

**СУЧКОВ МИХАИЛ ВИКТОРОВИЧ**

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ЛОШАДЕЙ  
С КОМПРЕССИОННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПРОКСИМАЛЬНОЙ  
ФАЛАНГИ**

4.2.1. Патология животных, морфология, физиология,  
фармакология и токсикология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата ветеринарных наук

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина».

**Научный руководитель – Чернигова Светлана Владимировна,**  
доктор ветеринарных наук, профессор.

**Официальные оппоненты: Позябин Сергей Владимирович,**  
доктор ветеринарных наук, профессор,  
ФГБОУ ВО «Московская  
государственная академия ветеринарной  
медицины и биотехнологии – МВА  
имени К. И. Скрябина», кафедра  
ветеринарной хирургии, заведующий;

**Шакирова Фаина Владимировна,**  
доктор ветеринарных наук, доцент,  
ФГБОУ ВО «Казанская государственная  
академия ветеринарной медицины имени  
Н. Э. Баумана», кафедра хирургии,  
акушерства и патологии мелких  
домашних животных, профессор.

**Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова».**

Защита состоится 28 ноября 2024 г. в 15.00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.034.02 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» по адресу: 196084, Санкт-Петербург, ул. Черниговская д. 5, тел. 8(812) 388-36-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО СПбГУВМ по адресу: 196084, Санкт-Петербург, ул. Черниговская д.5., и на официальном сайте <http://spbguv.m.ru>

Автореферат разослан «   » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Хватов  
Виктор Александрович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Скелетно-мышечные травмы, поражают как спортивных, так и лошадей хобби-класса, и могут повлечь за собой завершения их карьеры. Частота переломов грудных и тазовых конечностей у скаковых лошадей достигает 1-2% стартующих лошадей, причем переломы могут поражать как грудные, так и тазовые конечности (Ribitsch I., Oreff G. L., Jenner F., 2021). Ортопедические заболевания являются основной причиной потери работоспособности и гибели спортивных лошадей, что приводит к потере более 70% дней тренировок, как у конкурных, так и у скаковых лошадей (Е. М. Бачурина, В. И. Полковникова, 2020; М. Ковач, 2017; S. Dyson, A. Nagy, R. Murray, 2011; L. Shi, D. Wang, C. M. Riggs, 2011).

Костная травма субхондральной кости и прилежащей трабекулярной кости проксимальной фаланги в настоящее время признана распространенной причиной хромоты у чистокровных скаковых и спортивных лошадей. Распространенным видом переломов проксимальной фаланги у таких животных является сагиттальный перелом через центральную борозду (L. M. S. O'hare, P. G. Cox, N. Jeffery, E. R. Singer, 2012). Сагиттальные переломы проксимальной фаланги часто случаются во время тренировок и составляют 40% переломов дистальных отделов конечностей во время скачек на ровной поверхности с травяным покрытием (А. К. Бочкарев, 2022; Л. А. Минюк, Д. Ю. Шарипова, С. С. Федюшина, 2021; S. Gadallah, M. El-Keiey, M. S. Amer, A. A. Shamaa, 2014, А. Ю. Нечаев 2022). Прогноз лечения животных с такими переломами варьирует от благоприятного до летального, причем 32,8% лошадей не способны продолжить скаковую карьеру (А. А. Стекольников, Е. В. Титова, 2022; Н. Т. Хоменко, С. Ю. Концевая, 2020; Б. С. Семенов, А. А. Стекольников, Д. И. Высоцкий, 2004, Ф. В. Шакирова 2012).

Переломы могут также возникать в результате несчастных случаев во время выгула или во время тренировки (Е.В Титова, 2022). Восстановление лошадей с переломами проксимальной фаланги в настоящее время является неразрешённой проблемой в России и за рубежом. Обеспечение регенерации костной ткани достигается использованием имплантатов из различных материалов, отвечающих необходимым требованиям: биосовместимость, надёжность поддерживающей конструкции, обеспечение стабильности костных отломков, предотвращение компрессии (Д. Э. Цыплаков, А. Э. Изосимова, Ф. В. Шакирова 2016; Т. В. Кулемзина, Е. И. Моргун, Н. В. Криволап 2021; P. Noble, E. R. Singer, N. S. Jeffery 2016; Smith, F. C. Corletto, I. M. Wright 2017). Прогноз после операции зависит от физиологических особенностей лошади (роста, веса, конституции, темперамента и др.), типа спортивной направленности лошади (скаковая/верховая), места локализации перелома, типа перелома и степени успешного восстановления перелома после применяемого лечения. В случае с проксимальной фалангой, даже при самых простых переломах возникает большое количество осложнений, препятствующих полному восстановлению лошади. Репаративные процессы приводят к неполноценной функциональной регенерации поврежденных тканей, что повышает риск повторных травм,

прогрессированию дегенеративных заболеваний и хронической заболеваемости (Е. Л. Безрук 2017; Г. Г. Шаламова, Е. В. Смелкова, А. А. Салиева 2020; Niehaus, A. Muir, J. Lakritz 2018; S. Roe 2020).

На сегодняшний день существует высокая потребность в разработке и оптимизации методов лечения лошадей с переломами проксимальной фаланги с целью улучшения их качества жизни, восстановления полной или частичной работоспособности (С. Ю. Концевая, 2019; J. J. Thomason, H. L. McClinchey, J. C. Jofriet, 2002; J. B. Woodie, A. J. Ruggles, A. S. Litsky, 2000, С. В. Полябин 2009). И, несмотря на большой интерес мировой ветеринарной общественности и некоторое количество разработок последних лет, лошади не возвращаются в спорт, а во многих случаях удается только сохранить жизнь. При этом затраты на оперативное лечение и послеоперационный уход остаются очень высокими для такого низкого функционального результата. Таким образом, избранное направление исследований является актуальным, недостаточно изученным и требующим дальнейшей разработки

**Степень разработанности темы.** Травматизм лошадей спортивного класса является одной из наиболее значимых проблем в ветеринарии во всех странах мира (А. В. Гордеева, 2021; А. А. Стекольников, Е. В. Титова, 2022; А. К. Бочкарёв, 2022; Е. Ю. Киселёва, 2023; J. M. Kuemmerle, J. A. Auer, 2008; J. W. Lozier, A. J. Niehaus, A. Muir, J. Lakritz, 2018). Научные исследования посвящены изучению анатомо-морфологических характеристик дистальных отделов конечностей у лошадей (А. А. Стекольников, 2016, 2018; Е. А. Безрук, 2017; Н. В. Зеленевский, 2018; Б. С. Семенов, В. А. Гусева, 2022; M. W. Ross, J. Sue, 2010; G. Malek, H. Richard, G. Beauchamp, S. Laverty, 2023). Возрос интерес к применению современных комплексных диагностических мероприятий, позволяющих определять не только зону локализации травмы и её вид, но и вовлеченность в патологический процесс близлежащих тканей и всего организма животного в целом (М. Ковач, 2017; Т. А. Безрук, 2018; С. Н. Магер, 2018; А. Ю. Захаров, 2019; И. В. Лунегова, 2021; Е. И. Безденежных, 2022, В. А. Гусева, 2022; Е. Г. Калугина, 2022; M. W. Ross, J. Sue, 2010; S. Roe, 2020). Проводятся исследования и поиск новых способов консервативного и оперативного лечения лошадей с костно-суставной травмой конечностей (С. В. Енгашев, 2011; Ю. В. Чернигов, С. В. Чернигова, 2016; С. Ю. Концевая, 2018; Ф. Н. Чеходариди, 2022; П. Н. Абрамов, 2023; F. Rossignol, A. Vitte, J. Boening, 2014; M. R. W. Smith, F. C. Corletto, I. M. Wright, 2017; I. Ribitsch, G. L. Oreff, F. Jenner, 2021). Одним из перспективных направлений в лечении лошадей с переломами костей конечностей остается применение остеофиксаторов, оптимальных к травмированной кости и конкретному виду перелома (Ф. В. Шакирова, 2020; J. A. Auer, J. A. Stick, J. M. Kümmerle, T. Prange, 2019), поэтому необходимы дальнейшие исследования по изучению эффективности методик остеосинтеза у лошадей.

**Цель и задачи исследования.** Цель исследования – провести сравнительную оценку методов лечения лошадей с компрессионными переломами проксимальной фаланги и разработать оптимальный алгоритм сопровождения таких животных.

Для достижения данной цели нами были поставлены следующие задачи:

1. Изучить встречаемость травматических повреждений проксимальной фаланги у лошадей;
2. Изучить вариативность основных морфометрических характеристик путовой кости грудных и тазовых конечностей у лошадей;
3. Провести модельные испытания и определить пределы прочности и упругих деформаций нативной путовой кости с винтовой фиксацией короткого сагиттального перелома;
4. Дать сравнительную клиническую и рентгенологическую оценку винтовой и гипсовой фиксации у лошадей с сагиттальным коротким неполным переломом проксимальной фаланги;
5. Установить возможные осложнения после проведенного лечения лошадей с сагиттальным коротким неполным переломом проксимальной фаланги различными методами.

**Научная новизна исследовательской работы.** Научная новизна данного исследования заключается в экспериментальном изучении прочностных характеристик нативной проксимальной фаланги и проксимальной фаланги после моделирования сагиттального перелома с установленным винтовым остеофиксатором, которое свидетельствует о том, что предел упругости и предел прочности путовой кости с винтовой фиксацией соответствует аналогичным характеристикам нативной кости. Проведенная сравнительная оценка неинвазивного и инвазивного методов лечения лошадей с компрессионными переломами проксимальной фаланги свидетельствует о значительном сокращении сроков лечения животных при винтовой фиксации, что характеризуется в более ранние сроки образованием первичной эндоостальной костной мозоли в зоне повреждения, возможностью осуществления дозированной функциональной нагрузки на травмированную конечность и снижением частоты послеоперационных осложнений и рецидивов.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** На основании анализа контактных давлений испытательной машины на проксимальную фалангу получена фундаментальная информация о костно-хрящевых травмах. Проведенные кадаверное и клиническое исследования позволили оценить эффективность использования винтовой фиксации костей проксимальной фаланги лошади при спонтанных травмах, полученных во время соревнований и тренировок.

Разработанный метод диагностики и лечения лошадей с компрессионными переломами проксимальной фаланги обеспечивает надёжную фиксацию отломков кости и может использоваться в практической деятельности ветеринарного врача. Предложенная методика стабильного остеосинтеза является основанием для внедрения металлофиксатора в клиническую практику с целью улучшения результатов лечения пациентов с переломами костей. Результаты экспериментального исследования могут быть использованы при чтении лекций и проведении лабораторных и практических занятий по

дисциплине «Общая и частная хирургия», а также курсов повышения квалификации для практикующих ветеринарных врачей.

**Методология и методы исследований.** В основе проведённой научной работы лежит комплексный методологический подход к диагностике и лечению лошадей с переломами проксимальной фаланги. Методология диссертационного исследования основана на проведении всестороннего анализа литературных данных по проблеме лечения лошадей с компрессионными переломами проксимальной фаланги. В соответствии с поставленной целью и задачами был разработан план выполнения диссертационного исследования, выбраны объекты исследования, подобран комплекс современных методов диагностики и лечения переломов проксимальной фаланги лошади. В научной работе использованы статистические, клинические, биохимические и рентгенологические методы исследований. На практике применен и обоснован метод винтовой фиксации при сагиттальных переломах проксимальной фаланги у лошадей.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Морфометрические показатели кости проксимальной фаланги (продольные и поперечные размеры проксимального и дистального эпифиза и диафиза, длина кости), определяемые прижизненно с помощью цифровой рентгенографии, позволяют оценить размер и обосновать технику постановки фиксирующего винта;

2. Технология оперативного лечения лошадей с короткими сагиттальными переломами проксимальной фаланги методом винтовой фиксации сокращает сроки восстановительного периода, снижает частоту рецидивов и послеоперационных осложнений.

**Степень достоверности и апробации результатов.** Использование комплексного подхода для достижения поставленной цели и реализации необходимых для этого задач, проведение исследования на достаточном количестве клинического материала, руководство в работе фундаментальными методами исследования, использование статистических методов анализа, позволили достичь достоверных результатов и обеспечили обоснованность сформулированных выводов. Основные положения работы были апробированы и доложены на: 7-й всероссийской межвузовской конференции по ветеринарной хирургии, (г. Москва, 2017); Международной научно-практической конференции «Advanced equine arthroscopy days» (Германия, г. Мюнхен, 2018); XXVI Московском Международном ветеринарном конгрессе, (г. Москва, 2018); Международном научно-практическом конгрессе «28 annual scientific meeting», (Венгрия, г. Будапешт, 2019); Международной научно-практической конференции «The advanced courses for endurance official veterinarians», (г. Минск, 2019); X Международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Purina Partners (г. Москва, 2020); 76-й Международной научной конференции молодых ученых и студентов СПбГУВМ (г. Санкт-Петербург, 2022); Международной научно-практической конференции по ветеринарной хирургии, посвященной 100-летию кафедры общей и частной хирургии им. Шакалова «Ветеринарная хирургия – сегодня и

завтра» (г. Санкт-Петербург, 2022); 12-й Международной межвузовской конференции по клинической ветеринарии в формате Partners, (г. Москва, 2022); Международном ветеринарном форуме, посвященном 105-летию института ветеринарной медицины и биотехнологии Омского ГАУ и Десятилетию науки и технологий в РФ «Один мир – одно здоровье: междисциплинарный подход к обеспечению благополучия животных, людей и окружающей среды» (г. Омск, 2024).

**Личный вклад соискателя.** Диссертационные исследования проводились автором в период с 2019 по 2024 годы. Постановка цели, задач, анализ полученных данных и их интерпретация, осуществлялись совместно с научным руководителем. Личный вклад соискателя заключается в непосредственном проведении всех этапов диссертационного исследования: поиск и анализ литературных источников, применение морфологических методик исследования, диагностики и лечения лошадей с переломами проксимальной фаланги. В научных трудах, опубликованных совместно с научным руководителем доктором ветеринарных наук, профессором Черниговой С. В., с кандидатом ветеринарных наук Зубковой Н. В., с ветеринарными врачами Карклин А. И. и Марцевой К. С., основная часть работы выполнена диссертантом, соавторы не возражают в использовании данных результатов. Личный вклад соискателя в проведенных исследованиях и их анализе составляет 90%.

**Публикация результатов исследований.** По теме диссертационной работы опубликовано 5 научных статей, при этом 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ для опубликования основных результатов диссертации на соискание учёной степени доктора и кандидата наук, региональной печати – 1.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертация соответствует паспорту научной специальности 4.2.1. Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология: пункты 6, 7, 8, 11, 15.

**Объем и структура диссертации.** Диссертационная работа изложена на 131 страницах компьютерного текста. Включает: введение, обзор литературы, результаты собственных исследований, заключение, практические предложения, рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы, список используемой литературы и приложения. Список литературы содержит 173 источника, из них 87 отечественных и 86 зарубежных авторов. Материалы диссертации иллюстрированы 50 рисунками и 13 таблицами.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Материалы и методы исследования

Диссертация выполнена в рамках инициативной научно-исследовательской работы федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина» (ФГБОУ ВО Омский ГАУ) «Разработка хирургических средств и методов для повышения качества жизни животных и оценки продуктивных свойств». Экспериментальные исследования проведены в период с 2019 по 2024 гг. в условиях кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства института ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина» и ветеринарной клиники «MaximaVet» (Московская область, дер. Горки Сухаревские). Научная работа включала проведение доклинических и клинических исследований.

Морфометрические исследования включали макроскопическое препарирование; морфометрию; рентгенанатомическое измерение; документирование полученных данных, фотографирование костных препаратов проксимальной фаланги грудных (n=10) и тазовых (n=10) конечностей спортивных лошадей, подвергшихся эвтаназии по причинам, не связанным с заболеваниями опорно-двигательного аппарата.

Следующим этапом служило получение латеро-медиальных (n=20) и дорсо-пальмарных/плантарных (n=20) рентгенографических изображений дистального отдела грудных и тазовых конечностей, полученных от спортивных лошадей разного возраста без признаков заболеваний опорно-двигательного аппарата. Рентгенограммы правого и левого плечевого суставов грудной и тазовой конечностей получены на расстоянии 80 см с помощью стандартного портативного рентгенографического аппарата. Измерение проводили в программе DICOM, были включены следующие параметры: Апэ – продольный размер проксимального эпифиза; Адэ – продольный размер дистального эпифиза; Ад – продольный размер диафиза, Бпэ – поперечный размер проксимального эпифиза; Бдэ – поперечный размер дистального эпифиза, Бд – поперечный размер диафиза, Д – длина кости.

Стендовые испытания проводили на базе федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова (ФГБОУ НМИЦ ТО имени Н. Н. Приорова)» на 8 препаратах проксимальных фаланг лошади в соответствии с нормами подготовки тканей животного для биомеханических исследований и соблюдением всех регламентированных этических требований. В качестве аппарата применялась испытательная машина LFM-50 в двухколонном настольном исполнении. Регистрацию результатов испытания осуществляли на компьютере в цифровых диаграммах. Деформация костей отслеживалась автоматически и фиксировалась на графике. Используя одинаковую общую нагрузку на проксимальную суставную поверхность, опыт



производился с нагрузкой на сагиттальную борозду и всю проксимальную суставную поверхность. Для опыта использовалась отдельно взятая проксимальная фаланга лошади, которая были загружена вниз по оси в положении, имитирующем весовую нагрузку лошади.

Изучали пределы упругости, общая прочность и жесткость системы «травмированная проксимальная фаланга – винтовой металлофиксатор». На препаратах проводили имитацию короткого неполного сагиттального перелома и производили имплантацию винта ( $d=4$  мм). Препараты тестировали способом моделирования нагрузок на сжатие на проксимальный эпифиз путовой кости в эксперименте. Запись данных измерения деформации тестируемых препаратов при возрастающей нагрузке на сжатие производилась в виде диаграмм в зависимости от деформации препаратов и прилагаемой нагрузки  $F$  (кН).

При проведении клинических исследований проанализированы записи карт историй болезни всех взрослых лошадей ( $n=6631$  лошадь), обследованных в ветеринарной клинике «MaximaVet» за период с 2019 по 2024 годы. Материалом для исследования послужил опыт лечения 72 лошадей с переломами проксимальной фаланги, из которых 20 лошадей с короткими сагиттальными переломами. Лошади были представлены разновозрастными группами: средний возраст  $9,7\pm 0,5$  лет; масса тела –  $507,3\pm 6,1$  кг. Лошади были различного физиологического статуса: кобылы ( $n=20$ ), меринки ( $n=25$ ), жеребцы ( $n=27$ ) и породной принадлежности (ганноверская, тракененская, буденновская, голштинская, голландская теплокровная, вестфальская, арабская, ахалтекинская, орловская рысистая, чистокровная верховая лошадь, русская верховая лошадь, украинская верховая лошадь). Всех животных содержали в условиях стационара ветеринарной клиники «MaximaVet».

Для оценки степени повреждения проксимальной фаланги и общего состояния лошадей использовали общие и специальные клинические и рентгенологические методы исследования. К специальным клиническим методам относили ортопедические тесты. Всех лошадей с короткими неполными сагиттальными переломами ( $n=20$ ) разделили на 2 группы: контрольную и опытную. В контрольную группу ( $n=10$ ) вошли лошади, владельцы которых отказались от оперативного лечения. Для иммобилизации отломков проксимальной фаланги лошади применяли полиуретановый бинт «Orthoforma Cast», изготовленный из трикотажной основы полиэстера, пропитанного полиуретановой смолой.

Опытной группе ( $n=10$ ) проводили остеосинтез методом винтовой фиксации, который выполняли под общей анестезией с применением ингаляционного наркоза. Оперативный доступ выполняли отдельно для каждого винта. Во время операции размещали иглы, чтобы определить место для установки винтов и проводили рентгенологическое исследование перед сверлением, а также для последующего наблюдения по мере формирования отверстия.

После определения костных ориентиров в выбранной точке ввода винта (ЦИТО,  $d=4,5$  мм) с помощью сверла формировали отверстие. Стерильный физиологический раствор использовали в качестве непрерывного лаважа во

время сверления и введения штифта для охлаждения и смазки сверла и штифта во время введения. Во фрагменте кости до зоны перелома сверлили отверстие диаметром 4,5 мм (скользящее отверстие), а во втором фрагменте – отверстие диаметром 3,5 мм (стягивающее отверстие), таким образом, создавали компрессионную стягивающую фиксацию.

При коротких сагиттальных переломах винты располагали в линейной конфигурации, дистальнее средней сагиттальной борозды проксимальной суставной поверхности. Удаление винтов у прооперированных животных не выполняли, исключение составили лошади, у которых развились осложнения в виде остеолитизиса на уровне головки винта (n=3). Лошадям после оперативного вмешательства накладывали полиуретановую повязку на 4-8 недель, смена осуществлялась с интервалами в 2 недели до окончательного заживления перелома. В случае с короткими сагиттальными переломами через две недели производили снятие гипса с заменой на повязку Роберта-Джонса.

Прооперированным животным проводили антибактериальную профилактическую терапию путем введения бензилпенициллина натриевой соли (внутримышечно 30 000 МЕ/кг каждые 24 часа, 10 дней) и гентамицина сульфата (внутривенно 9 мг/кг каждые 24 часа, 5 дней), также первые 10 дней после остеосинтеза применяли нестероидную противовоспалительную терапию (флуниджект внутривенно 10 мл, 1 раз в день). Клинический статус оценивали через 2-4 недели после операции, затем через 8-12 недель и через 1 год после лечения. Общеклинические и биохимические исследования проводили перед оперативным вмешательством и на 14-е, 28-е сутки.

Рентгенологическое исследование выполняли на первые сутки и каждые две недели при смене гипсовой повязки, использовали плоскопанельный детектор CanondigitalradiographysystemWireless CXDI-702 Series и рентгеновский аппарат Gierth HF 80/20.

Полученные результаты обрабатывали с использованием прикладных программ: Statistica for Windows 8.0 (StatSoft, Inc, 2001) – для статистического анализа, MS Office 2010 – для организации и формирования матрицы данных, подготовки графиков и диаграмм. Для каждого параметра рассчитывали минимальное (Min) и максимальное (Max) значения, среднюю арифметическую ( $\bar{X}$ ), ошибку средней арифметической ( $x_m$ ). Различия между сравниваемыми средними величинами исследуемых параметров в группах оценивали с помощью t-критерия Стьюдента для независимых выборок. Связь качественных признаков между собой проводили с использованием критерия Фишера. Уровень пороговой статистической значимости ( $p$ ) принимали равным 0,05 либо меньше ( $p < 0,05$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

### *Морфометрические показатели проксимальной фаланги лошади*

На 20 проксимальных фалангах грудной и тазовой конечностей без видимых признаков патологических изменений костей изучали анатомические морфометрические параметры. На основании результатов проведенного морфометрического исследования костей проксимальных фаланг грудной и тазовой конечностей установлены существенные различия размеров. Среднее значение всех изучаемых параметров, полученных анатомическим и рентгенанатомическим методами, как на грудной конечности, так и на тазовой, не имело существенных отклонений. Однако, следует отметить, что существует закономерность различий размеров между проксимальным и дистальным эпифизом, диафизом и длиной путовой кости на грудной и тазовой конечностях, а также между min и max размерами вышеперечисленных параметров. Результаты данного исследования были использованы в качестве исходных морфометрических характеристик, отражающих физиологическое строение кости проксимальной фаланги у лошади при диагностике переломов и выборе техники остеосинтеза.

### *Результаты стендовых биомеханических исследований*

Паттерны напряжения, биомеханика быстрых упражнений и тип тренировки определяют различия в адаптивных реакциях проксимальной фаланги. Нагрузки распределяются неравномерно по суставной поверхности и различаются в зависимости от топографии поверхности сочленения, а также уровня физической активности и общего строения конечностей животного. Биомеханические свойства важны для понимания предрасположенности костей к переломам, такие как модуль упругости и предел деформации. В рамках исследования были выбраны 2 различные нагрузки в двух плоскостях (горизонтальной (рисунок 1) и сагиттальной (рисунок 2)) на основе принципов перелома проксимальной фаланги и воздействия третьей пястной/плюсневой костей на проксимальную фалангу.

Первым этапом определили область упругой деформации проксимальной фаланги лошади в горизонтальной плоскости. Упругие деформации лежат в пределах 4 кН до 27 кН и с амплитудой до 7,2 мм.



Рисунок 1 – Подготовка анатомического препарата к проведению нагрузок на сжатие в сагиттальной плоскости.

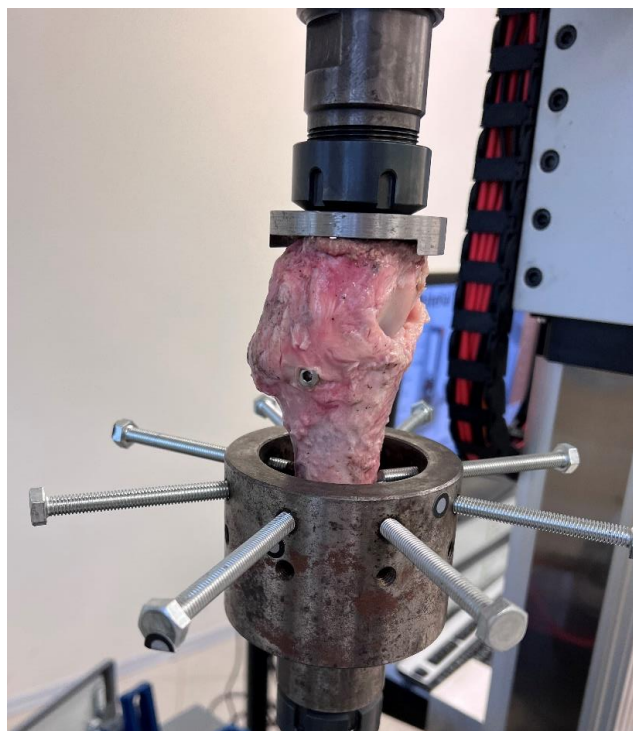


Рисунок 2 – Анатомический препарат с имитацией нагрузки на сжатие на сагиттальную борозду.

При деформациях выше 8 мм наблюдается область необратимых пластических деформаций. Стрелкой указана точка перехода упругой деформации кости в область необратимой пластической деформации (рисунок 3).

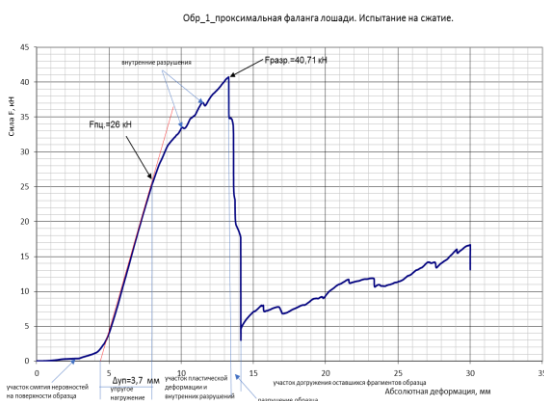


Рисунок 3 – Испытание на сжатие в горизонтальной плоскости.  $F_{пц}$  – предел пропорциональности (в кН) – окончание упругого участка деформирования.  $F_{разр}$  (кН) – предел прочности.

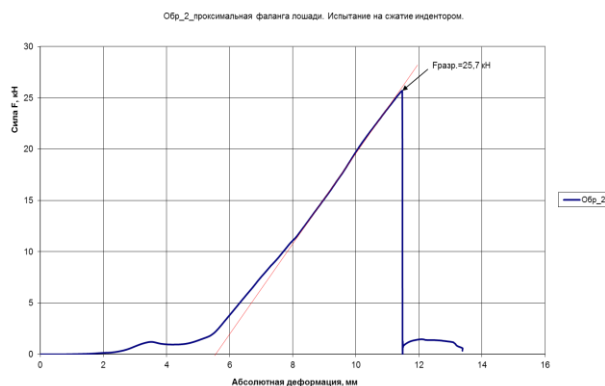


Рисунок 4 – Испытание на сжатие в сагиттальной плоскости.  $F_{разр}$  (кН) – предел прочности.

По результатам опыта был определен предел упругих деформаций  $27 \pm 0,3$  кН. Также в опыте был определен предел прочности, который имел значение  $40,71 \pm 0,8$  кН. Распределение давления было меньше при горизонтальном

воздействии и соответственно больше при воздействии на центральном сагиттальном желобе, что объясняет типичное возникновение трещин и других костно-хрящевых поражений в сагиттальной части. Предел прочности имел значение  $25,7 \pm 1,1$  кН при сагиттальной загрузке, что на 36,87% ниже относительно горизонтальной плоскости (рисунок 4).

При изучении упругопрочностных свойств имплантата (винта) в эксперименте на нативных проксимальных фалангах после моделирования коротких неполных сагиттальных переломов и винтовой фиксации переломов были получены результаты, подтверждающие достаточную прочность титанового сплава и определены возможные диапазоны субкритических и критических силовых воздействий на проксимальную фалангу в условиях винтовой фиксации. Предел прочности кости с коротким сагиттальным переломом проксимальной фаланги и винтовой фиксацией достиг 29 кН, что выше на 11,38% силы разрушения самой кости (таблица 1).

*Таблица 1 – Предел упругости и прочности анатомических моделей в испытаниях на сжатие, кН*

Анатомический препарат	Предел упругости	Предел прочности
Проксимальная фаланга (горизонтальная нагрузка)	$27,0 \pm 0,3$	$40,71 \pm 0,8$
Проксимальная фаланга (сагиттальная нагрузка)	$11,0 \pm 0,5^*$	$25,7 \pm 1,1^*$
Система «проксимальная фаланга – винт»	$9,0 \pm 0,8^{*\&}$	$29,0 \pm 0,7^{*\&}$
Примечание: $^{*\&}$ – наличие статистически значимых различий между препаратами ( $p < 0,05$ ).		

Предел прочности в постоянно нагруженной центральной области проксимальной фаланги через имитацию сагиттального гребня лошади может увеличиваться до 1,5 раза при приложении нагрузки в горизонтальной плоскости, которая может происходить во время спортивных соревнований. Модель показывает, что вся сагиттальная борозда испытывает большую нагрузку по сравнению с остальной костью. Испытание на сжатие в системе «проксимальная фаланга-винт» показали, что винт обеспечивает стабильную устойчивость фиксации, что снижает способность кости противостоять сжимающим и скручивающим силам, воздействующим на нее.

### ***Результаты клинических исследований, частота распространения переломов проксимальной фаланги у лошадей***

Всего за период с 2019 по 2024 гг. В ветеринарную клинику «Maxima Vet» поступила 6631 лошадь. Прослеживается четкая динамика увеличения количества принятых в клинике лошадей за обозначенный период с 1312 голов до 1965, что говорит о возрастании количества приемов на 49,77%.

Таблица 2 – Распределение животных с переломами проксимальной фаланги в зависимости от вида, пола, возраста и массы тела

Вид перелома	Встречаемость переломов, %			Средняя масса тела, кг	Возраст на момент поступле- ния, лет
	мерин	жеребец	кобыла		
Оскольчатый (n=22)	54,5			520,8±11,4	12,4±0,9
Сагиттальный короткий неполный (n=20)		47,0		505,6±9,9*	7,8±0,7*
Сагиттальный длинный неполный (n=22)		36,4	40,9	491,9±8,7* <sup>&amp;</sup>	8,45±0,8* <sup>&amp;</sup>
Сагиттальный длинный полный (n=8)	75			501,2±17,4*	12,8±1,9 <sup>&amp;#</sup>

Примечание: \* – наличие статистически достоверных различий по отношению к оскольчатому перелому (p<0,05); <sup>&</sup> наличие статистически достоверных различий по отношению к сагиттальному короткому перелому (p<0,05); <sup>#</sup> наличие статистически достоверных различий по отношению к сагиттальному длинному неполному перелому (p<0,05).

Несмотря на то, что общее число обратившихся в клинику лошадей повышалось с каждым годом, число ортопедических случаев в среднем оставалось неизменным (от 68,5% до 76% от общего числа обращений). Переломы средней и дистальной фаланг, которые составляют 7,8% и 3,9% случаев от всех переломов. За указанный период в клинику поступили 72 лошади с переломами проксимальной фаланги; возрастной диапазон от 4 до 19 лет (таблица 2). По частоте встречаемости в зависимости от вида рабочей направленности лошади, участвующие в выезде, занимали лидирующее место.

Проксимальная фаланга имеет предрасположенность из-за анатомического строения к сагиттальному перелому, из которых чаще встречается короткий неполный – 27,8%, большинство лошадей в исследовании были скаковыми, которые часто выполняют резкие повороты, и это действие может быть связано с увеличением силы ротации в площадь сагиттальной борозды.

Из 72 у 51 лошади была повреждена путовая кость грудных конечностей (70,8%), причем чаще регистрировали оскольчатые переломы (41,2%) и сагиттальные длинные (37,3%). На тазовой конечности регистрировали сагиттальные длинные (47,6%) и сагиттальные короткие (47,6%) переломы. Было зафиксировано 4,1% случаев открытых переломов, что составляет 13,4% от случаев с оскольчатыми переломами.

## *Клинический статус лошадей до и после лечения*

Животные, включенные в эксперимент, поступали в ветеринарную клинику «MaximaVet» с компрессионным переломом проксимальной фаланги (n=20), из них были сформированы две группы (опытная и контрольная) по 10 голов в каждой. Лошадям опытной группы выполняли остеосинтез с применением винтовой фиксации, контрольной – иммобилизационную полиуретановую повязку (ИПП). Основные физиологические показатели животных в первые 7 суток после иммобилизации представлены в таблице 2.

*Таблица 2 – Физиологические показатели у контрольной (I, n=10) и опытной (II, n=10) групп после лечения ( $X \pm tx$ )*

Показатель	Группа животных	Первый час после операции / наложения ИПП	Сутки		
			1	3	7
Общая температура тела, С	I	38,5±0,1	38,1±0,7	38,0±0,2	37,6±0,5
	II	37,8±0,1*	38,1±0,5	37,5±0,5*	37,4 ±0,1*
ЧД, дых.дв./мин	I	17±0,4	13±0,5	14±0,6	13±0,1
	II	15±0,1*	12±0,1*	11±0,2*	13±0,1
ЧСС, уд./мин	I	52±0,5	42±0,5	44±0,5	40±0,6
	II	52±0,5	41±0,2*	40±0,1*	37±0,2*

Примечание: \* – наличие статистически достоверных различий между группами (p<0,05).

Регистрировали повышение ЧД и ЧСС в первые дни после лечения относительно референсных показателей здоровых животных. В контрольной группе 17,04 дых.дв./мин и 52±0,5 уд./мин соответственно, тогда как в опытной группе 15±0,1 дых.дв./мин и 52±0,5 уд./мин. В дальнейшие дни данные показатели имели тенденцию к снижению. В контрольной группе на 7-е сутки ЧД составила 13±0,1 дых.дв./мин, что на 23,53% ниже, чем измерение в первые часы. В опытной группе ЧСС снизилась на 23,08% по сравнению с первыми часами после операции и на 7,5% ниже, чем в контрольной группе.

Основными клиническими проявлениями переломов проксимальной фаланги у лошадей являлись боль и хромота. Осмотр лошадей до лечения контрольной и опытной групп показал наличие хромоты опирающегося типа в движении, малую опору на пораженную конечность, серозно-геморрагическую экссудацию в виде припухлости, гематомы и сильную болезненность. Обследование животных опытной группы (n=10) на 7-е сутки после выполнения остеосинтеза выявило наличие умеренного болевого синдрома, снижение опороспособности оперируемой конечности, умеренный отек. Послеоперационная рана была сухая, швы состоятельные.

В 30% случаев отметили наличие геморрагического отделяемого, которое сохранялось в течение последующих 2-3 перевязок. Среднее значение

результатов осмотра составило  $11,5 \pm 0,8$  балла. В дальнейшем отмечали снижение интенсивности болевого синдрома, вследствие чего объем движений постепенно увеличивался, а степень опороспособности возрастала. Послеоперационная рана заживала первичным натяжением, швы снимали на 12-14 сутки. Среднее значение результатов осмотра в контрольной группе ( $n=10$ ) на 7-е сутки составило  $8,0 \pm 0,7$  баллов. У лошадей отмечали выраженный болевой синдром и снижение опороспособности пораженной конечности

Через 1 месяц среднее значение результатов осмотра в опытной группе составило  $12,0 \pm 0,8$  балла, что на 16,67% выше, чем в контрольной группе. К 3 месяцу опороспособность конечности и объем движений у лошадей опытной группы восстанавливались до полного, среднестатистический показатель составил  $13,0 \pm 0,2$  балла, что на  $2,0 \pm 0,1$  балла выше контрольной группы. К 6 месяцу среднее значение результатов осмотра составило  $13,5 \pm 0,7$  балла, и приближалось к контрольному значению, что говорило о постепенном восстановлении опороспособности и регрессии хромоты.

К полной спортивной нагрузке в опытной группе ( $n=10$ ) вернулись 100% лошадей. Лошади в контрольной группе к спортивной и беговой деятельности вернулись в 70% случаев, тогда как у 30% сохранилась хромота опирающего типа и они имели склонность к неспортивной верховой нагрузке. случаев эвтаназии, гибели или доступа к выгулу только в леваде, как в контрольной, так и в опытной группе не регистрировали.

При проведении анализа изменений показателей крови было установлено, что на 3-и сутки после вмешательства показали снижение скорости оседания эритроцитов в пределах средних значений у лошадей в каждой из групп. Скорость оседания эритроцитов у лошадей контрольной группы в этот период ( $58,8 \pm 1,04$  мм/ч) превышает аналогичный показатель у животных опытной группы на 7,48% ( $p \leq 0,05$ ). Идентичной оказалась динамика показателя на 14-е и 28-е сутки в виде снижения. К 28-м суткам наблюдения Скорость оседания эритроцитов у лошадей контрольной группы в этот период ( $58,8 \pm 1,04$  мм/ч) превышает аналогичный показатель у животных опытной группы на 7,48% ( $p \leq 0,05$ ). Идентичной оказалась динамика показателя на 14-е и 28-е сутки в виде снижения. К 28-м суткам наблюдения СОЭ в контрольной группе составила  $47,0 \pm 1,4$  мм/ч, тогда как в опытной –  $45,6 \pm 1,2$  мм/ч, что значимо не отличалось от референсных значений (22–57 мм/ч). Метаболические нарушения в поврежденных тканях кости и следствие сгущения и депонирования крови при оперативном вмешательстве у лошадей опытной группы приводят к снижению на 3-е сутки в крови количества эритроцитов. Снижение составило 8,45% ( $7,1 \pm 0,1$  млн/мкл против  $6,5 \pm 0,1$  млн/мкл) в группе сравнения относительно исходных значений до операции ( $p \leq 0,05$ ). На 14-е сутки показатели эритроцитов восстанавливались до исходных значений, за исключением животных группы сравнения, где снижение эритроцитов продолжилось. К концу эксперимента этот показатель вернулся к пределам референсных значений.

Уменьшение числа эритроцитов на 3-е сутки после вмешательства как защитно-приспособительная реакция организма на индуцированную травму,



повлекло за собой соответствующее снижение концентрации гемоглобина у животных всех групп. По сравнению с исходными значениями ( $115,1 \pm 1,8$  г/л) уменьшение составило в опытной группе –  $5,22\%$  ( $109,2 \pm 1,9$  г/л). На 28-е сутки зафиксирован рост уровня гемоглобина у животных каждой из групп, и эта тенденция сохранилась в последующие сроки наблюдений. Подобные изменения свидетельствуют об активации насыщения эритроцитов кислородом, поскольку гипоксия тканей является неизбежной в результате костной травмы.

Содержание лейкоцитов в периферической крови у животных опытной группы претерпело наименьшие колебания в ходе всего исследования, оставаясь в пределах физиологической нормы. Отклонение наблюдали лишь в первые 14-х суток после лечения, где содержание лейкоцитов (не выходя за пределы нормы) составило  $6,7 \pm 0,1$  тыс./мкл, что на  $7,46\%$  ниже показателя в контрольной группе. Подобное состояние может быть связано с проявлением защитно-компенсаторной реакции организма, направленной на купирование воспалительного процесса. В последующие сроки наблюдений этот показатель оставался в пределах нормы. Вместе с тем у животных опытной группы к 28-м суткам количество лейкоцитов значимо снизилось на  $15,25\%$  относительно исходных, хотя и оставалось в пределах референсных значений. В контрольной группе на 28-е сутки отмечалась выраженная лейкопения ( $5,9 \pm 0,1$  тыс./мкл) по отношению к референсным значениям.

Процесс сопровождался увеличением на 3-е сутки нейтрофилов и моноцитов. Так, количество этих клеток в крови лошадей контрольной группы ( $85,0 \pm 0,6\%$  и  $5,2 \pm 0,01\%$ ) на 3-сутки превышает аналогичные показатели у животных опытной группы на  $8,24$  и  $17,31\%$  ( $p \leq 0,05$ ) соответственно

Сравнительный анализ биохимических показателей в контрольной и опытной исследуемых группах показал увеличение дооперационных значений щелочной фосфатазы ( $118,0 \pm 2,6$  ед/л против  $129,0 \pm 3,1$  ед/л) на 3-е сутки, что свидетельствует об активации остеобластов и роста первичной костной мозоли. На 28-е сутки также зафиксировано увеличение данного показателя у лошадей опытной группы на  $19,49\%$  по сравнению с исходными показателями до операции, что свидетельствует о включении адаптационно-компенсаторных механизмов организма. Отклонения от средних значений регистрировали в опытной группе на 14-е сутки по показателям кальция ( $2,9 \pm 0,1$  ммоль/л против  $2,5 \pm 0,1$  ммоль/л) и фосфора ( $1,45 \pm 0,1$  ммоль/л против  $0,9 \pm 0,1$  ммоль/л), что может быть связано с продолжающимся воспалительным процессом в костной и параоссальных тканях. Следует заметить, что наблюдаемые сдвиги показателей не выходили за пределы референсных показателей. На 28-е сутки подобное явление зарегистрировано и в контрольной группе (Ca –  $2,6 \pm 0,1$  ммоль/л против  $2,5 \pm 0,1$  ммоль/л, P –  $0,7 \pm 0,1$  ммоль/л против  $0,46 \pm 0,1$  ммоль/л). Статистически значимых различий между группами не выявлено, а наблюдаемые сдвиги происходили в пределах нормы.

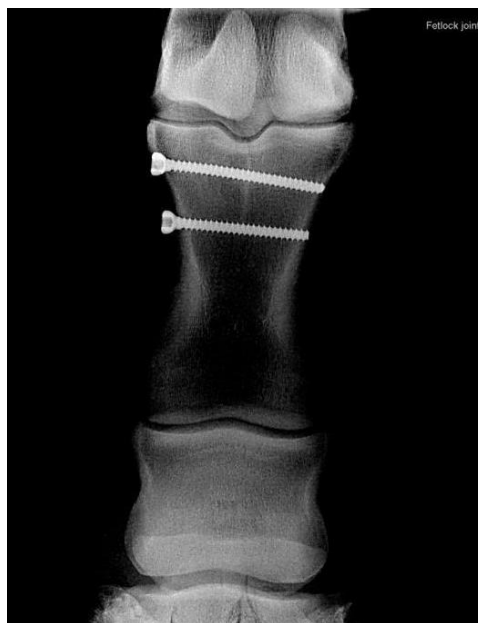
Таким образом, по динамике показателей, определяющих клинический статус животных, можно констатировать более благоприятное течение воспалительного процесса и репаративной регенерации костной ткани у лошадей с винтовой фиксацией перелома проксимальной фаланги.

### ***Рентгенологическая картина репаративной регенерации костной ткани при переломах проксимальной фаланги у лошадей при применении метода винтовой фиксации***

Основными рентгенологическими признаками повреждений костей проксимальной фаланги являлись нарушение непрерывности костных структур, наличие костных фрагментов вне проекции костного остова, дисконгруэнтность сочленяющихся поверхностей, значительное изменение величины диастаза сочленений (рисунок 5).



*Рисунок 5 – Сагиттальный перелом проксимальной фаланги у лошади.*



*Рисунок 6 – Рентгенограмма дистального отдела конечности (Пелопоннес, мерин, 7 лет) в дорсо-плантарной проекции через 14 суток после остеосинтеза.*

Рентгеновские снимки оценивали в балльной системе. Контролем служила максимальная оценка всех рентгенологических признаков проведенного остеосинтеза – 12 баллов. В первые часы или сутки после выполнения оперативного вмешательства в опытной группе у лошадей определяли состоятельность анатомической репозиции и расположение металлофиксатора. Среднее значение оценки рентгенограмм у лошадей опытной группы составило  $4,8 \pm 0,5$  балла.

Контрольное рентгенографическое исследование, проводимое при первом амбулаторном визите перед снятием иммобилизирующей повязки, позволяло оценить наличие отчетливых и убедительных рентгенологических признаков формирования костной мозоли и судить о течении восстановительных и репаративных процессов в костной ткани. По результатам данного этапа принимали решение о продлении сроков иммобилизации при необходимости или о допуске пациента к этапу реабилитации, а также об интенсивности назначаемого восстановительного лечения. Через 14 суток у лошадей опытной группы на рентгенограммах прослеживались умеренные рентгенологические

признаки образования костной мозоли, оценка которых составила –  $7,2 \pm 0,3$  балла (рисунок 6).

В опытной группе животных на 14-е сутки в зоне вмешательства тень мягких тканей оказалась уплотненной, что отражает характерную местную реакцию в виде мягкотканного отека. Следует отметить задержку процессов формирования костной мозоли, так как выявили нечетко очерченную область рентгенопрозрачности в сагиттальной борозде у 2 (20,0%) лошадей. Также, в 1 (10,0%) случае определяли линию просветления между резьбой винта и костной тканью, указывающую на нестабильность установленного фиксатора. В дальнейшем к 6 месяцу это приводило к смещению винта и консолидации костных отломков в неправильном анатомическом положении. В случаях, когда не происходило нарушение анатомической репозиции, наблюдали образование непрерывной костной мозоли с прослеживаемым рисунком трабекул.

К 28-м суткам намечались выраженные реактивные преобразования со стороны эндоста и снизилась четкость контуров костного дефекта, что свидетельствует об ускорении репаративной активности костной ткани при наличии данного вида имплантата. Сроки продления иммобилизации у данных пациентов назначали индивидуально, перед демонтажем повязки также назначали повторное рентгенологическое исследование, по результатам которого пациентов допускали к этапу реабилитации.

Через 3 месяца прослеживалась костная мозоль на всем протяжении между отломками, среднее значение –  $11,4 \pm 0,5$  балла. Костная консолидация оставалась неизменной до конца срока наблюдений. В 1 (10,0%) случае наблюдали незначительное смещение металлофиксатора относительно линии перелома, без нарушения репозиции костных отломков. В некоторых случаях лошадей приглашали на плановую диспансеризацию через 6 месяцев после оперативного вмешательства. К 6 месяцу выявляли рентгенологические признаки костной мозоли с прослеживаемым рисунком непрерывных продольных трабекул, проходящих через линию перелома.

Таким образом, этапная рентгенография позволила выявить особенности формирования костной мозоли у животных исследуемых групп. Уже на 14-е сутки исследования наблюдалась периостальная реакция у лошадей, а к 28-м суткам эндостальная. Применение винта позволяет снизить число развития таких осложнений как смещение отломков, приводящих к несращению зоны. Формирование плотной костной мозоли отметили к 3 месяцу после выполнения остеосинтеза.

### ***Частота и характер осложнений после лечения лошадей с коротким неполным сагиттальным переломом проксимальной фаланги***

Особое внимание обращали на развитие послеоперационных осложнений, которые разделены на следующие виды: специфические (перелом винтов, несостоятельность концевых точек фиксации, продольное смещение с вклиниванием отломков), неспецифические (остеоартроз, периостальная

реакция, инфицирование). Распределение видов осложнений в группах представлено в таблице 3.

*Таблица 3 – Сравнительный анализ осложнений у лошадей контрольной (n=10) и опытной группы (n=10)*

Виды осложнений	Контрольная группа (n=10)	Опытная группа (n=10)
<b>СПЕЦИФИЧЕСКИЕ</b>		
Перелом винтов	-	1 (10%)
Продольное смещение с захождением отломков	2 (20%)	-
<b>НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ</b>		
Избыточная костная мозоль	1 (10%)	-
Артроз	4 (40%)	2 (20%)
Периостальная реакция в месте введения винтов	-	1 (10%)
Расхождение отломков под давлением костного столба	1 (10%)	-

Среди инфекционных осложнений при хирургическом лечении пациентов с переломом проксимальной фаланги в 10% случаев наблюдали глубокое нагноение послеоперационной раны, сопровождающееся проявлением хромоты, невозможностью ходить через 14 суток после операции (рисунок 7). Таким лошадям проводили дополнительное оперативное вмешательство (ревизия и дренирование раны), направленное на купирование воспалительного процесса с сохранением винтов.



*Рисунок 7 – Некротизация тканей кожи под полиуретановой повязкой.*



*Рисунок 8 – Рентгенограмма проксимальной фаланги лошади контрольной группы в дорсо-плантарной проекции. Избыточная костная мозоль.*

На рентгенограммах после удаления металлоконструкций определяли дистрофические изменения в виде посттравматического деформирующего артроза смежных (венечный, копытный) суставов, который был выявлен у лошадей опытной группы в 20% случаях, что в 2 раза реже, чем в контрольной группе. В 10% наблюдений причиной значимого снижения опороспособности оперированной конечности являлась периостальная реакция в месте введения винтов.

В период наблюдения за лошадьми выявлены переломы винтов в опытной группе у 10% лошадей. Это связано с установкой фиксаторов меньшего диаметра и ранним началом нагрузки на конечность вопреки врачебным рекомендациям. В контрольной группе применение гипса и длительное отсутствие нагрузки приводило к замедленному сращению и образованию резорбционного диастаза, вследствие чего формировалась избыточная костная мозоль (10,0%) (рисунок 8).

Таким образом, метод лечения в виде наложения гипсовой повязки остается наиболее часто выполняемым у лошадей с переломами проксимальной фаланги. Однако данный вид лечения сопряжен с высокой частотой осложнений, которые могут достигнуть 80%. Альтернативой иммобилизационной повязки служит использование комбинации хирургических методик в виде винтовой фиксации и наложения полиуретановой повязки на травмированную конечность. Преимуществами данного вида хирургического лечения служат более быстрый этап реабилитации, снижение числа послеоперационных осложнений и возможность возвращения к спортивным и/или беговым нагрузкам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований свидетельствуют о преимуществе применения винтовой фиксации при лечении лошадей с компрессионными переломами проксимальной фаланги. Данная методика обеспечивает стабильную фиксацию костных отломков на всем периоде лечения, способствует образованию первичной костной мозоли в более ранние сроки после операции, позволяет избежать гипостатических осложнений и снизить летальность.

Результаты исследований позволили сформулировать следующие **выводы**:

1. Переломы проксимальной фаланги у лошадей составляют 16,4% от числа всех переломов и 1,4% от числа хирургических заболеваний. На сагиттальные короткие переломы приходится 27,7% случаев из числа переломов проксимальной фаланги.

2. Вариативность основных морфометрических показателей путовой кости грудных и тазовых конечностей у лошадей для средних значений не имеет существенных отклонений (до 1%), в то время как различия между минимальными и максимальными значениями находятся в диапазоне от 20,0% до 66,6% для значений, полученных анатомическим методом; от 12,2% и 33,3% для рентгенологического метода.

3. По данным механических экспериментов на испытательных стендовых машинах, проведенных на нативных костях проксимальной фаланги после моделирования остеосинтеза винтом, изучаемый имплантат обладает достаточными прочностными свойствами на сжатие (предел упругости  $9,0 \pm 0,8$  кН, предел прочности  $29,0 \pm 0,7$  кН).

4. Моделирование сагиттального перелома проксимальной фаланги достигается при воздействии сил испытательной стендовой машины на центральный сагиттальный желоб путовой кости (предел упругости –  $11,0 \pm 0,5$  кН, предел прочности –  $25,7 \pm 1,1$  кН).

5. По данным рентгенологического исследования установлено, что образование первичной эндоостальной костной мозоли в зоне повреждения наступает у лошадей с применением винтовой фиксации на  $28 \pm 0,2$  сутки, тогда как у лошадей, которым применялась полиуретановая иммобилизация – на  $35 \pm 0,2$ .

6. Полное восстановление функции травмированной конечности у лошадей с винтовой фиксацией, наблюдается на  $101,8 \pm 2,1$  сутки, что на 29,8 суток быстрее, чем у животных с полиуретановой повязкой.

7. У лошадей с сагиттальными переломами проксимальной фаланги и применением остеосинтеза с винтовой фиксацией регистрируются послеоперационные осложнения: перелом винтов (10%), периостит проксимальной фаланги (10%), артроз (20%), тогда как у животных контрольной группы с применением полиуретановой повязки – продольное смещение отломков (20%) и их расхождение (10%), формирование избыточной костной мозоли (10%), замедленное сращение и формирование резорбционного диастаза, что приводит в 30% случаев к сохранению хромоты опирающего типа.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ**

1. На основании проведенных исследований рекомендуем алгоритм хирургического лечения коротких неполных сагиттальных переломов проксимальной фаланги у лошадей.

2. При выполнении остеосинтеза методом винтовой фиксации необходимо владеть общими принципами и методами введения винта, иметь возможность выполнить рентген-контроль на операционном столе. При этом очень важно проведение операционного планирования (выбор винта оптимальной длины и диаметра).

3. Предоперационное обследование должно включать высокоинформативные методы исследования (рентгенографию, КТ и МРТ), позволяющие оценить морфометрические параметры кости проксимальной фаланги, характер и величину деформации.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ**

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение вопросов, связанных с разработкой специализированных винтов для лечения сагиттальных переломов, а также разработкой способа лечения оскольчатых переломов проксимальной фаланги.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях,  
рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ*

1. Сучков, М. В. Анализ встречаемости переломов проксимальной фаланги у лошадей (2017-2020 гг.) / М. В. Сучков, А. И. Карклин, К. С. Марцева // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2021. – № 4. – С. 97-99. – DOI: 10.52419/issn2072-6023.2021.4.97.

2. Чернигова, С. В. Эффективность метода винтовой фиксации при лечении лошадей с переломами проксимальной фаланги / С. В. Чернигова, М. В. Сучков, Н. В. Зубкова // Вестник Омского ГАУ. – 2022. – № 1 (43). – С. 111-120. – DOI 10.48136/2222-0364\_2022\_1\_111.

3. Чернигова, С. В. Опыт лечения лошадей с короткими неполными сагиттальными переломами проксимальной фаланги / С. В. Чернигова, М. В. Сучков, Н. В. Зубкова, А. И. Карклин // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – № 4. – С. 421-426. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.4.421.

4. Сучков, М. В. Оценка анатомо-рентгенологических измерений проксимальной фаланги лошади / М. В. Сучков, С. В. Чернигова, Н. В. Зубкова, Е. С. Дочилова // Международный вестник ветеринарии. – 2024. – № 2. – С. 353-361. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2024.2.353.

#### *Публикации в сборниках научных трудов и материалах конференций*

5. Сучков, М. В. Переломы проксимальной фаланги у лошадей: прогноз, сроки реабилитации и исход / М. В. Сучков, А. И. Карклин // Материалы 76-й международной научной конференции молодых ученых и студентов СПбГУВМ. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2022. – С. 112-113.