреждения моторного нерва</b>	<b>Локализации поражений в ЦНС и ПНС</b>
Дефицит ВМН с нервными симптомами грудных и тазовых конечностей	Головной мозг или шейный отдел спинного мозга
Дефицит ВМН с нервными симптомами тазовых конечностей. Патологий грудных конечностей нет  Дефицит НМН с нервными симптомами грудных конечностей. Патологий тазовых конечностей нет	Нижний сегмент шейного отдела спинного мозга
Дефицит ВМН с нервными симптомами грудных конечностей. Патологий тазовых конечностей нет	Нервные корешки плечелопаточного сплетения или периферических нервов грудных конечностей
Дефицит ВМН с нервными симптомами тазовых конечностей. Патологий грудных конечностей нет	Грудной или поясничный отдел спинного мозга крациальнее L IV-V
Дефицит НМН с нервными симптомами тазовых конечностей. Патологий грудных конечностей нет	Пояснично-крестцовый отдел спинного мозга (каудальнее L IV-V) или периферические нервы тазовых конечностей
Дефицит НМН с нервными симптомами грудных и тазовых конечностей	Полиневропатия периферических нервов

Для того чтобы в полной мере охарактеризовать травму позвоночника, ниже будут рассмотрены дополнительные исследования рефлексов и функций внутренних органов [7, 23, 29, 52, 93, 108, 123, 166, 180].

Панникулярный рефлекс, по определению Х.Г. Ниманда и П.Ф. Сутера (2004), представляет собой подергивание кожи на спине животного в ответ на её раздражение. Ответную реакцию осуществляет кожно-туловищная мышца (*m. panniculus carnosus*), которую иннервирует латеральный грудной нерв из плечевого сплетения. Наиболее восприимчива кожа в области грудных и поясничных позвонков, т. к. афферентный нервный путь идет к C8-T1 и T3 -L1 сегментам спинного мозга.

Техника проведения по К. Браунду (1999) и С.Д. Вилеру и В.Б. Томасу (1999): отступив 2-3 см от остистых отростков позвонков с обеих сторон, на уровне крыльев подвздошной кости начинают стимулирование кожи при помощи легкого покалывания иглой или раздражением гемостатическим зажимом. В результате происходит подергивание кожи, и сильнее там, где действует раздражитель. Подергивание может присутствовать с обеих сторон одновременно. Но возможно появление сгибательного рефлекса спины или лордоза позвоночного столба из-за болевого раздражения. Поэтому следует различать панникулярный рефлекс от сгибательного рефлекса спины, чтобы правильно поставить диагноз. Если панникулярный рефлекс на уровне крыльев подвздошной кости не наблюдается, то воздействие на кожу перемещают крациальнно в сторону черепа, тем самым находят линию, при которой возникает ответная реакция на раздражитель. Эта линия представляет собой границу дерматома. Если раздражать кожу за пределами ее, то можно отмечать рефлекс виляния хвоста. При арефлексии реакция кожи на раздражение отсутствует на всем протяжении чувствительной области. Она может быть связана с повреждением спинномозговых нервов, сегментов C8-T1 и T3 -L1 спинного мозга, плечевого сплетения. Но причиной односторонней арефлексии является повреждение плечевого сплетения [7, 23, 29, 52, 93, 108, 123, 166, 180].

Д. Вилер и В.Б. Томас (1999) предполагали, что при тяжелой травме позвоночника на уровне грудино-поясничного отдела, при которой возникает поражение спинного мозга, арефлексия будет на каудальной границе дерматома, указывая на поврежденный сегмент. О.С. Мартынов с соавт. (1983)

подчеркивает, что панникуловый рефлекс существует отдельно от болевой чувствительности. Так, при сохранении болевой чувствительности панникуловый рефлекс отсутствует [29, 93].

Клинический симптом Шифф-Шерингтона характеризуется выпрямлением грудных конечностей со спастической гипертонией, что приводит к снижению сгибательного рефлекса и уменьшению объема движений в суставах грудной конечности. Это связано с повреждением спинного мозга на уровне ТII – LIII его сегментов, что приводит к его восходящему отеку. Данный симптом угрожает жизни животному. Но при сохранении болевой чувствительности каудально от поражения прогноз может быть благоприятным [108, 166].

Часто симптом Шифф-Шерингтона сопровождается парадоксальным дыханием. Парадоксальное дыхание – дыхание, осуществляющееся путем движения диафрагмы, а грудная стенка при вдохе движется вовнутрь пассивно. Оно возникает при повреждении грудного отдела позвоночного столба, что приводит к параличу межреберных мышц, которые в норме при вдохе расширяют грудную клетку [29, 108].

При повреждении крестцовых сегментов S1-S3 спинного мозга, спинномозговых или периферических нервов (тазовые нервы, нервы наружных половых органов) возникает переполнение мочевого пузыря и дальнейшее подтекание мочи из-за повышенного внутрипузырного давления. Данный факт тоже следует брать во внимание при оценке тяжести повреждения опорно-двигательной системы [7, 23, 29].

Симпатическая нервная система при травмах и заболеваниях спинного мозга, по мнению Д. Вилера и В.Б. Томаса (1999), часто не вовлекается в патологический процесс. Гипертермия возникает при усилении кровотока в коже и снижении тонуса сосудов. Так, при травме шейных сегментов спинного мозга гипертермия регистрируется на всей поверхности тела и на конечностях, но при повреждении грудных сегментов наблюдается каудально от места локализации патологии. А.В. Триумфов (2007) отмечает, что при патологии

периферических нервов симпатическая нервная система вовлекается в данный процесс, тогда возникает гипертермия пораженной конечности. При разрыве плечевого сплетения тоже страдает симпатическая система, что приводит к возникновению синдрома Хорнера: миоза, энофтальма, выпадения третьего века, птоза верхнего века [7, 23, 29, 166].

По мнению Д. Вилера и В.Б. Томаса (1999), оценка болевой чувствительности у животных носит субъективный и индивидуальный характер. Поэтому для лучшего восприятия тест следует проводить на обеих грудных и тазовых конечностях. Техника проведения по К. Браунду (1999): в межфаланговой области и на боковых поверхностях стопы гемостатическим зажимом сжимают кожу и далее проводят анализ реакции животного. Болевая чувствительность наиболее ощутима между первой и второй фалангами или на когтевых фалангах. Использовать иголку, булавку не рекомендуется, т. к. полученные результаты сложно интерпретировать. Ответная реакция животного на болевой раздражитель проявляется лаем, рычанием, поворачиванием в сторону раздражения, попытками укусить врача, слюнотечением и слезотечением. Может сопровождаться сгибательным рефлексом спины, но он не должен рассматриваться как факт присутствия болевой чувствительности. Анальгезия исследуемой конечности является следствием повреждений спинного мозга, спинномозговых и периферических нервов [7, 23, 29, 52, 93, 108, 123, 166, 180].

Опираясь на вышесказанное неврологическое обследование опорно-двигательной системы можно представить следующим образом [5, 20, 26, 148]:  
1. Сбор Anamnesis vitae. 2. Общее клиническое обследование: наблюдение за положением тела в пространстве, за ходьбой животного, исследование функции мочевого пузыря и акта дефекации и т.д. 3. Тестирование двигательной функции конечностей: оценка силы мышц разгибателей конечности, выявление скрытого пареза, тест на координацию, тест на проприоцепцию. 4. Обследование конечностей: тонус мышц, коленный рефлекс, сгибательный рефлекс в сочетании с проверкой на болевую чувствительность, на наличие

атрофии мышц. 5. Проведение панникулярного рефлекса. 6. Измерение общей и локальной температуры. 7. Определение наличия синдрома Хорнера, синдрома Шифф-Шеррингтона. 8. При необходимости проводятся дополнительные исследования: лабораторные, визуальная диагностика.

Нужно помнить, что при тяжелых повреждениях опорно-двигательной системы с особой осторожностью проводят тесты, требующие нагрузку на животное [23, 29].

#### **1.4 Современные методы диагностики нестабильности позвоночника в поясничном отделе**

При определении диагноза, помимо общих клинических методов исследований, активно применяются гематологические и биохимические, рентгенологические и многие другие методы, обладающие объективной оценкой [26, 70, 185, 186].

Традиционная рентгенография со всеми ее возможностями не позволяет в полной мере описать исследуемую область с патологией. Костная ткань рентгеноконтрастна, поэтому в гуманитарии и ветеринарии применяют магнитно-резонансную томографию, компьютерную томографию, радионуклеидную визуализацию и т. д. [205].

Согласно современным представлениям визуальной диагностики Ш.Ш. Шотемор (2001) выделил следующие методы: рентгенодиагностику, компьютерную томографию, магнитно-резонансную томографию, радионуклеидную визуализацию и ультразвуковое исследование [205]. Будут рассмотрены только первые четыре метода (ультразвуковые волны не проходят через костную ткань), позволяющие поставить диагноз: травма позвоночника.

Упор при описании методов, согласно трудам Н.М. Зуевой (2010) и И.В. Щурова с соавт. (2009), будет делаться на их преимущества и недостатки, особенности отображения мягких и плотных тканей, пространственное разрешение. Такой акцент позволит сделать правильный выбор метода

обследования животного, что, с одной стороны, для лечащего врача значительно сократит время постановки диагноза и повысит эффективность проводимой терапии, а с другой - для владельца животного снизит материальные затраты [53, 207].

Л.Д. Линденбратен и И.П. Королюк (2000) сформулировали сущность рентгенологического исследования: не поглощенные тканями организма рентгеновские лучи облучают галоиды серебра пленки, и после проявки последней получается изображение внутренних органов [91, 228]. Качество изображения рентгеновского снимка, по мнению ученых К. Хана и Ч. Херда (2006), зависит от плотности и толщины тканей, позволяющих поглощать энергию рентгеновских лучей [172]. Такие плотные структуры, как костная ткань, паренхиматозные органы, жидкость, обладающие большой способностью к поглощению лучистой энергии, отображаются на пленке в виде затемнения (светлые объекты). А, например, воздух, обладающий меньшей способностью к поглощению лучистой энергии, отображается на пленке в виде просветления (темные объекты). Изображение при рентгенографии получается статическим, или суммарным: тени накладываются друг на друга на разной глубине тела. Поэтому получить пространственное расположение органов, а также оценить их движение невозможно, и требуется боковая и прямая проекции для детального рассмотрения исследуемого объекта [91, 172]. Преимущества и недостатки рентгенографии приведены в табл. 5.

Ш.Ш. Шотемор (2001), Л.Д. Линденбратен и И.П. Королюк (2000) в своих трудах рентгеноскопию отнесли к рентгенологическому исследованию, принцип работы которой аналогичный, но отличается тем, что рентгеновские лучи облучают флюоресцирующее вещество на специальном экране-мониторе. Поэтому изображение получается в режиме реального времени [91, 205]. Особое внимание обращает на себя цифровая микрофокусная рентгенография (ЦМФР) с прямым многократным увеличением рентгеновского изображения [25, 125, 126, 222, 285]. Отличие ЦМФР от обычной рентгенографии состоит в том, что снимки ее производятся при меньшем расстоянии между фокусом

рентгеновской трубки и объектом, и в виде расходящегося пучка рентгеновское излучение распространяется из точечного источника с последующим увеличением изображения в размерах с сохранением нерезкости и зернистости регистрирующей системы [114, 125, 126, 235, 237].

В.П. Иванов (2005) считает, что при рентгенографии животное должно быть неподвижным, чтобы снимки получились четкими. С этой целью можно использовать седативные препараты. При получении рентгенограмм в боковой и прямой проекциях животное фиксируют в боковом, спинном или брюшном положениях соответственно [54].

Возможности рентгенографии: выявление патологий костной ткани (переломы, дегенеративные процессы, генетические болезни); регистрация формирования эндостальной, периостальной и интермедиарной мозолей и образования костной ткани на месте перелома; диагностирование разрывов связок по нарушению транспозиции внутрисуставных костных структур; исследование мягких тканей (повышение или уменьшение рентгеноплотности ткани); определение топографии и размеров внутренних органов (только при прямой и боковой проекциях); при использовании контрастных веществ можно обнаружить инородные тела и новообразования, исследовать сосудистое русло, проходимость желудочно-кишечного тракта и т. д. [25, 53, 56, 152, 240].

Н.М. Зуева (2010) в своих трудах сформулировала показания и ограничения к проведению рентгенографии. Показания к проведению: травмы различной этиологии; приобретенные и наследственные аномалии развития опорно-двигательной системы; опухолевый процесс; подозрение на непроходимость желудочно-кишечного тракта, уролитиаз и холелитиаз при контрастировании; пролапс межпозвоночного диска; подозрение на сердечную недостаточность и т. д. [53].

Компьютерная томография, по определению Ш.Ш. Шотемора (2001), – метод лучевой диагностики, основанный на использовании рентгеновских лучей для получения изолированного изображения поперечного слоя тканей. Л.Д. Линденбрaten и И.П. Королюк (2000) дают описание принципа получения

этого изображения: рентгеновская трубка совершает многократные вращательные движения вокруг тела пациента, тем самым получаются сотни снимков определенной области его тела. Компьютер обрабатывает снимки и создает модель обследованной области. В итоге, по мнению К. Хана и Ч. Херда (2006), получается ее статическое послойное изображение [91, 172, 205, 265]. Преимущества и недостатки компьютерной томографии приведены в табл. 1.

И.В. Щуров и И.Е. Лудин (2010) обращают внимание на то, что животное в момент исследования должно быть неподвижным для исключения динамических артефактов, поэтому без нейролептаналгезии не обойтись. Животным во время исследования придают дорсовентральное или вентродорсальное положение при жесткой фиксации на столе [206]. Для того чтобы не было осложнений сопутствующими заболеваниями, исследования лучше проводить под контролем кардиомонитора и аппарата искусственной вентиляции легких. И.В. Щуров с соавт. (2009) подсчитал время, которое занимает подготовка к исследованию, – это 10-20 мин. и само исследование – 10-15 мин. для каждой обследованной зоны [206, 207].

М.С. Азарова (2015) сформулировала возможности компьютерной томографии: определение размеров и топографии внутренних структур организма (оценивание формы и строения костей); исследование головного мозга, мягких тканей опорно-двигательного аппарата; уточнение рентгенограмм при патологиях костей (смещение фрагментов при переломах, смещение и изменение сечения спинного мозга и корешков нервов); при контрастировании определение сосудистого русла; определение зон гиперостоза или участков деструкции, размеры межпозвонковых отверстий; обнаружение сужения позвоночного канала; визуализация экструзии и протрузии поясничных дисков [3, 53].

И.В. Щуров с соавт. (2009) в своих трудах перечислили показания к проведению компьютерной томографии: энцефалопатия; подозрение на грыжу межпозвоночного диска; исследования пазух и носовых ходов; подозрение на

опухолевый процесс в органах брюшной полости; травмы; парезы и параличи; болезненность в области позвоночника [53, 207].

Необходимо сделать акцент на томографию позвоночника и спинного мозга. Как известно, патологический процесс развивается в двух стадиях: компенсированной (симптоматика слабовыраженная и исчезает с применением противовоспалительных препаратов) и декомпенсированной (развитие неврологического дефицита). И.В. Щуров с соавт. (2009) отмечает, что благодаря сочетанию компьютерной томографии с миелографией можно провести раннюю диагностику патологии и разработать эффективную тактику лечения [100, 207]. Н.М. Зуева (2010) отмечает следующие ограничения при проведении томографии: визуализация мелких новообразований, оценка структур паренхиматозных органов.

Магнитно-резонансная томография, по определению Ш.Ш. Шотемора (2001), – метод лучевой диагностики, основанный на получении магнитно-резонансных (радиоволновых) сигналов от подвижных атомов водорода тканей под действием сильного магнитного поля, в котором находится пациент. Изображение объекта формируется из этих сигналов. В своих трудах Л.Д. Линденбратен и И.П. Королюк (2000) приводят сравнение магнитно-резонансной томографии с компьютерной томографией и рентгенологическим исследованием: при магнитно-резонансной томографии плотные ткани отображены темным цветом, а при компьютерной томографии и рентгенологическом исследовании – светлым [91, 205]. Н.В. Донкова и О.В. Радченко (2010) при проведении магнитно-резонансной томографии предлагают фиксировать животных под общей анестезией, в дорсовентральном или вентродорсальном положении на подвижном столе томографа. Вся манипуляция проходит в течение 15–25 мин. [41]. Преимущества и недостатки мультспиральной томографии приведены в табл. 5.

В.В. Сотников (2014) и Ш.Ш. Шотемор (2001) выделили следующие возможности МРТ: точное анатомо-топографическое расположение внутренних органов и патологических образований; оценка кровотока без

контрастирования; функциональная оценка головного мозга; визуализация спинного мозга, позвоночного канала и дисков; оценка состояния паравертебральных тканей [154, 205].

М.С. Азарова (2015) и Н.М. Зуева (2010) в своих трудах перечислили показания к проведению магнитно-резонансной томографии: артриты, артрозы и дисплазия суставов; заболевания центральной нервной системы; новообразования; оценка кровотока во внутренних органах; дегенеративно-дистрофические поражения межпозвонкового диска; травмы (определение целостности нервных окончаний и степень их повреждения) [3, 53].

Н.М. Зуева (2010) отмечает следующие ограничения: чипированные и беременные животные, после проведения остеосинтеза [53].

Радионуклиидная визуализация, по определению Ш.Ш. Шотемора (2001), – метод лучевой диагностики, основанный на регистрации ионизирующего излучения от радионуклидов, введенных в организм пациента при помощи радиофармокологических препаратов. Л.Д. Линденбратен и И.П. Королюк (2000) отмечают, что радионуклиды органотропные, в организме они подвергаются радиоактивному распаду. И гамма-излучение регистрируется детекторами в виде графиков, двухмерного изображения (сцинтиграфия) [91, 205176]. Преимущества и недостатки радионуклиидной визуализации приведены в табл. 5.

Показания к проведению радионуклиидной визуализации, по мнению Н.М. Зуевой (2010): опухолевый процесс (определение локализации и размеров метастазов); обнаружение патологических изменений в костно-суставном аппарате; выявление воспалительных процессов; мониторинг работы внутренних органов [53].

Многослойная спиральная компьютерная томография - метод лучевой диагностики, основанный на использовании рентгеновских лучей для получения изолированного изображения поперечного слоя тканей, но в отличие от компьютерной томографии в ее конструкцию заложены два и более ряда детекторов, врачающихся синхронно с рентгеновской трубкой. Изображение

получается в реальном времени путем математического восстановления аксиальных срезов благодаря постоянному спиральному вращению детекторов [91, 104, 129, 172, 205]. Преимущества и недостатки мультиспиральной компьютерной томографии приведены в таблице 5. Животным в момент исследования придают дорсовентральное или вентродорсальное положение на столе. Седативные препараты используют в основном для сильно подвижных животных [91, 104, 129, 172, 205].

Возможности мультиспиральной компьютерной томографии перечисляют в своих трудах М. Прокоп и М. Галански (2006): толщина срезов 0,5-1 мм; выявление опухолевого процесса; обнаружение скрытого патологического очага; быстрая оценка анатомического состояния внутренних органов, центральной нервной системы, опорно-двигательного аппарата; оценка состояния аорто-коронарных и маммарных шунтов; диагностика заболевания сосудов и т. д. [104, 129].

Показания к проведению мультиспиральной компьютерной томографии, по мнению С.П. Морозова с соавт. (2009): политравмы различного генеза; опухолевый процесс; гнойные деструктивные процессы; дисфункции внутренних органов; планирование оперативных реконструктивных вмешательств и т. д. [104, 129]. С.П. Морозов с соавт. (2009) определил ограничения: возрастные (осторожно с маленькими пациентами) и физиологические (беременность) [104, 129].

Таблица 4 – Сравнительная характеристика методов лучевой диагностики

Метод лучевой диагностики	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Рентгенологическое исследование	<p>1. Высокое пространственное разрешение: отображение деталей размером 50-100 мкм, что позволяет визуализировать внутрикостные структуры, легочный рисунок и т. д. [205]</p> <p>2. Четкий контраст плотности между физиологическими и патологическими тканями [205]</p> <p>3. Объективность метода при наличии рентгенограммы.</p> <p>4. Доступность [53]</p> <p>5. Требует небольших денежных затрат [53]</p>	<p>1. Облучение ионизирующими излучениями [53]</p> <p>2. Ограничения по физиологическим состояниям людей, фиксирующих животных [53]</p> <p>3. Низкая информативность при исследовании паренхиматозных органов, мышц и связок: низкий контраст между мягкими тканями [205]</p> <p>4. Низкая чувствительность метода к выявлению на ранних этапах патогенеза заболеваний [246]</p> <p>5. Двухмерность изображения объекта [91]</p>
Компьютерная томография	<p>1. Изображение области можно получить в аксиальной (поперечной) плоскости [205]</p> <p>2. Получение множественных поперечных срезов тела в интересующей области [205]</p>	<p>1. Исследование только в аксиальной плоскости, что не всегда дает возможность получать топографию новообразований [205]</p>

1	2	3
Компьютерная томография	<p>3. Высокий естественный тканевой контраст: дифференциация жидкостных и солидных структур [205]</p> <p>4. Трехмерность изображения объекта [91]</p>	<p>2. Пространственное разрешение зависит от шага (расстояние рентгеновской трубки от тела пациента): чем больше шаг, тем меньше разрешение [205]</p> <p>3. Трудоемкий процесс (20-30 мин.) [91]</p> <p>4. Анестезия животного [205]</p> <p>5. Искажение результатов исследования из-за появления артефактов при движении органов во время дыхания [205]</p> <p>6. Сильное облучение [91]</p> <p>7. Высокая стоимость [53]</p>
Магнитно-резонансная томография	<p>1. Высокий контраст зависит от физико-химических свойств тканей [53]</p> <p>2. Управление контрастом путем изменения параметров: выделение одних деталей и подавление изображения других [53]</p> <p>3. Отсутствие артефактов от костей, что позволяет исследовать ЦНС [53]</p>	<p>1. Трудоемкий процесс (30 мин. и более) [53].</p> <p>2. Полная миорелаксация животного [53]</p> <p>3. Артефакты от металлических предметов (чибы, металлоконструкции при остеосинтезе) [53]</p> <p>4. Невысокое пространственное разрешение [53]</p>

1	2	3
Магнитно-резонансная томография	<p>4. Мультиплантарность: исследование органов в различных плоскостях без ограничения [53]</p> <p>5. Высокая чувствительность: исследования кровотока без контрастирования [53]</p> <p>6. Безопасность [53]</p> <p>7. Трехмерность изображения объекта [91]</p>	5. Высокая стоимость [53]
Радионуклидная визуализация	<p>1. Высокий контраст патологических очагов: с различной степенью радионуклиды накапливаются в физиологических и патологических тканях [53]</p> <p>2. Тропность к физиологическому или патологическому процессу: выявляются специфические метаболические нарушения [53]</p> <p>3. Широкая визуализация: определение множества патологических очагов за одно исследование [53]</p>	<p>1. Высокая радиационная нагрузка на организм [53]</p> <p>2. Низкое пространственное разрешение: трудность оценки топографии и структур органа [53]</p> <p>3. Высокая стоимость [53]</p>

1	2	3
Радионуклидная визуализация	4. Выявление скрытых воспалительных очагов путем использования меченных радионуклидами антител через иммуносцинтиграфию [53]	
Магнитно-спиральная томография	1. Отсутствие артефактов от дыхания и движения пациента [104, 129] 2. Трехмерность и двухмерность изображения объекта [104, 129] 3. Сканирование объекта до 10-20 мин. [104, 129] 4. Многоплоскостная реконструкция изображения [104, 129] 5. Металлические предметы не являются противопоказанием проведения процедуры [104, 129] 6. Высокое пространственное разрешение и визуализация всех тканей организма [104, 129]	1. Лучевая нагрузка на организм пациента [104, 129] 2. Высокая стоимость [104, 129] 3. Нет информации о функциональной активности органа [104, 129]

Современные методы визуальной диагностики, по мнению И.В. Щурова (2009), облегчают работу ветеринарных специалистов и поднимают на новый

уровень их профессиональное мастерство [178]. А согласно мнению А.Ю. Васильева с соавт. (2010) сочетание этих методов между собой повышает четкость изображения элементов костных структур и чувствительность к любым отклонениям от нормы за счет широкого динамического диапазона визуализации [99].

### **1.5 Способы лечения собак с нестабильностью в поясничном отделе позвоночника**

Хирургические методы лечения травм позвоночного столба в гуманитарной медицине широко практикуются. В ветеринарной же медицине данная практика только развивается через заимствование техники и методики лечения. Ниже будут приведены методы хирургического лечения травм пояснично-крестцового отдела позвоночника, известные в гуманитарной медицине, которые можно внедрить в ветеринарную медицину с учетом проб и ошибок.

Транспедикулярный остеосинтез – это внутренняя фиксация поврежденного отдела позвоночника с использованием специальной конструкции, позволяющая восстановить анатомическую целостность, непрерывность данного отдела, трофику, а также способствующая быстрой реабилитации больного животного [128, 134, 136, 139]. Для стабилизации позвоночника при переломах и вывихах, при лечении дегенеративных и воспалительных заболеваний на грудном и поясничном уровне разработана и активно используется в вертебрологии система транспедикулярной фиксации. Название «транспедикулярный» образовано от латинского *pedicula arcus vertebrae* – корень дуги позвонка – и латинской приставки *trans* – (trans – сквозь, через). Таким образом, термин указывает на направление установки винтов фиксатора.

Выделяются консервативные и хирургические методы лечения различных патологий позвоночника. Хирургический метод получил широкое распространение. Его преимущество над консервативным методом состоит в

том, что не требуется создания мышечного корсета, который увеличивает сроки стационарного, амбулаторного лечения, а также сохраняет стойкий болевой синдром и функциональную несостоятельность позвоночника. Первостепенными причинами этой функциональной несостоятельности являются посттравматическая деформация травмированного тела позвоночника и позвоночника в целом. Кроме этого, длительная иммобилизация корсетом приводила к рецидивам посттравматической деформации и вызывала длительную потерю трудоспособности, вплоть до инвалидности [106-109, 117, 131, 133, 197].

Вывихи в чистом виде редко встречаются. Обычно травма в поясничном отделе позвоночника приводит к возникновению переломов вывиха. Поэтому рассмотрение способов лечения переломов и вывихов позвонков, по нашему мнению, является актуальным вопросом на сегодняшний день [195, 197, 201].

Х. Денни и С. Баттервоф (2004) в своих трудах описали 6 степеней неврологического расстройства у животных по R.D. Hamish и J.B. Steven, по которым можно делать прогноз и выбор метода лечения (табл. 5) [35].

Таблица 5 – Выбор метода лечения в зависимости от степени неврологического дефицита

Степень	Характеристика	Метод лечения
1	Болезненность. Нарушение двигательной активности, бега, осуществления прыжков. Способность к ходьбе сохранена, но она ограничена. Возможен небольшой проприорецептивный дефицит	Консервативное лечение при отсутствии рецидивов: купирование болевого синдрома, снятие отека, улучшение сосудистой микроциркуляции и предотвращение протеолиза
2	Болезненность. Парапарез с сохранением способности к ходьбе. Выраженный проприорецептивный дефицит	

1	2	3
3	Парапарез. Способность к ходьбе частично сохранена или отсутствует	Хирургическое лечение. При этом обязательно должны проводиться специальные методы исследования для определения локализации травмы
4	Параплегия с сохранением глубокой болевой чувствительности	
5	Параплегия, отсутствие глубокой болевой чувствительности (менее 48 часов)	Оперативные приемы применяются только с диагностической целью
6	Параплегия, отсутствие глубокой болевой чувствительности (более 48 часов)	

Все чаще, как отмечают Х. Денни и С. Баттервоф (2004), на 1 и 2 стадиях прибегают и к декомпрессионной операции для радикального устранения причины заболевания. Неврологические расстройства 5 и 6 степеней отражают глубокие поражения тканей спинного мозга или периферического нерва и носят необратимый характер [35].

Зарубежные вертебрологи R.A. Kaya и Y.Aydin (2004) предложили свой способ лечения декомпрессии позвоночного канала при переломах за счет высверливания корня дужки высокоскоростным буром и последующим удалением смещенного костного отломка с сохранением анатомической целостности задней колонны позвоночника, а далее выполнялись транспедикулярный остеосинтез и спондилодез [255].

С.А. Ягников (2009) выделил три принципа остеосинтеза. Первый принцип – атравматическая техника операции, подразумевающая минимальное скелетирование мягких тканей с поверхности отломков и осколков. Осуществляется сохранением надкостницы и гематомы для достижения

васкуляризации на месте перелома и удалением мышечной ткани с той же целью, только под имплантированной пластиною. Второй принцип – обеспечение анатомической репозиции. Третий принцип – обеспечение стабильной фиксации для образования здоровой костной мозоли. Правильность соблюдения этих принципов приводит к раннему восстановлению опорно-двигательной активности животного [15, 212, 213].

Е.А. Черепанов и К.О. Борзых (2014) в своих трудах выделяют главное правило – это раннее оказание оперативного лечения переломов, которое предупреждает осложнения и благоприятно сказывается на исходе болезни [181]. Так, в своих наблюдениях J.G. Chipman et al. (2004) определили, что если провести хирургическое лечение до 72 ч с момента травмы, то не наблюдалось ухудшения неврологического статуса, а период госпитализации и срок интенсивной терапии становились заметно короче, чем в тех случаях, когда помочь оказывалась позднее (более 72 ч) [226].

Консервативное лечение животных при стабильных переломах позвоночника и без повреждения внутренних органов, по мнению В.В. Сотникова (2014), заключается в ограничении подвижности: содержание в клетке с установкой или без внешней шины. Внешнюю фиксацию шинами используют животным при минимальных неврологических нарушениях, с нормальной чувствительностью, с сохраненной опорной функцией центральных структур позвонка. Обычно травмы в пояснично-крестцовом отделе позвоночника протекают легко, так как в основном страдают корешки спинномозговых нервов, а не спинной мозг [154]. В.В. Сотников (2014) в послеоперационном периоде также рекомендует ограничение подвижности сроком на 4-6 недель для заживления мягких тканей и предупреждение ранней нагрузки на установленные в позвоночник конструкции [154]. Медикаментозное лечение В.В. Сотников (2014) относит к консервативному методу, которое предупредит развитие вторичных патологий и осложнения в целом [154]. Во-первых, нормализация артериального давления для снижения образования отека и кровотечения путем использования коллоидных растворов,

сосудосуживающих препаратов и переливания крови, а также их сочетание. Вторых, дезинтоксикационная и противовоспалительная терапия для нейтрализации продуктов распада, образовавшихся после травмы, и устранение патологического очага. В-третьих, иммуномодуляторы, антибиотикотерапия применяются при снижении резистентности организма и активации на этом фоне условно-патогенной и патогенной микрофлоры. В-четвертых, нейромодуляторы и препараты кальция в сочетании с витаминно-минеральными добавками, что приводит к восстановлению, улучшению проводимости в нервной системе; регенерации костной ткани.

Метод функционной вертебропластики, по мнению Н.М. Грубера (2014), – передовой метод лечения патологий позвоночника, в основе которого лежит принцип замещения поврежденного костного образования на искусственный материал. В качестве искусственного материала применяется костный цемент, благодаря которому обеспечиваются стабилизация и консолидация поврежденных тел позвонков [34]. Методика заключается в том, что при доступе сначала спица входит в корень дуги позвоночника на 2-3 мм, а затем – по ней игла; через иглу в тело пораженного позвонка импрегнируется необходимое количество полиметилметакрилата, ПММА – костного цемента, являющегося биотолерантным материалом, который вызывает репаративную регенерацию костной ткани. Во время полимеризации ПММА разогревается в теле пациента до 70 градусов, становясь жидким, а через 5-8 минут затвердевает при охлаждении кровью, достигая 90% своей максимальной жесткости в течение 1 часа. Положительные стороны этого метода: нет болевого синдрома, происходит стабилизация тел позвонков и сокращение сроков стационарного наблюдения (через несколько часов после операции пациенты в состоянии самостоятельно передвигаться), создаются условия для оптимизации регенерации и минерализации костной ткани. Осложнения могут быть в виде экстравертебрального и интравертебрального истечения костного цемента, транзиторной лихорадки и мышечной боли при введении иглы и инородного вещества. В основном это связано с невладением данной методики

на профессиональном уровне. При нестабильных компрессионных переломах позвоночника, по мнению Н.М. Грубера (2014), ПММА следует использовать совместно с двухкомпонентным фибриновым клеем Тиссукол Кит. Данный клей обладает гемостатическим воздействием, ускоряет заживление тканей, дополнительно склеивает костные фрагменты, быстро застывает и создает защитную пленку, препятствующую проникновению цемента в канал с одновременным восстановлением поврежденной задней стенки тела позвонка за 8-10 сек. Так, последующее введение ПММА не оказывает токсического воздействия на костную ткань, создает только стабилизирующий эффект [34].

Успешность применения чрескостного остеосинтеза при травмах позвоночника достигается стабильной и управляемой фиксацией. Следует помнить, что тела позвонков имеют губчатость строения, отростки и дужки имеют малые размеры с точки зрения анатомических параметров, а суставы-диски видоизмененные, есть также место полисегментарного строения и очень близкое расположение кровеносных сосудов [34, 67, 194, 200].

С.Ю. Концевая (2001) предложила использовать чрескостный остеосинтез, представленный различными по размерам дугами и спицами. Дуги обеспечивают стабильную фиксацию позвонков за счет уменьшения длины плеча спицы от позвонка до точек её фиксации на дуге. Учитывая полисегментарность строения позвоночника, фиксировать следует два-три смежных с поврежденным позвонком [80, 81].

К.П. Кирсанов с соавторами предложил осуществлять стабилизирующую фиксацию поясничного отдела позвоночника и таза путем проведения трех спиц через L7 и использования тазового кольца. При этом каждая спица фиксирует по три костных фрагмента: одна - крыло подвздошной кости, тело позвонка и крыло противоположной подвздошной кости; вторая и третья - гребень подвздошной кости, остистый отросток позвонка и крыло противоположной подвздошной кости [62, 63, 64, 159].

В.И. Шевцовым, К.П. Кирсановым и В.Н. Тимофеевым разработана специальная конструкция чрескостного остеосинтеза, представленная

оригинальными дугами с отверстиями для болтов и стержней, различной длины винтовыми стержнями, гайками со специальной маркировкой, видоизмененными кронштейнами с различной длиной резьбового стержня, удлиненными болтами-спицезажимами и элементами крепления. Оригинальные дуги имеют большое количество отверстий для увеличения функциональности конструкции. Также они повторяют контуры поперечного распила туловища собаки в области поясничного отдела позвоночника, имеют различные размеры, следовательно, можно их устанавливать на оптимальном уровне от кожных покровов животного и подбирать индивидуально для каждого пациента. Концы спиц фиксируют на резьбовой части болтов с помощью стандартных шайб и гаек. Кронштейн состоит из резьбового стержня и площадки с одним отверстием для закрепления спицы. Резьбовые стержни позволяют корректировать возможные деформации позвоночника при его фиксации аппаратом [20, 196, 198, 199, 201].

Различные компоновки аппарата обеспечивают дозированное, многоплоскостное перемещение сегментов позвоночника и его фрагментов в требуемом направлении. Аппарат может быть использован для решения широкого круга экспериментальных задач, в том числе и для увеличения продольного размера позвонка путем формирования дистракционного регенерата его тела и дуги. Конструкция аппарата обеспечивает стабильную и атравматичную фиксацию поясничных позвонков и их фрагментов, а также дает возможность управления их положением в заданных направлениях [20, 61, 65, 66, 198, 201].

Как писал в своих трудах Э.А. Рамих (2004), наиболее обоснованным при проникающих, взрывных, оскольчатых переломах тел позвонков типа А является оперативное вмешательство на центральной колонне непосредственно в зоне повреждения, ограничивающее хирургическое воздействие только травмированной частью позвонка, дающее возможность одновременно при необходимости осуществить наиболее полноценную переднюю декомпрессию и при соответствующем характере перелома произвести центральный

спондилодез костным аутотрансплантантом только пораженного позвоночного сегмента. При этом восстанавливается анатомическая целостность поврежденного позвоночника и предотвращается его посттравматическая деформация, возвращается трудоспособность пациентов [133]. Передние доступы ортопедами и нейрохирургами, по мнению Э.А. Рамиха (2004), используются только в том случае, когда техника вентрального вмешательства, трансторакального, внебрюшинного доступов недостаточно освоена и при предоперационном планировании не учтены вероятные сложности, возникающие при оперативном подходе к передним отделам позвоночника [133].

К.А. Бердюгин (2012) выделил следующие осложнения при транспедикулярной фиксации: деформация и перелом металлоконструкции; развитие воспалительных процессов из-за неадекватной стабилизации позвоночника, без учета качественных характеристик металлоконструкций; инфекционные осложнения при несоблюдении асептики и антисептики; несоблюдение ортопедического режима [116].

Во избежание вышеперечисленных осложнений врач-хирург должен: пройти специальную подготовку, провести необходимые исследования перед операцией, продолжить мониторинг, правильно подбирать конструкции [116].

Э.А. Римих и М.Т. Атаманенко (2003) в своих трудах отметили, что современные дорсальные и вентральные способы оперативной коррекции посттравматической деформации и надежной стабилизации поврежденных сегментов устраниют стационарное лечение, внешнюю иммобилизацию позвоночника, обеспечивают возможность функциональной полноценной реабилитации и создают условия для благоприятного развития репаративных процессов в поврежденном теле позвонка [132].

Перспектива развития хирургии повреждений позвоночника неразрывно связана с совершенствованием и широким внедрением малоинвазивных методов лечения [133].

## **1.6 Заключение к обзору литературы**

По статистике из всех незаразных болезней собак на долю костно-суставной патологии приходится 10-12% (И.Б. Самошкин, 2002; С.Ю. Концевая, 2001; В.В. Анников, 2006; Н.А. Слесаренко, 2006; Ф.В. Шакирова, 2011).

Основными причинами нарушений являются острые, сочетанные травмы, ушибы и дегенеративные заболевания костей скелета (К.П. Кирсанов и соавт., 2003; А.В. Акимов, 2014; Н.В. Уланова, 2016; Tanaka N. et al., 2001).

Любое оперативное вмешательство опирается на знание анатомотопографического строения травмированного отдела, требует от хирурга понимания, где проводить оперативное вмешательство, чтобы не навредить целостности крупных сосудов, нервов и группы мышц (К.А. Петраков, П.Т. Саленко, С.М. Панинский, 2001; С.А. Ягников и соавт., 2008; Б.С. Семенов, 2013).

Согласно классификации F. Holdsworth (1963), повреждения позвоночника подразделяются на стабильные и нестабильные. Отличие заключается в том, что во втором случае возникает смещение тел позвонков при разрыве связочного комплекса, приводящее к сдавлению спинного мозга или его корешков.

Оценка клинического статуса животных с повреждением позвоночника складывается из характеристик клинического состояния организма и степени нарушения опорно-двигательной функции (Н.Е. Полищук с соавт., 2001; Х.Г. Ниманд и П.Ф. Сутер, 2004; Э.А. Чандлер с соавт., 2011).

Современные методы визуальной диагностики облегчают работу ветеринарных специалистов и поднимают на новый уровень их профессиональное мастерство. И сочетание этих методов между собой повышает четкость изображения элементов костных структур и чувствительность к любым отклонениям от нормы за счет широкого динамического диапазона визуализации (И.В. Щурова, 2009; А.Ю. Васильева с соавт., 2010).

Совершенствование медицинской науки позволяет внедрять в ветеринарную практику высокотехнологические средства оперативного лечения травм позвоночника, в том числе и транспедикулярный остеосинтез. Необходимо сделать правильный выбор метода исследования, что позволит провести органосохраняющее лечение. Методы оперативного лечения, которые широко используются в гуманитарной и ветеринарной медицине, имеют высокий процент спондилоидеза, что, в свою очередь, вызывает инвалилизацию у животного. Для устранения этих недостатков продолжается поиск новых методик по технологии «no fusion».

Для предупреждения послеоперационных осложнений следует пройти специальную подготовку, провести перед операцией все необходимые исследования и продолжить наблюдение за состоянием пациента. Транспедикулярная винтовая фиксация, как один из методов оперативного лечения, позволяет скорректировать посттравматическую деформацию и осуществить надежную стабилизацию поврежденных сегментов, что обеспечивает возможность функциональной полноценной реабилитации и создание условий для благоприятного развития репаративных процессов в поврежденном теле позвонка. В современной травматологии на сегодняшний день идет поиск новых методов лечения, которые позволяют на ранних сроках максимально восстановить травмированные сегменты костей скелета, сохранить функциональную активность, повысить качество жизни четвероногих питомцев.

Выше рассмотренная проблема побудила выполнить экспериментальную и клиническую апробацию конструкции для транспедикулярной фиксации из сплава нитинол, позволяющей обеспечить анатомическую непрерывность, функциональную состоятельность и стабильность оперированного отдела позвоночного столба в период лечения и послеоперационном восстановлении.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Объекты исследования

Работа выполнена в рамках инициативной темы НИР «Разработка хирургических средств и методов для повышения качества жизни животных и оценки продуктивных свойств» (№ ГР АААА-А16-116040610034-2). Экспериментальные исследования выполнены в условиях института ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО Омский ГАУ в период с 2012 по 2016 гг.

Объектом экспериментального исследования являлись беспородные собаки ( $n=30$ ) массой тела  $12\pm1,5$  кг в возрасте от  $21\pm3$  месяцев, животные были подобраны по принципу аналогов. Клинические исследования и лечение спонтанно заболевших собак ( $n=9$ ) проводили на базе ветеринарной клиники «Друг», «ZooДоктор» г. Омска и центра кинологической службы УМВД Омской области. Исследования проводили в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к приказу Министерства здравоохранения СССР от 12.08.1977 г. № 755).

В рамках научно-исследовательской работы использовали топографо-анатомический, клинический, рентгенологический, мультиспиральный компьютерный томографический, гематологический, биохимический, гистологический и статистический методы исследования. Все животные были разделены на четыре группы: группа I (контрольная), в которую вошли 10 собак; две опытные, в каждой по 10 собак. В опытную группу II вошли собаки, которым была применена ригидная конструкция (продольные штанги были выполнены из хирургической стали), а в опытную группу III – динамическая конструкция (продольные штанги конструкции выполнены из нитинола.) Нитинол – это сплав никеля (55%) и титана (45%), обладающий памятью формы и сверхупругостью, которые проявляются в условиях температуры окружающих тканей и способен изменять свою ось при динамических

нагрузках. Группа IV (n=9) – собаки, которые поступили в ветеринарные клиники г. Омска, с диагнозами связанными с нестабильностью позвоночника. Животным этой группы применяли динамическую конструкцию. Общая схема научного исследования представлена на рисунке 7.

До начала эксперимента собаки находились в виварии на карантине. В течение месяца, животные были подвергнуты дегельминтизации, спустя 14 суток вакцинированы вакциной «Нобавик» DHPPi + RL по схеме, ежедневно измерялась температура тела и проводились клинические наблюдения. Все группы собак содержались в одинаковых условиях, процедуры по уходу и работе с животными выполняли в соответствии с протоколами, утвержденными Российской национальным комитетом по биоэтике, согласно руководству Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, приказ № 755 от 12.08.1977 и декларации Всемирной медицинской организации Хельсинки (2000 г.). На начальном этапе научного исследования входило на трупном материале отрабатывать основные доступы к телу и ножке позвоночника в поясничном отделе и «безопасные коридоры» для введения транспедикулярных винтов, предупреждающих повреждения спинного мозга, нервных корешков, каудальной полой вены и брюшной аорты. У всех собак опытных групп II и III моделировали нестабильность в поясничном отделе позвоночника по разработанной методике К.П. Кирсанова (1997 г.).

## Схема научного исследования

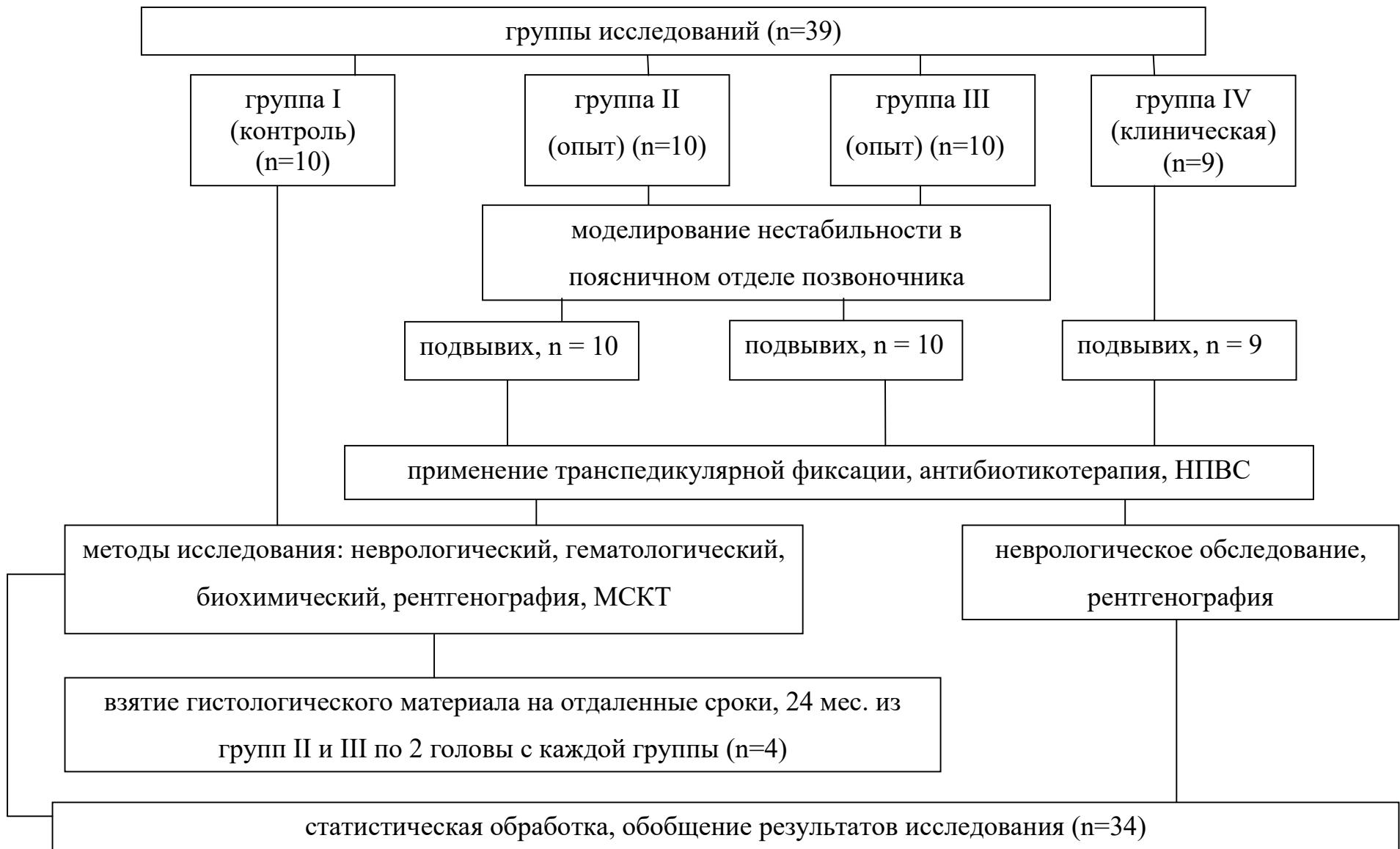


Рисунок 7 – Схема научного исследования

## 2.2 Технические средства для проведения транспедикулярных операций

Для выполнения оперативных вмешательств необходимы: операционный стол, общехирургический инструментарий, а также специальный набор инструментов для транспедикулярной фиксации: метчик, винтофиксатор, транспедикулярные винты, продольные штанги, фиксирующие винты (рис. 8).

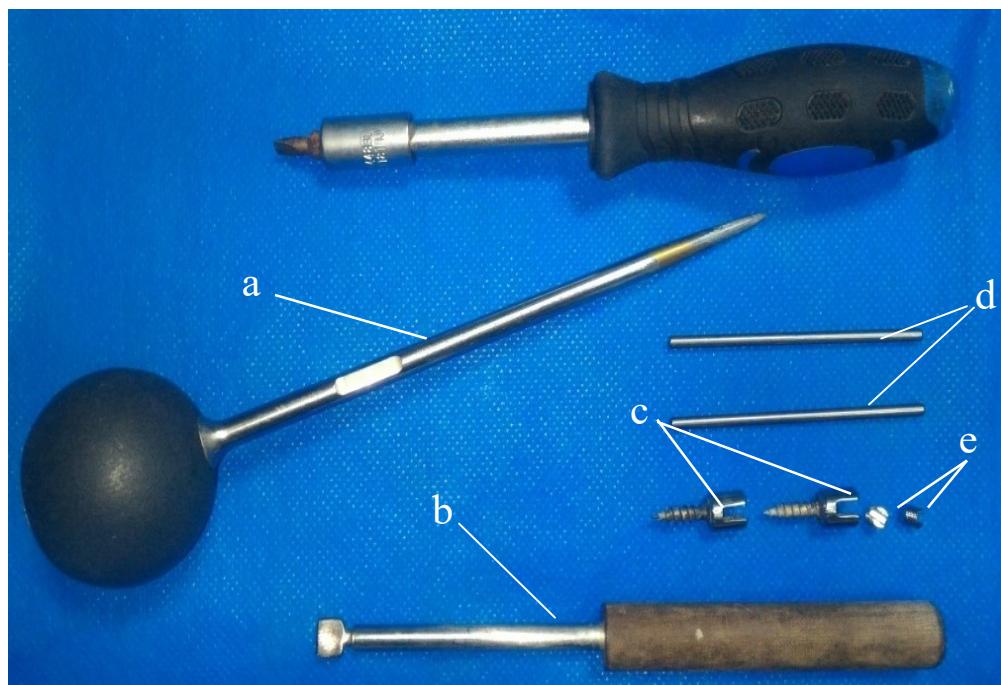


Рисунок 8 – Набор инструментов и фиксирующих деталей: а – метчик; б – винтофиксатор; в – транспедикулярные винты; г – продольные штанги; д – фиксирующие винты

Конструкция для проведения транспедикулярного остеосинтеза состоит из следующих элементов:

- 1) транспедикулярные винты: количество от четырех и более, диаметром от 2,5 см до 3,5 мм, состоящие на 2/3 из нарезной части (длина 1,5 см), имеющие в головке паз для фиксации продольных штанг, каждый винт имеет по одному фиксирующему винту с резьбой и риской под отвертку;
- 2) две продольные штанги диаметром от 3 мм до 5 мм, длина от 60 мм до 90 мм, изготовленные из нитинола и хирургической стали 12Х18 (рис. 9).

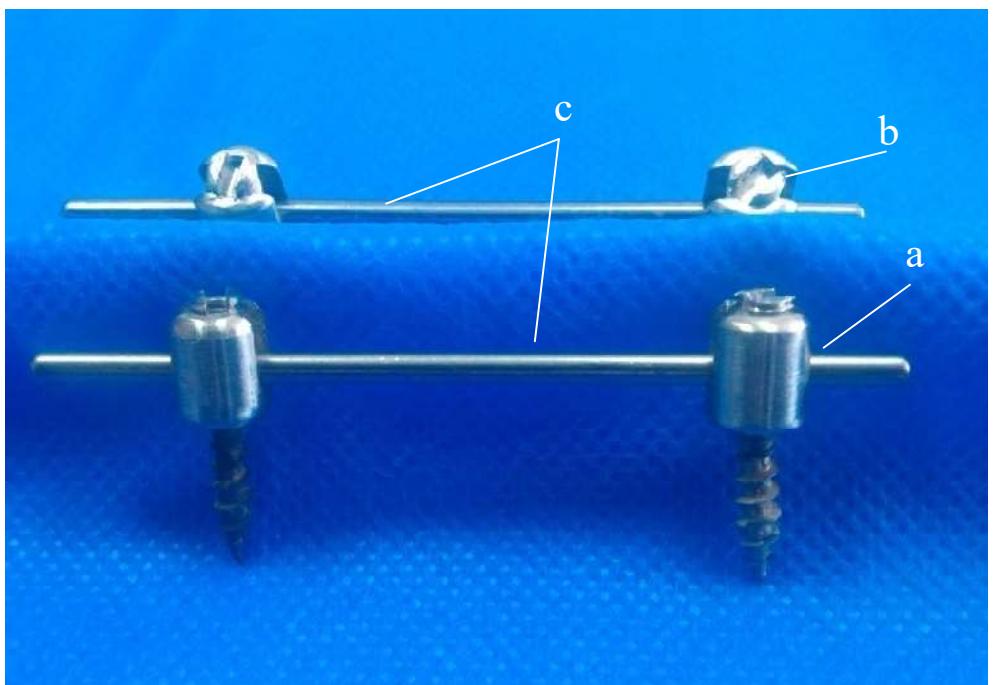


Рисунок 9 – Внешний вид конструкции для транспедикулярного остеосинтеза при нестабильном повреждении позвоночника в собранном виде: а – транспедикулярный винт; б – фиксирующий винт; с – продольные штанги



Рисунок 10 – Устройство для транспедикулярной фиксации поясного отдела позвоночника на анатомическом препарате

Достижения погружной стабильной фиксации анатомического сегмента поясничного отдела позвоночника добивались путем оптимальной компоновки конструкции, которую комплектовали интраоперационно, из деталей представленных на рисунке 10.

Конструкция для транспедикулярного остеосинтеза состоит из продольных штанг, которые изготовлены из нитинола. Способные изменять свою ось при динамических нагрузках. Эффективный модуль упругости нитинола равен 15-20 ГПа, что практически равно модулю упругости кортикальной кости (18 ГПа). По своим характеристикам он в 8 раз пластичнее титана. По данным Колерова и соав. (2007), кристаллическая решётка материала обладает большой устойчивостью к динамическим нагрузкам и стержни из нитинола выдерживают до 16 млн. нагрузочных циклов без усталостных переломов. Использование таких свойств нитинола является перспективным для динамической стабилизации поясничного отдела позвоночника по технологии «no fusion» (без спондилодеза). По требованию эксперимента в заводских условиях изменены стандартные температурные условия нитиноловых штанг с 36° до 39°-40° – согласно температуре тела собаки.

### **2.3. Анатомо-топографические ориентиры для проведения операций в области поясничного отдела позвоночника**

Анатомо-топографические исследования поясничного отдела позвоночника собаки выполнялись на кафедре ветеринарной хирургии Омского государственного аграрного университете имени П.А. Столыпина на трупном материале собак. Отрабатывались основные доступы к телу позвонка и изучались «безопасные коридоры» для введения транспедикулярных винтов. В ходе выполнения морфометрических исследований при скелетировании позвоночника особое внимание обращали на размеры и строение тел позвонков, его поперечных и остистых отростков. Проводили измерение угла отклонения

ножек дуг позвонка от средней линии остистого отростка. Рассчитывали размеры позвоночного отверстия, а также прохождение нервных корешков и крупных сосудов. Особое внимание при доступе к позвоночнику уделяли расположению мышц, фасций.

Таким образом, на основании анатомо-топографических и морфометрических исследований были определены «безопасные коридоры», исключающие повреждения спинного мозга, каудальной полой вены и брюшной аорты при проведении транспедикулярных винтов в поясничный отдел позвоночника L1 – L7. Угол введения транспедикулярных винтов в треть тела позвонка через ножку позвонка относительно остистого отростка составляет  $30^{\circ}$  (рис. 10)

## **2.4 Моделирование нестабильности в поясничном отделе позвоночника**

Хирургическое вмешательство выполняли под нейролептаналгезией (ксилазин 8мг/кг и золетил-100 4мг/кг, внутримышечно) с предварительной премедикацией (1% раствор атропина сульфат 0.1 мг/кг). Собаку фиксировали в дорсо-вентральном положении. Операционное поле готовили по общепринятой методике. Подготовка операционного поля: выстригали шерсть в области поясничного отдела, затем шерсть выбивалась, далее кожа обрабатывалась двукратно 5% настойкой йода. Операционное поле изолировалось стерильной салфеткой. Затем осуществляли дорсальный доступ к позвоночнику на уровне L5–L6. Разрез кожи выполняли латеральное дорсальных краев остистых отростков, рассекали фасцию и подкожно-жировую клетчатку. Глубокую фасцию рассекали справа и слева от остистых отростков. Паравертебральную мускулатуру при помощи распатора отделяли поочередно с обеих сторон от остистых отростков и дужек позвонков, которые разъединяли ранорасширителем по Харви Джексону. Гемостаз осуществляли при помощи тампонирования марлевых салфеток, пропитанных 3 % перекисью водорода, а

иногда при помощи электрокоагулятора. Для получения модели (вывиха, подвывиха, перелома) мы придерживались методики, разработанной К.П. Кирсановым (1997): двумя специальными зажимами по Backhaus за остистые отростки захватили оба позвонка и между двумя сочленяющимися позвонками рассекали дорсальную продольную связку, центральную продольную связку, междужковые желтые связки, далее суставную капсулу, межпоперечные связки, межостистые и надостистые связки. Затем один из позвонков смещали относительно оси позвоночника для получения стандартной модели вывиха или подвывиха. Для получения модели перелома тела позвонка собаку укладывали в боковое положение на хирургическом столе, устанавливали долото на тело позвонка и хирургическим молотком ударяли по долоту, визуально получали модель нестабильности и подтверждали ее рентгенологически.

## **2.5 Клинические исследования**

Клиническое обследование заключалось в ежедневном наблюдении за поведением экспериментальных собак и регистрации основных физиологических показателей в динамике: температура тела, дыхание, пульс с применением пульсоксиметра (рис. 11). При осмотре обращали внимание на состояние кожи и волосяного покрова, слизистые оболочки глаз, носа, рта, анального отверстия, наличие или отсутствие истечений из носовой, ротовой и других полостей. В послеоперационный период особое внимание уделяли неврологическому статусу, а именно сохранению или отсутствию болевой и тактильной чувствительности, наличию двигательной и опорной функции животного. Также обращали внимание на наличие или отсутствие воспалительных процессов кожи и подкожной клетчатки, отеков в области установленной конструкции.



Рисунок 11 – Регистрация основных физиологических показателей у животного

## 2.6 Исследования крови

У всех прооперированных собак, находящихся в эксперименте ( $n=30$ ), проводили забор крови для гематологических и биохимических исследований – перед операцией, а также на 14 и 21 сутки после операции для оценки процессов реперативной регенерации. Кровь брали у собак, соблюдая правила асептики и антисептики, натощак, из подкожной вены сафена (v. saphena), в пробирку с антикоагулянтом К3ЭДТА. Гематологические исследования проводили на автоматическом гематологическом анализаторе IDEXX LaserCyte.

Для более полной и объективной картины течения репаративного остеогенеза у прооперированных собак, помимо гематологических показателей, проводили контроль и за изменениями биохимических показателей, оценивая активность щелочной фосфатазы, уровень кальция, фосфора. Он выполнялся на

автоматическом биохимическом анализаторе IDEXX VetTest 8008 с использованием готовых наборов реактивов фирмы IDEXX. В плазме крови также исследовали концентрацию С-реактивного белка – иммуноферментным методом, гликозамингликаны по П.Н Шараеву (1980), глюкуроновую кислоту – по Л.И. Слуцкому (1972), сиаловые кислоты – по П.Н. Шараеву (1980).

## **2.7 Визуальные методы диагностики**

Рентгенологический контроль оперированного отдела позвоночника осуществлялся в боковой и прямой проекциях, в нейтральных положениях позвоночника, а также с функциональными пробами до и после оперативного вмешательства в боковой проекции. Рентгенографию выполняли на аппарате «Арман»1В с использованием пленочных технологий до оперативного вмешательства и периодичностью 7, 14, 21 сутки. С целью функциональной оценки при различных способах транспедикулярной фиксации позвоночника у экспериментальных собак определялись следующие рентгенологические критерии:

- 1) - ось позвоночника до и после фиксации в нейтральном положении;
- 2) - объем движений в исследуемом сегменте при функциональном исследовании (по методу Cobb);
- 3) - высота диска в фиксированном сегменте позвоночника;
- 4) - высота диска крациальнее уровня фиксации позвоночника;
- 5) - высота диска каудальнее уровня фиксации позвоночника;
- 6) - высота суставной щели дугоотросчатых суставов при функциональном исследовании на уровне фиксации, а также крациальнее и каудальнее уровня фиксации.

Кроме рентгенограмм для более информативной оценки состояния структурных элементов позвоночно-двигательного сегмента каждому животному в конце периода 7, 14, 21 суток и 24 месяца, проводилась мультиспиральная компьютерная томография, которая выполнялась на

аппарате Aquilion-64 фирмы TOSHIBA (Япония). В травматологии основными преимуществами мультиспиральной компьютерной томографии является возможность быстрого исследования в экстренных ситуациях и выполнения трехмерных реконструкций для оценки комплексной анатомии таких областей, как позвоночник. По данным мультиспиральной компьютерной томографии оценивали следующие критерии:

- 1) - высота суставной щели дугоотросчатых суставов, а также краиальнее и каудальное уровня фиксации;
- 2) - высота диска в фиксированном сегменте позвоночника;
- 3) - высота диска краиальнее уровня фиксации позвоночника;
- 4) - высота диска каудальное уровня фиксации позвоночника;
- 5) - наличие склероза суставных поверхностей дугоотросчатых суставов на уровне фиксации как одного из признаков дегенеративно-дистрофических изменений, а также краиальнее и каудальное уровня фиксации;
- 6) - признаки обезвреживания продольной связки.

## **2.8 Гистологическое исследование**

Исследования межпозвонковых дисков, тел позвонков и параоссальных тканей осуществляли по классическим методикам [2, 30, 98, 105, 143, 189]. Для гистолического исследования вырезались с использованием сепарационного диска кусочки суставных поверхностей суставов на уровне фиксации и вне зоны фиксации, а также части межпозвоночных дисков. Фиксация материала производилась путем погружения в 10% нейтральный формалин. В дальнейшем материал подвергался декальцинации в 0,1 н. растворе соляной кислоты на физиологическом растворе. После декальцинации осуществлялась стационарная проводка материала по спиртам восходящей плотности и заливкой в парафин. Парафиновые срезы окрашивались гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван Гизону, отдельные среды окрашивались ШИК-методом и альцеановым синим. Срезы готовились на санном микротоме

СМ-5. Препараты просматривались в световом микроскопе, в необходимых случаях осуществлялось цифровое микрофотографирование. При изучении структурной организации части межпозвонкового диска и тела позвонка после проведения транспедикулярного остеосинтеза определяли степень интеграции костной ткани и дегенеративные изменения.

## **2.9 Статистическая обработка данных**

Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи методов аналитической и описательной статистики. Статистические методы включали в себя корреляционный анализ, анализ таблиц сопряженности (Хи-квадрат, критерий Фишера), непараметрическую и параметрическую статистики, оценку информативности (исследование специфичности и чувствительности методов исследования, метод Кулбака). Также материалы обрабатывались с использованием прикладных пакетов Statistica 10,0 (StatSoft Inc., США), Microsoft Excel [73, 81].

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

#### 3.1 Частота встречаемости нестабильных повреждений поясничного отдела позвоночника у собак

Оценку встречаемости нестабильности поясничного отдела позвоночника у собак, проводили изучая отчетную документацию ветеринарных клиник г. Омска. За период с января 2012 г. по январь 2014 г. Поступило 1650 животных, из них 901 собака (54,6%). У 549 собак были хирургические заболевания, из которых – 37,5% (206 животных) нарушения опорно-двигательной системы, а у 62,5% (343) – составили другие хирургические патологии. Статистический анализ встречаемых патологий опорно-двигательной системы у животных представлен в таблице 6 и рисунке 12.

Таблица 6 – Статистический анализ встречаемых патологий опорно-двигательной системы у собак за 2012-2016гг. (собственные исследования)

Наименование форм		Всего, голов		Всего, %	
Переломы конечностей	тазовые	101	53	49	26
	грудные		48		23
Нестабильность позвоночника	ушиб с повреждением фиброзного кольца	47	28	23	11
	вывих, подвывих		11		5,3
	перелом тела позвонка		8		3,7
Дегенеративные заболевания позвоночника	грыжи межпозвоночного диска	58	32	28	15,5
	остеохондропатии		26		12,5
Всего		206		100	

На первое место среди патологий опорно-двигательной системы отнесли переломы костей скелета – 101 животное (49%). Переломы костей скелета – частичное (полное) нарушение анатомической целостности кости в результате механического воздействия, сопровождающееся повреждениями мягких тканей. Переломы возникали в результате травмы, или различных заболеваний, при которых изменялась прочность костной ткани. Среди травм тазовых конечностей у 53 животных (26%) чаще наблюдали диафизарные переломы бедренной кости. А среди травм грудных конечностей у 48 голов (23%) – диафизарные закрытые переломы лучевой и локтевой костей (табл. 6, рис. 12).



Рисунок 12 – Соотношение встречаемых патологий опорно-двигательной системы у собак, %

На втором месте оказались дегенеративные заболевания позвоночника, встречающиеся у 58 собак (28%) (табл. 6, рис. 12). К дегенеративным заболеваниям позвоночника относятся грыжи межпозвоночного диска и остеохондропатии. Развитие грыж межпозвоночного диска отмечали у 32 собак (15,4%), а остеохондропатию - у 26 собак (12,6%). Остеохондропатия – костно-суставная патология тел и дисков позвонков, характеризующаяся нарушением преобразования хрящевой ткани позвоночника в костную ткань. Причинами возникновения такой костно-суставной патологии являются травмы, нарушения

нервной трофики и обмена веществ, инфекционные болезни и наследственная предрасположенность.

На третье место отнесли нестабильности позвоночника, встречающиеся у 47 собак (23%). Ушибы с повреждением фиброзного кольца отмечали у 28 собак (13,7). Причинами ушибов являлись автотравмы, падение с высоты и механическое воздействие со стороны владельца. Тяжесть повреждения напрямую зависит от действующих факторов. Исходя из этого, ушибы делятся на четыре степени: первая степень сопровождается повреждением структурных изменений, в дальнейшем проявляется травматический отек; при ушибах второй степени значительно повреждается кожа и подлежащие ткани; ушибы третьей степени возникают из-за сильных ударов, при которых расслаиваются и разрываются ткани и сосуды; при ушибах четвертой степени происходит полное размозжение мягких тканей и раздробление костей в очаге механического воздействия. К причинам нестабильности позвоночника отнесли вывих и подвывих, отмечаемые у 11 собак (5,4%), а также перелом тела позвонка - у 8 собак (3,9%) (табл. 6, рис. 12).

По результатам исследования все болезни опорно-двигательной системы собак подразделили на самостоятельные и вторичные, которые явились следствием других патологических процессов.

### **3.2 Морфологическое и морфометрическое исследование поясничных позвонков для безопасного проведения транспедикулярных винтов**

Для проведения транспедикулярного остеосинтеза хирургу необходимо знать особенности топографо-анатомического строения позвонков у собак с различной массой тела, поэтому нами была изучена топография поясничной области и дана сравнительная морфометрическая характеристика поясничного отдела позвоночного столба у собак; определены оптимальные типо-размеры транспедикулярных винтов, используемых для фиксации при нестабильностях поясничных позвонков. Для определения наиболее безопасных мест введения

транспедикулярных винтов в среднюю треть тела поясничных позвонков собак проводили макроскопическое препарирование поясничной области. Изучили скелетотопию магистральных и сегментарных сосудов, спинномозговых нервов на уровне каждого поясничного позвонка (L1-L7). Во фронтальной плоскости выполняли измерение высоты и ширины в средней трети тела позвонка, размеры позвонка по диагонали позволили стандартизировать параметры доступа и применять транспедикулярные винты, соответствующие по размеру оперируемой области тел позвонков.

Для обоснования введения транспедикулярных винтов, выполняли распил во фронтальной плоскости в средней трети позвонка с L1 по L7, затем с помощью штангенциркуля определяли размеры.

Объектом исследования послужили трупы собак ( $n=10$ ), массой тела от 2 кг. до 60 кг. Были использованы мацерационный, морфометрический методы исследования, а также макроскопическое препарирование и метод срезов по Пирогову выполненных на разных уровнях позвоночного сегмента.

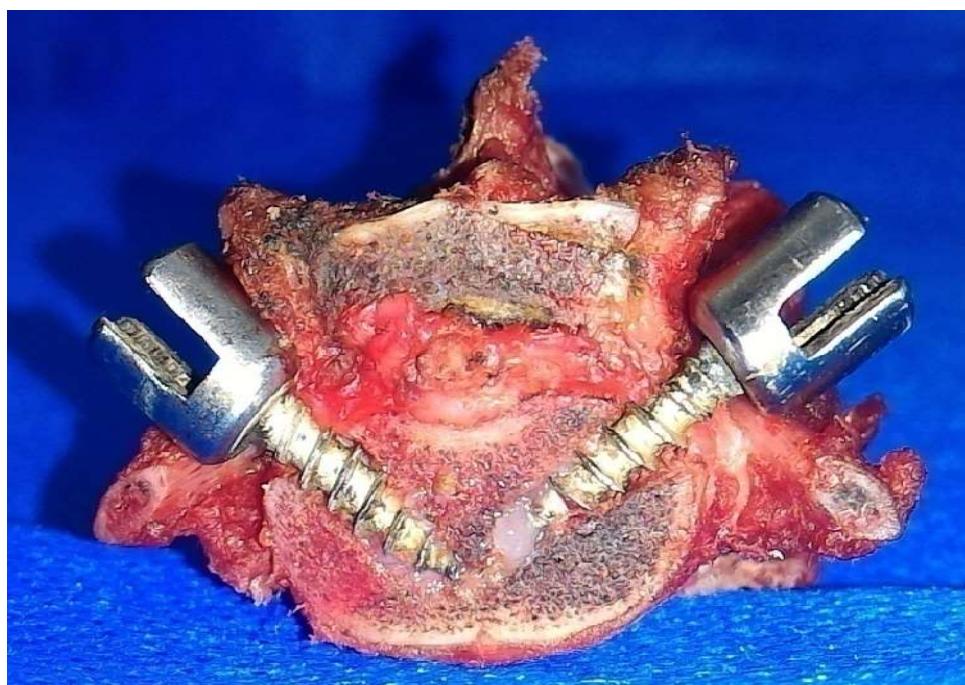


Рисунок 13 – Анатомический препарат с введенными транспедикулярными винтами

При морфометрическом исследовании во фронтальной плоскости тел позвонков были установлены следующие результаты, которые приведены в таблице 7. С помощью штангенциркуля выполняли измерение высоты тела позвонка, то есть вентродорсальное расстояние, ширины и диагонали, от наружного края дуги в средней трети до срединыentralной поверхности тела позвонка.

Таблица 7 – Морфометрические данные поясничных позвонков собак для введения транспедикулярных винтов  $M \pm m$ , ( $n=10$ ), см

группы	вес собаки, кг	ширина	высота	диагональ
1, n=2	2-5	1,38±0,01	0,66±0,01	1,23±0,01
2, n=2	6-10	1,71±0,03	0,78±0,01	1,54±0,01
3, n=2	11-20	2,01±0,03	1,02±0,02	1,90±0,04
4, n=2	21-40	2,41±0,03	1,32±0,02	2,39±0,02
5, n=2	41-60	2,70±0,03	1,62±0,01	2,69±0,02

Из таблицы следует, что у собак весовой категории 6-10 кг ширина, высота и диагональ тел позвонков больше на 23,9%, 18,2% и 25,2% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 2-5 кг. Ширина, высота и диагональ тел позвонков собак весовой категории 11-20 кг больше на 17,5%, 30,8% и 23,4% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 6-10 кг. Ширина, высота и диагональ тел позвонков собак весовой категории 21-40 кг больше на 19,9%, 29,4% и 25,8% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 11-20 кг. Ширина, высота и диагональ тел позвонков собак весовой категории 41-60 кг больше на 12,0%, 22,7% и 12,6% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 21-40 кг. Между признаками установлена высокая положительная зависимость, коэффициент корреляции составил  $r=0,9 \pm 0,4$ .

Таблица 8 – Морфометрические результаты величины пространства позвоночного канала в средней трети поясничных позвонков во фронтальной плоскости собак с различной массой тела  $M \pm m$ , ( $n=10$ ), см

группа	вес собаки, кг	ширина	высота
1, n=2	2-5	0,71±0,01	0,59±0,01
2, n=2	6-10	0,90±0,01	0,72±0,01
3, n=2	11-20	1,17±0,03	0,94±0,03
4, n=2	21-40	1,39±0,02	1,17±0,03
5, n=2	41-60	1,85±0,01	1,45±0,02

При морфометрическом исследовании пространства позвоночного канала тел позвонков у собак весовой категории 6-10 кг ширина и высота его больше на 26,8% и на 22,0% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 2-5 кг. Ширина и высота пространства позвоночного канала тел позвонков собак весовой категории 11-20 кг больше на 30,0% и на 30,6% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 6-10 кг. Ширина и высота пространства позвоночного канала тел позвонков собак весовой категории 21-40 кг больше на 18,8% и на 24,5% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 11-20 кг. Ширина и высота пространства позвоночного канала тел позвонков собак весовой категории 41-60 кг больше на 33,1% и на 23,9% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 21-40 кг. Между признаками установлена высокая положительная зависимость, коэффициент корреляции составил  $r=0,9 \pm 0,4$ .

При морфометрии спинномозгового канала выявлено увеличение диаметра от L1 до L4 и резкое уменьшение его размеров с L5, с L6 этот размер уменьшается более чем на 50% по сравнению с L1.



Рисунок 14 – Измерение спинномозгового канала поясничного позвонка

Между двумя соседними позвонками образуется межпозвоночное отверстие, через которое входят сосуды и выходят нервы. Вентральные и дорсальные спинальные артерии являются продолжением немногочисленных корешковых артерий, которые достигают вещества спинного мозга и обеспечивают его кровью. Кровоснабжение спинного мозга осуществляется корешковыми артериями, образующими на поверхности мозга две артериальные системы: систему вентральной спинальной артерии и систему дорсальной спинальной артерии. Более мощная система вентральной спинальной артерии представляет собой непрерывную цепь анастомозов восходящих и нисходящих ветвей вентральных корешковых артерий.

Таблица 9 – Расстояние от вентральной поверхности позвонков до брюшной аорты и каудальной полой вены у собак,  $M \pm m$ , см

группа	вес собаки, кг	до брюшной аорты	до каудальной полой вены
1, n=2	2-5	0,45±0,01	0,62±0,05
2, n=2	6-10	0,67±0,01	0,81±0,03
3, n=2	11-20	0,78±0,01	1,05±0,04
4, n=2	21-40	0,89±0,03	1,40±0,01
5, n=2	41-60	0,97±0,04	1,84±0,01

Из таблицы 9 следует, что у собак весовой категории 6-10 кг расстояние от вентральной поверхности тел позвонков до брюшной аорты и каудальной полой вены больше на 48,9% и на 30,6% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 2-5 кг. Расстояние от вентральной поверхности позвонков до брюшной аорты и каудальной полой вены собак весовой категории 11-20 кг больше на 16,4% и на 29,6% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 6-10 кг. Эти же морфометрические показатели собак весовой категории 21-40 кг больше на 14,1% и на 33,3% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 11-20 кг. Расстояние от вентральной поверхности позвонков до брюшной аорты и каудальной полой вены собак весовой категории 41-60 кг больше на 9,0% и на 31,4% соответственно при сравнении с собаками весовой категории 21-40 кг. Между признаками установлена высокая положительная зависимость, коэффициент корреляции составил  $r=0,9\pm0,4$ .

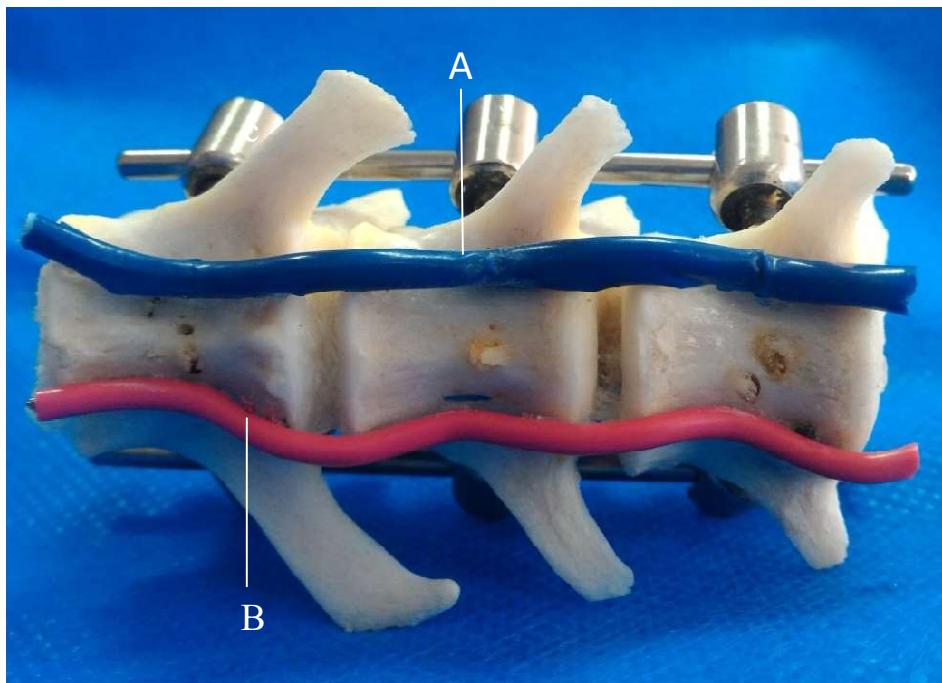


Рисунок 15 – Схематичное расположение магистральных сосудов на уровне поясничных позвонков (А – каудальная полая вена, В – брюшная аорта)

При изучении топографо-анатомического расположения магистральных сосудов установлено, что брюшная аорта от вентральной поверхности тел L1 – L5 находится на расстоянии 6,7 – 7,4 мм у собак массой до 20 кг и 5,1 – 4,4 мм у

собак с массой выше 20 кг и располагается на 0,7 – 1,1 мм влево от средней линии туловища. Расстояние от центральной поверхности тел позвонков до каудальной полой вены и брюшной аорты от L1 до L5 постепенно уменьшается (рис.15). Крупными венами поясничных позвонков являются передние выносящие вены, которые выходят на переднюю поверхность тела позвонка в центральной его части (рис.16).

У собак сдвиг спинного мозга в крациальному направлении и волокна корешков в позвоночном канале идут каудовентрально от 4 поясничного нерва. Соответствующий спинномозговой ганглий лежит внутри межпозвонкового отверстия. Из его выхода каждый из 7 поясничных нервов разделяется на дорсальную и вентральную ветви. На всем протяжении спинного мозга от каждого его сегмента отходит пара дорсальных и пара вентральных корешков. Спинномозговые нервы образуются их слиянием и начиная с 3-го поясничного позвонка. Особенностью анатомии собак являются сдвиг спинного мозга в крациальному направлении и с 4-го поясничного нерва каудовентральный ход волокон корешков в позвоночном канале.



Рисунок 16 – Отверстия на вентральной поверхности тела поясничного позвонка собаки для передне-выносящих вен

Внутри каждого поясничного сегмента спинного мозга лежит ганглий, от которого отходят дорсальный и вентральный корешки, формирующие

спинномозговые нервы в спинномозговом канале. При выходе из межпозвоночного отверстия с 3-го поясничного позвонка спинномозговые нервы разделяются на дорсальную и центральную ветви. При проведении транспедикулярных винтов вероятность повреждения дорсальных и центральных ветвей исключена. Фораминальные отверстия находятся каудальнее тела позвонка.

Выполненные топографо-анатомические исследования с проведением морфометрии анатомических образований поясничных позвонков и прилежащих тканей позволили выявить зависимость между массой тела животного и размерами позвонка. Данные исследования позволили определить необходимые типоразмеры транспедикулярных винтов (табл. 10).

Таблица 10 – Длина нарезной – погружной части транспедикулярного винта для собак с различной массой тела

группа	вес собаки, кг	размер погружной части винта, см	размер педикулярного винта, см
1, n=2	2 - 5	1,2	2,2
2, n=2	6 - 10	1,5	2,5
3, n=2	11 - 20	1,8	2,8
4, n=2	21 - 40	2,2	3,2
5, n=2	41 - 60	2,5	3,5

Изучение расстояния от центральной поверхности тела на уровне его центра до наружного края ножки (диагональный размер тела позвонка в горизонтальной плоскости). Анализ результатов показал, что данный размер увеличивается от массы тела животного. Если масса тела животного до 5 кг, то размер погружной части транспедикулярного винта составляет 1,3 см, а у собак массой от 41 до 60 кг – 3,5 см.

Таким образом, из высказанного следует отметить, что безопасным местом для проведения транспедикулярных винтов является средняя треть позвонка. Морфометрия поясничных позвонков собак и полученные результаты

позволяют определить безопасные размеры педикулярного винта, которые напрямую зависят от массы тела животного.

### **3.3 Разработка устройства динамической фиксации позвоночника**

Для фиксации травмированного поясничного отдела позвоночника, нами было разработано устройство. К методу фиксации, который не позволяет производить дозированную подвижность, относится устройство для стабилизации позвоночника, содержащее четыре стержня с резьбой, проводимые под углом друг к другу в телах смежных позвонков и фиксирующиеся костным цементом (метилметакрилатом) (В.Д. Усиков). Недостатком данной конструкции является ее травматичность и ненадежность фиксации поврежденного позвоночника.

Технически аналогичное выше упомянутому устройству для чрескостного остеосинтеза позвоночника конструкция, содержащая винты с головками, имеющие боковые пазы, наружную резьбу, центральные резьбовые отверстия и краевые прорези, штанги, фиксирующие гайки и центральные стержни, поперечные и продольные стержни, муфты с отверстиями. Центральные стержни данной модели вводятся в центральные резьбовые отверстия головок винтов. Поперечные и продольные стержни, муфты с отверстиями образуют совместно с центральными стержнями репонирующую систему позвоночника. Боковые пазы в головках винтов располагаются к оси винтов под острым углом. Основания винтов и поверхность штанг конструкции выполнены в виде круговых углублений и выступов, а фиксирующие гайки – с широкими основаниями (В.А. Молоканов) Недостатки данной модели для чрескостного остеосинтеза позвоночника: ненадежность фиксации и отсутствие динамической функции позвоночника.

Техническим результатом предлагаемого устройства является повышение надежности фиксации позвоночника и обеспечение его динамической функции.

Это достигается тем, что устройство для чрескостного остеосинтеза позвоночника содержит штанги из нитинола, фиксирующие гайки, поперечные стержни, прижимные шайбы, стержни с клиновидным расширением и пластины. Шайбы снабжены тремя соединенными между собой пластинами, закрепленные на стержнях с возможностью перемещения по ним.

Техническое решение предлагаемой модели представлено на трех рисунках. На рисунке 17 изображено устройство для чрескостного остеосинтеза позвоночника на анатомическом препарате, вид сбоку. На рисунке 18 – данное устройство на анатомическом препарате, вид сверху. На рисунке 19 показан поперечный стержень с прижимными шайбами и фиксирующими гайками.

Устройство для чрескостного остеосинтеза позвоночника содержит штанги *a*, поперечные стержни *b*, фиксирующие гайки *c*, прижимные шайбы *d* (рис.17, рис.18). Поперечные стержни (рис.19) в нижней части – имеют клиновидное расширение *g* и снабжены тремя соединенными между собой пластинами – *h*, закрепленными на стержне с возможностью перемещения по нему. В верхней части стержни на  $\frac{1}{3}$  своей длины имеют резьбовую нарезку *i* и пазы *f* для фиксации штанг *a*.

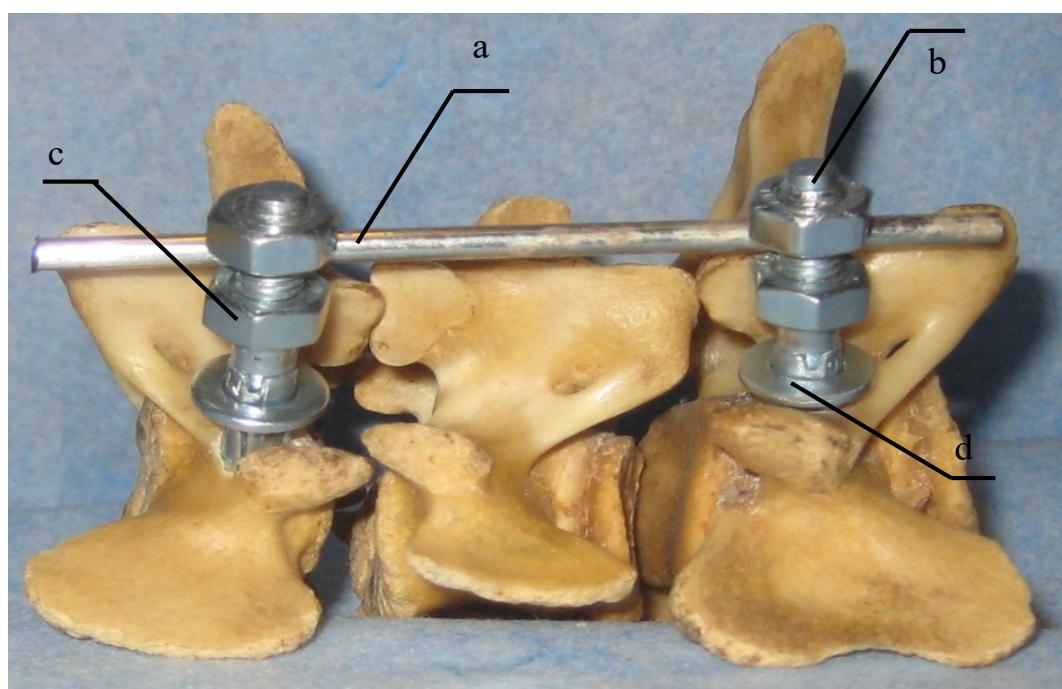


Рисунок 17 – Устройство для чрескостного остеосинтеза позвоночника на анатомическом препарате (вид сбоку): *a* – штанга; *b* – поперечные стержни; *c* – фиксирующие гайки; *d* – прижимные шайбы

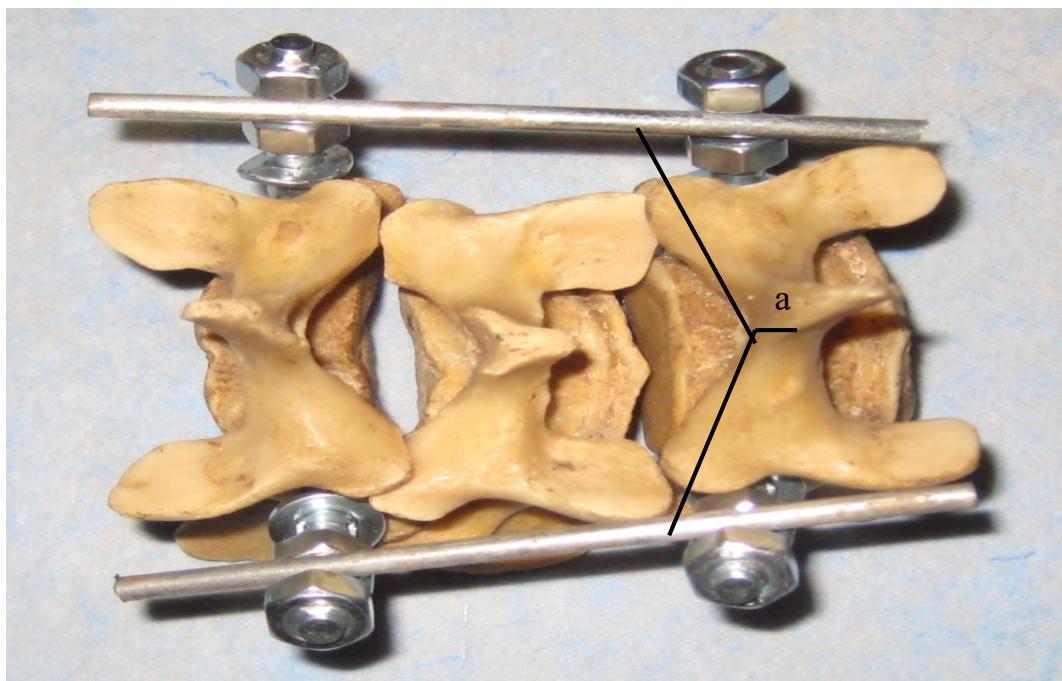


Рисунок 18 – Устройство для чрескостного остеосинтеза позвоночника на анатомическом препарате (вид сверху): а – штанги

Использование прижимных шайб и стержней с клиновидным расширением, снабженных тремя соединенными между собой пластинами с возможностью перемещения по стержням, позволяет фиксировать стержни в костной ткани, что, вследствие расклинивания трех пластин в плоскости, перпендикулярной оси стержня повышает надежность фиксации позвоночника.

Использование продольных штанг, выполненных из нитинола, обеспечивает дозированную функциональную нагрузку травмированного сегмента позвоночника, сохраняя трофику параоссальных тканей. Это позволяет осуществлять функциональную подвижность в поврежденном сегменте позвоночника.

Конструкцию для чрескостного остеосинтеза позвоночника использовали по общепринятой методике осуществляли доступ к поврежденному сегменту позвоночника. Далее, в телах позвонков, смежных с поврежденным, под углом 30 градусов относительно остистого отростка, ручным способом сверлили отверстия диаметром равным диаметру стержня.

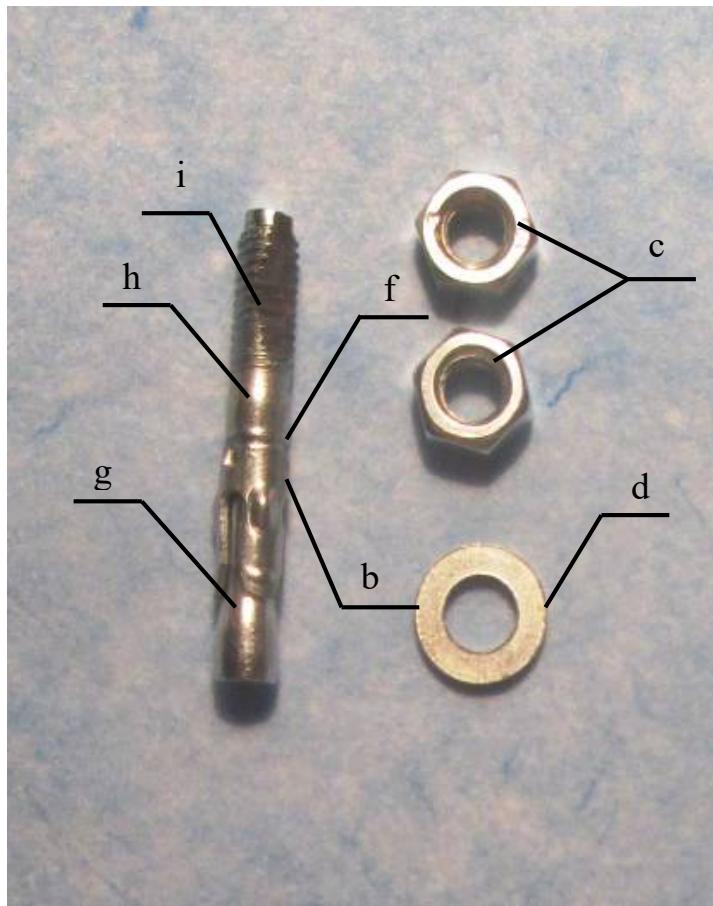


Рисунок 19 – Фиксатор для чрескостного остеосинтеза позвоночника:  
b – поперечный стержень; c – фиксирующие гайки; d – прижимная шайба;  
i – резьбовая нарезка; f – пазы; g – клиновидное расширение; h - пластина

Затем, поперечный стержень *b*, снабженный тремя, соединенными между собой пластинами *h*, клиновидной частью *g* вставляли в полученное отверстие. Затем на стержень надевали прижимную шайбу *d*, накручивали фиксирующую гайку *c*. Аналогично устанавливали ещё три поперечных стержня *b*. Введенные в тела позвонков поперечные стержни соединяли между собой двумя продольными штангами *a*. Продольные штанги помещали в верхней части поперечного стержня в пазы *f* и располагали в одной плоскости. После чего, накручивали фиксирующие гайки *c*. Фиксирующие гайки при закручивании давят на прижимную шайбу, что приводят в движение соединенные пластины, которые, двигаясь по клиновидному расширению, расклиниваются в плоскости, перпендикулярной оси поперечного стержня. Это обеспечивает надежную фиксацию поперечного стержня в теле позвонка. В шестых, операционную рану послойно ушивают, устанавливают дренаж. В транспедикулярной

установки продольные штанги, выполненные из нитинола, под действием температуры тела приобретают способность к упругой деформации в сагиттальной плоскости, тем самым обеспечивают возможность дозированной функциональной нагрузки травмированного сегмента позвоночника.

Предлагаемое устройство для чрескостного остеосинтеза имеет высокую надежность транспедикулярной фиксации позвоночника и обеспечивает его динамическую функцию, сохраняя трофику пароассальных тканей. Надежность фиксации осуществляется за счет использования прижимных шайб и поперечных стержней с клиновидным расширением, снабженных тремя соединенными между собой пластинами, закрепленными на стержнях с возможностью перемещения по ним. А дозированная функциональная нагрузка травмированного сегмента позвоночника - за счет выполнения продольных штанг из нитинола.

Изготовленный опытный образец устройства для чрескостного остеосинтеза позвоночника и испытан в клинических условиях института ветеринарной медицины федерального государственного бюджетного университета высшего образования Омского ГАУ.

#### **3.4 Разработка способа лечения собак с применением транспедикулярной фиксацией позвоночника**

Разработанный нами способ лечения собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника предусматривает применение погружной конструкции для транспедикулярного остеосинтеза с целью фиксации поврежденного сегмента позвоночника. Применение разработанной конструкции обеспечивает восстановление опорной функции, сохранение биомеханики, а так же раннюю реабилитацию оперированных собак при нестабильности поясничного отдела позвоночника. Всем экспериментальным собакам двух опытных групп с соблюдением правил асептики и антисептики в условиях операционной моделировали нестабильность позвоночника в

поясничном отделе (подвывих). Хирургическое вмешательство выполняли под нейролептаналгезией (ксилазин 8мг/кг и золетил-100 4мг/кг, внутримышечно) с предварительной премедикацией (1% раствор атропина сульфат 0,1 мг/кг). Собаку фиксировали в дорсо-центральном положении. Операционное поле подготавливали по общепринятой методике. Подготовка операционного поля: выстригали шерсть в области поясничного отдела, затем выбивалась шерсть, далее обрабатывалась двукратно 5% настойкой йода. Операционное поле изолировалось стерильной салфеткой. Затем осуществляли дорсальный доступ к позвоночнику на уровне травмированного сегмента. Разрез кожи выполняли латеральнее дорсальных краев остистых отростков, рассекали фасцию и подкожно-жировую клетчатку. Глубокую фасцию рассекали справа и слева от остистых отростков. Мышцы при помощи распатора отделяли поочередно с обеих сторон от остистых отростков и дужек позвонков. Гемостаз осуществляли при помощи тампонирования марлевых салфеток, пропитанных 3 % перекисью водорода, а иногда при помощи электрокоагулятора. Сборка конструкции для транспедикулярной фиксации выполнялась интраоперационно. Определившись с местом введения транспедикулярного винта, делали метку при помощи метчика на ножке позвонка (*pedicula arcus vertebrae*). Под углом 30 градусов вводили транспедикулярный винт в сформированный метчиком канал при помощи специальной отвертки. Далее эту же манипуляцию проводили в смежном сегменте позвоночника. Все зависело от тяжести повреждения позвоночника. После этого в пазы транспедикулярных винтов устанавливалась продольная штанга, которая фиксировалась винтом. Затем приступали к установке продольных штанг с противоположной стороны поврежденного сегмента позвоночника.

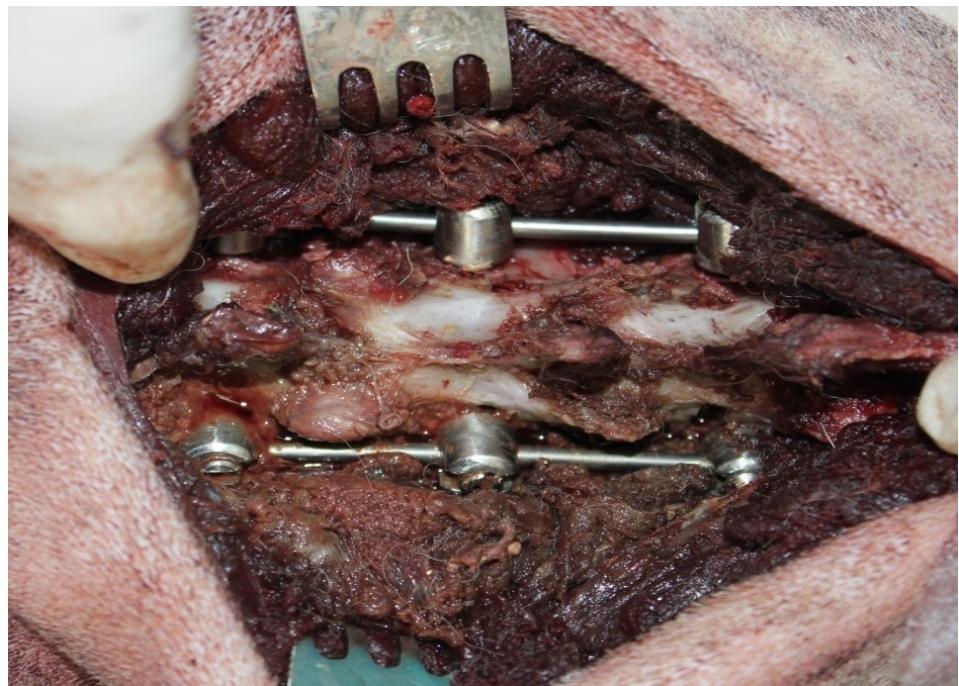


Рисунок 20 – Внешний вид транспедикулярной конструкции установленной интраоперационно с фиксацией L4 – L6 позвонков



Рисунок 21 – Внешний вид раны с установленным резиновым дренажом

После установки транспедикулярной конструкции приступали к ушиванию операционной раны, предварительно уложив в операционную рану отсеченный кусочек подкожно-жировой клетчатки. При помощи шовного материала ушивались мышцы с поверхностной фасцией из рассасывающего

шовного материала (проксил № 4), на кожу накладывали прерывистые швы (шовный материал капроаг №4). На завершающем этапе операции в операционную рану был установлен резиновый дренаж, который через двое – трое суток удалялся. Операционную рану обрабатывали аэрозолем Аламицином 1 раз в сутки. Кожные швы удаляли спустя 10 – 12 дней, при условии, что не было нагноения операционной раны. Антибиотикотерапия проводилась в течение 5 – 7 дней, применялись антибиотики широкого спектра действия. Для уменьшения воспалительных и болевых явлений и уменьшения, послеоперационных болей и отеков применялся препарат подкожно Римадил, в соответствующих дозировках, согласно инструкции. Конструкция была демонтирована спустя  $30\pm5$  суток.

### **3.5 Результаты клинического исследования собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника**

В условиях операционной у собак опытных групп II и III проводили оперативное лечение с использованием погружного транспедикулярного остеосинтеза. Устройство для транспедикулярного остеосинтеза включало в себя: транспедикулярные винты, фиксирующие винты и продольные штанги, у опытной группы III продольные штанги выполнены из нитинола, а у группы II из хирургической стали 12Х18. Результаты клинических наблюдений приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Изменение общих клинических показателей собак во время эксперимента

Сутки наблюдения	Группа	Температура, °C	Пульс, уд/мин	Дыхание, дых/мин
1	2	3	4	5
1	I, n=5	39,0±0,4	122,8±7,2	30,8±5,3
	II, n=10	38,9±0,4*	119,5±7,6*	28,8±4,6
	III, n=10	38,7±0,4	116,1±7,0	27,7±4,7*

1	2	3	4	5
7	I, n=5	39,4±0,3	128,2±5,8	34,1±3,6
	II, n=10	38,5±0,2*	115,3±7,9*	24,0±3,8*
	III, n=10	38,5±0,3	112,9±5,4*	23,6±4,9*
14	I, n=5	38,7±0,1	117,0±1,9	25,7±1,8
	II, n=10	38,3±0,2	113,9±7,2	22,5±3,9
	III, n=10	38,2±0,3*	109,4±6,6*	21,4±3,9*
21	I, n=5	38,5±0,1	114,5±1,8	24,0±1,6
	II, n=10	38,3±0,2*	113,0±7,4	22,1±3,8*
	III, n=10	38,2±0,3	106,6±6,4*	20,9±3,0*

Примечание: \* – различия достоверны,  $p \leq 0,05$

На 1-е сутки, после операции наблюдали повышение температуры у собак группы II и III при сравнении с группой I на 0,8% и 0,5% соответственно. Аналогичны изменения пульса и дыхания: увеличение пульса на 5,8% и 2,9% и дыхания - на 11,2% и 4,0% соответственно группам собак. На 7-е сутки исследования температура тела у собак групп I и III имела одинаковые значения, а у собак группы II она была выше на 2,3% в сравнении с группой I. Значения пульса и дыхания у собак групп II и III больше группы I на 13,6% и 2,1%, 44,5% и 1,7% соответственно. На 14-е сутки отмечали увеличение температуры у собак групп II и III по сравнению с группой I на 1,3% и 0,3% соответственно. В этот период наблюдения регистрировали увеличение пульса и дыхания у собак групп II и III по сравнению с группой I на 6,9% и 4,1%, 20,1% и 5,1% соответственно. На 21-е сутки отмечали увеличение температуры у собак групп II и III по сравнению с группой I на 0,8% и 0,3% соответственно. Пульс и дыхание у собак групп II и III по сравнению с группой I были увеличены на 7,4% и 6%, 14,8% и 5,7% соответственно.

При сравнении температуры собак, группы II с группой III, то на 7-е сутки была выше на 2,3%, на 14-е сутки – на 1,0% и на 21-е сутки – на 0,5%.

При сравнении пульса и дыхания собак группы II с группой III, то на 7-е сутки были учащены на 10,1% и 29,6% соответственно, на 14-е сутки – на 2,6% и 12,5% соответственно, и на 21-е сутки – на 1,3% и 7,9% соответственно. Динамика течения раневого процесса у собак контрольной и опытных групп представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Состояние операционной раны собак в различные периоды наблюдения

Период наблюдения	Группы собак	
	II (n=10)	III (n=10)
1-е сутки	Воспалительный отек в области раны	Рана сухая, края слегка отечные
7-е сутки	Умеренно выделяющийся из раны гнойный экссудат и локальная гипертермия	Полное сращение краев и стенок раны без образования видимой промежуточной ткани и образование третичной соединительнотканной спайки
14-е сутки	Сухость операционной раны. Сращение краев и стенок раны с формированием небольшого количества промежуточной ткани, образование третичной соединительнотканной спайки. Появление шерстного покрова	Рубцевание спайки. Появление шерстного покрова
21-е сутки	Полное сращение краев и стенок раны. Рубцевание раны. Восстановление шерстного покрова	Уменьшение ширины рубца и увеличение его прочности. Восстановление шерстного покрова

В 1-е сутки после оперативного лечения у собак опытной группы III при исследовании раны отмечали ее сухость и незначительную отечность краев, у собак опытной группы II – воспалительный отек. На 7-е сутки у собак опытной

группы III наблюдали полное сращение краев и стенок раны без образования видимой промежуточной ткани и образование третичной соединительнотканной спайки. У собак опытной группы II в этот период наблюдения умеренно выделялся гнойный экссудат, и отмечалась локальная гипертермия. На 14-е сутки у собак опытной группы III регистрировали побледнение ткани в области раны с образованием рубца и появление шерстного покрова. У собак опытной группы II – сухость операционной раны и отсутствие местной температуры. На 21-е сутки у собак опытной группы III отмечали восстановление шерстного покрова и прочность кожи в области операционной раны. У собак опытной группы II – полное сращение краев и стенок раны, восстановление шерстного покрова. В результате исследования было установлено, что заживление раны у собак опытной группы III происходило по первичному натяжению, в то время как у собак опытной группы II – по вторичному натяжению.

По результатам клинического наблюдения за собаками всех групп на протяжении 21 суток после проведения операции было отмечено сохранение чувствительности тазовых конечностей и выраженность коленного и ахиллова рефлексов.

Таблица 13 – Динамика клинико-неврологического статуса собак

Период наблюдения (после операции)	Группы собак	
	II (n=10)	III (n=10)
1	2	3
1-е сутки	Опороспособность тазовых конечностей отсутствует. Собаки больше времени лежат на боку. Передвигаются ползком на передних конечностях	
7-е сутки	Слабая опора на все четыре конечности. Кратковременная статика	Выраженная опора на все четыре конечности. Шаткость походки

1	2	3
14-е сутки	Хорошо выражена опора на все четыре конечности. Движения осуществлялись короткими рывками грудных конечностей, подтягивая тазовые конечности к туловищу	Выраженная статика и динамика конечностей
21-е сутки	Опороспособность конечностей хорошо выражена. Отмечали виляние таза при движении собак	Опороспособность конечностей хорошо выражена. Движения скоординированные. Суставы, участвующие в движении, сгибались легко и плавно

Результаты клинико-неврологического обследования и оценки опороспособности у прооперированных собак приведены в таблице 13.

В 1-е сутки после операции у всех собак опытных групп отмечали залеживание, отсутствие статики на задних конечностях. На 7-е сутки наблюдения собак опытной группы II могли самостоятельно стоять, опираться на конечности в течение короткого времени ( $10\pm0,8$  с). В то время как у собак опытной группы III была выражена опора на грудных и тазовых конечностях, но походка шаткая и неуверенная. На 14-е сутки у собак опытной группы II появилась опора на все четыре конечности, но передвигались короткими рывками грудными конечностями, подтягивая тазовые к туловищу. У собак опытной группы III наблюдали опору на грудные и тазовые конечности и свободное перемещение в пространстве. На 21-е сутки у собак опытной группы II отмечали опороспособность конечностей и виляние таза при передвижении. У собак опытной группы III наблюдали выраженную статику, движение скоординированные и суставы сгибались легко и плавно.

Таблица 14 – Итоги применения транспедикулярной фиксации с использованием ригидной и динамической конструкцией

Количество животных	Вид конструкции	срок реабилитации	осложнения
Группа II (n=10)	риgidная	28±5	дифицит неврологического статуса
Группа III (n=10)	динамическая	21±3	не наблюдалось

В результате исследования было установлено, что применение нитиноловых штанг в устройстве для транспедикулярного остеосинтеза способствовало восстановлению двигательной функции у собак за относительно короткий промежуток времени  $5\pm2$  суток.

### **3.6 Сравнительная оценка показателей крови при транспедикулярной фиксации, применяя ригидную конструкцию при нестабильности поясничного отдела позвоночника у собак**

Наиболее достоверным и объективным методом оценки адаптационных механизмов организма при применении имплантов является мониторинг гематологических и биохимических показателей.

Фиксация сегментов позвоночника при его нестабильности, применяя ригидную конструкцию, приводит к восстановлению опорно-двигательной функции собак, но в тоже время сроки выздоровления продолжают оставаться длительными. Связано это, не только с отсутствием биомеханики позвоночника, а также химический состав импланта, вероятностью прогрессирования воспалительного процесса в тканях позвоночника и развития дегенеративно-дистрофического процесса в фиксированных и смежных сегментах позвоночника.

Таблица 15 – биохимические показатели крови собак контрольной группы I и опытной группы II (РФ) через 14 суток после стабилизации позвоночника,  $M \pm m$

Показатели	Группа I, n=10	Группа II, n=10
С-реактивный белок, мг/л	4,50±0,39	10,11±0,23*
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	79,42±4,26	87,11±21,19
Гликозамингликаны, моль/л	1,14±0,08	1,30±0,03*
Глюкуроновая кислота, мкмоль/л	236±12,76	372±10*
Сиаловые кислоты, ммоль/л	2,50±0,09	2,40±0,34
Фосфор неорганический, моль/л	2,12±0,07	1,87±0,36*
Кальций общий, моль/л	2,53±0,04	2,48±0,16*

\* – достоверно при  $p \leq 0,05$

Изменения биохимических показателей в плазме крови собак группы II в сторону их увеличения или уменьшения связано с развитием воспалительного процесса в организме. Через 14 суток после применения ригидной фиксации при стабилизации позвоночника в крови собак группы II увеличена концентрация С-реактивного белка на 124,7% по сравнению с контрольной группой I (табл.15). Он является показателем острой фазы воспаления.

Таблица 16 – Гематологические показатели крови собак контрольной группы I и опытной группы II (РФ) через 14 суток после стабилизации позвоночника,  $M \pm m$

Показатели	Группа I, n=10	Группа II, n=10
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	7,6±0,15	17,2±8,5*
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	11,89±0,60	16,68±2,84*
Нейтрофилы, $\times 10^9/\text{л}$	8,65±0,15	9,72±0,2*
Эозинофилы, $\times 10^9/\text{л}$	0,33±0,03	0,17±0,02
Базофилы, $\times 10^9/\text{л}$	0,02±0,01	0,02±0,05
Моноциты, $\times 10^9/\text{л}$	0,34±0,02	0,71±0,02*
Лимфоциты, $\times 10^9/\text{л}$	2,55±0,64	6,06±0,14*
Гемоглобин, г/л	153,70±2,73	142,00±16,10
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	7,28±0,14	9,85±0,71*
Гематокрит, %	41,7±1,39	52,4±0,3

\* – достоверно при  $p \leq 0,05$

Динамика ниже перечисленных гематологических показателей крови собак группы II через 14 суток после операции указывает на выраженность воспалительной реакции в травмированном сегменте. Так СОЭ на 126,3% больше значения контрольной группы I (табл.16). Поврежденные ткани усиленно фагоцитируются лейкоцитами, что выражается в возрастании их концентрации в крови собак группы II на 40,3% при сравнении с контрольной группой I (табл.16). Это увеличение преимущественно происходит за счет нейтрофилов и моноцитов.

Количество нейтрофилов и моноцитов в крови собак группы II через 14 суток больше показателей контрольной группы I на 12,4% и на 108,8% соответственно. Кроме того, в крови собак группы II отмечается увеличение концентрации лимфоцитов по сравнению с контрольной группой I на 137,6%, что указывает на развитие иммунной реакции организма (табл.15). Вместе с тем, в условиях нашего опыта не изменяется концентрация в крови клеток, обладающих слабой фагоцитарной активностью и не принимающих активного участия в развитии иммунной реакции организма: эозинофилов и базофилов (табл.16). Через 14 суток в крови собак группы II наблюдается увеличение концентрации эритроцитов на 35,3% при сравнении с контрольной группой I, что связано с развитием гипоксии в поврежденных тканях. В результате повышается концентрация гематокрита на 25,7% и уменьшается содержание гемоглобина в крови на 7,6% при сравнении с контрольной группой I (табл.16).

В воспалительный процесс вовлечены не только хрящ и связки, но и костная ткань позвоночника. На это указывает повышение активности щелочной фосфатазы в сыворотке крови собак группы II к концу 14 суток исследования, являющейся маркером повреждения костной ткани. Она превышает показатель контрольной группы I на 9,7% (табл.15).

Воспалительный процесс сопровождается умеренным разрушением межклеточного вещества соединительной ткани, особенно хряща, что приводит к увеличению в крови гликозамингликанов, являющихся основным его компонентом. Концентрация гликозамингликанов в крови собак группы II стала

больше значения контрольной группы I на 14% (табл.15). Одновременно происходит расщепление полимерных молекул гетерополисахаридов до моносахаридов, что приводит через 14 суток после операции к повышению концентрации глюкуроновой кислоты в крови животных группы II на 57,6% при сравнении с контрольной группой I (табл.15). Уровень сиаловых кислот, второго компонента гликозамингликанов, существенно не изменяется под воздействием травмы.

Динамика гематологических и биохимических показателей приводит и к перестройке костной ткани. Происходит разрушение ее остеокластов гетерополисахаридами с последующим их замещением пластинками гидроксиапатитов. Усиленный биосинтез гидроксиапатитов в организме приводит к развитию дефицита кальция общего и фосфора неорганического. Так их концентрация в плазме крови собак группы II через 14 суток после операции снижена соответственно на 2% и на 11,8% при сравнении с контрольной группой I (табл.15).

Описанные выше биохимические нарушения в меньшей степени выражены у животных опытной группы II через 21 сутки после проведения операции. Снижение интенсивности разрушения тканей позвоночника приводит к уменьшению превращения пуриновых мононуклеотидов до мочевой кислоты.

Таблица 17 – Биохимические показатели крови собак контрольной группы I и опытной группы II (Рф) через 21 сутки после стабилизации позвоночника,  $M\pm m$

Показатели	Группа I, n=10	Группа II, n=10
С-реактивный белок, мг/л	4,5±0,39	8,46±0,15*
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	79,42±4,26	82,09±33,85
Гликозамингликаны, моль/л	1,14±0,08	1,23±0,03
Глюкуроновая кислота, мкмоль/л	236±12,76	1142±47*
Сиаловые кислоты, ммоль/л	2,50±0,09	3,70±0,32
Фосфор неорганический, моль/л	2,12±0,07	1,53±0,10
Кальций общий, моль/л	2,53±0,04	2,50±0,02*

\* – достоверно при  $p\leq 0,05$

Таблица 18 – Гематологические показатели собак контрольной группы I и опытной группы II (Рф) через 21 сутки после стабилизации позвоночника,  $M \pm m$

Показатели	Группа I, n=10	Группа II, n=10
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	$7,6 \pm 0,15$	$21,3 \pm 4,9^*$
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	$11,89 \pm 0,60$	$23,32 \pm 2,94^*$
Нейтрофилы, $\times 10^9/\text{л}$	$8,65 \pm 0,15$	$16,96 \pm 0,42^*$
Эозинофилы, $\times 10^9/\text{л}$	$0,33 \pm 0,03$	$0,17 \pm 0,01$
Базофилы, $\times 10^9/\text{л}$	$0,02 \pm 0,01$	$0,02 \pm 0,05$
Моноциты, $\times 10^9/\text{л}$	$0,34 \pm 0,02$	$1,20 \pm 0,18^*$
Лимфоциты, $\times 10^9/\text{л}$	$2,55 \pm 0,64$	$4,97 \pm 0,05$
Гемоглобин, г/л	$153,70 \pm 2,73$	$139,0 \pm 12,0$
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	$7,28 \pm 0,14$	$10,11 \pm 0,23$
Гематокрит, %	$41,7 \pm 1,39$	$53,6 \pm 0,11$

\* – достоверно при  $p \leq 0,05$

Воспалительные процессы в травмированном сегменте позвоночника у собак группы II продолжают развиваться и через 21 сутки. Концентрация С-реактивного белка в крови в этот период наблюдения продолжает превышать значение контрольной группой I на 88%, но в меньшей степени, чем на 14 сутки исследования, что свидетельствует об умеренном снижении интенсивности фазы альтерации воспалительного процесса (табл. 17). Это подтверждается относительно не высоким СОЭ на 21 сутки сравнительно с показателями СОЭ на 14 сутки после операции. Она превышает параметр контрольной группой I только на 180,3% (табл. 18).

Снижение интенсивности воспаления у собак группы II в зоне повреждения через 21 сутки выражается уменьшением концентрации клеток крови. Так количество лейкоцитов, нейтрофилов и моноцитов превышает показатели контрольной группой I на 96,1%, 96,1% и 252,9 соответственно (табл. 18). Особенностью воспалительной реакции через 21 сутки после

операции является отсутствие статистически достоверного повышения в крови уровня лимфоцитов и эритроцитов в сравнении с контрольной группой I. Количество эозинофилов, базофилов, содержание гемоглобина и гематокрит, как и на предыдущем этапе исследования, остаются не измененными (табл. 18).

Через 21 сутки с начала наблюдения в крови собак группы II уменьшаются активность щелочной фосфатазы и содержание гликозамингликанов до показателей контрольной группы I, что приводит к снижению воспалительной реакции в костной и в хрящевой тканях (табл. 17). Несмотря на это, в сравнении с контрольной группой I и с показателями 14-х суток наблюдения концентрация глюкуроновой кислоты у животных группы II увеличена на 383,9% (табл. 17). При этом отмечается тенденция к повышению в крови содержание сиаловых кислот, что превышает на 48% показатель контрольной группы I (табл. 17). Увеличение концентрации глюкуроновой кислоты и сиаловых кислот на фоне нормализации уровня гликозамингликанов и активности щелочной фосфатазы свидетельствует об интенсификации в соединительнотканых структурах позвоночника reparативных процессов. Возрастает потребность в тканях в пластическом материале для биосинтеза межуточного вещества. Что приводит к усилию биосинтеза глюкуроновой и сиаловых кислот, следовательно, увеличение их уровня в крови.

Интенсификации остеогенеза в позвоночнике, наряду с повышенным биосинтезом органического вещества костной ткани, способствует лучшая, чем на предыдущем этапе исследования, обеспеченность ее минеральными веществами. Концентрация кальция общего и фосфора неорганического в плазме крови собак группы II через 21 сутки после операции снижена на 1,2% и на 27,8% соответственно при сравнении с показателями контрольной группы I (табл. 17).

Таким образом, экспериментальное применение конструкции для транспедикулярной ригидной фиксации позвоночно-двигательного сегмента, выполненной из хирургической стали, характеризуется выраженным воспалительным процессом в очаге повреждения. При биохимических

исследованиях сыворотки крови собак группы II установлено развитие воспалительного процесса, характеризующегося увеличением уровня С-реактивного белка и активностью щелочной фосфатазы, усилением разрушения хрящевой и костной тканей до гликозамингликанов и глюкуроновой кислот на фоне выраженного дефицита кальция и фосфора. При оценке тяжести и течения посттравматического воспалительного процесса в поврежденном отделе позвоночника, наряду с использованием данных клинических лабораторных исследований, следует учитывать результаты определения в крови активности щелочной фосфатазы, гликозамингликанов, гиалуроновой кислоты.

### **3.7. Изменение показателей крови при транспедикулярном остеосинтезе в сравнении ригидной с динамической конструкцией при нестабильности позвоночника поясничного отдела у собак**

Из приведенных выше данных следует, что при применении конструкции из хирургической стали, в поврежденном участке позвоночника развивается воспалительный процесс, оказывающий неблагоприятное влияние на ткани и увеличивающий время выздоровления больных собак. Чтобы уменьшить или предупредить развитие воспалительных процессов, восстановить биомеханику позвоночника и предотвратить развитие грубых посттравматических изменений в оперированных участках позвоночника, нами в сравнении изучалась динамическая конструкция из нитинола.

Таблица 19 – Биохимические показатели крови собак контрольной группы I, групп II (Рф) и III (Дф) через 14 суток после стабилизации позвоночника,  $M \pm m$

Показатели	Группа I, $n=10$	Группа II, $n=10$	Группа III, $n=10$
1	2	3	4
С-реактивный белок, мг/л	$4,5 \pm 0,39$	$10,11 \pm 0,23^*$	$4,40 \pm 0,09^{**}$
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	$79,42 \pm 4,26$	$87,11 \pm 21,19^*$	$85,88 \pm 12,7^{**}$

1	2	3	4
Гликозамингликаны, моль/л	1,14±0,08	1,30±0,03*	1,02±0,06***
Глюкуроновая кислота, мкмоль/л	236±12,76	372±10*	211±23**
Сиаловые кислоты, ммоль/л	2,50±0,09	2,40±0,34	2,16±0,15
Фосфор неорганический, ммоль/л	2,12±0,07	1,87±0,36*	2,05±0,36
Кальций общий, ммоль/л	2,53±0,04	2,48±0,16*	2,51±0,12

\* – достоверно  $p \leq 0,05$  по сравнению с контрольной группой I, \*\* – различие достоверно  $p \leq 0,05$  по сравнению с опытной группой II

Из представленных в таблице 19 данных следует, что через 14 суток после операции концентрация С-реактивного белка в плазме крови собак группы III с динамической фиксацией в сравнении с группой II уменьшилась на 56,5%. Она статистически достоверно не отличается от параметра контрольной группы I, что свидетельствует о более благоприятном течении, нежели у собак группы II, протеканию воспалительного процесса в тканях позвоночника, особенно в хрящевой ткани у животных группы III. Также СОЭ, концентрация лейкоцитов, нейтрофилов, моноцитов и лимфоцитов в крови собак группы III меньше на 34,9%, 10,5%, 2,5%, 9,9% и 41,4% соответственно при сравнении с группой II (табл.20).

У собак группы III с динамической фиксацией воспалительные процессы уменьшаются, но полностью к 14 суткам наблюдения не исчезают в результате сохранения травматических повреждений тканей позвоночника. Количество лейкоцитов, нейтрофилов, моноцитов и СОЭ в крови собак группы III через 14 суток наблюдения превышает показатели контрольной группы I соответственно на 25,6%, 9,6%, 88,2% и 47,4% (табл.20). Полностью нормализуется уровень лимфоцитов и эритроцитов, а количество эозинофилов и базофилов продолжает оставаться не измененным (табл.20).

Таблица 20 – Гематологические показатели собак контрольной группы I, групп II(Рф) и III(Дф) через 14 суток после стабилизации позвоночника,  $M \pm m$

Показатели	Группа I, n=10	Группа II, n=10	Группа III, n=10
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	7,6±0,15	17,2±8,5*	11,2±6,4***
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	11,89±0,60	16,68±2,84*	14,93±1,06
Нейтрофилы, $\times 10^9/\text{л}$	8,65±0,15	9,72±0,2*	9,48 ±0,11
Эозинофилы, $\times 10^9/\text{л}$	0,33±0,03	0,17±0,02	1,21±0,04
Базофилы, $\times 10^9/\text{л}$	0,02±0,01	0,02±0,05	0,05±0,7
Моноциты, $\times 10^9/\text{л}$	0,34±0,02	0,71±0,02*	0,64 ±0,06***
Лимфоциты, $\times 10^9/\text{л}$	2,55±0,64	6,06±0,14*	3,55 ±0,12
Гемоглобин, г/л	153,70±2,73	142,00±16,10	147,80±20,49
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	7,28±0,14	9,85±0,71*	8,34±1,02
Гематокрит, %	41,7±1,39	52,4±0,3	48,7±0,4

\* – различие достоверно  $p \leq 0,05$  по сравнению с контрольной группой I, \*\* – различие достоверно  $p \leq 0,05$  по сравнению с опытной группой II.

Вместе с тем, интенсивность деструктивных процессов в тканях позвоночника через 14 суток снижается, на что указывает уменьшение уровня показателей межуточного вещества соединительной ткани. Концентрации гликозамингликанов, глюкуроновой и сиаловых кислот в крови собак группы III уменьшились соответственно на 21,5%, 43,3% и 10% при сравнении с группой II (табл.19). Уровень этих показателей, особенно сиаловых кислот, снижен на 10,5%, 10,6% и 13,6% соответственно по сравнению с контрольной группой I (табл.19). Это связано с применением динамической фиксации, которая тормозит катаболизм межуточного вещества соединительной ткани, что оказывает благоприятное влияние на метаболизм костной ткани. Активность щелочной фосфатазы в плазме крови собак группы III через 14 суток после операции уменьшилась на 1,4% при сравнении с группой II (табл.19). Она увеличилась на 8,1% по сравнению со значением контрольной группой I, что свидетельствует о сохранности в повреждённом позвоночнике

явлений воспаления. Отмечается тенденция к увеличению концентрации фосфора неорганического и кальция общего в крови собак группы III на 9,6% и на 1,2% соответственно при сравнении с группой II. Это увеличение статистически достоверно не отличается от соответствующих параметров контрольной группы I (табл.19).

Таблица 21 – Биохимические показатели крови собак контрольной группы I, групп II(Рф) и III(Дф) через 21 сутки после стабилизации позвоночника,  $M \pm m$

<b>Показатели</b>	<b>Группа I, n=10</b>	<b>Группа II, n=10</b>	<b>Группа III, n=10</b>
С-реактивный белок, мг/л	4,5±0,39	8,46±0,15*	4,50±0,17**
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	79,42±4,26	82,09±33,85	77,01±15,54
Гликозамингликаны, моль/л	1,14±0,08	1,23±0,03	1,02±0,06***
Глюкуроновая кислота, мкмоль/л	236±12,76	1142±47*	234±2**
Сиаловые кислоты, ммоль/л	2,50±0,09	3,70±0,32	2,48±0,15
Фосфор неорганический, моль/л	2,12±0,07	1,53±0,10	2,10±0,32**
Кальций общий, моль/л	2,53±0,04	2,50±0,02*	2,52±0,01**

\* – достоверно  $p \leq 0,05$  по сравнению с контрольной группой I, \*\* – достоверно  $p \leq 0,05$  по сравнению с опытной группой II

Представленные в таблице 21 данные биохимических показателей собак группы III свидетельствуют, что применение динамической фиксации способствует снижению интенсивности воспалительного процесса в повреждённом сегменте позвоночника и через 21 сутки после операции. Концентрация С-реактивного белка в крови собак группы III уменьшилась на

46,8% при сравнении с группой II. Уменьшение ее концентрации статистически достоверно не отличается от параметра контрольной группы I.

Таблица 22 – Гематологические показатели собак контрольной группы I, групп II(Рф) и III(Дф) через 21 сутки после стабилизации позвоночника,  $M \pm m$

<b>Показатели</b>	<b>Группа I, n=10</b>	<b>Группа II, n=10</b>	<b>Группа III, n=10</b>
Скорость оседания эритроцитов, мм/ч	7,6±0,15	21,3±4,9*	10,37±6,22***
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	11,89±0,60	23,32±2,94*	13,88±1,35***
Нейтрофилы, $\times 10^9/\text{л}$	8,65±0,15	16,96±0,42*	9,45±0,24***
Эозинофилы, $\times 10^9/\text{л}$	0,33±0,03	0,17±0,01	0,31±0,03***
Базофилы, $\times 10^9/\text{л}$	0,02±0,01	0,02±0,05	0,01±0,06***
Моноциты, $\times 10^9/\text{л}$	0,34±0,02	1,20±0,18*	0,60±0,15
Лимфоциты, $\times 10^9/\text{л}$	2,55±0,64	4,97±0,05	3,51±0,09***
Гемоглобин, г/л	153,70±2,73	139,0±12,0	146,60±14,17
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	7,28±0,14	10,11±0,23	6,29±0,79
Гематокрит, %	41,7±1,39	53,6±0,11	46,8±0,14

\* – достоверно  $p \leq 0,05$  по сравнению с контрольной группой I, \*\* – достоверно  $p \leq 0,05$  по сравнению с опытной группой II

Через 21 сутки в крови собак группы III СОЭ, концентрация лейкоцитов, нейтрофилов, моноцитов и лимфоцитов меньше на 51,3%, 40,5%, 4,3%, 50% и на 29,4% соответственно при сравнении с группой II (табл. 22). Но продолжает превышать значения контрольной группы I СОЭ на 36,4% и концентрация моноцитов на 76,5% (табл. 22). Что касается уровня лейкоцитов, нейтрофилов и лимфоцитов, то отмечается тенденция к его увеличению (табл. 22). Все это свидетельствует лишь о сохранности явлений воспаления в повреждённом сегменте позвоночника к концу 21 суток постоперационного периода.

Конструкция транспедикулярной динамической фиксации не оказывает влияния на содержание гликозамингликанов в крови, которое к концу 21 суток

исследования стабилизируется, но существенно снижает уровень входящих в их состав веществ. Так концентрация глюкуроновой и сиаловых кислот собак группы III уменьшена соответственно на 79,5% и на 33% при сравнении с группой II. Она статистически достоверно не отличается от показателей контрольной группой I (табл. 21). Все это свидетельствует о нормализации обмена веществ в хрящевой ткани.

Применение конструкции транспедикулярной динамической фиксации снижает интенсивность воспалительного процесса в патологическом очаге. Активность щелочной фосфатазы в крови собак группы III уменьшается на 6,2% при сравнении с группой II. И данный показатель в группе III снижается до значения контрольной группы I. Применение динамической фиксации способствует восстановлению уровня показателей минерального обмена. Концентрация фосфора неорганического и кальция общего в крови собак группы III через 21 сутки после операции увеличена соответственно на 37,3% и на 0,8% при сравнении с группой II. Но статистически достоверно не отличаются от показателей контрольной группы I (табл. 21).

Таким образом, экспериментальное применение конструкции из нитинола для транспедикулярной динамической фиксации при повреждении поясничного отдела позвоночника, в оперированных позвоночно-двигательных сегментах, снижает воспалительные процессы в тканях позвоночника. При биохимических и гематологических исследованиях крови собак установлено, что в сравнении ригидной с динамической конструкции, благоприятное влияние на организм животного оказала динамическая конструкция из нитинола, которая способствовала эффективному восстановлению, перестройке хрящевой и костной тканей в зоне повреждения.

### **3.8 Рентгенологическая картина состояния структурных элементов позвоночно-двигательного сегмента при нестабильности позвонков поясничного отдела у собак**

Рентгенологически сопоставить динамические свойства позвоночно-двигательного сегмента с различными способами фиксации в эксперименте у собак. Рентгенологический контроль оперированного позвоночника осуществлялся в венторо-дорсальной и латеральной проекциях в нейтральных положениях позвоночника, а также с функциональными пробами до и после оперативного вмешательства в боковой проекции. Рентгенографию выполняли на аппарате «Арман» 1В с использованием пленочных технологий и периодичностью 7, 14, 21, 18 и 24 месяцев. Весь период экспериментальные собаки содержались в одинаковых условиях и вели активный образ жизни. Осложнений в исследуемые периоды не отмечены ни в одной из групп собак.

Объем движений в оперированном сегменте позвоночника до операции при функциональном исследовании в обеих группах составлял  $18 \pm 1,2$  градусов. У животных в группе II с ригидной фиксацией позвоночно-двигательного сегмента после оперативного вмешательства объем движений составил  $0 \pm 0,03$  градуса (рис. 22). В группе III с динамической (нитинольной) фиксацией объем движений в позвоночно-двигательном сегменте сохранялся на всем протяжении эксперимента и в среднем равнялся  $15 \pm 1,3$  градусов, что составило 78,9% от исходного объема (рис. 22).

Показатели высоты диска на уровне фиксации, краиальней и каудальней фиксированного позвоночно-двигательного сегмента у собак в двух опытных группах до оперативного вмешательства составил  $0,3 \pm 0,02$  мм, после фиксации позвоночно-двигательный сегмент –  $0,3 \pm 0,003$  мм на всем протяжении эксперимента. Данный факт свидетельствует об отсутствии влияния различных видов задней фиксации позвоночника на функцию межпозвонковых дисков в раннем послеоперационном периоде.

Функцию в позвоночно-двигательном сегменте оценивали путем определения объема движений по методу Cobb и по изменению высоты

суставной щели дугоотросчатых суставов. Высота суставной щели до оперативного вмешательства в фиксированном сегменте у собак двух опытных групп составлял в среднем  $0,3 \pm 0,002$ мм. В III группе животных с динамической фиксацией показатель не менялся и оставался на прежнем уровне до конца эксперимента. В группе II с ригидной фиксацией высота суставной щели со временем уменьшалась: отчетливо было отмечено у животных в сроке 18 месяцев и составило  $0,2 \pm 0,003$ мм. Это характерно для развития дистрофических изменений в дугоотросчатых суставах на уровне ригидной фиксации позвоночно-двигательного сегмента. Высота суставной щели у животных в группе II каудальней уровня фиксации в отдаленном сроке изменилась на  $0,05 \pm 0,0004$ мм. Полное развитие склероза суставных поверхностей дугоотросчатых суставов свидетельствовало о наличии дегенеративных процессов в них. В группе III на всем протяжении эксперимента изменений высоты суставной щели дугоотросчатых суставов краиальней и каудальней уровня фиксации позвоночно-двигательного сегмента, а также развитие склероза суставных поверхностей не было отмечено.

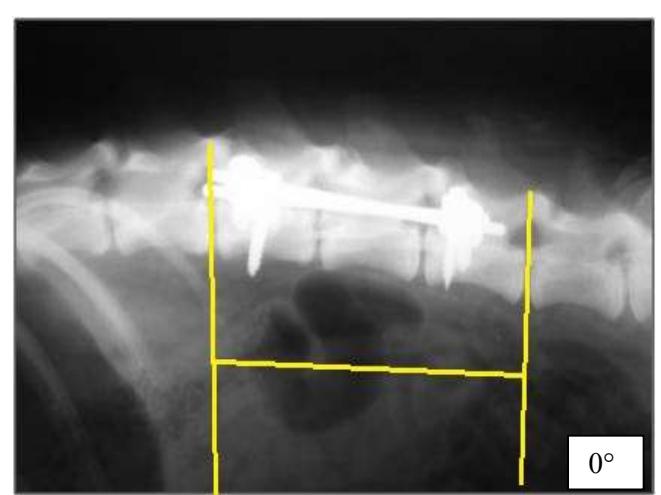
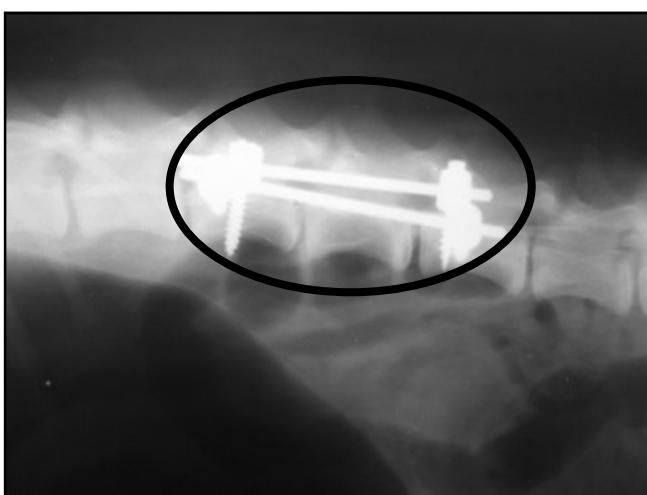
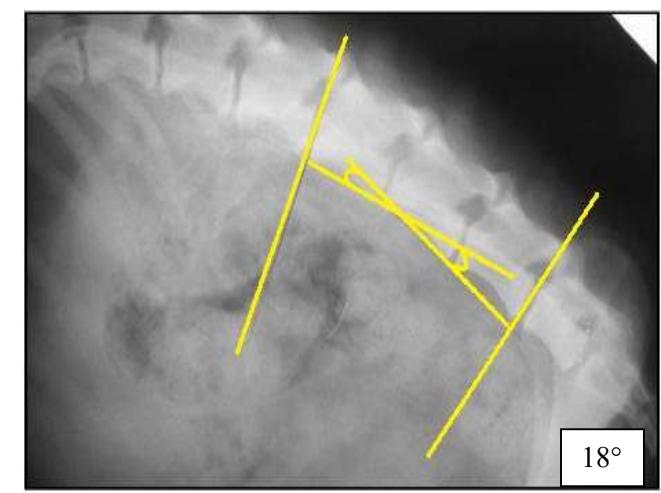
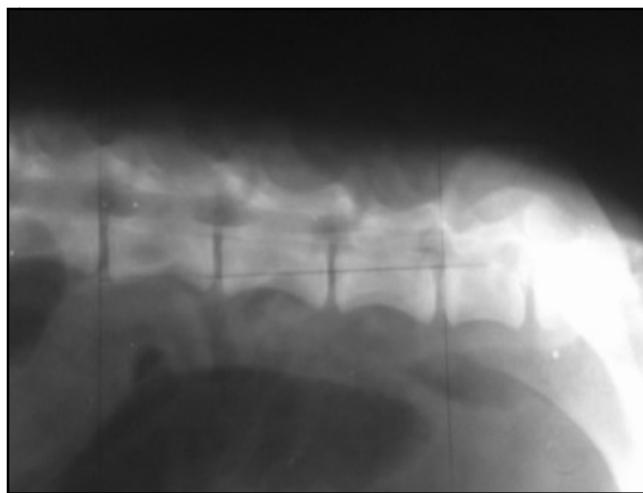


Рисунок 22 – Рентгенограммы поясничного отдела позвоночника собаки № 06 (группа II): А – до оперативного вмешательства; В – после оперативного лечения (24 месяца); А1,В1- среднефизиологическое положение; А2,В2- функциональное положение разгибание; А3,В3 - функциональное положение сгибание.

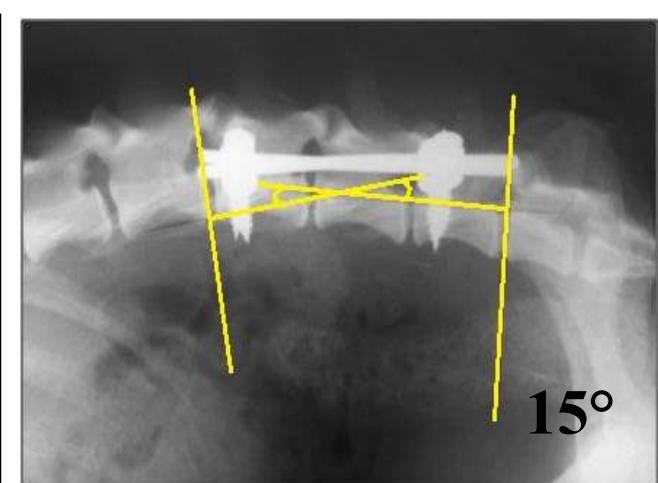
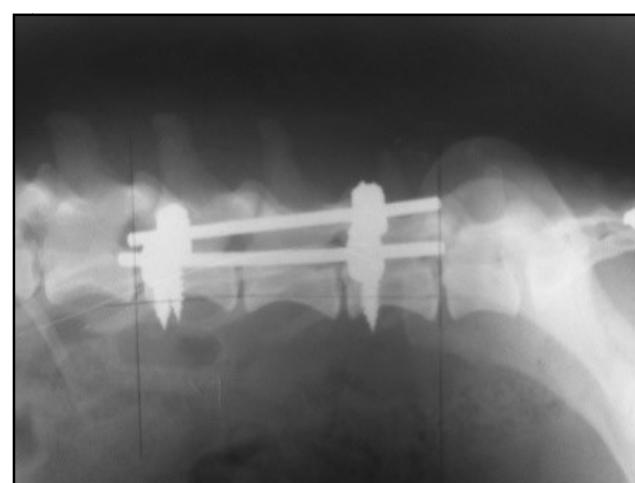
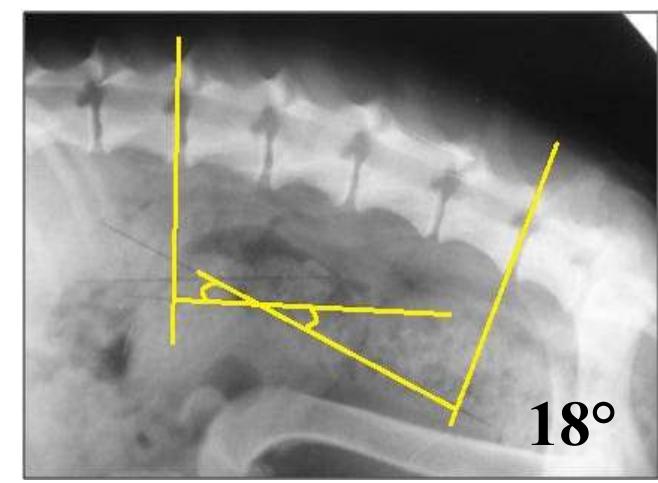
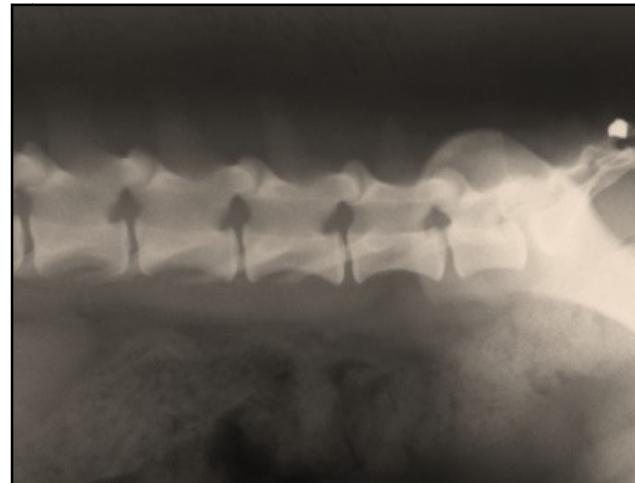


Рисунок 23 – Рентгенограммы поясничного отдела позвоночника собаки №12 (группа III): А – до оперативного вмешательства; В – после оперативного лечения (24 месяца); А1, В1- средненефизиологическое положение; А2, В2- функциональное положение разгибание; А3, В3 - функциональное положение сгибание.

Полученные результаты экспериментального исследования показывают, что применением ригидных систем фиксации в отдаленном периоде приводят к «выключению» фиксированного позвоночно-двигательного сегмента позвоночника из движения. Данный факт ведет к дегенеративным изменениям как в зоне фиксации позвоночно-двигательного сегмента, так и в смежных сегментах. В первую очередь начинают, подвергается перегрузке смежные суставы, в результате компенсаторно-приспособительной перегрузки.

При мультиспиральной компьютерной томографии высоты диска на уровне фиксации позвоночно-двигательного сегмента в обеих опытных группах собак была одинаковой и составляла в среднем  $0,3 \pm 0,002$  мм на всем протяжении исследования. Разница высоты диска была отмечена на 12-й месяц исследования краиальней и каудальной уровня фиксации позвоночно-двигательного сегмента. В II группе животных она снизилась  $0,1 \pm 0,002$  мм (рис.24). В группе III - не менялась на всем протяжении и составляла  $0,3 \pm 0,001$  (рис.25). В группе II животных с 18 месяца исследования наблюдались дегенеративные признаки в суставах, как на уровне фиксации, так и вне зоны ригидной фиксации позвоночно-двигательного сегмента (рис.24). В группе III с динамической фиксацией склеротические изменения суставных поверхностей не отмечались на всем протяжении исследования (рис.25). На протяжении всего эксперимента при рентгенологическом и МСКТ исследовании у собак не наблюдали патологических изменений в костной ткани в перипротезных участках.

Полученные результаты визуальной диагностики на всем протяжении экспериментального исследования показывают, что применение ригидных систем фиксации в отдаленном периоде приводят к «выключению» фиксированного позвоночно-двигательного сегмента позвоночника из статолокомоторной функции. Это, в свою очередь, способствует образованию дегенеративных изменений в зоне фиксации позвоночно-двигательного сегмента и в смежных сегментах. В результате компенсаторно-приспособительных механизмов начинают первыми подвергается перегрузке

смежные диски и суставы. При уменьшении высоты смежных дисков возникают смещение суставных поверхностей дугоотросчатьих суставов и дегенеративные процессы.

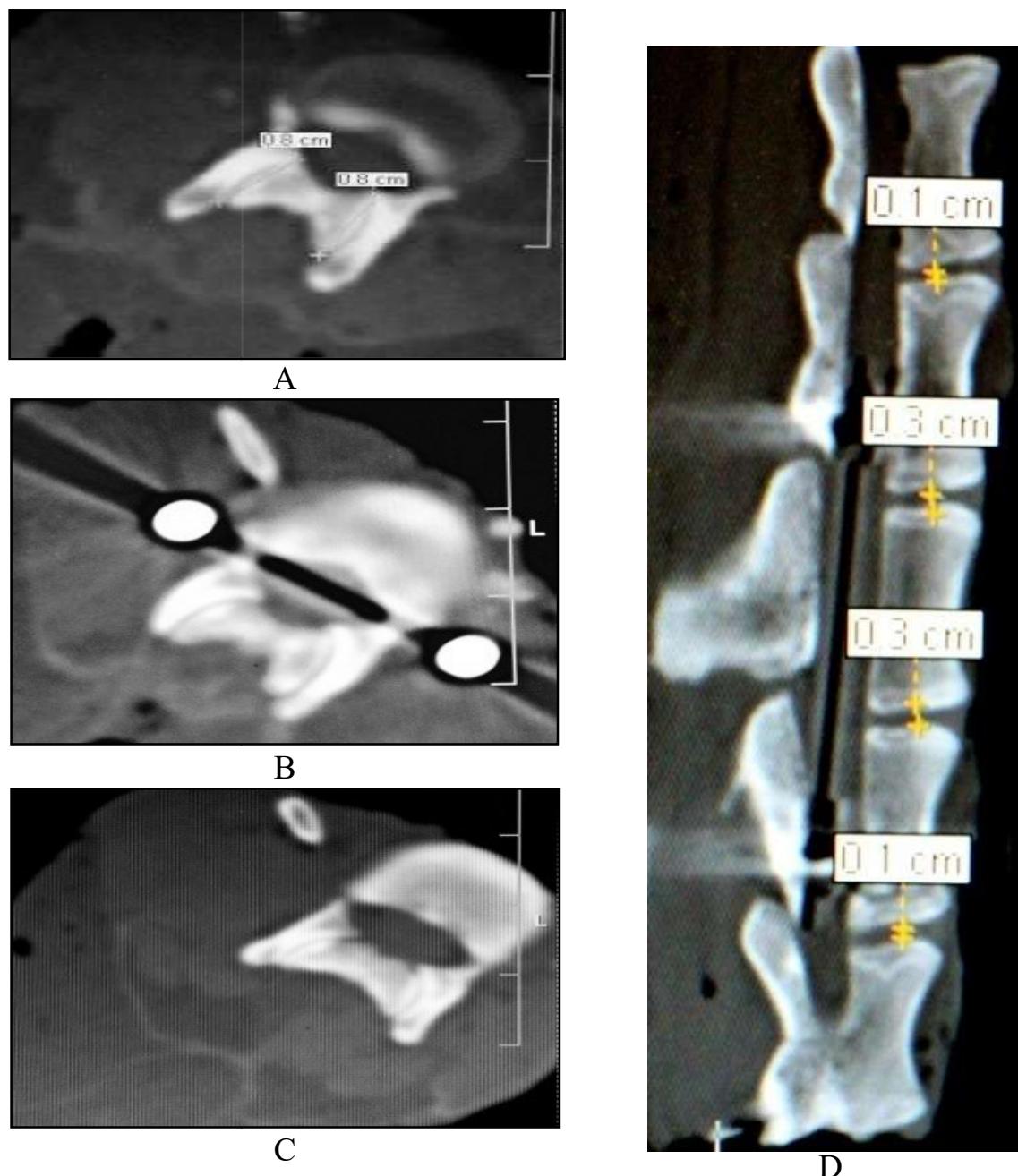


Рисунок 24 – Мультиспиральная компьютерная томография позвоночника собаки №11 II группы на 24 месяц эксперимента.

Дегенеративные изменения в форме артоза краинальнее и каудальнее уровня фиксации (A, C) и в зоне фиксации (B) на аксиальных снимках. Дегенеративные изменения дисков вне зоны фиксации позвоночника в виде снижения высоты дисков и субхондрального склероза на сагиттальной реформации (D).

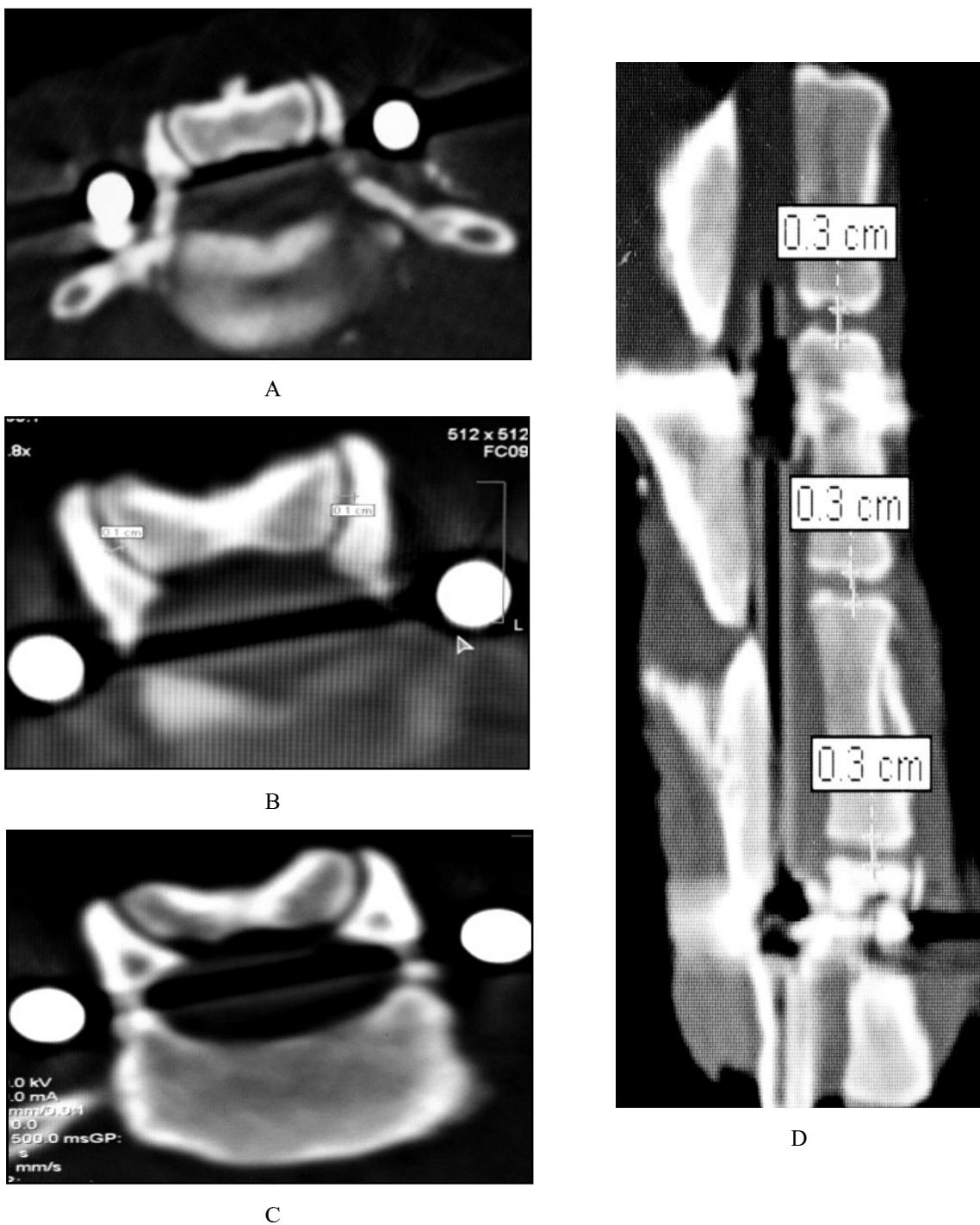


Рисунок 25 – Мультиспиральная компьютерная томография позвоночника собаки №18 III группы на 24 месяц эксперимента.

Отсутствие процессов дегенерации в дугоотросчатых суставах. Суставов крациальное и каудальное фиксации (А, С) и зоне фиксации (В) на аксиальных снимках. Отсутствие процессов дегенерации вне зоны фиксации позвоночника в виде снижении высоты дисков и субхондрального склероза на сагиттальной реформации (Д).

В группе III с динамической фиксацией позвоночно-двигательного сегмента конструкция из нитинола, рентгенологическая картина иная, свидетельствующая об отсутствии дегенеративных изменений в суставных отростках сегментов позвоночно-двигательного сегмента. Но высота дисков в смежных сегментах была сохранена. Это объясняется тем, что равномерно распределяется нагрузка на позвоночно-двигательный сегмент позвоночника, на опорные элементы конструкции и о физиологических свойствах имплантатов. Рентгенофункциональные исследования показывают сохранение объема движений позвоночно-двигательного сегмента в 78,9% от исходного объема движений.

Рентгенологические исследования свидетельствуют о том, что динамическая транспедикулярная фиксация по своим характеристикам позволяет более равномерно распределить нагрузку на опорные элементы конструкции. Данные системы фиксации позвоночника позволяют уменьшить или предупредить развитие дегенерации смежных сегментов, что свидетельствует о более физиологических свойствах имплантатов.

### **3.9 Гистологические изменения в суставах смежных позвонков при ригидной и динамической фиксации**

При гистологическом исследовании процессов reparативной регенерации при нестабильности поясничного отдела позвоночника, в результате его вывиха, и применении конструкции с использованием ригидной и динамической фиксаций, которое проводилось во всех опытных группах животных в отдаленные сроки наблюдения, после операции, были отмечены (выявлены), отличающиеся по динамике и направленности, регенераторные изменения в хрящевых структурах межпозвоночных соединений. При этом, существенных различий в морфологии регенераторного процесса в межпозвонковых соединениях у собак через 24 месяца после операции не выявлено. В то же время, нами отмечены существенные различия в

гистоморфологии межпозвоночного диска в фиксированных и смежных суставах у оперированных животных при различных способах фиксации поврежденного поясничного отдела.

Во II группе животных, после хирургического вмешательства и ригидной фиксации поясничного отдела позвоночника, регенерация хрящевых и десмальных элементов межпозвонковых соединений сопровождалась разрастанием в месте повреждения фиброзного кольца рыхлой соединительной ткани с последующим увеличением в ней количества коллагеновых волокон и хондроцитов. В последующем, происходило набухание коллагеновых волокон и образование полупрозрачных плотных масс.

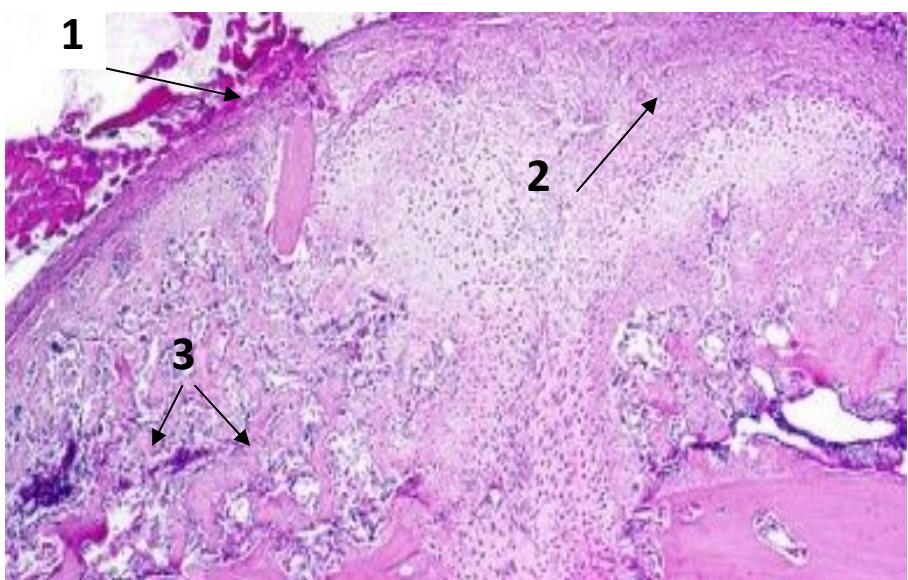


Рисунок 26 – Формирующаяся костная мозоль в области межпозвоночного соединения у собаки II группы. 1 – надхрящница; 2 - врастание соединительной ткани надхрящницы в костную мозоль; 3 – зона остеогенеза. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.х 180.

В результате интенсивной пролиферации, регенирирующая ткань межпозвоночных дисков значительно выступала за пределы анатомических границ между позвонками, то есть происходило образование костных мозолей. Сначала они были построены по типу волокнистого хряща, причем коллагеновые волокна в нем появлялись не только в результате дифференцировки рыхлой соединительной ткани регенирирующего поврежденного участка фиброзного кольца, но и за счет прорастания в толщу

формирующейся мозоли соединительной ткани склерозированной надхрящицы (рис. 26).

Коллагеновые волокна подвергались набуханию и гиалинозу. Происходит хондрогенез с образованием фрагментов гиалинового хряща. Постепенно в формирующейся костной мозоли активизировался остеогенез. Остеогенезу предшествовало прорастание в формирующуюся соединительную ткань кровеносных сосудов (рис. 26).

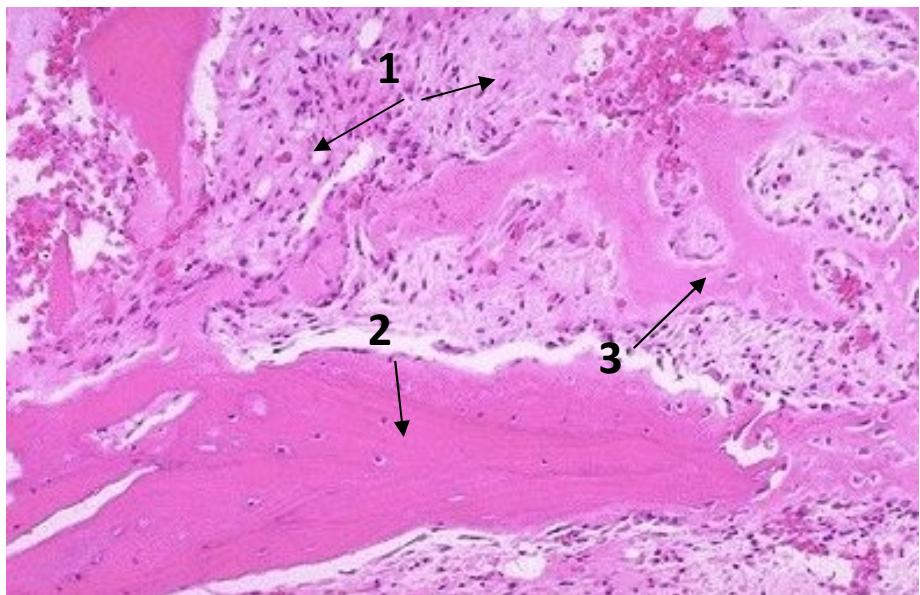


Рисунок 27 – Остеогенез в формирующейся костной мозоли у собаки II группы. 1 – коллагеновые волокна; 2 – гиалиновый хрящ с небольшим количеством хондроцитов; 3 – формирующиеся костные пластинки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 180

В зоне остеогенеза отмечается пролиферация остеобластов. В ней также происходит увеличение количества кровеносных сосудов и их гиперемия (рис.28).

В пульпозном ядре межпозвоночного соединения, а также в подлежащем гиалиновом хряще, наблюдается ряд изменений. В основном веществе пульпозного ядра увеличивается количество хондроцитов, в связи с чем оно по строению приобретает некоторые признаки гиалинового хряща. Одновременно, в нем происходит пролиферация волокнистой соединительной ткани (рис.29).

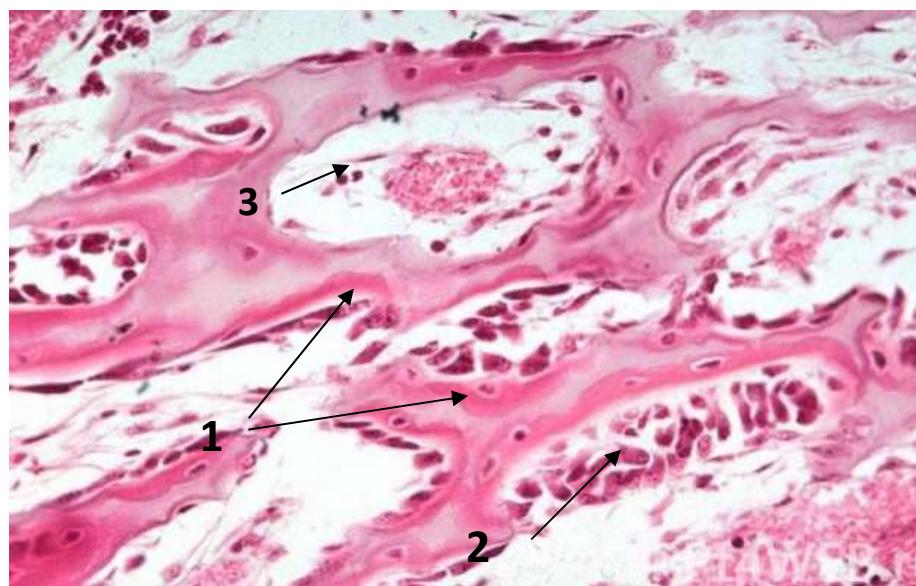


Рисунок 28 – Остеогенез в формирующейся костной мозоли у собаки II группы. 1 – костные пластинки; 2- пролиферация остеобластов; 3 – гиперемия кровеносных капилляров. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 220

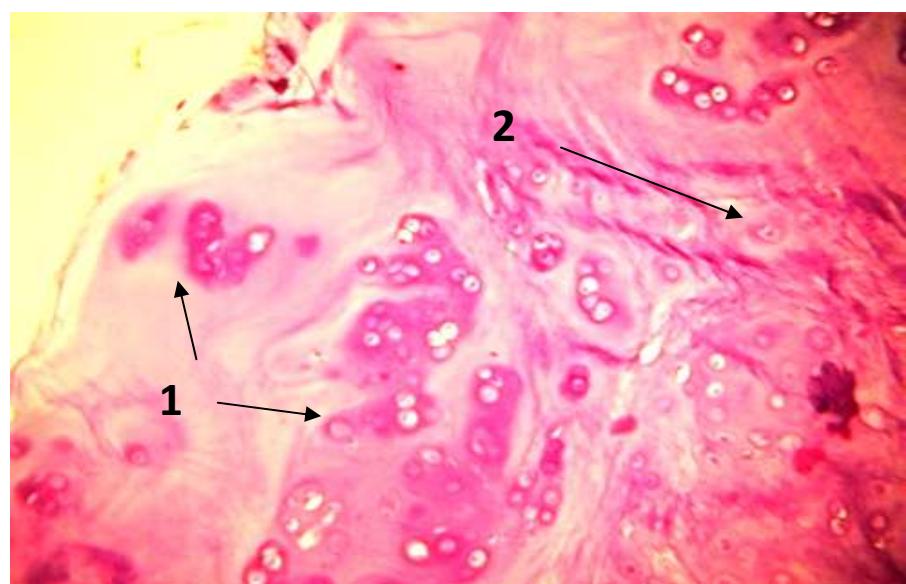


Рисунок 29 – Пульпозное ядро межпозвоночного диска собаки II группы. 1 – пролиферация хондроцитов в основном веществе; 2 – разрастание волокнистой соединительной ткани. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 180

В гиалиновом хряще суставных поверхностей позвонков в фиксированном участке у собак второй группы нарушается упорядоченное расположение хондроцитов в колонках. По его периферии происходит врастание волокнистой соединительной ткани и остеогенез. В субхрящевых участках костной ткани позвонков также происходят морфологические

изменения. В них увеличивается количество остеокластов и повышается пористость костной ткани. Вероятно, это связано с уменьшением давления на эти участки вследствие полной иммобилизации при ригидной фиксации с последующим синостозом (рис.30).

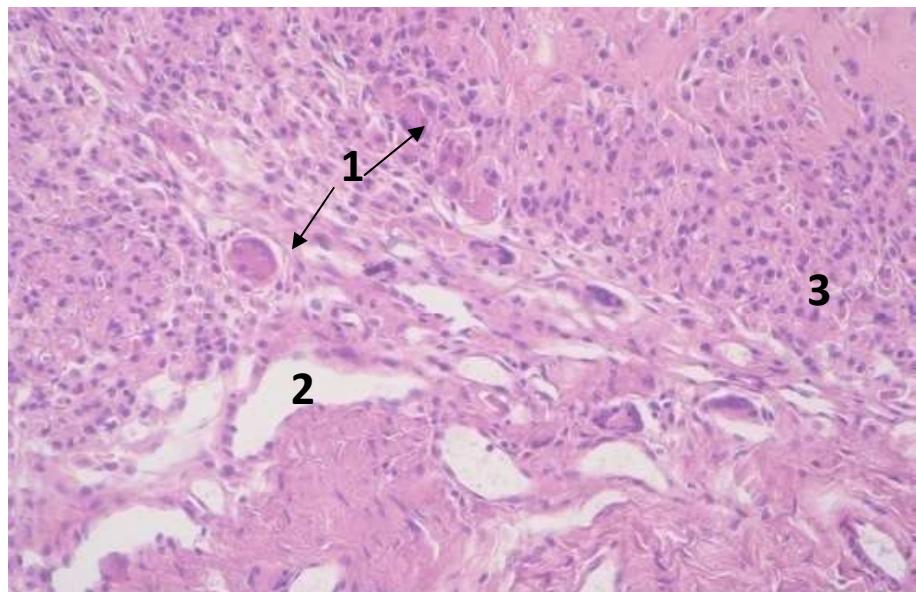


Рисунок 30 – Пограничная зона кости позвонка и гиалинового хряща. 1 – остеокласти; 2 – многочисленные крупные поры в субхрящевом участке кости; 3 – гиалиновый хрящ. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 180

В смежных с ПДС межпозвоночных дисках происходит атрофия хрящей суставных поверхностей, приводящая к уменьшению их толщины. В результате этого, происходит смещение суставных поверхностей дугоотросчатых фасеточных суставов, сопровождающаяся их повреждением.

В группе III с динамической фиксацией ПДС путем имплантации стержней из нитинола незначительные морфологические изменения во всех компонентах задействованного сегмента отмечались во внутренних отделах фиброзного кольца и студенистом (пульпозном) ядре межпозвонковых дисков. При этом отмечалась тенденция к увеличению диаметра фиброзного кольца, как в зоне фиксации, так и вне зоны фиксации, в смежных участках позвоночника. Пролиферативные процессы в хрящевых структурах были умерено выражены. В собственно хрящевой ткани увеличивалось количество хондроцитов (в основном за счет слоя колонок в упорядоченной части гиалинового хряща) (рис.31, 32).

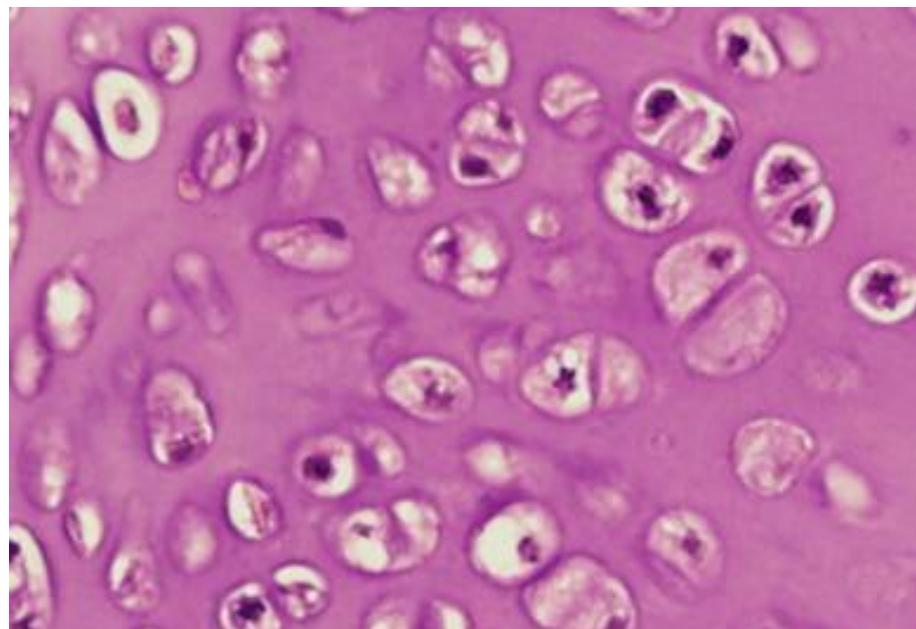


Рисунок 31 – Суставная поверхность в зоне ПДС у собаки III группы. Пролиферация хондроцитов гиалинового хряща в зоне суставных поверхностей. Окраска гематоксилином и эозином Ув. x 220

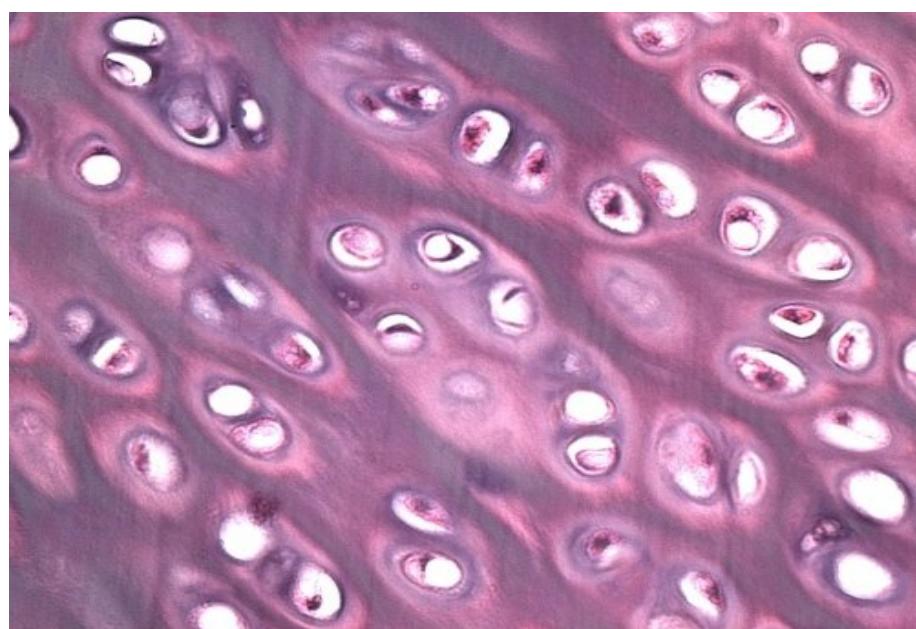


Рисунок 32 – Суставная поверхность в зоне ПДС у собаки III группы. Увеличение количества хондроцитов в колонках гиалинового хряща. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. x 220

В отличие от группы животных с применением ригидной фиксацией поврежденных участков позвоночника, у собак с динамической фиксацией смещения суставных поверхностей дугоотросчатых фасеточных суставов

смежных позвонков не происходит, так как ширина межпозвоночных дисков при этом методе фиксации существенно не изменяется (рис. 33 ).



Рисунок 33 – Неизмененное строение хряща суставной поверхности фасеточного сустава у собаки III группы. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. х 220

Таким образом, при гистологическом исследовании регенеративных изменений в поврежденных межпозвоночных суставах при ригидной и динамической фиксации, установлено, что при ригидной фиксации, в результате избыточной пролиферации клеточных элементов соединительной ткани в месте повреждения с последующим превращением ее в фиброзную, гиалинозом коллагеновых волокон, хондро – и остеогенезом, в фиксированном сегменте позвоночника происходит образование костной мозоли, связывающей тела смежных позвонков, что характерно для спондилодеза. При этом отмечали атрофические и дистрофические изменения пульпозного тела, гиалинового хряща суставных поверхностей и прилегающей к нему костной ткани. В результате перераспределения нагрузки, регистрировали значительные атрофические изменения в смежных межпозвоночных соединениях и повреждение суставных поверхностей фасеточных суставов смежных позвонков.

При динамической фиксации поврежденного сегмента позвоночника путем имплантации стержней из нитинола, сохраняющей подвижность в зоне ПДС, отмечали умеренную пролиферацию соединительнотканых элементов в месте повреждения, не сопровождающуюся образованием костной мозоли и спондилодезом. В результате отсутствия перераспределения нагрузки на смежные межпозвоночные соединения, атрофии межпозвоночных дисков не регистрировали, соответственно при динамической фиксации не происходит смещения и повреждения суставных поверхностей дугоотросчатых суставов.

### **3.10 Применение динамической фиксации при нестабильности поясничного отдела позвоночника на спонтанно заболевших собаках**

Разработанная нами методика динамической транспедикулярной фиксации с применением штанг из сплава нитинол, при нестабильном повреждении поясничного отдела позвоночника была применена в практике ветеринарных клиник «Друг», «ЗООДоктор» г. Омска зонального центра кинологической службы полиции УМВД России по Омской области. У 9 собак диагностировали нестабильность позвоночника в поясничном отделе.

История болезни № 35. 15.07.2015 г. в ветеринарную клинику поступила собака породы ши-цу, 4 года, вес 18 кг. Из анамнеза было выяснено, что собака попала под движущийся транспорт. При поступлении в клинику у животного провели оценку неврологического статуса, затем выполнили обзорную рентгенографию в латеральной и вентро-дорсальной проекциях. По результатам рентгенографии был поставлен первоначальный диагноз – повреждение связок позвоночника остистый и каудальный отросток L4-L5. Состояние животного средней тяжести. При пальпации отмечается резкая болезненность по всему поясничному отделу позвоночника. Было проведено комплексное лечение, включающее в себя оперативное вмешательство при соблюдении правил асептики и антисептики, и медикаментозную терапию.

Хирургическое вмешательство выполняли под нейролептаналгезией (ксилазин 8 мг/кг и золетил-100 4мг/кг, внутримышечно) с предварительной премедикацией (1% раствор атропина сульфат 0.1 мг/кг). Собаку фиксировали в дорсо-центральном положении. Операционное поле готовили по общепринятой методике. Подготовка операционного поля: выстригали шерсть в области поясничного отдела, затем выбивалась шерсть, далее обрабатывалась двукратно 5% настойкой йода. Операционное поле изолировалось стерильной салфеткой. Затем осуществляли дорсальный доступ к позвоночнику на уровне L5-L6. Разрез кожи выполняли латеральное дорсальных краев остистых отростков, рассекали фасцию и подкожно-жировую клетчатку. Глубокую фасцию рассекали справа и слева от остистых отростков. Мышцы при помощи распатора отделяли поочередно с обеих сторон от остистых отростков и дужек позвонков. Гемостаз осуществляли при помощи тампонирования марлевых салфеток, пропитанных 3 % перекисью водорода, а иногда при помощи электрокоагулятора. После этого при помощи метчика определяли точку в трети тела позвонка для введения поперечного винта. Затем под углом 30 градусов вводили поперечный винт в сформированный шилом канал при помощи винтодержателя. Далее эту же манипуляцию проводили в смежном сегменте позвоночника. После этого в пазы поперечных винтов укладывалась продольная штанга, которая фиксировалась гайкой к каждому из винтов. Фиксирующие гайки затягивались при помощи специальной отвертки. После установки транспедикулярной конструкции приступали к установке с противоположной стороны поврежденного сегмента позвоночника.

После установки транспедикулярной конструкции приступали к ушиванию операционной раны, предварительно уложив в операционную рану отсеченный кусочек подкожно-жировой клетчатки. При помощи шовного материала ушивались мышцы с поверхностной фасцией из расасывающегося шовного материала (проксил № 4), на кожу накладывали прерывистые швы (шовный материал капроаг №4). На завершающем этапе операции в операционную рану был установлен резиновый дренаж, который через двое –

трое суток удалялся. Операционную рану обрабатывали аэрозолем Аламицином 1 раз в сутки. Кожные швы удаляли спустя 10 – 12 дней, при условии, что не было нагноения операционной раны. Антибиотикотерапия проводилась в течении 5–7 дней, применялись антибиотики широкого спектра действия. Для уменьшения воспалительных и болевых явлений и уменьшения послеоперационных болей и отеков применялся препарат подкожно Римадил, в соответствующих дозировках, согласно инструкции. На третий сутки дренаж был удален.



Рисунок 34 – Рентгенограмма поясничного отдела позвоночника собаки до операции

На 7-е сутки общая температура тела 38,6°C. Жажды и аппетит сохранены. Животное активное. Операционная рана сухая, присутствует незначительный отек. Выраженная опора на все четыре конечности. Но походка оставалась шаткой. На 12 сутки сняли кожные швы. Спустя 28 суток после операции была проведена контрольная обзорная рентгенография в латеральной и дорсоВентральной проекциях, с целью контроля стабильности положения винтов и других элементов конструкции.

Разработанная методика была применена при лечении 9 собак с нестабильными повреждениями поясничного отдела позвоночника. У животных был диагностирован закрытый перелом L4 поясничного позвонка у

двух собак, у четырех собак вывих в L5 сопровождавшийся с разрывом фиброзного кольца, у трех собак ушиб с повреждением фиброзного кольца в области поясничного отдела. Принцип лечения, описанный выше, проводился с применением разработанной нами методики. Был получен положительный клинический результат, полное восстановление опорной и двигательной функций. Применяя данную технологию лечения собак с нестабильными повреждениями поясничного отдела позвоночника, удалось избежать инвалидизации животных, их эвтаназии. А также улучшить качество жизни животных.

Таким образом, разработанная методика лечения животных с нестабильностью поясничного отдела позвоночника с применением транспедикулярной конструкции является эффективной и позволяет сохранить функциональную состоятельность и стабильность оперированного и смежных с ним сегментов, обеспечивая качество жизни четвероногих пациентов.

## Заключение

Изучение частоты встречаемости патологий костей скелета у собак на примере ветеринарных клиник «Друг», «ЗООДоктор» города Омска показало, что 15,7% от общей патологии опорно-двигательной системы составляет острая травма позвоночника. Травмы костей скелета чаще регистрируются у собак. Основными причинами нарушения опорно-двигательной системы у собак являются открытые и закрытые переломы костей скелета, ушибы мягких тканей, вывихи, подвывихи дегенеративные заболевания. Для лечения патологий опорно-двигательного аппарата применяются различные методики оперативного лечения собак, в том числе транспедикулярный остеосинтез.

При анализе результатов лечения собак с патологией опорно-двигательного аппарата обращает на себя внимание тот факт, что основными условиями для благоприятного течения и исхода транспедикулярного остеосинтеза является точная репозиция, стабильная фиксация травмированного отдела позвоночника и сохранность кровоснабжения зоны повреждения. Нерациональное применение фиксации травмированного сегмента у животных с острой травмой позвоночника приводит к хроническим процессам в травмированном сегменте.

Существующие методы лечения собак и способы стимуляции репаративного остеогенеза можно разделить на консервативные и оперативные. Из оперативных методов лечения выделяют: чрескостный компрессионно-дистракционный остеосинтез аппаратом Г.А. Илизарова, пластины, различные виды костной пластики, использование имплантов искусственного или биологического происхождения.

Все вышеперечисленные методы лечения собак с нестабильными повреждениями имеют свои преимущества и недостатки. Основным недостатком является развитие деструктивных изменений в сегментах, сопряженных с локализацией нестабильности.

Целью нашего исследования было обосновать эффективность лечения собак с нестабильными повреждениями поясничного отдела позвоночника с применением динамической транспедикулярной фиксацией.

Для достижения поставленной цели необходимо было изучить распространенность заболеваний опорно-двигательной системы у собак, разработать и обосновать способ лечения животных с нестабильными повреждениями поясничного отдела позвоночника, провести сравнительную оценку погружного транспедикулярного остеосинтеза, с применением конструкций ригидной и динамической фиксацией; изучить особенности reparативной регенерации костной ткани и динамику гематологических и биохимических показателей, и функционального состояния травмированного сегмента в условиях применения динамической фиксации.

Нами проведено экспериментальное исследование *in vivo*. Экспериментальные животные были разделены на три группы, одну контрольную и две опытные, в каждой по 10 собак. В эксперименте у всех собак с соблюдением правил асептики создавали нестабильность поясничного отдела позвоночника. В опытную группу 2 вошли собаки, которым была применена ригидная фиксация, а в группу 3 – динамическая фиксация. Животным выполнялся транспедикулярный остеосинтез позвоночника с использованием динамических штанг из нитинола. За собаками вели ежедневные клинические наблюдения, оценивали клинико-неврологический статус.

Клинические наблюдения показали, что в условиях применения динамических штанг при транспедикулярном остеосинтезе способствовало восстановлению двигательной функции у прооперированных животных. У экспериментальных собак ( $n=30$ ) проводили лабораторные исследования крови перед операцией на 7, 14 и 21 сутки эксперимента для оценки процессов регенерации в прооперированном участке. С целью контроля за изменениями метаболических процессов и течением reparативного остеогенеза у больных

животных определяли некоторые биохимические показатели: активность щелочной фосфатазы, общий кальций и неорганический фосфор.

При исследовании лабораторных показателей крови у собак всех трех групп отмечали уменьшение концентрации тромбоцитов, СОЭ и лимфоцитов, а также ядерный сдвиг нейтрофилов вправо, что связано со снижением воспалительного процесса, с интенсивностью развития репаративных процессов в костной ткани, с отсутствием аллергической реакции на транспедикулярную конструкцию и, следовательно, с ранней активацией поврежденного сегмента в стато-локомоторный акт.

При биохимическом анализе сыворотки крови отмечали повышение активности щелочной фосфатазы на 7-е сутки после перелома, а затем снижение ее активности к 14-м суткам наблюдения в двух опытных группах. При изучении минерального обмена нами установлено, что к 14-м суткам эксперимента уровень неорганического фосфора и общего кальция в крови снижается. Показатели концентрации щелочной фосфатазы и минерального обмена в крови характеризовали интенсивность течения репаративных процессов в поврежденной костной ткани. Происходило их мобилизация из остеобластов и депо, и их активность в крови возрастала в начальном этапе лечения собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника, а дальше шла на спад при формировании костной мозоли.

По результатам исследования, биохимических показателей сыворотки крови собак опытных групп, можно прийти к выводу, что применение динамической конструкции при транспедикулярном остеосинтезе способствовало формированию костной мозоли в зоне локализации повреждения позвоночника.

Все результаты проведенных гематологических и биохимических исследований свидетельствовали о том, что применение динамической конструкции при транспедикулярном остеосинтезе способствует созданию оптимальных условий для нормализации метаболических процессов в

организме, восстановлению реологических свойств крови и снижению воспаления.

Рентгенография поврежденного участка поясничной области выполнялась перед операцией, 7, 14 и 21 сутки эксперимента. Показатели высоты диска на уровне фиксации в двух опытных группах до оперативного вмешательства составил  $0,3 \pm 0,02$ мм, после фиксации позвоночно-двигательный сегмент -  $0,3 \pm 0,003$ мм на всем протяжении эксперимента. Функцию в позвоночно-двигательном сегменте оценивали путем определения объема движений по методу Cobb и по изменению высоты суставной щели дугоотросчатых суставов. Высота суставной щели до оперативного вмешательства в фиксированном сегменте у животных двух опытных групп составлял в среднем  $0,3 \pm 0,002$ мм. В группе животных с динамической фиксацией показатель не менялся и оставался на прежнем уровне до конца эксперимента. В группе с ригидной фиксацией высота суставной щели со временем уменьшалась: отчетливо было отмечено у животных в сроке 18 месяцев и составило  $0,2 \pm 0,003$ мм. Это характерно для развития дистрофических изменений в дугоотросчатых суставах на уровне ригидной фиксации позвоночно-двигательного сегмента.

Полученные результаты экспериментального исследования показывают, что применением ригидных систем фиксации в отдаленном периоде приводят к «выключению» фиксированного позвоночно-двигательного сегмента позвоночника из движения. Данный факт ведет к дегенеративным изменениям как в зоне фиксации позвоночно-двигательного сегмента, так и в смежных сегментах. В первую очередь начинают, подвергается перегрузке смежные суставы, в результате компенсаторно-приспособительной перегрузки. Аналогичные данные получены рядом авторами относительно ригидных систем фиксации на анатомических препаратах позвоночника.

Мультиспиральная компьютерная томография показала, что высоты диска на уровне фиксации позвоночно-двигательного сегмента в обеих опытных группах животных была одинаковой и составляла в среднем

0,3±0,002мм на всем протяжении исследования. Разница высоты диска была отмечена на 12-й месяц исследования краиальней и каудальней уровня фиксации позвоночно-двигательного сегмента. На протяжении всего эксперимента при рентгенологическом и МСКТ исследовании у собак не наблюдали патологических изменений в костной ткани в перипротезных участках.

Гистологическое исследование процессов репаративной регенерации проводили посмертно. При гистологическом исследовании поясничного отдела позвоночника, в срезах из области между проксимальным и дистальным краями обнаруживались участки грануляционной ткани. На фоне сформировавшейся грануляционной ткани обращало внимание образование как эндостальной, так и периостальной костной мозоли. На этой стадии эксперимента обнаруживалась уже сформированная костная ткань, в которой местами еще прослеживались участки оссификации хрящевой ткани.

Данные гистологического исследования свидетельствуют о том, что регенеративно-восстановительные процессы в зоне поясничного отдела позвоночника в условиях применения динамических конструкций при транспедикулярной фиксации протекают интенсивнее, на фоне улучшения процессов микроциркуляции, за счет богатой развитой грануляционной ткани и обилия новообразованных сосудов, что доказывает эффективность применения динамических конструкций при транспедикулярной фиксации для стимуляции регенеративных процессов в костной ткани.

## Выводы

1. Заболевания опорно-двигательной системы у собак составляют 37,5% от общей хирургической патологии. Нестабильность поясничного отдела позвоночника составляет 22,8% от заболеваний опорно-двигательной системы и 8,6% – от общей хирургической патологии.

2. Безопасным коридором для проведения педикулярного винта является средняя треть позвонка, угол введения педикулярных винтов в ножку позвонка составляет  $30^\circ$ . Оптимальные размеры погружной части педикулярного винта находятся в диапазоне от 1,2 до 2,5 см для животных с массой тела от 2 до 60 кг.

3. Лечение собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника с применения динамической транспедикулярной конструкции с использованием продольных штанг выполненных из нитинола сохраняет биомеханику травмированного и смежных сегментов.

4. Применение динамической транспедикулярной фиксации у собак способствует нормализации клинических показателей: температура, пульс и дыхание к 7 суткам после операции, а так же выраженной статики и динамики грудных и тазовых конечностей к 14 суткам и скоординированным движениям к 21 суткам, что на  $5\pm2$  суток раньше, чем у животных с ригидной конструкцией.

5. Объем движений до операции составляет  $18\pm1,2^\circ$  у всех подопытных животных. Ригидная транспедикулярная фиксация снижает объем движений в позвоночно-двигательном сегменте до  $0\pm0,03^\circ$ . Динамическая транспедикулярная фиксация сохраняет объем движений в позвоночно-двигательном сегменте на всем протяжении эксперимента и составляет  $1,5\pm1,3^\circ$ , что составляет 78,9% от исходного объема движений в оперированном сегменте.

6. В условиях применения нитиноловых штанг при транспедикулярной фиксации у собак с нестабильностью позвоночника к 14 суткам после операции происходит снижение СОЭ, концентрации лейкоцитов и С-реактивного белка

на 34,9%; 10,5% и на 56,5% соответственно по сравнению с животными, которым применялась транспедикулярная конструкция, выполненная из хирургической стали.

7. Применение динамической транспедикулярной фиксации способствует снижению концентрации гликозамингликанов, глюкуроновой и сиаловых кислот на 21,5%, 43,3% и 10% по сравнению с животными которым применялась ригидная транспедикулярная конструкция.

8. Динамическая фиксации поврежденного сегмента позвоночника способствует умеренной пролиферации соединительнотканых элементов в месте повреждения, не сопровождается образованием костной мозоли и спонилоидезом, что способствует профилактике развития атрофии межпозвоночных дисков, предупреждает смещение и повреждение суставных поверхностей дугоотросчатых суставов.

### **Практические рекомендации**

1. Для практикующих специалистов разработана таблица выбора комплектующих для выполнения транспедикулярной фиксации позвоночника.

Вес собаки, кг	Размер винта, см	
	погружной части	педикулярной части
2 - 5	1,2	2,2
6 - 10	1,5	2,5
11 - 20	1,8	2,8
21 - 40	2,2	3,2
41 - 60	2,5	3,5

2. Разработано устройство для чрескостного остеосинтеза позвоночника: (патент 158351 Рос. Федерации: МПК A61D 1/10 –№ 2016104370/13; заявл. 09.02.2016, опубл. 01.07.2016, Бюл.№20).

3. Результаты исследований могут быть использованы при чтении лекций и проведении лабораторных занятий со студентами по ветеринарной хирургии.

## **Список сокращений**

ДФ – динамическая фиксация

РФ – ригидная фиксация

ПДС – позвоночно-двигательный сегмент

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография

ВМН – верхний моторный нейрон

НМН – нижний моторный нейрон

ЦНС – центральная нервная система

ПНС – периферическая нервная система

ЦМФР – цифровая микрофокусная рентгенография

ПММА – полиметилметакрилат

## Список литературы

1. Абдуллин, И. Ш. Бактерицидные и биологически стойкие покрытия для медицинских имплантатов и инструментов / И. Ш. Абдуллин, М. М. Миронов, Г. И. Гарипова // Мед. техника. -2004. - №4. - С. 20–22.
2. Автандилов, Г. Г. Медицинская морфометрия. Руководство / Г. Г. Автандилов. – М. : Медицина, 1990. – 384 с.
3. Азарова, М. С. Диагностика пояснично-крестцового корешкового синдрома / М. С. Азарова // Ветеринарный Петербург. - 2015. - № 1. - С.24-26.
4. Акимов, А.В. Канюлированные имплантанты при лечении собак с внутрисуставными переломами / А.В. Акимов, Ю.И. Сидорова // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. – 2014. - № 5. – С. 10-14.
5. Акимов, А.В. Разработка способа определения направления введения транспедикулярных винтов при чрескостном внутреннем остеосинтезе грудопоясничного отдела позвоночника у собак / А.В. Акимов // Вопросы ветеринарии и ветеринарной биологии. – 2006. – С. 18-20.
6. АнATOMия собаки. Соматические системы / Н. А. Слесаренко [и др.]. - СПб. : Лань, 2003. - 96 с.
7. АнATOMия собаки и кошки / Б. Фольмхаус [и др.] - М. : Аквариум, 2003. - 508 с.
8. Анников, В. В. Использование аллоплента для ускорения остеогенеза / Анников В. В. // Практик. - 2005. - №1/2. - С. 84-87.
9. Анников, В. В. Коррозионное поведение термооксидных покрытий остеофиксаторов // В. В. Анников [и др.] // Матер. междунар. науч.-практ. конфер. «Актуальные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса». - Курск, 2008. - С. 32-34.
10. Анников, В. В. Теоретические предпосылки к применению биоматериала «Аллоплант» в травматологии / В. В. Анников // Мат.

Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию фак. вет. медицины Воронежского ГАУ. –2006. – 112 с.

11. Алиев, А. А. Выбор и правовое регулирование применения лекарственных средств для анестезиологической защиты животных : метод. рекомендации / А. А. Алиев, А. Ю. Нечаев, А. В. Яшин. - СПб. : СПбГАВМ, 2005. - 25 с.

12. Аутологичные обогащенные тромбоцитами белковые покрытия в пластической хирургии / В. Н. Балин [и др.] // II Международная конференция «Современные технологии и возможности реконструктивно-восстановительной и эстетической хирургии». - М., 2010. - С. 36.

13. Ахтямов, И. Ф. Оценка ответа острой фазы при экспериментальном остеосинтезе имплантами с покрытием нитридами титана и гафния / И. Ф. Ахтямов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2013. - № 215. - С. 26-31.

14. Бабский, Е. Б. Физиология человека / Е. Б. Бабский [и др.]. – М. : Медицина, 1985. – 544 с.

15. Базовые принципы и техника накостного остеосинтеза / С. А. Ягников [и др.] // Российский ветеринарный журнал. – 2009. - № 1 – С. 39-45.

16. Байзыханов, С. К. Применение антибактериального цементного носителя при лечении животных с острым травматическим остеомиелитом : дис. .... канд. вет. наук : 06.02.04 / Серик Кабдыр-Раззахович Байзыханов. – СПб, 2015. – 143 с.

17. Барабаш, А. П. Комбинированный напряженный остеосинтез / А. П. Барабаш, Л. Н. Соломин. - Благовещенск: АмурЭко, 1992. - 71 с.

18. Беляков, И. М. Болезни собак: справочник / И. М. Беляков, В. А. Лукъяновский, Б. М. Авакянц. – М.: Нива России, 1996. - 350 с.

19. Берснев, В. П. Хирургия позвоночника, спинного мозга и периферических нервов / В. П. Берснев, Е. А. Давыдов, Е. Н. Кондаков. - СПб. : Специальная Литература, 1998.- 368 с.

20. Биохимические аспекты регуляции дистракционного остеогенеза / В.И. Шевцов [и др.] // Вестник РАМН. - 2000. - № 2. - С. 30-34.
21. Боровиков, В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. Боровиков. - СПб. : Питер, 2001.- 656 с.
22. Богородинский, Д. К. Руководство к практическим занятиям по нервным болезням / Д. К. Богородинский, А. А. Скоромец, А. И. Шваре. - М. : Медицина, 1977. – 328 с.
23. Браунд, К. Подход к диагностике неврологических заболеваний / К. Браунд // Waltham FOCUS. – 1999. –Т. 9, № 2. – Р. 23-30.
24. Вагапова, В. Ш. Сравнительная характеристика результатов применения имплантатов из титановых сплавов различной модификации травматологии и ортопедии / В. Ш. Вагапова, У. Ф. Мухаметов, Д. Ю. Рыбалко // Медицинский вестник Башкортостана. - 2012. - Том 7, № 5. - С. 68-71.
25. Васильев, А. Ю. Рентгенография с прямым многократным увеличением в клинической практике / А. Ю. Васильев. - М. : ИПТК «ЛОГОС», 1998. - 148 с.
26. Васильев, Ю. Г. Ветеринарная клиническая гематология / Ю. Г. Васильев, Е.И. Трошин, А.И. Любимов. - СПб. : Лань, 2015. - 656 с.
27. Ватников, Ю. А. Травматическая болезнь - нозологическая единица в ветеринарной хирургии / Ю. А. Ватников // Материалы XI Московского Международного ветеринарного конгресса. - М., 2003. - С. 142-143.
28. Веремей, Э. И. Травматологическая помощь в собаководстве / Э. И. Веремей, В. М. Лакисов // Ветеринария. - 1992. - № 1. - С. 57 - 58.
29. Вилер, С. Д. Неврология мелких домашних животных в вопросах и ответах / С. Д. Вилер, В. Б. Томас. - М. : Аквариум, 1999. – 199 с.
30. Волкова, О. В. Основы гистологии с гистологической техникой / О. В. Волкова. – М. : Медицина, 1982. – 303 с.
31. Выбор режимов термической обработки при производстве медицинского инструмента и имплантатов с памятью формы из сплава TH1 / М. Ю. Коллеров [и др.] // Технология легких сплавов. - 2007. - № 3. - С. 52-56.

32. Глазырин, Д. И. Экспериментальное обоснование внеочагового остеосинтеза позвоночника / Д. И. Глазырин, С. М. Кутепов, А. М. Лавруков // Актуальные вопросы травматологии и ортопедии: Сб. научных трудов. - М., 1992. - С. 73-76.
33. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. - М. : Практика, 1999.- 459 с.
34. Грубер, Н. М. Лечение различных видов повреждений тел позвонков методом пункционной вертебропластики / Н. М. Грубер [и др.] // Практическая медицина. - 2014. – Вып. 4 (80), Том 2. - С. 56-60.
35. Денни, Х. Ортопедия собак и кошек. / Х. Денни, С. Баттервоф. - М. : Аквариум, 2004. - 696 с.
36. Деревянченко, В. В. Клинико-морфологическое обоснование эффективности применения в травматологии остеофиксаторов из наномодифицированного диоксида титана: автореф. дисс. ... канд. вет. наук : 06.02.01 / Владимир Владимирович Деревянченко. - Саратов, 2015. – 22 с.
37. Дерхо, М. А. Некоторые стороны фосфорно-кальциевого обмена у собак на разных стадиях остеогенеза / М. А. Дерхо, С. Ю. Концевая // Ветеринарная клиника. - 2004. - № 5. - С.18-20.
38. Дерхо, М. А. Состояние минерального обмена при лечении переломов методом чрескостного остеосинтеза / М. А. Дерхо, С. Ю. Концевая // Ветеринария. - 2001. - № 11. – С. 56-57.
39. Десятниченко, К. С. Некоторые аспекты декальцинации скелета при переломах трубчатых костей у собак / К. С. Десятниченко, М. А. Дерхо // Современные вопросы ветеринарной медицины и биологии : сб. науч. тр. / Башкирский гос. аграрный ун-т. - Уфа, 2000. - С.127-128.
40. Джексон, М. Ветеринарная клиническая патология. Введение в курс / М. Джексон; пер. с англ. Т. Лисициной. - М. : Аквариум-Принт, 2009. - 384 с.

41. Донкова, Н. В. МРТ-диагностика поражений головного и спинного мозга у животных / Н. В. Донкова, О. В. Радченко // Вестник КрасГАУ. - 2010. - №10. - С. 140-145.
42. Дубок, В. А. Синтез, свойства и применение остеоотропных заменителей костной ткани на основе керамического гидроксиапатита / В. А. Дубок, Н. В. Ульянич // Ортопедия, травматология и протезирование. - 1998. - №3. - С.26-30.
43. Дулаев, А. К. Закрытые повреждения позвоночника грудной и поясничной локализации / А. К. Дулаев, В. М. Шаповалов, Б. В. Гайдар. - СПб. : МОРСАР АВ, 2000. - 144 с.
44. Дуров, М. Ф. Оперативное лечение неосложненных повреждений позвоночника / М. Ф. Дуров, В. М. Осинцев, О. М. Юхнова // Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности. Диагностика и лечение не осложненных переломов позвоночника. - М., 1983. - С. 132–135.
45. Дыгай, А. М. Воспаление и гемопоэз / А. М. Дыгай, А.М. Клименко. - Томск : Изд-во Том. ун-та, 1992. - 276 с.
46. Европейская конвенция по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. - 2003. - №4. - С. 34-36.
47. Журавков, А. А. Осложнения при лечении переломов / А. А. Журавков // Ветеринарный Петербург. - 2013. - № 4. - С.5-9.
48. Зайцев, В. В. Разработка и применение костно-пластических материалов в траматологии и ортопедии / В. В.Зайцев, М. В.Лекишвили, М. Г.Васильев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2009. - № 1. - С. 82-85.
49. Зайцев, С. Ю. Биохимия животных. Фундаментальные и клинические аспекты: учебник / С. Ю. Зайцев, Ю. В. Конопатов. - СПб. : Лань, 2005. – 384 с.

50. Закревский, Л. К. Дегенеративно-дистрофические изменения в позвоночнике после компрессионных переломов / Л. К. Закревский, М. И. Попов, А. Е. Чистяков // V съезд травматологов-ортопедов республик сов. Прибалтики: тез. докл. - Рига, 1986. - С. 245-246.
51. Зарипов, З. А. Способы фиксации позвоночника / З. А. Зарипов // Ортопед. травмат. - 1979. - № 9. - С. 45-46.
52. Зеленевский, Н. В. Анатомия животных / Н. В. Зеленевский, К. Н. Зеленевский. – СПб. : Лань, 2014. - 848 с.
53. Зуева, Н. М. Сравнительные характеристики методов лучевой диагностики / Н. М. Зуева // Ветеринария Кубани. - 2010. - № 3. - С. 24-30
54. Иванов, В. П. Научно-практические основы ветеринарной клинической рентгенологии / В. П. Иванов. - Хабаровск : Риотип, 2005. - С. 228-242.
55. Исследование взаимодействия биосовместимого покрытия из смеси нитридов металлов IV группы с тканями живого организма / И. Ф. Ахтямов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. -2012. -Т. 15, № 20. - С. 176–179.
56. Календер, В. К. Компьютерная томография. Основы, техника, качество изображений и области клинического использования / В. К. Календер ; под ред. В. Е. Синицына. – М. : Техносфера, 2006. – 344 с.
57. Камалов, И. И. Сравнительная клинико-рентгенологическая оценка различных методов оперативной фиксации поврежденных позвонков / И. И. Камалов, Е. К. Валеев // Ортопед. травмат. - 1981. - № 12. - С. 19-21.
58. Качесов, В. А. Основы интенсивной реабилитации. Травма позвоночника и спинного мозга. Книга 1 / В. А. Качесов. – М. : Элби, 2002. – 126 с.
59. Кашин, А. С. Оказание хирургической помощи собакам / А. С. Кашин, Н. И. Левченко // Ветеринария. - 1994. - № 3. - С.57-54.
60. Кирк, Р. Современный курс ветеринарной медицины Кирка / Р. Кирк, Д. Бонагура ; пер. с англ. – М. : ООО «Аквариум-Принт», 2005. – 1376 с.

61. Кирсанов, К. П. Варианты фиксации спицами поясничных позвонков собак. Метод Илизарова - достижения и перспективы. Тезисы докладов Международной конференции, посвященной памяти акад. Г. А. Илизарова (15-17 июня 1993г.).- Курган, 1993.- С.348-350.
62. Кирсанов, К.П. Репаративная регенерация при переломах позвоночника с повреждением зоны роста позвонка у мелких домашних животных остеогенеза / К.П. Кирсанов, С.Ю. Концевая, М.А. Дерхо // Ветеринарная клиника. - 2002. - № 5. - С. 20-23.
63. Кирсанов, К.П. Топографоанатомическое обоснование применения метода чрескостного остеосинтеза по Илизарову в хирургии позвонка. Т.XXXXLX.- ч.1м/ К.П. Кирсанов, И.А. Меньшикова // Лечение повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову. Научные труды ВКНЦ «ВТО». - Казань, 1992. - С. 25-28.
64. Кирсанов, К.П. Особенности чрескостной фиксации задних структур поясничных позвонков собак / К.П. Кирсанов, И.А. Меньшикова // Современные аспекты травматологии и ортопедии. Тезисы докладов итоговой науч.-практич. конф. НИЩ «ВТО» (8-9 декабря 1994г.). - Казань, 1994. - С.57-58.
65. Кирсанов, К.П. Размеры и форма поперечного сечения спинного мозга и позвоночного канала собак в возрастном аспекте. Т. XL / К.П. Кирсанов, И.А. Меньшикова // Вопросы травматологии, ортопедии и восстановительной хирургии. Научные труды НИЦТ «ВТО». - Казань, 1993. - С. I 11-114.
66. Кирсанов, К.П. Репаративная регенерация переломов в условиях внешней фиксации аппаратом (экспериментальное исследование) / К.П. Кирсанов, И.А. Меньшикова, Н.М. Мельников // Хирургические аспекты травматических повреждений и заболеваний центральной периферической нервной системы: Материалы науч.-практ. конф .- Сургут, 1999. - С.76-77.

67. Кирсанов, К.П. Топографо-анатомическое обоснование наружной фиксации поясничных позвонков собак стержне-фиксаторами / К.П. Кирсанов, И.А. Меньшикова // Тезисы докладов Межд. Юбил. науч.-практич. конф. «Перспективные направления чрескостной ортопедии в реконструктивно-восстановительной хирургии: теория и практика» и симпозиума «Регенерация и рост тканей в условиях дозированного растяжения» // Гений ортопедии. - 1996.- № 2-3. - С. 110-111.

68. Классификация переломов костей конечностей / С. А. Ягников [и др.] // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. - 2008. - № 4. - С. 37-41.

69. Клименко, Н. А. Механизмы регуляции системы крови при воспалении : автореф. дис. ...д-ра мед. наук : 14.00.16 / Николай Алексеевич Клименко. – Томск, 1992. – 34 с.

70. Клиническая диагностика внутренних болезней животных / С. П. Ковалев [и др.]. - СПб. : Лань, 2016. - 544 с.

71. Клиническая диагностика с рентгенологией / Е. С. Воронин [и др.] – М. : Колос, 2006. – 509 с.

72. Клиническое исследования влияния имплантатов, изготовленных из различных видов металлов на физическое состояние подопытных животных / Э. Б. Гатина [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 2014. - № 4. - С.75-79.

73. Козлов, Е. М. Деформация позвоночного столба французского бульдога как генетическая аномалия / Е. М. Козлов // Ветеринар. – 2003. - № 28. – С. 37.

74. Козлов, Н. А. Биохимические показатели, характеризующие остеорепарацию после переломов костей / Н. А. Козлов // Материалы метод. и науч. конф. : сб. науч. тр. / МГАВМиБ. - М., 2001. - С.210-211.

75. Козлов, Н.А. Современная концепция лечения компрессионных повреждений спинного мозга у собак. Часть 1. Экспериментальный раздел /

Н.А. Козлов, Р.К. Полянский, В.С. Старынина // РВЖ.МДЖ. - 2014. - № 1. - С. 25–29.

76. Козлов, Н. А. Стимуляция остеорепарации у собак / Н. А. Козлов // Ветеринария. - 2000. - № 6. - С. 54-56.

77. Козлов, Н. А. Эффективность костных препаратов при переломах костей / Н. А. Козлов // Тр. МГАВМиБ им. К. И. Скрябина. - 2000. – В. 9. – С. 51.

78. Кондрахин, И. П. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии: справочное издание / И. П. Кондрахин, Н. В. Курилов, А. Г. Малахов. - М. : Агропромиздат, 1985. – 287 с.

79. Конопатов, Ю. В. Биохимия животных: учебное пособие / Ю. В. Конопатов, С. В. Васильева. - СПб. : Лань, 2015. – 384 с.

80. Концевая, С.Ю. Оценка способов лечения переломов трубчатых костей у собак / С.Ю. Концевая, М.А. Дерхо // Ветеринария. - 2001.- № 10 - С.51-54.

81. Концевая, С.Ю. Рентгенодиагностика при костно-суставной патологии у животных / С.Ю. Концевая, Е.П. Циулина, М.А. Дерхо // В сб. мат. межвуз. науч.-практ. конф.- 2001, Троицк. -С. 102-104.

82. Корж, А. А. Репаративная регенерация кости / А. А. Корж, А. М. Белоус, Е. Я. Панков. - М. : Медицина, 1972. - 232 с.

83. Корнилов, И. И. Никелид титана и другие материалы с эффектом «памяти» / И. И. Корнилов, О. К. Белоусов, Е. В. Качур. - М. : Наука, 1977. - 180 с.

84. Корнилов, Н. В. Повреждения позвоночника. Тактика хирургического лечения / Н. В. Корнилов, В. Д. Усиков. - СПб. : МОРСАР АВ, 2000. - 232 с.

85. Котенко, В. В. Внутренний напряженный остеосинтез устройствами с термомеханической памятью этап развития современной хирургии повреждений / В. В. Котенко. - Новокузнецк - СПб. : ВНПЦ ИПФ, 2000. - 19 с.

86. Крамер, Г. Математические методы статистики / Г. Крамер.- М. : Мир, 1975.- 632 с. Казьмин, А. И. Актуальные вопросы лечения не осложненных переломов позвоночника / А. И. Казьмин, А. В. Каплан // Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности. Диагностика и лечение не осложненных переломов позвоночника. - М. : ЦИТО, 1983. - С. 39-47.
87. КТ-семиотика репаративных процессов в большеберцовой кости при интрамедуллярном остеосинтезе имплантатами с покрытием нитридами титана и гафния в эксперименте / И.Ф. Ахтямов [и др.] // Журнал клинической и экспериментальной ортопедии им. Г.А. Илизарова. – 2015. - № 2. – С. 53-56.
88. Лаврова, К. М. Лабораторная диагностика костных патологий у собак / К. М. Лаврова // Практик. - 2010. - № 1. - С.90-91.
89. Лебедев, А. В. Интрамедуллярный остеосинтез у мелких животных / А. В. Лебедев, А. А. Даас // Ветеринария. - 1990. - № 3. - С. 72 - 75.
90. Лечение переломов шейного отдела позвоночника у мелких домашних животных аппаратом внешней фиксации / К.П. Кирсанов [и др.] // Ветеринарная клиника. - 2003. - № 12. - С. 25-26.
91. Линденбрaten, Л. Д. Медицинская радиология / Л. Д. Линденбратен, И. П. Королюк. - М. : Медицина, 2000. - 672 с.
92. Лукьяновский, В. А. Биохимический метод определения изменений костной ткани после перелома / В. А. Лукьяновский, Н. А. Козлов // Ветеринария. - 2001. - № 8. - С. 49-51.
93. Мартынов, О. С., Пропедевтика нервных болезней / О. С. Мартынов, Е. В. Малкова, Н. Ф. Борисова. - М. : Российский университет дружбы народов, 1983. - 108с.
94. Макаревич, С. В. Сpondilodез универсальным фиксатором грудного и поясничного отделов позвоночника: пособие для врачей / С. В. Макаревич. – Минск : ЗАО «Юнипак», 2001. - 80с.
95. Манирамбона, Ж. К. Влияние имплантатов с покрытием на основе сверхтвердых соединений на денситометрические и морфологические

показатели костной ткани в эксперименте / Ж. К. Манирамбона // Российский ветеринарный журнал для мелких домашних животных. - 2014. - № 6. - С. 9-11.

96. Медик, В. А. Математическая статистика в медицине / В. А. Медик, М. С. Токмачев.- М. : Финансы и статистика, 2007. - 798 с.

97. Мейер, Д. Ветеринарная лабораторная медицина. Интерпретация и диагностика / Д. Мейер, Дж. Харви. - М. : Софирон, 2007. - 456 с.

98. Меркулов, Г. А. Курс патологогистологической техники / Г. А. Меркулов. - М. : Медгиз, 1956. – 261 с.

99. Местное и общее обезболивание животных / А. А. Стекольников [и др.]. – СПб. : Лань, 2004. – 208 с.

100. Миелография у мелких домашних животных / Ю.В. Кривова [и др.] // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. – 2009. - № 2. – С. 33—39.

101. Минасов, Б. Ш. Диагностика и хирургическое лечение нестабильных осложненных повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника / Б. Ш. Минасов, В. А. Халиков, Л. М. Файрузова. – Уфа : АДИ, 1998. - 166 с.

102. Митин, В. Н. Генетически обусловленные хирургические болезни собак / В. Н. Митин, Н. А. Слесаренко, С. А. Ягников. – М. : ЗАО «Издательский Дом», 2005. – 44 с.

103. Молоканов, В. А. Лечение травматических вывихов тазобедренного сустава у мелких домашних животных : учеб. и учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В. А. Молоканов, К. П. Кирсанов, Ю. В. Черников. – М. : КолосС, 2005. – С. 52.

104. Морозов С. П. Мультиспиральная компьютерная томография / С. П. Морозов, И. Ю. Насникова, В. Е. Синицын. - М. : ГЭОТАР-медиа, 2009. - 112 с.

105. Морфологическое исследование локального влияния имплантатов с покрытиями на основе сверхтвердых соединений на костную ткань в условиях

индуцированной травмы / И. Ф. Ахтямов [и др.] // Гений ортопедии. - 2015. - №1. - С. 65-70.

106. Никитин, Г. Д. Костная и металлическая фиксация позвоночника при заболеваниях, травмах и их последствиях / Г. Д. Никитин [и др.]. - СПб. : Русская графика, 1998. – 448 с.

107. Никитин, Г. Д. Множественный переломы и сочетанные повреждения / Г. Д. Никитин, Э. Г. Грязнухин. – М. : Медицина, 1983. – 296 с.

108. Ниманд, Х. Г. Болезни собак / Х. Г. Ниманд, П. Ф. Сутер. - М. : Аквариум, 2004. – 806 с.

109. Новое направление несвободной костной пластики в ветеринарной медицине / С. В. Тимофеев [и др.] // Ветеринария. - 2001. - № 10. - С.32.

110. Новые способы стимуляции репаративного остеогенеза / Н. А. Кононович [и др.] // Ветеринария. - 2010. - № 7. - С. 51-53.

111. Ноздрачев, А. Д. Периферическая нервная система: Структура, развитие, трансплантация и регенерация / А. Д. Ноздрачев, Е. И. Чумасов. - СПб. : Наука, 1999. – 281 с.

112. Олейникова, Е. А. Иммунологические механизмы регенерации / Е. А. Олейникова // Современные проблемы регенерации. - Йошкар-Ола, 1980. - С. 329 - 354.

113. Оценка иммунной реакции у собак при имплантации термооксидных остеофиксаторов / А. В. Красников [и др.] // Вестник ветеринарии. - 2012. - № (4) 63. - С. 118-122.

114. Оценка регенерации костной ткани в эксперименте с помощью цифровой микрофокусной рентгенографии и компьютерной томографии / А.Ю. Васильев [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. - 2010. - Том 55, № 1. - С. 31-35.

115. Оценка эффективности PRP-технологии лечения животных с асептическими остеоартрозами / В. В. Анников [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2013. - № 3. - С. 3-6.

116. Ошибки и осложнения транспедикулярной фиксации позвоночника погружными конструкциями / К. А. Бердюгин [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 4-2. – С. 425-431.
117. Панкратова, Т. Н. Морфофункциональная характеристика факторов естественной резистентности травмированных собак и прогноз оперативных вмешательств / Т. Н. Панкратова, Ю. А. Ватников // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Агрономия и животноводство.- 2007. - № 4. - С. 74-79.
118. Пат. 2108763 Российская Федерация, кл. A 61B17/70, A 61B17/64. Устройство для чрескостного остеосинтеза позвоночника / В.Д. Усиков. – № 95113858/14; заявл. 01.08.1995; опубл. 20.04.1998.
119. Патологическая физиология / А. Д. Адо [и др.]. – М. : Триада-Х, 2000. – 607 с.
120. Педаченко, Е. Г. Пункционная вертебропластика / Е. Г. Педаченко, С. В. Кущаев. - Киев: А.Л.Д., 2005. - 520 с.
121. Петраков, К. А. Оперативная хирургия с основами топографической анатомии / К. А. Петраков, П. Т. Саленко, С. М. Панинский. – М. : Колос, 2001. - 423 с.
122. Повреждения позвоночника / В. Г. Виноградов [и др.]. – Иркутск. : ГБОУ ВПО ИГМУ МЗ и СР РФ, 2011. – 47 с.
123. Полищук, Н. Е. Повреждения позвоночника и спинного мозга / Н. Е. Полищук, Н. А. Корж, В. Я. Фищенко. – Киев : Книга плюс, 2001.- 388 с.
124. Попелянский, Я. Ю. Вертеброгенные заболевания нервной системы / Я. Ю. Попелянский. - Йошкар-Ола : Мар. кн. изд-во, 1983. – 372 с.
125. Потрахов, Н. Н. Дентальная микрофокусная рентгенография / Н. Н. Потрахов, В. М. Мухин // Мед. Физика. - 2001. - №11. - С. 47–52.
126. Потрахов, Н. Н. Микрофокусная рентгенография в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии / Н. Н. Потрахов. - СПб. : ООО «Техномедиа», 2007. - 184 с.

127. Практикум по общей хирургии / Б. С. Семенов [и др.] ; под общ. ред. проф. Б. С. Семенов, А. А. Стекольникова. – СПб. : Лань , 2013. – 368 с.
128. Применение несущих транспедикулярных систем и динамических фиксаторов из нитинола в хирургии позвоночника и спинного мозга / И. В. Зуев [и др.] // Гений ортопедии. - 2009. - № 1. - С. 84-87.
129. Прокоп, М. Спиральная и многослойная компьютерная томография / М. Прокоп, М. Галански : учеб. пособие в 2-х т. ; пер. с англ. под ред. А. В. Зубарева, Ш. Ш. Шотемора. – 3-е изд., перераб. и доп. - М. : МЕДпресс-информ, 2011. – Т. 2. - 712 с.
130. Пульняшенко, П. Р. Анестезиология и реаниматология собак и кошек / П. Р. Пульняшенко. – М. : Аквариум, 2000. – 192 с.
131. Рамих Э. А. Повреждения грудного и поясничного отделов позвоночника / Э. А. Рамих // Хирургия позвоночника. - 2008. - №1. - С. 86-106.
132. Рамих, Э. А. Хирургические методы в комплексе лечения переломов грудного и поясничного отделов позвоночника / Э. А. Рамих, М. Т. Атаманенко // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. - 2003. - № 3. - С. 43–48.
133. Рамих, Э. А. Эволюция хирургии повреждений позвоночника в комплексе восстановительного лечения / Э. А. Рамих // Хирургия позвоночника. - 2004. - №1. - С. 85-92.
134. Результаты применения конструкций из металла с памятью формы при операциях на опорно-двигательном аппарате / Г. Л. Плоткин [и др.] // Имплантаты с памятью формы. - 1993. - № 1. - С. 42-43.
135. Риган, В. Атлас ветеринарной гематологии / В. Риган, Т. Сандерс, Д. Деникола // – М. : Аквариум, 2000. – 136 с.
136. Руководство по внутреннему остеосинтезу / М. Е. Мюллер [и др.] - М. : Springer-Verlag, 1996. – 780 с.
137. Савельев, В. И. Получение и сохранение деминерализованной костной ткани для клинического применения / В. И. Савельев // Деминерализованные костные трансплантаы и их использование в

восстановительной хирургии использование в восстановительной хирургии: сб. науч. тр. - СПб., 1996. - С. 3 - 12.

138. Садовский, Н. В. Топографическая анатомия домашних животных / Н. В. Садовский – М. : Гос. изд-во с.-х. лит., 1960. – 423 с.

139. Сальков, Н. Н. Хирургическое лечение пострадавших по поводу позвоночно-спинномозговой травмы с применением стягивающих скоб с эффектом памяти / Н. Н. Сальков // Украинский нейрохирургический журнал. – 2014. - № 2. – С. 42-47.

140. Самошкин, И. Б. Реконструктивно-восстановительная хирургия опорно-двигательного аппарата у собак / И. Б. Самошкин, Н. А. Слесаренко. - М. : Советский спорт, 2008. – 198 с.

141. Самошкин, И. Б. Репаративная регенерация костной ткани у собак / И. Б. Самошкин // Ветеринария. – 1996. – № 11. – С. 49.

142. Саркисов, Д. С. Общая патология человека / Д. С. Саркисов, М. А. Пальцев, М. К. Хитров. - М. : Медицина, 1997. - 608 с.

143. Сафонова, Г. Д. Характеристика морфофункционального состояния нейроцитов спинномозговых ганглиев собак в постдистракционном периоде / Г. Д. Сафонова, А. П. Коваленко // Морфология. – 2005. – Т. 127, Вып. 2. – С. 44–47.

144. Сафонова, Г. Д. Характеристика трофических взаимодействий в системе «нейрон-глия» поясничных спинномозговых ганглиев при различных условиях удлинения голени в эксперименте / Г. Д. Сафонова // Илизаровские чтения: материалы науч.-практ. конф. с международным участием, посвященные 90-летию со дня рождения академика Г.А. Илизарова, 40-летию РНЦ «ВТО», 8-10 июня 2011 г. – Курган, 2011. – С. 498.

145. Сахно, Н. В. Определение оптимального способа остеосинтеза у собак при косых переломах / Н. В. Сахно // Аграрная наука. - 2007. - № 10. - С. 32-33.

146. Сацкевич, Д. Г. Исторические аспекты металлоостеосинтеза грудного отдела позвоночника / Д. Г. Сацкевич // Вестник ВГМУ. – 2004. - Том 3, № 3. - С. 54- 61.
147. Северин, М. В. Регенерация тканей при экстремальных воздействиях на организм / М. В. Северин, Б. Г. Юшков, А. П. Ястребов. – Екатеринбург : УГМИ, 1993. – 185 с.
148. Севостьянова, В. И. Биосовместимость / В. И. Севостьянова. - М. : ГУП «Информационный центр ВНИИгеосистема», 1999. - 368 с.
149. Селиванов, В. П. Горизонтальные переломы позвонков / В. П. Селиванов, А. И. Мирошин // Ортопед., травматол. и протезиров. - 1971. - № 1. - С. 5-8.
150. Семенов, Б. С. Практикум по общей хирургии / Б. С Семенов, А. А. Стекольников, Э. И. Веремей. – СПб. : Лань, 2013. – 368 с.
151. Семенов, Б. С. Практикум по оперативной хирургии с основами топографической анатомии домашних животных / Б. С. Семенов, В. А. Ермолаев, С. В. Тимофеев. – М. : КолосС, 2003. – 263 с.
152. Семизоров, А. Н. Рентгенография в диагностике и лечении переломов костей : пособие / А. Н. Семизоров. - М. : Видар-М, 2007. -. 176 с.
153. Слесаренко, Н. А. Использование биоматериала "Аллоплант" для стимуляции репаративного остеогенеза при лечебной коррекции переломов длинных трубчатых костей у животных / Н. А. Слесаренко, И. В. Середа // Ветеринария Кубани. - 2007. - № 4. - С. 32-33.
154. Сотников, В. В. Лечение острых травм спинного мозга: переломов и вывихов / В. В. Сотников // Ветеринарный Петербург. - 2014. - № 4. - С. 2-4.
155. Смирнова, Л. А. Травма костных нервов и репаративная регенерация. – Киев: Здоров'я, 1970. – 215 с.
156. Современные возможности задней динамической стабилизации позвоночника в профилактике синдрома смежного уровня: обзор литературы / С. К. Макиров [и др.] // Хирургия позвоночника. - 2015. - Т. 12, №1. - С. 46-62.

157. Смирнова, Н. В. Существующие способы коррекции регенерации костной ткани / Н. В. Смирнова // Новые фармакологические средства в ветеринарии : материалы 9-й межгос. межвуз. науч.-практ. конф. / СПбГАВМ. - СПб. , 1997. - С.161-164.
158. Смирнова, Н. В. Теоретические подходы разработки препарата, ускоряющего регенерацию костной ткани / Н. В. Смирнова // Новые ветеринарные препараты и кормовые добавки : экспресс-информ. - 1997. - Вып. 4. - С. 15-16.
159. Спинальные травмы у мелких домашних животных (учебное пособие) / К.П. Кирсанов [и др.] – М. : Колос, 2003. - 101 с.
160. Статистика переломов позвоночника / С. М. Журавлев [и др.] // Всерос. науч.-практ. конф., посв. 50-летию Новосибирского НИИТО: тез. докл. - Новосибирск, 1996. - С. 129–130.
161. Стецуга, В. И. Системные представления о реальной сложности заживления переломов / В. И. Стецуга // Ортопед., травматол. - 1993. - № 2. - С. 57-61.
162. Столяров, С. Г. Анализ ошибочных действий при проведении остеосинтеза у собак / С. Г. Столяров // Ветеринарная практика. - 1997. - № 3. - С. 41-44.
163. Тимофеев, С.В. Травматические повреждения позвоночника и спинного мозга у собак и кошек / С.В. Тимофеев, В.В. Сотников // Ветеринарная медицина. – 2007. - № 3. - С .43-45.
164. Ткаченко, С. С. Сочетание одномоментной и динамической компрессии при погруженном остеосинтезе пластинками / С. С. Ткаченко // Вестник хирургии,. - 1977. - № 12. - С.82-97.
165. Травматизм и заболевания опорно-двигательной системы как одна из важнейших проблем стойкой утраты трудоспособности, приводящей к значительным экономическим потерям общества / Д. В. Сороколетов [и др.] // Курский научный практический вестник «Человек и его здоровье». - 2012. - № 4. - С. 102-107.

166. Триумфов, А. В. Топическая диагностика заболеваний нервной системы / А. В. Триумфов. - М. : МЕДпресс-информ, 2007. – 264 с.
167. Тумакаев, Р. Ф. Варианты транспедикулярной фиксации и вскрытия спинальной твердой мозговой оболочки / Р. Ф. Тумакаев // Вопросы нейрохирургии. - 2012. - Т. 76, № 4. - С. 60-63.
168. Тумакаев, Р. Ф. История развития спондилодеза и реконструктивных операций / Р. Ф. Тумакаев, В. И. Айдаров, М. В. Малеев // Практическая медицина. – 2013. – Том 2. – С. 156-158.
169. Уланова, Н.В. Первый в РФ опыт использования системы транспедикулярной фиксации для лечения дегенеративного пояснично-крестцового стеноза и шейной спондиломиелопатии у собак на основании серии клинических случаев / Н.В. Уланова, С.С. Горшков // VetPharma. – 2016. - № 2. – С. 48-71.
170. Ульрих, Э. В. Вертебрология в терминах, цифрах, рисунках. Учебник / Э. В. Ульрих, А. Ю. Мушкин. – СПб. : ЭЛБИ-СПб, 2004. – 187 с.
171. Усиков, В. Д. Первичная инвалидность от изолированной травмы позвоночника в структуре повреждений опорно-двигательной системы по данным ВТЕК / В. Д. Усиков, Л. В. Безюк, А. И. Бонохов // Плановые оперативные вмешательства в травматологии и ортопедии. Предоперационная обследование и подготовка больных, осложнения, исходы. - СПб., 1992. - С. 66–68.
172. Хан, К. Ветеринарная рентгенография / К. Хан, Ч. Херд. - М. : Аквариум-Принт, 2006. - 296 с.
173. Хлусов, И.А. Основы биомеханики биосовместимых материалов и биологических тканей: учебное пособие / И.А. Хлусов, В.Ф. Пичугин, М.А. Рябцева. – Томск : изд-во ТПУ, 2007. – 149 с.
174. Хрусталева, И. В. Анатомия домашних животных / И. В. Хрусталева - М. : Колос, 1994. - 704 с.

175. Цивьян, Я. Л. Оперативное лечение спондилолистеза / Я. Л. Цивьян // Сб. научн. трудов: Патология позвоночника. - Новосибирск, 1966. - С. 238-242.
176. Цивьян, Я. Л. Повреждения позвоночника / Я. Л. Цивьян. - М. : Медицина, 1971. – 312 с.
177. Цивьян, Я. Л. Репаративная регенерация тела сломанного позвонка / Я. Л. Цивьян, Э. А. Рамих, М. В. Михайловский. – Новосибирск : Наука, 1985. - 183 с.
178. Цивьян, Я. Л. Фиксатор-стяжка в комплексе функционального лечения компрессионных переломов позвоночника. Методическое письмо / Я. Л. Цивьян, Э. А. Рамих. – Новосибирск, 1965. - 20 с.
179. Цивьян, Я. Л. Хирургия позвоночника / Я. Л. Цивьян. - М. : Медицина, 1990. - 115 с.
180. Чандлер, Э. А. Болезни кошек / Э. А. Чандлер, К. Дж. Гаскелл, Р. М. Гаскелл. - М. : Аквариум, 2011. - 688 с.
181. Черепанов, Е. А. Новости зарубежной вертебрологии / Е. А. Черепанов, К. О. Борзых // Хирургия позвоночника. - 2014. - № 3. - С. 111-120.
182. Чернигова, С. В. Роль провоспалительных медиаторов в развитии септических осложнений у животных / С. В. Чернигова, Ю. В. Чернигов // Ветеринарная патология. - 2011. - № 1-2. - С. 9.
183. Чернигова, С. В. Транспедикулярный остеосинтез при фиксации позвоночника животных / С. В. Чернигова, Ю. В. Чернигов, Е. С. Дочилова, А. Е. Кривошеин. // Вестник ветеринарии. - 2016. - № 1 (76). - С. 59-61.
184. Чернигов, Ю. В. Динамика изменений содержания кальция и фосфора в регенерате и прилегающих к нему участках при чрескостном остеосинтезе / Ю. В. Чернигов, М. А. Дерхо, С. Ю. Концевая // Материалы Всероссийской научно-методической конференции патологоанатомов ветеринарной медицины. – Омск, 2000. – С. 392-395.

185. Чернигов, Ю. В. Лечение травматических вывихов бедра у мелких домашних животных / Ю. В. Чернигов // Актуальные вопросы ветеринарии: сб. науч. тр. Новосибирск. - 2001. - С. 152-153.
186. Чернигов, Ю. В. Лечение травматических вывихов тазобедренного сустава у собак / Ю. В. Чернигов // Ветеринарный консультант. - 2003. - № 19. - С. 23.
187. Чернигов, Ю. В. Экспериментально-теоретическое и клиническое обоснование лечения собак с повреждениями тазобедренного сустава: автореф. дис. ... док. вет. наук : 16.00.05 / Юрий Владимирович Чернигов. - М., 2008. - 42 с.
188. Шайко-Шайковский, А. Г. Основы построения металлополимерных конструкций биотехнических систем для остеосинтеза / А. Г. Шайко-Шайковский // Ортопедия, травматология и протезирование. - 2001. - № 1. – С. 45-48.
189. Шакирова, Ф. В. Изменения в костной и мягкой тканях собак при репаративной регенерации в условиях чрескостной фиксации / Ф. В. Шакирова, С. В. Тимофеев // Докл. Рос. Акад. с.-х. наук. – 2011. - № 3. – С. 52– 55.
190. Шакуров, М. Ш. Основы общей ветеринарной хирургии: учеб. пособие / М. Ш. Шакуров. – М. : Лань, 2011. – 256 с.
191. Шапиро, К. И., Социально-медицинские аспекты инвалидности от осложненных переломов позвоночника / К. И. Шапиро, Л. Н. Савельев, Г. Г. Эпштейн // Вопросы нейротравмы и пограничных состояний: сборник науч. трудов. - Л., 1991. - С. 87 -93.
192. Шахов, В.П. Направленная регуляция свойств материалов с помощью контролируемого формирования биоактивного покрытия / В.П. Шахов, Т.С. Петровская // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. - № 5. – С. 106-107.
193. Шебиц, Х. Оперативная хирургия собак и кошек / Х. Шебиц, В. Брасс; пер. с нем. В. Пулинец, М. Степкин. – М. : ООО «АКВАРИУМ ЛТД», 2001. – 512 с.

194. Шевцов, В.И. Аппарат Илизарова. Биомеханика / В.И. Шевцов, В.А. Немков, Л.В. Скляр. – Курган : Периодика, 1995. - 165 с.
195. Шевцов, В.И. Влияние дистракции на репаративный остеогенез / В.И. Шевцов, Ю.М. Ирьянов // Гений ортопедии. - 1998. - № 4. - С. 12-24.
196. Шевцов, В.И. Дистракционно-компрессионный остеосинтез при удлинении конечностей аппаратом Илизарова / В.И. Шевцов, Л.А. Попкова // Травматология и ортопедия России. - 1995. - №1. - С. 35-38.
197. Шевцов, В. И. Метод чрескостного остеосинтеза / В. И. Шевцов, А. А. Шрейнер, Л. А. Попова // Ветеринария. - 2000. - № 2. - С.56-60.
198. Шевцов, В.И. Новое направление в хирургии позвоночника / В.И. Шевцов, А.Т. Худяев, П.И. Коваленко // Клиника и эксперимент в травматологии и ортопедии: Тез. докл. юбил. науч. конф. НИЦТ «ВТО». - Казань, 1994. - С.52-53.
199. Шевцов, В.И. Применение метода эритрограмм для изучения процесса кроветворения в условиях индукции костеообразования и миелогенеза / В.И. Шевцов, Ю.М. Ирьянов, Н.В. Петровская // Гений ортопедии. - 2000. - № 1. - С. 6-10.
200. Шевцов, В.И. Регенерация и рост ткани в условиях воздействий на них дозированных направленных механических нагрузок // Вестник РАМН. - 2000. -№2.-С. 19-23.
201. Шевцов, В.И. Теоретическое обоснование применения метода чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза в вертебрологии / В.И. Шевцов, К.П. Кирсанов // Проблемы Хирургии позвоночника и спинномозга: Тез. Всерос. науч.-практич. конф. - Новосибирск, 1996. - С. 66-67.
202. Шерстнев, С. В. Чтение рентгеновских снимков. Рентгенодиагностика травматических повреждений, заболеваний, инородных тел у кошки и собаки / С. В. Шерстнев.- Екатеринбург : Филантроп, 2002. – 118 с.

203. Шмидт, Р. Физиология человека. Том 1 / Р. Шмидт, Г. Тевс ; пер. с англ. Н. Н. Алипова [и др.]. - М. : Мир, 1996. - 330 с.
204. Шмидт-Неельсон, К. Физиология животных. Книга 2 / К. Шмидт-Неельсон ; пер. с англ. М. Д. Гроздова, Г. И. Рожкова под ред. Е. М. Крепса. - М. : Мир, 1982. – 384 с.
205. Шотемор, Ш. Ш. Путеводитель по диагностическим изображениям: Справочник практического врача / Ш. Ш. Шотемор. - М. : Советский спорт, 2001. - 400 с.
206. Щуров, И. В. Диагностические возможности компьютерной томографии при патологиях брюшной полости у мелких домашних животных / И. В. Щуров, И. Е. Лудин // Вестник РУДН, серия Агрономия и животноводство. - 2010. - № 2. - С. 50-57.
207. Щуров, И. В. Современные методы визуальной диагностики в ветеринарной медицине мелких домашних животных / И. В. Щуров, Ю. А. Ватников, Е. Л. Кемельман // Вестник ветеринарной медицины. - 2009. - № 2. - С. 16-22.
208. Эккерт, Р. Физиология животных. Механизмы и адаптации. Том 1 / Р. Эккерт, Д. Рэнделл, Дж. Огастин ; пер. с англ. Н. Алипов [и др.] - М. : Мир, 1992. – 424 с.
209. Экспериментальное изучение влияния имплантатов с покрытиями на основе сверхтвердых соединений на морфологические показатели крови экспериментальных животных / Ж. К. Манирамбона [и др.] // Ученые записки казанской государственной академии ветеринарной медицины. - 2014. - Т. 218. - С.166-171.
210. Экспериментально-морфологическое исследование эффективности применения титана сnanoструктурой в качестве имплантатов для ортопедии и травматологии / Ф. Ф. Мухаметов [и др.] // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. - 2008. - № 4. - С. 78-83.

211. Юдичев, Ю. Ф. Введение в анатомию. Том 1. Остеология. Артрология. Миология. Общий покров / Ю. Ф. Юдичев, В. В. Дегтярев, Г. А. Хонин. - Оренбург : Издательский центр ОГАУ, 2013. - 298 с.
212. Ягников, С. А. Методы исследования и симптомы поражения черепно-мозговых нервов. / С. А. Ягников, Я.А. Кулешова. – М. : РУДН, 2005. - С.36
213. Ягников, С. А. Стабильно-функциональный остеосинтез в травматологии, ортопедии и онкоортопедии собак / С. А. Ягников. - М. : КолосС. «Зоомедлит», 2010. – 48 с.
214. Aithal, H. P. Fractures in dogs / H. P. Aithal, G. R. Singh, G. S. Bisht // Indian-Journal of veterinary surgery. – 1999. - Vol. 20. - P. 15-21.
215. Biomechanical analysis of torsion and shear forces in lumbar and lumbosacral spine segments of nonchondrodystrophic dogs / K.U. Hediger [et al.] // Vet Surg. – 2009. - Vol. 38. – P. 874–880.
216. Biomechanical flexion-extension forces in normal canine lumbosacral cadaver specimens before and after dorsal laminectomy-discectomy and pedicle screw-rod fixation / B.P. Meij [et al.] // Vet Surg. – 2007. Vol. - 36(8). P. 742–751.
217. Bojrab, M. Current Techniques in Small animal surgery / M. Bojrab, W. Crane, P. Arnocuky // Lea I Febiger Philadelphia. - 1983. - Vol. 46. - P. 605. -789.
218. Boucher, H. H. A Method of Spinal Fusion / H. H. Boucher // J. Bone Joint Surg. - 1959. - Vol. 41-B, № 2. - P. 248 - 259.
219. Brandly, R. External skeletal fixation using the Through and through - Kirsehner Ehmer splint / R. Brandly, E. Rouse // J. Amer.Anim. Hosp. Assoc. - 1980. - Vol. 16 (4). - P. 523 -530.
220. Brinker, O. Principiales and application of external skeletal fixation / O. Brinker, G. Flo // Vet.clin.North.Am.Smoll.Anim.Pract. - 1975. - Vol. 5. - P. 197 - 208.
221. Brunon, I. Resaltats et indications de l'osteosynthese posterieure par plaques metalliques dans les fractures du rachis / I. Brunon [et al.] // Neurochirurgie. -1973. - Vol. 19, № 2. - P. 199-213.

222. Buckland-Wright, J. C. Clinical application of highdefinition microfocal radiography / J. C. Buckland-Wright, C. R. Bradshaw // Brit. J. Radiol. - 1989. - Vol. 62. - P. 209–217.
223. Canine panosteitis: an idiopathic bone disease investigated in the light of a new hypothesis concerning pathogenesis. Part 1: Clinical and diagnostic aspects / P. Schawalder [et al.] // Schweiz Arch Tierheilkd. – 2002. - Vol. 144 (3). - P. 115-130.
224. Canine panosteitis: an idiopathic bone disease investigated in the light of a new hypothesis concerning pathogenesis. Part 2: Biochemical aspects and investigations / P. Schawalder [et al.] // Schweiz Arch Tierheilkd. – 2002. - Vol. 144(4). - P. 163-173.
225. Cheng, B. C. Immediate biomechanical effects of lumbar posterior dynamic stabilization above a circumferential fusion / B. C. Cheng // Spine. 2007. – Vol. 32. – P. 2551-2557.
226. Chipman, J. G., Early surgery for thoracolumbar spine injuries decreases complications / J. G. Chipman, W. E. Deuser, G. J. Beilman // J. Trauma. - 2004. - Vol. 56, № 1. - P. 52-57.
227. Chrobok, J. Selection of surgical procedures for treatment of failed back surgery syndrome (FBSS) / J. Chrobok, I. Vrba, I. Stetkarova // Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol. – 2005. – Vol. 70(2). – P. 147–53.
228. Clinical and radiographic survey of canine panosteitis / R. Bohning // Journal of American Veterinary Medicine Association. – 1970. - Vol. 156. - P. 870–884.
229. Correlative Analysis of the Results of Surgical Treatment of Thoracolumbar Injuries with Long Texas Scottish Rite Hospital Construct: Is the Use of Pedicle Screws Versus Hooks Advantageous in the Lumbar Spine? / P. Korovessis [et al.] // Spine. - 2004. - Vol. 17, № 3. – P. 195-205.
230. Couet Brown C. M. The effect of external skeletal fixation on bone healing and bone blood supply olin orthop / C. M. Couet Brown, M. B. Hart // Rel. Res. - 1985. № 201. - P. 278-289.

231. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries / F. Denis // Spine. - 1983. - Vol. 8. - P. 817–831.
232. Dick, W. The «Fixatuer Interne» as a Versatile Implant for Spine Surgery / W. Dick // Spine. - 1987. - Vol. 12, № 9. - P. 882 - 900.
233. Dickson, J. H. Resnlts of reduction and stabilization of the severely fractured thoracic and lumbar spine / J. H. Dickson, P. R. Harrington, W. P. Erwin // J. Bone Jt. Surg. - 1978. - Vol. 60A, № 6. - P. 799-805.
234. Dodds, W. J. Inherited bleeding disorders / W. J. Dodds // Canadian Practice. -1978. - Vol. 6. - P. 49-58.
235. Doi, K. Noise reduction by radiographic magnification / K. Doi, H. Imhof // Radiology. - 1977. - Vol. 122. - P. 479–487.
236. Efficacy of pedicle screw fixation in the treatment of spinal instability and failed back surgery: a 5-year review / R. Masferrer [et al.] // J Neurosurg. – 1998. - Vol. 89(3). – P. 371–377.
237. Ely, R. V. Microfocal Radiography / R. V. Ely // Academic Press. – London, 1980. - P 1-41.
238. Ferguson, R. L. A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures / R. L. Ferguson, B. L. Jr. Allen // Clin. Orthop. Relat. Res. - 1984. - № 189. - P. 77–88.
239. Flesch, I. R. Harrington instrumintation of thoracic and lumbar spinal injuries / I. R. Flesch, L.L. Leider, D.S. Bradford // J. Bone Jt. Surg. - 1975. - Vol. 57A. - P. 1025-1027.
240. Genant, H. K. Direct radiographic magnification for skeletal radiography / H. K. Genant, K. Doi, J. C. Mall, E. A. Sickles // Radiology. – 1977. Vol. 123. - P. 47–55.
241. Gertzbein, S. D. Flexion-distraction injuries of the lumbar spine: mechanism of injury and classification / S. D. Gertzbein, C. M. Court-Brown // Clin. Orthop. Relat. Res. - 1988. - № 227. - P. 52–60.

242. Guidelines for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 8: lumbar fusion for disc herniation and radiculopathy / D.K. Resnick [et al.] // J Neurosurg Spine. – 2005. – Vol. 2. – P. 673–678.
243. Gumley, G. Distraction fractures in the lumbar spine / G. Gumley, T. K. Taylor, M. D. Ryan // J. Bone Joint Surg. Br. - 1982. - Vol. 64.- P. 520–525.
244. Gutman, L. Spinal deformation in traumatic paraplegics and tetraplegics following surgical prosedures / L. Gutman // Paraplegia. - 1969. - № 7. - P. 38-58.
245. Hall, J. E. Spinal Surgery Before and After Paul Harrington / J. E. Hall // Spine. - 1998. - Vol. 23, № 12. - P. 1356 - 1361.
246. Handbook of Small Animal Radiology and Ultrasound. Techniques and Differential Diagnoses / R. Dennis. - Philadelphia. : W.B. Saunders Co., 2010. - 382 p.
247. Harrington, P. R. Instrumentation in spine instability other then scoliosis / P. R. Harrington // South African J. Surg. - 1967. - № 5. - P. 7-12.
248. Holdsworth, F. W. Early treatment of paraplegia from fractures of the thoraco-umbar spine / F.W. Holdsworth, A. Hardy // J. Bone and Joint Surg. - 1953. - Vol. 35 B. - P. 540-550.
249. Holdsworth, F. W. Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine / F.W. Holdsworth // J Bone Joint Surg. Br. - 1963. - Vol. 45. - P. 6–20.
250. Holdsworth, F. W. Review Article. Fractures, dislocations and fracture-dislocation of the spine / W. Holdsworth // J. Bone Jt. Surg. - 1970. - Vol. 52 A. - P. 1534-1551.
251. Intervertebral disc degeneration associated with lumbosacral transitional vertebrae: a clinical and anatomical study / T.J. Aihara [et al.] // Bone Joint Surg Br. – 2005. - Vol. 87. P. 687–691.
252. Jones, J.C. Subclinical CT abnormalities in the lumbosacral spine of older large-breed dogs / J.C. Jones, K.D. Inzana // Vet Radiol Ultrasound. – 2000 - Vol. 41(1). – P. 19–26.

253. Kabins, M. B. The History of Vertebral Screw and Pedicle Screw Fixation / M. B. Kabins, J. N. Weinstein // The Iowa Orthopaedic Journal. - 1991. - Vol. 11. - P. 127 - 136.
254. Katznelson, A. M. Stabilization of the spine in traumatic paraplegia / A. M. Katznelson // Paraplegia. - 1969. - № 7. - P. 33-37.
255. Kaya, R. A. Modified transpedicular approach for the surgical treatment of severe thoracolumbar or lumbar burst fractures / R. A. Kaya, Y. Aydin // Spine. - 2004. - Vol. 4, № 2. – P. 208-217.
256. Kelly, R. P. Treatment of lumbodorsal fracture-dislocations / R. P. Kelly, T. E. Jr. Whitesides // Ann. Surg. - 1968. - Vol. 167. - P. 705–717.
257. Kinematic study of back movement in clinically sound Malinois dogs with consideration of the effect of radiographic changes in the lumbosacral junction / G. Gradner [et al.] // Vet Surg. – 2007. – Vol. 36. – P. 472–481.
258. King, D. Internal Fixation for Lumbosacral Fusion / D. King // J. Bone Joint Surg. - 1948. - Vol. 30-A. - P. 560 - 565.
259. Kishigami, Y. Fracture treatment. General discussion. Development of cytokine studies in relation to new on treatment of fractures / Y. Kishigami // Journal of veterinary Medicine, Japan. – 2001. - Vol. 54. - P. 473-492.
260. Limitations of dorsal transpedicular stabilization in unstable fractures of the lower thoracic and lumbar spine: an analysis of 133 patients / J. Oertel [et al.] // Acta Neurochir (Wien). – 2004. - Vol. 146, № 8. – P. 771-777.
261. Lague, E. R. Segmental spinal insrumentation for correction of scolioses / E. R. Lague // Clin. Orthop.- 1982. - Vol. 163. - P. 193-198.
262. Magerl, F. A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries / F. Magerl // Eur. Spine J. - 1994. - Vol. 3. - P. 184–201.
263. Magnetic resonance imaging of articular process joint geometry and intervertebral disk degeneration in the caudal lumbar spine (L5-S1) of dogs with clinical signs of cauda equina compression / F. Rossi [et al.] // Vet Radiol Ultrasound. – 2004. - Vol. 45. – P. 381–387.

264. Manual of internal fixation. Techniques recommended by the AO-Group. Third edition / M. E. Muller [et al.]. - Heidelberg , New York : Springer-Verlag, 1990. - 750 p.
265. McAfee P. C. The value of computed tomography in thoracolumbar fractures: An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification / P. C. McAfee // J. Bone Joint Surg. Am. - 1983. - Vol. 65. - P. 461–473.
266. McCormack, T. The load sharing classification of spine fractures / T. McCormack, E. Karaikovic, R.W. Gaines // Spine. - 1994. - Vol. 19. - P. 1741–1744.
267. Meij B.P. Degenerative lumbosacral stenosis in dogs / B.P. Meij, N. Bergknut // Vet Clin North Am Small Anim Pract. - 2010. - Vol. 40(5) – P. 983–1009.
268. Meyer, P.R. Surgery of Spine Trauma / P.R. Meyer. - N. Y. : Churchill Livingstone, 1989. –587 p.
269. Musialek, J. Titanium-nickel shape memory clamps in small bone surgery / J. Musialek, P. Filip, J. Nieslank // Arch. Trauma Orthop. Surg. - 1998. - Vol. 117, № 6-7. - P. 341-344.
270. Rao, R. D. Biomechanical changes at adjacent segments following anterior lumbar interbody fusion using tapered cases / R. D. Rao, K. S. David, M. Wang // Spine. - 2005. – Vol. 30. – P. 27772-2776.
271. Omidi-Kashani, F. Lumbar spinal stenosis: who should be fused? An updated review / F. Omidi-Kashani, E.G. Hasankhani, A. Ashjazadeh // Asian Spine J. – 2014. – Vol. 8(4). – P. 521–30.
272. Predictors of outcome after dorsal decompressive laminectomy for degenerative lumbosacral stenosis in dogs: 69 cases (1987–1997) / L. De Risio [et al.] // J Am Vet Med Assoc. – 2001. – Vol. 219. – P. 624–628.
273. Retrospective study on incidence of lameness in domestic animals / A. Mohsina [et al.] // Veterinary World. - 2014. - Vol. 7. - P. 604-604.
274. Review and retrospective analysis of degenerative lumbosacral stenosis in 156 dogs treated by dorsal laminectomy / N. Suwankong [et al.] // Vet Comp Orthop Traumatol. – 2008. - Vol. 21. - P. 285–293.

275. Roaf, R. A study of the mechanics of spinal injuries / R. Roaf // J. Bone Joint Surg. Br. - 1960. - Vol. 42. - P. 810–823.
276. Roy-Camille, R. Internal Fixation of the Lumbar Spine with Pedicle Screw Plating / R. Roy-Camille, G. Saillant, C. Mazel // Clin. Orthop. - 1986. - Vol. 2, № 203. - P. 7 - 17.
277. Roy-Camille, R. Osteosyndrosynthesis of thoraco-lumbar spine fractures with vertebral pedicles / R. Roy-Camille [et al.] // Reconstr. Surg. and Traum. - 1976. - № 15. - P. 2-17.
278. Schlicke, L. The simultaneous use of Harrington compression and distraction rods in a thoracolumbar fracturedislocation / L. Schlicke, J. Schulak // J. Trauma. - 1980. - Vol. 20, № 2. - P. 177-179.
279. Scott, H. Investigation of lameness in dogs. Hindlimb lameness / H. Scott, Ph. Witte // In practice. - 2011. - Vol. 33. - P. 58- 66.
280. Scott, H. Witte Investigation of lameness in dogs. Forelimb lameness / H. Scott, Ph. Witte // In practice. - 2011. - Vol. 33. - P. 20-27.
281. Steffee, A. D. Segmental Spine Plates with Pedicle Screw Fixation. A New Internal Fixation Device for Disorders of the Lumbar and Thoracolumbar Spine / A. D. Steffee, R. S. Bicsup, D. J. Sitkowski // Clinical Orthopaedics and Related Research. - 1986. - Vol. 2, № 203. - P. 45 - 53.
282. Steffen, F. Asymmetrical, transitional, lumbosacral vertebral segments in six dogs: a characteristic spinal syndrome / F. Steffen, M. Berger, J.P. Morgan // J Am Anim Hosp Assoc. – 2004. - Vol. 40. - P. 338–344.
283. Sudo, H. Biomechanical study on the effect of five different lumbar reconstruction techniques on adjacent-level intradiscal pressure and lamina strain / H. Sudo // J. Neurosurg Spine. – 2006. – Vol. 5. – P. 150-155.
284. Surgical treatment of lumbosacral instability caused by discospondylitis in four dogs / J. Auger [et al.] // Vet Surg. – 2000. - Vol. 29(1). – P. 70–80.
285. Takahashi, S. Magnification Radiography / S. Takahashi, S. Sakuma. - New York, 1975. - 110 p.

286. Timothy, J., Cervical spine injuries / J. Timothy, G. Towns, H. S. Girn // Current Ortopaedics.- 2004. - Vol. 18. - P. 1–16.
287. The influence of age on the patellar reflex response in the dog / J. M. Levine [et al.] // J. Vet InternMed. – 2002. - Vol. 16. - P. 244–246.
288. The Internal Skeletal Fixation System: A new treatment of thoracolumbar fractures and other spinal disorders / M. Albi [et al.] // Clin. Orthopaed. - 1988. -Vol. 227 - P. 30-44.
289. The relationship between disc degeneration and flexibility of the lumbar spine / N. Tanaka [et al.] // Spine J. – 2001. - Vol. 1. – P. 47–56.
290. Thomas, W. B. Common neurologic problems / W. B. Thomas // Veterinary-Clinics of North America, small-Animal-Practice. – 2000. - Vol. 30. - P. 255.
291. Thoracoscopic Placement of Dual-Rod Instrumentation in Thoracic Spinal Trauma / E. M. Horn [et al.] // Neurosurgery. - 2004. - Vol. 54, № 5. – P. 1150-1154.
292. Thoracoscopic transdiaphragmatic approach to thoracolumbar junction fractures / D. H. Kim [et al.] // Spine. – 2004. - Vol. 4, № 3. – P. 317-328.
293. Vaccaro, A. R. A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status / A. R. Vaccaro // Spine. - 2005. - Vol. 30. - P. 2325–2333.
294. Verlaan, J. J. The reduction of endplate fractures during balloon vertebroplasty: a detailed radiological analysis of the treatment of burst fractures using pedicle screws, balloon vertebroplasty, and calcium phosphate cement / J. J. Verlaan // Spine. - 2005. - Vol. 30. - P. 1840–1845.
295. Wanivenhaus, G. Para osseous clamp-cerclage stabilization a biological osteosynthesis technique / G. Wanivenhaus // Wiener-Tierarztliche-Monatsschrift. – 2001. - Vol. 88. - P. 123-128.
296. Weisflog, G. Locaine boeznych ecrynien kregoslupa metaloplastyka / G. Weisflog // Chir. Narsd. Ruchu. - 1960. - Vol. 29, № 9. - P. 481-488.

297. Whitesides, T. E. Jr. Traumatic kyphosis of the thoracolumbar spine / T. E. Jr. Whitesides // Clin. Orthop. Relat. Res. - 1977. - № 128. - P. 78–92.
298. Wright, I. Presenting as a forelimb lameness / I. Wright // Companion Anim Pract. – 2013. - Vol. 18(8). - P. 372-373.
299. Wood, K. B. Assessment of two thoracolumbar fracture classification systems as used by multiple surgeons / K. B. Wood // J. Bone Joint Surg. Am. - 2005. - Vol. 87. - P. 1423–1429.
300. Yang, J.Y. The impact of adjacent segment degeneration on the clinical outcome after lumbar spinal fusion / J.Y. Yang, J.K. Lee, H.S. Song // Spine. - 2008. - Vol. 33(5). P. 503–507.

Приложения

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 163458

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА  
ПОЗВОНОЧНИКА

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2016104370

Приоритет полезной модели **09 февраля 2016 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **01 июля 2016 г.**

Срок действия патента истекает **09 февраля 2026 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ ИМ. Н.Н. ПРИОРОВА**

127299, Москва, ул. Приорова, 10, тел.: (499) 153-80-81, (495) 708-80-28 (справочная)

### Заявка

На проведение научно-исследовательской части работы (экспериментальной) в рамках мультицентрового исследования «Сравнительный анализ эффективности стержней из нитинола по сравнению с титановыми стержнями при хирургическом лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний пояснично-крестцового отдела позвоночника».

По апробации конструкции (стержней) из нитинола для фиксации поясничного отдела позвоночника у собак. Результаты экспериментальной части будут внедрены и использованы в гуманитарной медицине.

Заказчик  
ФГБУ «ЦСИТО  
им. Н.Н. Приорова»  
Минздрава России  
**Колесов С.В.**, д.м.н.,  
Заведующий отделением  
патологии позвоночника



Исполнители:  
ОмГМУ  
**Кривошеин А.Е.**, к.м.н.,  
ассистент кафедры  
травматологии и ортопедии

ОмГАУ им. П.А. Столыпина  
**Чернигова С.В.** к.в.н., доцент  
кафедры ветеринарной  
хирургии, акушерства и  
клинической диагностики

**Ветеринарная клиника  
«Друг»**



644083, г. Омск, ул. Заозерная, 28

тел.: 62-35-02

«12» декабря 2016г.

**АКТ**

**внедрения результатов научного исследования Дочиловой Екатерины  
Сергеевны на тему диссертации: "Применение транспедикулярного  
остеосинтеза при лечении собак с нестабильностью поясничного отдела  
позвоночника"**

Результаты научной работы Е.С. Дочиловой используются в практической деятельности ветеринарной клиники при лечении собак с нестабильными повреждениями в поясничном отделе позвоночника.

Дочилова Е.С. разработала, теоретически обосновала и практически апробировала методику хирургического лечения животных с нестабильностью в поясничном отделе позвоночника с применением динамической транспедикулярной фиксации. По данной методике было пролечено 3 частные собаки, из которых: две собаки поступили с диагнозом подвыших L6-L5 в поясничном отделе позвоночника, и одна собака с переломом L3. У всех животных получен положительный клинический результат.

Заведующий ветеринарной клиники

Б.Д. Шальнов





**Ветеринарная клиника  
ZOОДоктор**

644013, г. Омск, ул. Завертяева, 13 к. 1  
тел.: 8-900-672-13-26

16 декабря 2016г

**АКТ**

внедрения результатов полученных в ходе выполнения научно-исследовательской работы Дочиловой Екатерины Сергеевны по теме диссертации: "Применение транспедикулярного остеосинтеза при лечении собак с нестабильными повреждениями поясничного отдела позвоночника"

Результаты научной работы Е.С. Дочиловой используются в практической деятельности ветеринарной клиники при лечении собак с нестабильными повреждениями в поясничном отделе позвоночника.

Дочилова Е.С. теоретически обосновала и практически апробировала методику применения динамической транспедикулярной фиксацией при лечении животных с нестабильными повреждениями в поясничном отделе позвоночника. По данной методике было прооперировано две собаки, породы: такса и мопс, с диагнозом: вывих L4-L5 позвоночника. У всех животных получен положительный клинический результат.

Заведующий ветеринарной клиники



Л.Б. Гуринова



М В Д Р о с с и и

Управление Министерства  
внутренних дел Российской  
Федерации по Омской области  
(УМВД России по Омской  
области)

Центр кинологической службы

ул. Енисейская, 3/3, Омск, 644011

31.01.2017 № \_\_\_\_\_

**АКТ**  
**внедрения в практику результатов**  
**диссертационной работы**  
**ДОЧИЛОВОЙ Екатерины Сергеевны на тему:**  
**"Применение транспедикулярного остеосинтеза при лечении**  
**собак с нестабильностью поясничного отдела позвоночника"**

Результаты диссертационной работы Е.С. Дочиловой внедрены и используются в клинической практике центра кинологической службы полиции УМВД России по Омской области. Методика транспедикулярного остеосинтеза была применена у 4 служебных собак различных возрастных групп с нестабильностью поясничного отдела позвоночника (трем собакам был поставлен диагноз подвыших поясничного отдела позвоночника и у одной собаки диагностировали вывих поясничного отдела позвоночника). Во всех клинических случаях при лечении собак по разработанной методике получен положительный клинический результат.

Считаю, что метод транспедикулярной фиксации животных с нестабильностью поясничного отдела позвоночника, разработанный Е.С. Дочиловой, может быть использован в практической деятельности ветеринарных хирургов.

Начальник службы (ветеринарной)  
ЦКС полиции УМВД России по Омской области  
кандидат ветеринарных наук



В.А. Толмачев