



на правах рукописи

Святковская Ксения Геннадьевна

**ОСТЕОСИНТЕЗ У СОБАК ФИКСАТОРАМИ С
ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ**

16 00 05 – ветеринарная хирургия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата ветеринарных наук

Санкт-Петербург

2007

Работа выполнена в ФГОУ ВПО Санкт-Петербургская Государственная Академия Ветеринарной Медицины

Научный руководитель:

доктор ветеринарных наук
Суховольский Олег Константинович

Официальные оппоненты:

доктор ветеринарных наук, профессор
Копенкин Евгений Павлович
кандидат ветеринарных наук, профессор
Веремей Эдуард Иосифович

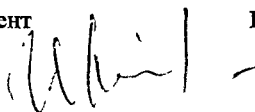
Ведущая организация: ФГОУ ВПО Вологодская Государственная молочно-хозяйственная академия им. Н.В. Верещагина

Защита диссертации состоится: «25» мал 2007 г. в «11» часов,
на заседании диссертационного совета Д.220.059.01. в ФГОУ ВПО Санкт-Петербургской Государственной Академии Ветеринарной Медицины
Адрес. 196084, г Санкт-Петербург, ул Черниговская 5

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургской Государственной Академии Ветеринарной Медицины

Автореферат разослан и размещен на сайте Санкт-Петербургской Государственной Академии Ветеринарной Медицины [http //spbgavm ru/](http://spbgavm.ru/)
«13» апрел 2007г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат ветеринарных наук, доцент



Никишина И.В.

1. Общая характеристика работы

Актуальность темы Нашей стране принадлежит отчетливый приоритет в разработке и внедрении конструкций из никелида титана во многие области медицины. Что касается ветеринарной практики, то здесь возможности подобных сплавов реализуются далеко не в полной мере. Хотя с момента открытия эффекта памяти формы (ЭПФ) прошло около 40 лет, теоретические и практические аспекты применения этих материалов в ветеринарии еще не получили надлежащей разработки. Нет четких приоритетов в использовании остеосинтеза конструкциями с ЭПФ при переломах и их последствиях, оптимальных научно обоснованных схем их применения, отсутствует детальный анализ осложнений. Нуждаются в совершенствовании, как сами устройства, так и основанные на них способы лечения.

Необходимо подчеркнуть, что появление сплавов из никелида титана открывает новое направление, заключающееся в создании функциональных металлических имплантатов (Гюнтер В Э с соавт., 1993, Гюнтер В Э, 2004). Основными требованиями, предъявляемыми к ним, являются биологическая и биомеханическая совместимость с окружающими тканями (Гюнтер В Э с соавт., 1992, 1993, 2004, Анкин Л Н с соавт., 2000), иначе организм может среагировать на введение конструкции изменением собственной структуры вплоть до разрушения (Кобзев Э В, 1987, Гюнтер Э В с соавт., 1998). Биологическая совместимость подразумевает отсутствие иммунных реакций, воспалительного процесса и как следствие этого – отторжения имплантата. Биомеханическая совместимость означает отсутствие перегрузок и макросдвигов на поверхности раздела «имплантат–ткань организма» (Гюнтер В Э с соавт., 1998). Последнее требование предполагает наличие в устройстве высокой пластичности, поскольку кость обладает значительной гибкостью, вязкостью и в изотермических условиях при температуре 34–42°C проявляет пластические свойства, т.е. характеризуется обратимой деформацией, которой лишены обычные металлические конструкции (Гюнтер В Э с соавт., 1990).

«Погоня» за прочными металлами и стабильной фиксацией отломков оттеснила биологические требования живого организма на второй план, что в какой-то мере завело в тупик решение проблемы погружного остеосинтеза. Одним из выходов из создавшейся ситуации стало использование сплавов на основе титана и никеля (TiNi). Это принципиально новые по своим свойствам сплавы, обладающие сверхэластичным поведением и эффектом памяти формы, присущим живым тканям (Витюгов И А с соавт., 1986, Гюнтер В Э, 1993, Гюнтер В Э с соавт., 1993, 1995, Ильин А А с соавт., 2002). Они наделены такими важными характеристиками, как эффект однократной и многократной памяти формы, сверхэластичность, деформационная циклоустойчивость, пластичность и прочность в мартенситном

и высокотемпературном состоянии, пористость, смачиваемость, сопротивляемость износу, релаксационная стойкость (Гюнтер В Э, 1989, 1993, Bensmann G et al, 1979, Wayman C M, 1981, Rondelli G et al, 1990) В дополнение к названным положительным качествам сплавы на основе никелида титана при имплантации в живой организм демонстрируют почти полную инертность (Гюнтер В Э, 1989, 1993, Новоселов К А с соавт, 1997, Плоткин Г Л с соавт, 2000, Heesen J, Haasters J, 1980, Dai K, Hou Y, 1996, Musialek J et al, 1998, Filip P et al, 2001)

Из материалов такого рода изготавливают устройства, способные под влиянием температуры изменять форму до 15% от первоначальной. Охлажденная до 5–7°C конструкция становится эластичной, и ее можно деформировать без значительных усилий. При нагревании в организме она стремится восстановить исходную форму, создавая надежную фиксацию и равномерную компрессию костных отломков (Плоткин Г Л с соавт, 1993, 1995, Котенко В В, 2001)

Медицинская практика показывает, что фиксаторы с ЭПФ применимы для осуществления стабильно-функциональной межфрагментарной компрессии при переломах практически всех локализаций (Кулик В И с соавт, 2001, Россошанский А Н, Плоткин Г Л 2005). Разнообразие их форм обеспечивает хирургу высокую маневренность (Дятлов М М, Тулупов А В, 2001).

Экономическая эффективность стабильно-функционального межфрагментарного остеосинтеза конструкциями из никелида титана определяется их относительной дешевизной (при серийном производстве), отсутствием необходимости в специальной инструментации, сокращением сроков лечения, низкой частотой осложнений, уменьшением длительности периода адаптации (Копысова В А, 1993, Герасимов О Н, Герасимов С О, 2001, Ростовцев А В с соавт, 2001).

Использование для изготовления фиксаторов материала, максимально приближающегося по биомеханическим и биофизическим свойствам к живой костной ткани, возможность их оптимального подбора в зависимости от вида повреждения и его локализации, малая травматичность операции, поддержание постоянной и равномерной межфрагментарной компрессии позволяют говорить об осуществлении стабильно-функционального остеосинтеза. Недаром В А Копысова (1993) использует в применении к этим конструкциям термин «биомеханизмы». Надежное скрепление отломков в сочетании с ранней функцией способствует быстрому восстановлению трофики тканей, нормализации репаративных процессов (Копысова В А, 1990). Таким образом, развитие данного направления открывает путь к решению чрезвычайно актуальной проблемы биологического остеосинтеза.

Описанные характеристики конструкций с эффектом памяти формы убедительно свидетельствуют в пользу их широкого применения в ветеринарии, тем более что урбанизация видоизменила травматизм не только у человека, но и у животных, в частности собак. Среди всех повреждений у

них частота переломов костей достигает 19,8% (Башкатова Н А с соавт, 2000)

Цель исследования улучшить исходы лечения собак с переломами костей посредством разработки научно обоснованных подходов к стабильно-функциональному остеосинтезу конструкциями из никелида титана

Задачи исследования:

- 1 Оценить устойчивость различных методов фиксации отломков в динамических и статических экспериментах на анатомических препаратах
- 2 Проанализировать опыт использования конструкций из никелида титана при травмах у собак, определить оптимальные варианты остеосинтеза с их применением в зависимости от локализации и вида перелома
- 3 Предложить приспособление, повышающее точность установки скобы из материала с термомеханической памятью формы
- 4 Провести сравнительный анализ результатов оперативного лечения переломов стандартными методами и с использованием конструкций с ЭПФ

Научная новизна исследования Для экспериментальных исследований применен оригинальный испытательный стенд Scaime ZF-500 с электронным датчиком силы фирмы Scaime, аналогово-цифровым преобразователем, соединенным с персональным компьютером Для сбора, обработки и хранения полученных данных создано соответствующее программное обеспечение

С помощью экспериментального биомеханического моделирования остеосинтеза на нативных костях собак, погибших от травм, изучена стабильность различных видов остеосинтеза и доказана целесообразность использования вариантов фиксации, позволяющих раннюю нагрузку на оперированную конечность

Впервые проведены сравнительные исследования прочности фиксации переломов трубчатых костей у собак устройствами с памятью формы Определены оптимальные варианты остеосинтеза с их применением в зависимости от локализации и вида перелома

Впервые в ветеринарной практике использован специальный инструмент фирмы МАТИ, волнообразные фиксаторы с эффектом памяти формы адаптированы к трубчатым костям собак

Предложено приспособление для установки компрессирующей скобы (патент на полезную модель № 59395 по заявке № 2006128080/22(030505) от 03.08.2006)

Теоретическая и практическая значимость На основе сформулированных инженерно-конструкторских принципов создания сверхэластичных имплантатов с эффектом памяти формы показана возможность качественно нового подхода к проблеме лечения переломов у собак

Экспериментально и клинически доказана целесообразность использования конструкций из никелида титана для этих целей

Предложенное приспособление для установки скоб с ЭПФ позволяет повысить точность разметки отверстий для введения ножек фиксатора

Сравнительный анализ результатов оперативного лечения переломов у собак стандартными методами и с применением конструкций с ЭПФ свидетельствует в пользу последнего варианта остеосинтеза

Внедрение результатов исследования Данные, полученные в ходе диссертационного исследования, используются в учебном процессе на кафедре общей и частной хирургии им К И Шакалова С-ПбГАВМ

Предложенные методики применяются в лечебной практике Клиники ветеринарной медицины, травматологии и интенсивной терапии и ветеринарной клиники «Чемпион» (Санкт-Петербург)

Основные положения, выносимые на защиту

1 Испытательный стенд ICC-SCAIME ZF-500 позволяет исследовать в эксперименте на моделях стабильность фиксации отломков различными устройствами, в том числе конструкциями с эффектом памяти формы

2 Примененные в ходе экспериментального исследования методы оценки прочности остеосинтеза могут служить основой для определения надежности фиксации отломков как существующими, так и новыми конструкциями

3 Остеосинтез конструкциями из никелида титана можно отнести к биологическим видам внутренней фиксации, обеспечивающим сохранение жизнеспособности тканей в зоне перелома и не вступающим в противоречие с эластическими свойствами живой кости Он является не просто средством обездвиживания отломков, а механизмом, способствующим заживлению костной раны

4 Использование конструкций из никелида титана позволяет обеспечить раннюю функцию в ближайшем послеоперационном периоде и улучшить исходы лечения переломов у собак

Апробация работы Работа выполнена по плану научных исследований кафедры общей и частной хирургии С-ПбГАВМ, тема «Остеосинтез у собак фиксаторами с термомеханической памятью формы» утверждена межкафедральной комиссией на заседании кафедр общей и частной хирургии, оперативной хирургии, акушерства и гинекологии С-ПбГАВМ Диссертация обсуждена на проблемной комиссии и Ученом совете С-ПбГАВМ

Основные положения и материалы диссертационного исследования доложены и обсуждены на

1 57-й научной конференции молодых ученых и студентов С-бГАВМ, Санкт-Петербург, 2003

2 Всероссийской научно-практической конференции «Лечение сочетанных травм и заболеваний конечностей», Новокузнецк, 2003

3 8-м Российском национальном конгрессе «Человек и его здоровье», Санкт-Петербург, 2003

4 59-й научной конференции молодых ученых и студентов СПбГАВМ, Санкт-Петербург, 2005

5 10-м Российском национальном конгрессе «Человек и его здоровье», Санкт-Петербург, 2005

6 1-м съезде травматологов-ортопедов Уральского Федерального Округа, Екатеринбург, 2005

7 Российский национальный конгресс «Человек и его здоровье», Санкт-Петербург, 2006

Публикации По материалам диссертационного исследования опубликовано 15 статей, в том числе в центральных журналах – 7

Объем и структура диссертации Работа изложена на 125 страницах текста, набранного на компьютере, иллюстрирована 16 таблицами и 42 рисунками. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций и библиографического списка использованной литературы (113 отечественных и 69 зарубежных авторов)

2. Материал и методы исследования

Работа проводилась на кафедре общей и частной хирургии Санкт-Петербургской государственной академии ветеринарной медицины и в Клинике ветеринарной медицины, травматологии и интенсивной терапии (Санкт-Петербург) в 2003–2006 гг. При определении локализации перелома была использована Международная ветеринарная анатомическая номенклатура (Н В Зеленецкий, 2003)

Материалом для клинического исследования служили истории болезни 63 собак различных пород и размеров (23 суки, 40 кобелей), оперированных по поводу переломов костей. Из них 27 собак (42,9%) были прооперированы с применением конструкций из никелида титана (основная группа) и 36 (57,1%) – с использованием других методов остеосинтеза (контрольная группа). Преобладали собаки в возрасте до года, в основной группе их было 48,1%, в контрольной – 44,5%. Доля животных до 5 лет включительно составляла 66,6% и 66,7% соответственно.

Таблица 1

Распределение животных по возрасту

Возраст собак, лет	Основная группа		Контрольная группа		Итого	
	п	%	п	%	п	%
До года	13	48,1	15	41,6	28	44,5
От 1 до 5 лет	5	18,5	9	25,0	14	22,2
От 6 до 10 лет	7	25,9	7	19,4	14	22,2
Старше 10 лет	2	7,5	5	14,0	7	11,1
Итого	27	100	36	100	63	100

Ведущим видом травмы в обеих группах была дорожно-транспортная (50,8%) с небольшим перевесом в основной группе (51,8%) над контрольной (50,0%). Другим механизмом возникновения тяжелых повреждений являлось падение с высоты, но такие травмы встречались значительно реже (9,5%). У 11,1% животных повреждения были получены в результате прыжков с

невысоких предметов (дивана, стула, стола) В 20,6% случаев травма произошла по вине владельца, наступившего на животное (14,3%) или прищемившего его дверью (6,3%) И та, и другая причина в обеих группах наблюдалась с приблизительно одинаковой частотой В 14,4% случаев этиология травмы осталась невыясненной

Если рассматривать всю серию животных в целом (табл 2), то чаще всего встречались повреждения костей предплечья (28,5%), за ними с небольшим отрывом следовали переломы бедренной кости (25,4%) Основное различие между анализируемыми группами заключалось в частоте повреждений костей таза, в основной группе на их долю приходилось 25,9%, а в контрольной – 8,3%, что «уравновешивалось» долей таких травм, как переломы костей голени 7,4% и 25,0% соответственно

Таблица 2

Распределение животных по локализации перелома

Локализация перелома	Основная группа		Контрольная группа		Итого	
	п	%	п	%	п	%
Кости предплечья	9	33,3	9	25,0	18	28,5
Кости таза	7	25,9	3	8,3	10	15,9
Бедренная кость и вертельный массив	6	22,2	10	27,7	16	25,4
Кости голени	2	7,4	9	25,0	11	17,5
Фаланги пальцев	3	11,2	5	14,0	8	12,7
Итого	27	100	36	100	63	100

У 29 (46,0%) из 63 пострадавших животных остеосинтез был осуществлен в течение 3 суток с момента травмы, у 24 (38,1%) – с 4-е по 7-е сутки и у 10 (15,9%) – спустя неделю и более Такая задержка, как правило, объяснялась тяжелым общим состоянием, требовавшим тщательного предоперационного обследования и подготовки Как правило, это были собаки, пострадавшие в ДТП При сопоставлении сроков оперативного лечения оказалось, что в основной группе животные получали хирургическое пособие несколько раньше, чем в контрольной Так, на 1–3-й день было прооперировано 63,0% собак основной группы и только 33,3% контрольной, на 4–7-й – 25,9% и 47,2% и на второй неделе и позже – 11,1% и 19,5% соответственно

Все животные основной группы, как уже говорилось, были прооперированы с использованием конструкций из никелида титана с термомеханической памятью формы У 47,2% собак контрольной группы выполнен остеосинтез аппаратами внешней фиксации, у 41,7% – интрамедуллярными штифтами и только у 11,1% – пластинами

В целом изучаемые группы животных были вполне сопоставимы по возрастному-половому составу, этиологии травмы и соответственно ее тяжести и во многом – по локализации Некоторые различия в сроках остеосинтеза не

могли иметь существенного значения в контексте цели и задач диссертационного исследования

Материалом для экспериментальных биомеханических исследований служили 39 нативных костей – свежих или кратковременно фиксированных в растворе 2%-ного формалина. Они были получены в течение суток с момента гибели от собак от травм. Средний вес этих животных составил 14 кг. Всего проведено 122 биомеханических исследования. В тех случаях, когда кости не разрушались, на них же после поперечных переломов создавали модели оскольчатых

Методы клинического исследования. Всем поступившим собакам проводили оценку общего клинического статуса и состояния травмированной конечности. Осуществляли рентгенографию прямой и боковой проекциях. По показаниям назначали биохимическое и клиническое исследование крови.

Во время операции производили кардиомониторинг и контроль насыщения крови кислородом.

Большое разнообразие повреждений у животных и их различная локализация требовали обобщенной системы оценки результатов лечения. В ближайшем послеоперационном периоде она основывалась на величине отека, характере заживления послеоперационной раны, наличии или отсутствии осложнений общего и местного характера.

Об отдаленных результатах судили по наличию или отсутствию гнойных осложнений и рентгенологическим данным консолидации перелома в должные сроки/замедленная консолидация/несращение/ложный сустав, положение отломков, деформация/укорочение кости, расшатывание, прорезывание, миграция, деформация металлической конструкции.

Экспериментальные биомеханические исследования выполнены в лаборатории Ростовского государственного медицинского университета, на кафедре травматологии и ортопедии в 2003–2005 гг. Для этих целей использовался стационарный испытательный стенд ИСС-Scaime ZF-500, состоящий из металлического каркаса, электронной и механической частей. В его состав входят аналогово-цифровой преобразователь и персональный компьютер. Для сбора, обработки и хранения полученных данных создано соответствующее программное обеспечение.

Воздействие на объекты осуществляли силой от 0 до 5000 Н. Исследование образцов при их испытании на компрессию и дистракцию выполняли при скорости 5 мм/с.

Результаты исследований отображались в виде графиков на экране монитора компьютера. Графики выполнялись в двухкоординатной системе (сила – время) и преобразовывались с помощью программы Microsoft Excel.

При проведении биомеханических исследований принимались в расчет следующие варианты усилий и нагрузок:

- усилия, не ведущие к повреждению исследуемых моделей,
- разрушающие воздействия,
- физиологические нагрузки, не превышающие пятикратной массы

объекта,

- стрессовые нагрузки, превышающие пятикратную массу тела животного, без разрушающего воздействия на исследуемые модели,
- стрессовые нагрузки, превышающие в 5–14 раз массу тела животного, с разрушением исследуемой модели

За начальное повреждение принималось визуально регистрируемое нарушение целостности костных балок и незначительное стойкое изменение кривой графика против направления воздействия, а за разрушение – резкое снижение сопротивления образца сжатию и появление стойкой нисходящей кривой графика с визуальным контролем и сопоставлением. При этом обращали внимание на характер и локализацию разрушения кости и повреждения металлоконструкции или миграцию отдельных ее частей. Исследование прекращали при неразрушающих нагрузках при потере стабильности фиксации и появлении диастаза между костными отломками.

Статистическая обработка данных проводилась в Microsoft EXEL.

3. Результаты собственных исследований

3.1. Результаты экспериментального биомеханического моделирования остеосинтеза у собак

Основными принципами лечения переломов у собак являются точное сопоставление, достаточная прочность фиксации костных отломков, максимальное сохранение кровоснабжения и восстановление функции конечности. Важнейшее условие успеха лечения состоит в стабильности остеосинтеза.

В ходе экспериментальных биомеханических исследований, проведенных на 39 нативных костях собак, были изучены прочностные характеристики остеосинтеза различными фиксаторами на моделях разных переломов. Оценка «поведения» моделей проводилась как при осевом нагружении, так и при воздействии под углом.

Для репрезентативности полученных данных и возможности их использования в клинической практике были унифицированы некоторые исследовательские приемы и позиции:

1. выбор в качестве моделей нативных костей собак,
2. использование для их изготовления костей животных, погибших в результате травм, а не от иных причин, которые могли бы привести к потере качества костной ткани,
3. применение конструкций с достаточной прочностью и адаптированных для остеосинтеза у собак (самодельные фиксаторы исключались),
4. осуществление стандартных приемов distraction по оси и асимметричной distraction с противоположной стороны от пластины или внешнего фиксатора с монологатеральным расположением на сегменте,
5. соблюдение стандартной скорости воздействия,
6. идентичность методик остеосинтеза и применяемого для этих целей инструментария в клинике и эксперименте.

Для оценки стабильности фиксации моделировали следующие виды остеосинтеза при диафизарных переломах бедренной кости (табл. 3)

1 наkostный остеосинтез поперечных переломов с торцевым упором (стабильных) у собак крупных пород,

2 чрескостный остеосинтез поперечных переломов с торцевым упором (стабильных) у собак крупных пород,

3 наkostный остеосинтез оскольчатых переломов (нестабильных) у собак крупных пород,

4 чрескостный остеосинтез оскольчатых переломов (нестабильных) у собак крупных пород,

5 комбинированный остеосинтез поперечных переломов с торцевым упором (стабильных) у собак мелких пород с применением конструкций с ЭПФ,

6 комбинированный остеосинтез оскольчатых переломов (нестабильных) с использованием конструкций с ЭПФ у собак мелких и средних пород

Для наkostного остеосинтеза применяли как обычные пластины, так и пластины с угловой стабильностью. Чрескостный остеосинтез выполнялся с моноклатеральным расположением внешнего фиксатора. В зависимости от толщины кости использовали стержни диаметром от 2,7 до 6,0 мм.

Таблица 3

Характеристика биомеханических исследований у животных

Остеосинтез	Характер перелома	Режим исследования			Всего исследований	
		дистр	асим дистр	компр	n	%
Наkostный	Поперечный	8	7	7	22	18,0
Чрескостный	Поперечный	5	9	3	17	13,9
Конструкциями с ЭПФ	Поперечный	4	3	12	19	15,6
Наkostный	Оскольчатый	7	6	5	18	14,8
Чрескостный	Оскольчатый	5	8	11	24	19,7
Комбинир	Оскольчатый	11	-	11	22	18,0
Итого					122	100

Из арсенала конструкций с эффектом памяти формы были избраны волнообразные фиксаторы производства инженерно-медицинского центра «МАТИ-Медтех». При их установке применяли специальный инструментальный «МАТИ». Конструкцию охлаждали до температуры +6...+10°C, затем, поместив ее в специальный зажим-деформатор, сдавливали основание, чтобы развести бранши.

Для создания отверстий в кости использовали шаблон-направитель, с помощью которого под заданным углом сверлом из никелида титана нужного диаметра формировали каналы. После этого, охладив скобу до температуры +6...+10°C и разведя бранши, ее устанавливали с помощью зажима-деформатора.

Температурная граница сохранения измененной формы металлоконструкции соответствовала 26°C, а температурная граница восстановления формы находилась на уровне 35±2°C

3 2. Результаты экспериментального моделирования и оценки прочности фиксации переломов бедренной кости у собак

3 2 1 Результаты исследования прочности остеосинтеза при дистракции

Накостный остеосинтез обычной пластиной с 6–8 винтами при стабильных поперечных переломах с торцевым упором характеризуется довольно значительной прочностью при осевой дистракции (800–1000 Ньютон), но в условиях асимметричной дистракции стабильность системы нарушается уже при воздействии силой 200 Ньютон. Иная картина отмечается при использовании пластин с угловой стабильностью. Система выдерживает дистракцию по оси до 2500 Ньютон, что превышает цифры стрессового воздействия. Довольно высокая стабильность остеосинтеза сохраняется и при асимметричном усилии (до 1700 Ньютон), что свидетельствует о хорошем противодействии накостных фиксаторов с угловой стабильностью и осевой, и асимметричной дистракции.

Нарушение стабильности фиксации в условиях накостного остеосинтеза как при воздействии по оси кости, так и при асимметричной дистракции, как правило, происходило за счет миграции винта/винтов или небольшой деформации пластины.

Применение конструкций с ЭПФ в дополнение к обычной пластине существенным образом не увеличивало прочность фиксации. Но при комбинированном остеосинтезе пластиной с угловой стабильностью и двумя скобами с ЭПФ устойчивость системы повышалась с 200 до 600 Ньютон.

Чрескостный вариант фиксации включал три кольца и одну дугу внешнего фиксатора. Применялись стержни диаметром до 2,7 мм и спицы Кишнера диаметром до 1,8 мм для дистального кольца.

Модель поперечного перелома при равномерной дистракции до 840 Ньютон выдерживала осевую нагрузку, затем происходила потеря стабильности фиксации. При оскольчатом переломе выдерживалось усилие до 980 Ньютон.

В целом при чрескостном остеосинтезе модель более длительно противостояла прилагаемому дистракционному усилию (характер кривой графика был обычно более пологим), чем при накостном, и потеря стабильности при обоих режимах дистракции происходила за счет прорезывания стержней в кости или их деформации/изгиба.

При комбинированном остеосинтезе (аппарат + скоба с ЭПФ) прорезывания конструкции из никелида титана в различных режимах испытаний не наблюдалось. Чаще всего происходила ее деформация и реже – миграция.

3 2 2 Результаты исследования прочности остеосинтеза при компрессии

Важным показателем надежности фиксации является устойчивость модели к компрессионным воздействиям. Прочность остеосинтеза испытывалась в режиме физиологических нагрузок или при их незначительном превышении, не достигая предела стрессового воздействия (превышение массы тела собаки в 10–16 раз). Показатели рассчитывались для наkostного остеосинтеза обычной пластиной.

В условиях компрессии прочность фиксации стабильного поперечного перелома с торцевым упором достигала 1500 Ньютон. При равномерной осевой компрессии до 1189 Ньютон винты выдерживали нагрузку, и лишь при превышении указанных цифр наступало разрушение кости. При равномерной компрессии, достигающей 1073 Ньютон, модель оскольчатого перелома, фиксированного обычной пластиной, также теряла свою стабильность.

Изучение прочности и стабильности остеосинтеза играет ведущую роль при выборе тактики реабилитационного лечения. Зная пределы стабильности различных фиксаторов, можно целенаправленно контролировать реабилитационный процесс. Результаты проведенных экспериментальных исследований свидетельствуют о том, что в раннем послеоперационном периоде возможна нагрузка, не превышающая 4-кратную массу животного.

В условиях оскольчатого перелома для предотвращения смещения костных осколков целесообразно применять открытую репозицию с их фиксацией скобами с ЭПФ.

3 2 3 Причины нарушения устойчивости системы кость-фиксатор

Структура причин нарушения стабильности системы кость-фиксатор в зависимости от вида остеосинтеза показана в таблице 4.

Таблица 4

Причины нарушения стабильности остеосинтеза

№	Причины нарушения стабильности	Режим исследования			Количество исследований	
		дистр	асим дистр	компр	n	%
I	Наkostный					
	миграция винта	11	6	2+1*	19	15,6
	деформация пластины	4	5	6+3*	15	12,3
	перелом кортекса	-	2	4*	2+4*	4,9
II	Чрескостный					
	деформация стержня	3	8	4+2*	15+2*	13,9
	прорезывание стержня в кости	7	9	6+2*	22+2*	19,7

III	Комбинированный миграция конструкции с ЭПФ	3	-	7	10	8,2
	деформация конструкции с ЭПФ	12	3	16	31	25,4
	прорезывание конструкции с ЭПФ в кости	-	-	-	-	-
IV	Итого	40	33	41+12*	114+8*	100

- - сочетание перелома кости с деформацией пластины или миграцией винтов, деформацией стержней

Если принять все случаи потери стабильности фиксации отломков за 100%, то в условиях накостного остеосинтеза она чаще всего была обусловлена миграцией винта/винтов (15,6%) или деформацией самой пластины (12,3%), при аппаратном методе фиксации – прорезыванием стержня в кости (19,7%), реже – его деформацией (13,9%), а при комбинированном остеосинтезе – деформацией конструкции с ЭПФ (25,4%) и в значительно меньшем проценте случаев (8,2%) – ее миграцией

Таким образом, применение конструкций с ЭПФ у собак при переломах длинных костей как самостоятельного средства остеосинтеза вне комбинации с другими устройствами нецелесообразно из-за недостаточной стабильности фиксации. Вместе с тем, возможность сохранения постоянной межфрагментарной компрессии с помощью устройств из никелида титана благодаря их сверхэластичному поведению и эффекту памяти формы заставляют искать оптимальные варианты таких сочетаний

3.2.4 Сравнительная характеристика некоторых свойств живых тканей и имплантатов

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что ткани организма обладают специфическими чертами, а именно они способны не разрушаться при значительных деформациях в условиях многократных нагрузжений и вибраций, восстанавливать исходную форму после устранения нагрузки, проявляя при этом высокие эластичные свойства (Гюнтер В Э с соавт., 1990, 1992, Кикачешвили Т Т с соавт., 1996, Bombelli R, 1993). Так, R Bombelli (1993) показал, что кость при ходьбе функционирует, как камера автомобильного колеса. Испытываемые циклические деформации являются тем стимулом, который заставляет «работать» остеобласты, костная ткань реагирует на снижение или отсутствие физиологической нагрузки уменьшением продуцирования новой кости. Естественные механические свойства кости регулируют ее трофику. Ключевым механизмом этого процесса, предположительно, является насосоподобный эффект изменения объемов жидкостных пространств кости под нагрузкой, обеспечивающий обмен между клеточным, межклеточным и сосудистыми пространствами (Кикачешвили Т Т с соавт., 1996, Kelly P J, 1983, Montgomery R J et al, 1988).

Согласно закону Гука при приложении к материалу нагрузки между напряжением и деформацией существует прямая зависимость, и для любого

типа металлических материалов этот закон всегда выполняется на начальной стадии деформирования

В отличие от неживых материалов физико-механические закономерности поведения биологических тканей совершенно иные. Для них закон Гука не соответствует линейной зависимости даже на начальной стадии деформирования, и переход в новое равновесное состояние при деформировании в условиях изменяющейся внешней нагрузки происходит не мгновенно, а за довольно длительный промежуток времени.

Таким образом, поведение биологических тканей в условиях внешнего напряжения характеризуется не законом Гука, а законом запаздывания, впервые сформулированным В.Э. Гюнтером (1989). Этот закон гласит, что между величиной напряжения и деформацией в условиях нагрузки и разгрузки существует гистерезисная зависимость, выражающаяся в эластичном поведении и возврате из деформированного состояния (более 2%) в исходное. При этом деформация возврата в живых тканях в 10 раз и более превышает деформацию возврата в металлических материалах.

Традиционные металлические материалы лишены подобной эластичности, поэтому выполненный из них имплантат подвергается повторяющемуся знакопеременному воздействию со стороны тканей организма, что возбуждает внутри него колебания широкого спектра волн. При малых деформациях (десятые доли процента) его механическое поведение характеризуется классической упругостью, при которой напряжения нарастают пропорционально изменению формы. Циклическая (усталостная) стойкость металлов проявляется лишь в пределах упругого деформирования. Более заметные деформации происходят посредством пластического течения, т.е. необратимо.

После прекращения воздействия силы исходная форма не восстанавливается. Многократное нагружение в пластической области неотвратимо приводит к разрушению имплантатов, несмотря на заложенный в них многократный запас прочности и высокий модуль упругости. Отсутствие при нагрузке и разгрузке большой обратимой деформации, соответствующей по величине живым тканям, — одна из основных причин несостоятельности современных металлических фиксаторов. Один из вариантов решения этой проблемы лежит на пути создания и применения нового класса медицинских материалов — сплавов на основе титана и никеля, проявляющих эффект памяти формы и сверхэластичные свойства, подобные тканям организма.

У обычных металлов и сплавов деформация в упругой области составляет порядка 0,2%, далее появляются остаточные необратимые деформации, после чего уже нет возврата к исходному состоянию. В отличие от них конструкция из никелида титана деформируется в соответствии с закономерностями эластичного поведения тканей организма, обеспечивая гармоничное функционирование всей системы «ткань организма–имплантат». Деформация подобных сплавов представляет собой комплексную величину, состоящую из (1) упругой деформации, (2)

деформации, связанной с мартенситным превращением, и (3) пластического компонента деформации. Вклад первой не превышает 2%, величина второй зависит от сплава и составляет, как правило, 3–10%, пластический компонент также вариабелен и характеризуется сложной температурной зависимостью.

При охлаждении до 5–7°C конструкция становится эластичной, и ее можно деформировать без значительных усилий. При нагревании в организме до 36°C она стремится восстановить исходную форму и при этом обеспечивает надежную фиксацию и равномерную компрессию костных отломков, не разрушаясь и не приводя к деструкции кости.

3.3. Результаты клинических исследований

3.3.1. Диагностика повреждений и предоперационная подготовка животных

Тактика хирургического лечения пострадавших собак включала в себя несколько обязательных этапов: проведение диагностических мероприятий, определение показаний к оперативному лечению, предоперационная подготовка, выполнение хирургического вмешательства, послеоперационное наблюдение пациентов.

На этапе диагностики собирали анамнестические данные, осуществляли общее обследование животного и обследование поврежденного сегмента. Выполняли рентгенографию. На основании этого определяли показания к операции. По показаниям проводили биохимический и клинический анализы крови.

При необходимости предоперационная подготовка включала дезинтоксикационную и общеукрепляющую терапию для стабилизации общего состояния животного. В обязательном порядке осуществляли антибактериальную терапию препаратами цефалоспоринового ряда и линкозамидами.

3.3.2. Техника оперативных вмешательств с использованием конструкций из никелида титана

Конструкции с ЭПФ в качестве основного и единственного средства остеосинтеза были использованы у 10 животных (37,0%) при переломах костей таза (7) и фаланг пальцев (3), в остальных 17 наблюдениях (63,0%) они сочетались с погружными (интрамедуллярными или накостными) фиксаторами. Выбор средств фиксации определялся видом и локализацией перелома (табл. 5, 6). При поперечных и косопоперечных переломах предпочтение отдавали скобам, а при косых, спиральных и оскольчатых – кольцам. Компрессирующие скобы применяли при диафизарных и эпифизарных переломах, а кольца – при метафизарных.

Необходимо подчеркнуть, что на современном уровне разработки этих конструкций они еще не в состоянии одновременно гарантировать поддержание компрессии отломков и обеспечение надежного шинирования сломанной кости. Это особенно справедливо для переломов длинных костей. Поэтому основной способ создания постоянной межфрагментарной компрессии при внутреннем стабильно-функциональном остеосинтезе за счет эффекта термомеханической памяти материала состоял в сочетании этих

устройств с интрамедуллярными или накостными фиксаторами. Это существенно уменьшало возможность вторичных смещений отломков, что особенно важно в ветеринарной хирургии, где невозможно обеспечить внешнюю иммобилизацию конечности.

Таблица 5

Локализация перелома и виды фиксации

Локализация перелома и виды фиксации	n	%
Кости предплечья	9	33,3
накостный остеосинтез пластиной + скоба с ЭПФ	2	
интрамедуллярный остеосинтез + скоба с ЭПФ	3	
интрамедуллярный остеосинтез + котыцо с ЭПФ	1	
Локтевой отросток		
интрамедуллярный остеосинтез + скоба с ЭПФ	3	
Кости таза	7	25,9
скобы с ЭПФ	7	
Бедренная кость	4	14,9
интрамедуллярный остеосинтез + скоба с ЭПФ	3	
интрамедуллярный остеосинтез + котыцо с ЭПФ	1	
Вертебральный массив	2	7,4
интрамедуллярный остеосинтез + скоба с ЭПФ	2	
Большеберцовая кость	2	7,4
интрамедуллярный остеосинтез + скоба с ЭПФ	1	
интрамедуллярный остеосинтез + котыцо с ЭПФ	1	
Фаланги пальцев	3	11,1
котыцо с ЭПФ	3	
Итого	27	100

Таблица 6

Выбор конструкций с ЭПФ в зависимости от локализации перелома

Локализация перелома	n	%
<i>Диафизарные переломы длинных костей</i>	7	25,9
интрамедуллярный остеосинтез + скоба с ЭПФ	4	
интрамедуллярный остеосинтез + кольцо с ЭПФ	1	
накостный остеосинтез + скоба с ЭПФ	2	
<i>Метафизарные переломы длинных костей</i>	3	11,1
интрамедуллярный остеосинтез + кольцо с ЭПФ	3	
<i>Эпифизарные переломы длинных костей</i>	2	7,4
интрамедуллярный остеосинтез + скоба с ЭПФ	2	
<i>Переломы вертельного массива бедренной кости</i>	2	7,4
интрамедуллярный остеосинтез + скоба с ЭПФ	2	
<i>Переломы коротких костей</i>	3	11,1
кольцо с ЭПФ	3	
<i>Переломы костей таза</i>		
скоба с ЭПФ	7	25,9
<i>Переломы локтевого отростка</i>	3	11,1
интрамедуллярный остеосинтез + скоба с ЭПФ	3	
Итого	27	100

Операции выполняли под внутривенной анестезией пропофолом и золептилом. Во время вмешательства проводили кардиомониторинг и контроль насыщения крови кислородом.

При комбинированном остеосинтезе диафизарных переломов, осуществив открытую репозицию, отломки сначала фиксировали интрамедуллярным штифтом/спицей или пластиной, а затем волнообразной скобой из никелида титана. При эпифизарных переломах сочетали интрамедуллярный фиксатор со скобой.

При работе с волнообразной скобой для получения компрессии ее охлаждали в жидком азоте до температуры ниже мартенситного перехода, выпрямляли ножки и полностью или частично – изгибы спинки, за счет чего общая длина конструкции увеличивалась. Ножки растянутой скобы устанавливали в отверстия, предварительно просверленные в костных отломках под углом 15–20° навстречу друг другу. В процессе нагревания металла при контакте с теплыми окружающими тканями проявлялся эффект термомеханической памяти. При этом конструкция стремилась принять первоначально заданную форму, обеспечивая за счет напряжения ее спинки и ножек постоянную межфрагментарную компрессию (рис. 1).

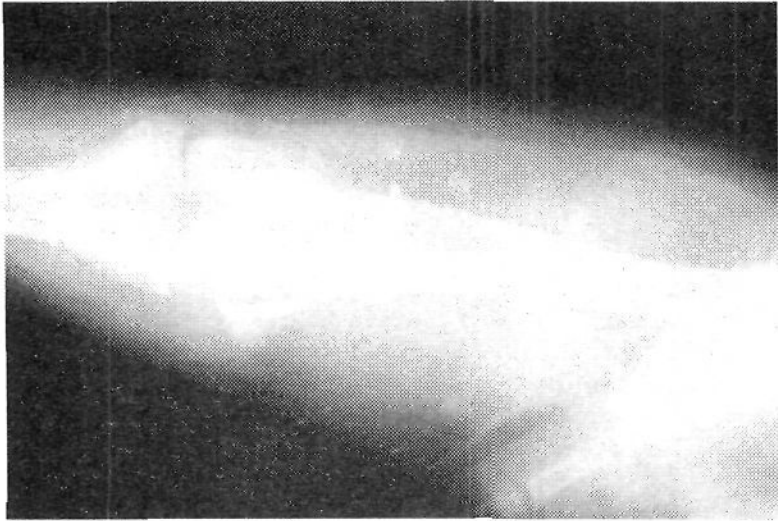


Рис. 1. Комбинированный остеосинтез перелома дистального эпифиза бедренной кости интрамедуллярным фиксатором и волнообразной скобой с ЭПФ.

С целью повышения точности установки фиксатора с ЭПФ нами было предложено специальное приспособление для разметки отверстий в виде гибкой пластины-шаблона с нанесенными на ее поверхность цифровыми метками (патент на полезную модель № 59395 по заявке № 2006128080/22(030505) от 03.08.2006). После сопоставления костных отломков, удерживая их костодержателем, пластину накладывают на кость, придав ей предварительно форму, соответствующую физиологическому изгибу последней. Вводя сверло в вырезы пластины в зависимости от размеров ножек скобы, просверливают отверстия в кости и, не снимая пластины, внедряют в них ножки охлажденного и деформированного нужным образом фиксатора. Когда в результате нагревания конструкция начинает восстанавливать свою форму, пластину вынимают, не нарушая достигнутого положения отломков.

При метафизарных переломах выполняли интрамедуллярный остеосинтез в сочетании с кольцевидными фиксаторами из никелида титана. При работе с ними необходимо помнить, что это не обычные металлические браслеты для обвивного шинирования, а своеобразной формы устройства, предназначенные для встречно-боковой компрессии. Для этого внутренний диаметр кольцевидного фиксатора (или соответствующих элементов обхвата) должен быть на $1/4-1/5$ меньше диаметра фиксируемого участка, а его форма должна соответствовать форме поперечного сечения поврежденной кости по принципу совпадения фигур их контуров. Последнее условие необходимо для создания трех зон контакта кольцевидного фиксатора с костью (в местах его разреза и на противоположной внутренней стороне), чем достигаются

устойчивость остеосинтеза и равномерное распределение напряжений в области стыкуемых поверхностей костных отломков.

Под общим обезболиванием проводили разрез кожи и подлежащих тканей в области метафиза/эпифиза и выполняли открытую репозицию отломков. Осуществляли интрамедуллярный остеосинтез штифтом или отрезками спицы. Кольцевидный фиксатор, подобранный в соответствии с диаметром кости, охлаждали в жидком азоте, разводили в стороны концы и надсвали его на кость в месте перелома. По мере контактного нагревания фиксатор, стремясь принять первоначальную форму, прочно соединял отломки (рис. 2).

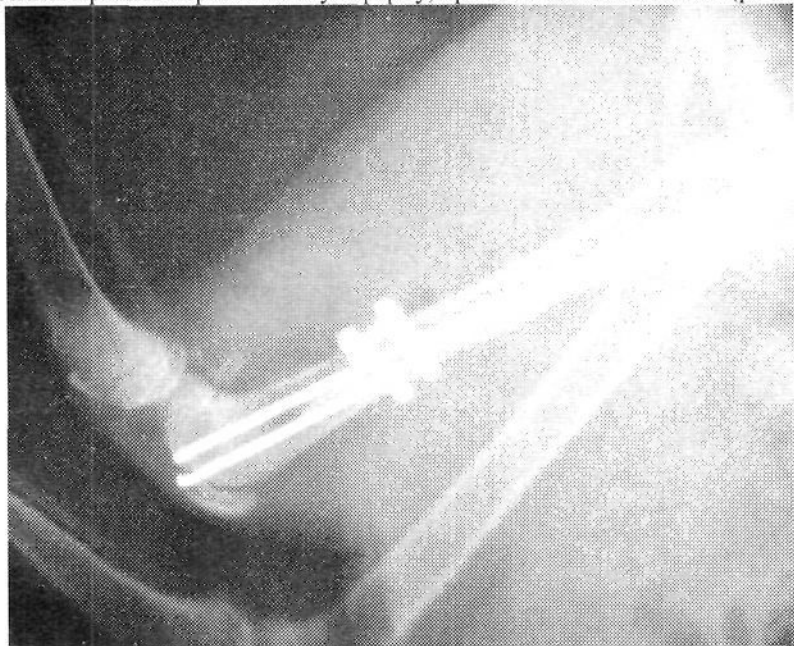


Рис. 2. Комбинированный остеосинтез метафизарного перелома бедренной кости интрамедуллярным фиксатором и кольцом с ЭПФ.

В 10 наблюдениях конструкции из никелида титана использовались в качестве основного и единственного фиксатора. При косых переломах коротких костей использовали кольцевидный фиксатор. При переломах костей таза вправленные открытым путем отломки фиксировали компрессирующими скобами (рис. 3).



Рис. 3. Остеосинтез компрессирующей скобой при переломе вертлужной впадины.

3.4. Сравнительный анализ результатов лечения в основной и контрольной группах

Результаты лечения изучены у всех собак основной и контрольной групп. Послеоперационный период у животных основной группы характеризовался умеренным отеком послеоперационной раны в течение первых 3–4 суток. У некоторых из них наблюдалась гипертермия на протяжении 3–5 дней, затем температура тела возвращалась к норме. К исходу второй недели у всех собак происходило заживление послеоперационной раны первичным натяжением. Гнойных осложнений не отмечено.

Рентгеновские снимки делались через месяц после операции. Смещения костных отломков или миграции конструкций не выявлено ни в одном из наблюдений. У всех собак достигнута консолидация перелома.

Осложнения, наблюдавшиеся у собак контрольной группы, представлены в таблице 7. Из 36 животных они констатированы у 8 (22,2%), и в 5 случаях связаны с несостоятельностью конструкции. Не исключено, что несращение перелома и псевдоартроз возникли по той же причине. Это не удивительно, поскольку у собак невозможно дозировать нагрузку на оперированную конечность. Это еще раз свидетельствует в пользу дополнительного применения фиксатора с ЭПФ, что позволяет стабилизировать отломки на всем протяжении консолидации перелома, уменьшает нагрузку на основную конструкцию и способствует репарации костной раны.

Таблица 7

Осложнения при лечении переломов в контрольной группе

Осложнения	n	%
Миграция пластины	1	2,8
Деформация или поломка пластины	2	5,6
Распавывание стержней внеочагового аппарата	2	5,6
Остеомиелит	1	2,7
Образование ложного сустава	1	2,8
Несращение перелома	1	2,8
Всего прооперировано	36	100

Выводы

1 Если принять все случаи потери стабильности при осевой дистракции, асимметричной дистракции и компрессии за 100%, то при накостном остеосинтезе она чаще всего была обусловлена миграцией винта/винтов (15,6%) или деформацией самой пластины (12,3%), при аппаратном методе фиксации – прорезыванием стержня в кости (19,7%) и реже – его деформацией (13,9%), а при комбинированном остеосинтезе – деформацией конструкции с ЭПФ (25,4%) и в значительно меньшем проценте случаев (8,2%) – ее миграцией.

2 Конструкции с ЭПФ в качестве основного и единственного средства остеосинтеза следует использовать при переломах костей таза и коротких трубчатых костей. Их применение при переломах длинных костей как самостоятельного средства остеосинтеза вне комбинации с другими устройствами нецелесообразно из-за недостаточной стабильности фиксации.

3 Оптимальным вариантом комбинированного остеосинтеза является сочетание интрамедуллярного фиксатора с компрессирующей никелид-титановой скобой (при диафизарных и эпифизарных переломах) или кольцом (при метафизарных переломах). При поперечных и косопоперечных переломах предпочтение отдается скобам, а при косых, спиральных и оскольчатых – кольцам. Штифту или пластине отводится роль внутренней стабилизации, а фиксаторы из никелида титана обеспечивают динамическую межфрагментарную компрессию.

4 Оригинальное приспособление для разметки отверстий в виде гибкой пластины-шаблона с нанесенными на ее поверхность цифровыми метками позволяет повысить точность установки фиксатора с ЭПФ

5 Сравнительный анализ результатов лечения в основной и контрольной группах свидетельствует о гладком течении репарации при остеосинтезе с использованием конструкций из никелида титана. При применении стандартных методов фиксации отломков осложнения констатированы у 22,2% животных. Подавляющее большинство из них было связано с несостоятельностью конструкции.

Практические предложения

1 Компрессирующие устройства из никелида титана – материала, обладающего эффектом памяти формы и сверхэластичностью, заслуживают более широкого внедрения в клиническую ветеринарную практику для лечения переломов костей.

2 При диафизарных и эпифизарных переломах следует сочетать интрамедуллярный остеосинтез с дополнительной фиксацией отломков компрессирующей скобой с ЭПФ, а при метафизарных – кольцом.

3 Выбор устройства из никелида титана определяется не только локализацией, но и видом перелома. При поперечных и косопоперечных переломах предпочтение отдается скобам, а при косых, спиральных и оскольчатых – кольцам.

4 Остеосинтез металлоконструкциями с эффектом памяти формы благодаря сохранению надежной межфрагментарной компрессии позволяет раннюю функцию конечности без гипсовой иммобилизации.

5 Для правильного выполнения остеосинтеза конструкциями с эффектом памяти формы необходимо соблюдение технологии установки и применение специального инструментария, шаблонов и зажимов-деформаторов. Предложенное приспособление для установки компрессирующей скобы позволяет повысить точность разметки отверстий для ее ножек.

6 На основании ретроспективного анализа клинического материала следует предостеречь хирургов от следующих ошибок при работе с конструкциями из никелида титана:

- нельзя пренебрегать внутренним шинированием стандартными металлическими конструкциями при переломах длинных трубчатых костей, поскольку фиксаторы из никелида титана пока не позволяют обойтись без них,

- необходимо учитывать, что надежность скрепления костных отломков устройствами с термомеханической памятью определяется, в основном, тремя моментами – силой создаваемой компрессии, прочностью соединения с костью каждого элемента фиксации, количеством этих элементов,

- следует помнить, что остеосинтез ненапряженным фиксатором (например, кольцом с диаметром, равным или превышающим диаметр

синтезируемого участка кости), не обеспечивает требуемой межфрагментарной компрессии

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1 Плоткина, КГ Остеосинтез у собак фиксаторами с термомеханической памятью формы / КГ Плоткина // 57 научная конференция молодых ученых и студентов С-ПбГВМ тезисы докладов – СПб, 2003 – С 65

2 Сабаев, СС Стабилизация эндопротеза материалами на основе никелида титана / СС Сабаев, ГА Алиев, ОК Суховольский, КГ Плоткина // Лечение сочетанных травм и заболеваний конечностей Всероссийская научно-практическая конференция тезисы докладов – М, 2003 – С 256-257

3 Сабаев, СС Конечнo-элементная модель ключицы для оценки параметров имплантатов с памятью формы / СС Сабаев, ШС Саядов, ЕВ Шатаева, КГ Плоткина, АВ Олейник // Лечение сочетанных травм и заболеваний конечностей Всероссийская научно-практическая конференция тезисы докладов – М, 2003 – С 269-270

4 Домашенко, АА Создание функциональных имплантатов – актуальная проблема травматологии-ортопедии / АА Домашенко, ОК Суховольский, КГ Плоткина // Человек и его здоровье 8-й Российский национальный конгресс материалы конгресса – СПб, 2003 – С 27-28

5 Плоткина, КГ Стабильно-функциональный остеосинтез фиксаторами из никелида титана / КГ Плоткина, ГЛ Плоткин // Ветеринарная практика – 2004 – № 4(27) – С 12-13

6 Домашенко, АА Место конструкций из никелида титана в лечении травм опорно-двигательной системы / АА Домашенко, ОК Суховольский, КГ Плоткина, АВ Олейник, АН Россошанский // Травматология и ортопедия России – 2005 – №2 – С 60-64

7 Сабаев, СС Современные концепции улучшения результатов заживления костной раны / СС Сабаев, АА Домашенко, КГ Плоткина, ЕВ Шатаева, АВ Олейник, РГ Адам // Имплантаты с памятью формы – 2005 – №1-2 – С 60-64

8 Сабаев, СС Материалы для имплантатов, осуществляющих стабильно-функциональный остеосинтез / СС Сабаев, АВ Олейник, КГ Плоткина, ЕВ Шатаева, РГ Адам // Имплантаты с памятью формы – 2005 – №1-2 – С 67-71

9 Сабаев, СС Возможности осуществления стабильно-функциональной межфрагментарной компрессии имплантатами с памятью формы / СС Сабаев, АВ Олейник, КГ Плоткина, ЕВ Шатаева, РГ Адам // Имплантаты с памятью формы – 2005 – №1-2 – С 75-79

10 Плоткина, КГ Опорный трансплантат из пористого никелида титана / КГ Плоткина, ОК Суховольский, АН Россошанский, СС Синицин // Человек и его здоровье 10-й Российский национальный конгресс материалы конгресса – СПб, 2005 – С 88

11 Плоткина, К Г Особенности ведения животных с ортопедической патологией до и после операции / К Г Плоткина // 59-я научная конференция молодых ученых и студентов С-ПбГВАВМ тезисы докладов – СПб, 2005 – С 76

12 Плоткина, К Г Применение имплантатов с эффектом памяти формы для фиксации переломов / К Г Плоткина, О К Суховольский, А В Олейник, А Н Россошанский // Оптимизация лечения и реабилитации больных труды общества травматологов-ортопедов Ростовской области / под ред проф В Д Сиклинда – Ростов-на-Дону, 2005 – С 76-83

13 Плоткина, К Г Основные правила остеосинтеза конструкциями из сплавов с эффектом памяти формы / К Г Плоткина, О К Суховольский, А Н Россошанский, С М Соболев, И Л Петров // Повреждения и заболевания опорно-двигательного аппарата / под ред В Э Гюнтера – Томск, 2005 – С 59

14 Плоткин, Г Л Состояние поверхности и биологические свойства имплантатов с памятью формы / Г Л Плоткин, А Н Данаилов, К Г Плоткина // Человек и его здоровье Российский национальный конгресс материалы конгресса – СПб, 2006 – С 40

15 Патент на полезную модель №59395 по заявке № 2006128080/22(030505) от 03 08 2006, приоритет от 06 10 2006 Приспособление для установки компрессирующей скобы (МПК А71В17/56(2006 01)Г) / К Г Плоткина, О К Суховольский, А Н Россошанский

Подписано в печать 12 04 2007
Объем 1,0 п л Тираж 100 экз Заказ № 27
Отпечатано в типографии ООО «КОПИ-Р», С-Пб, пер Гривцова 6б
Лицензия ПЛД № 69-338 от 12 02 99г