



## ХИРУРГИЯ

УДК: 619:617.581:616.72-089.87

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.2.336

### ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ОРТЕЗА ИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОНИ ШЕТЛЕНДСКОЙ ПОРОДЫ ПОСЛЕ РЕЗЕКЦИИ ГОЛОВКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

**Коробчук М. В.**<sup>1\*</sup> – практикующий коваль, к.т.н., специалист в области химии и технологии мономеров и полимеров (пластмасс и каучуков) органической и элементоорганической природы, главный специалист научно-технического управления, **Карклин А. И.**<sup>2</sup> – ветеринарный врач, аспирант; **Балашова О.В.**<sup>3</sup> – врач-хирург.

1 - ФГБОУ ВО СПбГТИ (ТУ),

2 - ФГБОУ ВО СПбГУВМ,

3 - ГБУ «Санкт-Петербургская городская ветеринарная станция»

\*korobchuk\_max@mail.ru

**Ключевые слова:** ортез, полимеры, ортопедия, ковка, лошади, пони, резекция, вывих, тазобедренный сустав.

**Keywords:** orthosis, polymers, orthopedics, shoeing, horse, pony, osteotomy, luxation, coxofemoral joint

Поступила: 27.01.2023

Принята к публикации: 10.05.2023

Опубликована онлайн: 29.06.2023



#### РЕФЕРАТ

Как правило, в силу физиологических особенностей функционирования опорно-двигательного аппарата ампутацию и протезирование пострадавших конечностей лошадей и пони не выполняют (например, при переломах путовой, пястной, плюсневой, лучевой или берцовой костей). Однако, в ряде случаев, современные достижения из области материаловедения позволяют не просто сохранить животное, но и обеспечить ему вполне комфортное существование.

Особенно важным это оказывается, когда травмы получают племенные животные, эвтаназия которых сопровождается существенными экономическими потерями и обедняет генофонд племенного поголовья отечественных конных заводов. Вывих тазобедренного сустава у лошадей встречается достаточно редко, однако является весьма распространенным заболеванием области таза. Болезнь характеризуется смещением головки бедренной кости из суставной впадины, а также разрывом связок сустава и повреждением его капсулы. В статье содержится информация об удачном опыте применения современных полимерных материалов, использованных при изготовлении ортеза, предназначенного для компенсации разной длины тазовых конечностей пони, возникшей после хирургического удаления головки бедренной кости. Текст работы включает эпикриз и опи-

сание обусловленной им реализации конструктивного исполнения ортеза: элементов ортопедической конструкции, использованных материалах, сроках и стоимости изготовления. В заключении работы делаются выводы о том, что применение ортеза позволило: существенно улучшить качество проводимых ветеринарных мероприятий; обеспечить травмированной конечности положение, максимально приближенное к естественному физиологическому; на время послеоперационного восстановления снизить дискомфорт животного, вызываемый необходимостьюковки травмированной конечности. Отмечаются успешность профессиональной коллаборации при реализации комплексного подхода к решению проблем, возникающих при лечении и реабилитации животных, а также при выполнении различных междисциплинарных исследований.

### ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Как правило, в силу физиологических особенностей функционирования опорно-двигательного аппарата ампутацию и протезирование пострадавших конечностей лошадей и пони не выполняют (например, при переломах путовой, пястной, плюсневой, лучевой или берцовой костей). Однако, в ряде случаев, современные достижения из области материаловедения позволяют не просто сохранить животное, но и обеспечить ему вполне комфортное существование. Особенно важным это оказывается, когда травмы получают племенные животные, эвтаназия которых сопровождается существенными экономическими потерями и обедняет генофонд племенного поголовья отечественных конных заводов.

Вывих тазобедренного сустава у лошадей встречается достаточно редко, однако является весьма распространенным заболеванием области таза [1]. Болезнь характеризуется смещением головки бедренной кости из суставной впадины, а также разрывом связок сустава и повреждением его капсулы. Иногда могут наблюдаться переломы костных структур (вертлужная впадина, головка бедренной кости и др.) а также разрывы связок и окружающих мышц с массивным кровоизлиянием. Чаще всего травмированию подвержены жеребята и пони.

Основной причиной вывиха тазобедренного сустава служит чрезмерное разгибание тазовой конечности. Это может происходить при поскальзывании животного, падениях, крутых разворотах и движении по вязкому грунту (глубокий снег, топкая местность) [2,3].

Диагностирование данного заболева-

ния по клиническим признакам не вызывает особых затруднений. В покое наблюдается асимметрия тазовой области, пораженная конечность выглядит укороченной и принимает неестественное положение – находится в состоянии абдукции или аддукции, что зависит от направления смещения головки бедренной кости. При движении ярко выражена хромота смешанного типа, больная конечность выносится вперед волоком, нормальная опора о грунт не обеспечивается [1].

Прогноз, как правило, неблагоприятный. Для постановки окончательного диагноза ветеринарным врачом, помимо характерных симптомов, дополнительно учитываются результаты рентгенологического, ультразвукового и ректального исследований [4].

Основным способом лечения вывиха тазобедренного сустава у лошадей является вправление головки бедренной кости в суставную впадину. Манипуляция проводится под общей анестезией, благодаря чему обеспечивается расслабление мышц, а техника выполнения зависит от направления смещения головки бедренной кости [3].

В тех случаях, когда вправление вывиха не представляется возможным, крайней мерой становится хирургическое вмешательство [5,6,7]. Простейшая техника операции сводится к резекции головки бедренной кости с последующим ушиванием капсулы сустава. В случаях, когда это возможно, между костями таза и бедренной костью для предотвращения трения ими друг о друга, дополнительно выполняют репозицию глубокого ягодичного мускула или лоскута бицепса бедра. В дальнейшем у животного формируется

ложный сустав, который и позволяет обеспечить конечности достаточную подвижность и опорную функцию.

До начала операции, помимо шансов на успешное выздоровления (например, для лошадей в силу большой массы прогноз менее благоприятен, чем для пони), дополнительно учитываются, как возможности владельца по обеспечению его дальнейшего содержания и долгосрочных мероприятий по ортопедическому сопровождению, так и наличие необходимых условий и технических возможностей по организации нормального протекания реабилитационного периода. Зачастую, именно принципиальное наличие технических возможностей и определяет успешность лечения.

Работу с травмированным животным после хирургического вмешательства можно условно разделить на два этапа: послеоперационная реабилитация и дальнейшее терапевтическое сопровождение в стабилизированном состоянии. Каждый из этапов характеризуется своими особенностями, а при выборе стратегии лечения для достижения успеха требуется учет большого количества разнообразных факторов, специфика которых находится не только в области анатомии, патофизиологии и биомеханики, но и инженерии и материаловедения. От привлекаемых к работе специалистов на всех этапах прежде всего требуются высокая квалификация, решительность и находчивость.

Операция по резекции головки бедренной кости дает хорошие результаты на мелких домашних животных небольшого веса (до 20-25 кг) и широко распространена в клинической практике. Однако для крупных животных её выполняют с несколько меньшим успехом в силу характерного развития функционального постоперационного дефицита конечности. В частности, это проявляется в сокращении опорной функции, выраженной хромоте, перегрузке парной конечности, асимметрии и атрофии мышц крупа, бедра и т.д.

Пациенты, которым была проведена операция по резекции головки бедра, нуждаются в длительной реабилитации,

целью которой является максимальное восстановление и сохранение всех локомоторных функций организма: восстановление амплитудного диапазона движения и несущей способности травмированной конечности (её полноценное нагружение) и общее укрепление мышечного корсета. Отдельного внимания заслуживает работа с проприоцептивным дефицитом, что становится особенно важно на этапе, когда животное начинает все более и более свободно двигаться. Проприоцептивные тренировки могут включать в себя ходьбу через препятствия, движение по различным грунтам (песок, трава, вода, неровная почва и т.п.) и упражнения на баланс и, по сути, позволяют животному заново сформировать двигательные навыки, компенсирующие изменения в строении организма после полученной травмы.

Одним из последствий операции на тазобедренном суставе является заметное укорочение прооперированной конечности [7,8]. На этапе лечения, когда основную долю выполняемых с животным манипуляций составляют пассивные движения (первая неделя после операции) уменьшение длины конечности, не является существенным фактором. Однако в дальнейшем, по мере выздоровления, когда животное начинает все больше двигаться самостоятельно, для создания условий, при которых обеспечиваются максимально приближенные к физиологической норме кинематика и динамика движения конечности, этот фактор становится определяющим. Очень важно с первых дней сформировать у животного правильные двигательные навыки, что в случае конечностей разной длины затруднительно. Таким образом, необходимость применения компенсирующего устройства – ортеза, следует считать обязательным условием выздоровления животного.

Анализ доступной отечественной литературы и данных из телекоммуникационной сети Интернет показал, что для лошадей и пони отсутствуют описания клинических случаев резекции головки бедра, а соответственно и каких-либо применяемых для этого приспособлений

или конструкций, в том числе и ортезов.

Целью настоящей работы является освещение удачного опыта послеоперационной реабилитации пони шетлендской породы после резекции головки бедренной кости и демонстрация возможностей современных полимерных материалов и технологий их переработки в изделия, а именно при изготовлении закрепляемого на копыте ортеза, предназначенного для компенсации разной длины конечностей.

#### **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ / MATERIALS AND METHOD**

Ниже приводится анамнез жизни и болезни, техника операции и стратегия послеоперационной реабилитации животного.

*Анамнез жизни животного.* Мерин, шетлендский пони, 2009 г.р. (на момент операции 11 лет). Живая масса 156 кг, упитанность высокая - 7/9 по шкале Хеннеке. Содержание денниковое с организацией выгула в леваде, верховых и рабочих нагрузок пони не несет.

*Анамнез болезни.* Механическая травма (вывих тазобедренного сустава) вероятнее всего была получена после застревания животного в ограде левады. После происшествия при движении наблюдалась выраженная смешанная хромота с минимальной опорой на левую тазовую конечности. В покое у травмированной конечности наблюдалось вынужденное физиологически неестественное положение: коленный, путовый и копытный су-

ставы повернуты наружу, а заплюсневый – внутрь.

Диагноз был поставлен на основании характерных для вывиха тазобедренного сустава симптомов, для подтверждения диагноза было выполнено рентгенологическое исследование.

Прогноз неблагоприятный. Для лечения первоначально была предпринята попытка вправить сустав. Мануальное вправление тазобедренного сустава проводилось по стандартному протоколу. Несмотря на многочисленные попытки, осуществить вправление вывиха не удалось. Среди вероятных причин – избыточное отложение жира и полный разрыв связки. Оперативный способ лечения стал крайней мерой. При этом было учтено, что пони имеет невысокий рост (95 см в холке) и небольшую живую массу тела (156 кг), что повышало шансы на благоприятный исход.

*Техника операции.* Подготовка животного к операции осуществлялась в следующем порядке: выбривалась левая область бедра и обрабатывалась шампунем (растворы хлоргексидина и бетадина в соотношении 1:1), был установлен периферический внутривенный катетер. После внутривенного введения препаратов для общей анестезии, животное укладывалось на маты. Далее выполнялась оротрахеальная интубация с подключением к аппарату ингаляционной анестезии, одновременно проводилась инфузионная терапия. Хирургический доступ осуществлялся в области проекции тазобедренного сустава. Следующим этапом осуществлялось удаление головки бедренной кости и ушивание капсулы сустава. Заключительным этапом проводилось наложение швов на операционную рану и ее дренирование. По завершению всех необходимых манипуляций животное было отключено от аппарата газовой анестезии и переведено на внутривенную анестезию. Для предотвращения развития послеоперационных осложнений были введены нестероидные противовоспалительные препараты и системные антибиотики.

Медикаментозная терапия включала



Рис. 1 – Внешний вид животного



Рис. 2 – Внешний вид ушитой операционной раны



Рис. 3 – Животное в постоперационный период (1-е сутки)

*Послеоперационный уход и реабилитация.*

введение метрогила (внутривенно, 15 мг/кг, каждые 12 часов, 7 дней), байтрила (внутривенно, 2,5 мг/кг, каждые 24 часа, 7 дней), меганила (внутривенно, 1,1 мг/кг, каждые 24 часа, 7 дней). Ежедневно в течение 14 дней осуществлялось промывание дренажа раствором метронидазола, после чего он был снят. В течение всего послеоперационного периода регулярно проводился контроль физиологических показателей (ЧСС, ЧДД, температура). Шаговые проводки были назначены на следующий после операции день (продолжительность 10 минут с ежедневным увеличением), составлен комплекс упражнений для разработки и укрепления мышц области бедра и крупа (протракция, ретракция, круговые движения, сгибание, разгибание, имитация шагового движения конечности). Для устранения разности длин тазовых конечностей

была изготовлена подставка из вспененного полиуретана, крепление которой на конечности выполнялось с помощью армированного скотча. В дальнейшем методом реакционно-литьевого формования из полимерных материалов были изготовлены элементы ортеза, конструкция которого реализовывала возможность регулировки общей высоты устройства. Изготовление ортеза (подковы и протектора) выполняли в следующей последовательности: снятие мерки, проработка конструкции, изготовление прототипа (мастер-модели), изготовление отдельных элементов, сборка ортеза.

*Снятие мерки* с копыта травмированной конечности выполнялось следующим образом. После предварительной расчистки на бумаге формировали контур подошвы путем обертывания копыта. Уточнение размеров копыта выполнялось по общепринятой методике (см. рис. 4): длину копыта (А) определяли как расстояние от середины зацепа до одного из пяточных углов; ширину (Б) - как расстояние между боковыми стенками копыта в самом широком месте; по расстоянию между пяточными углами определялась ширина копыта (В) в пяточной области [9]. После графической обработки результатов измерений, уточнения дизайна протектора и конструктивной проработки общей концепции, разработанная конструкция оцифровывалась методами твердотельного моделирования при помощи специализированного программного обеспечения. К конструкции ортеза, основное назначение которого – компенсация разной длины тазовых конечностей, предъявлялись следующие требования: возможность регулирования высоты, максимально безболезненный способ закрепления на конечности, незначительный вес конструкции, доступность применяемых материалов, приемлемая стоимость.

*Проработка конструкции.* Стремление закрепить ортез на копыте очевидно. Однако миниатюрность последнего, а также серьезность травмы исключали применение традиционного гвоздевого крепления: тонкая копытная стенка (не



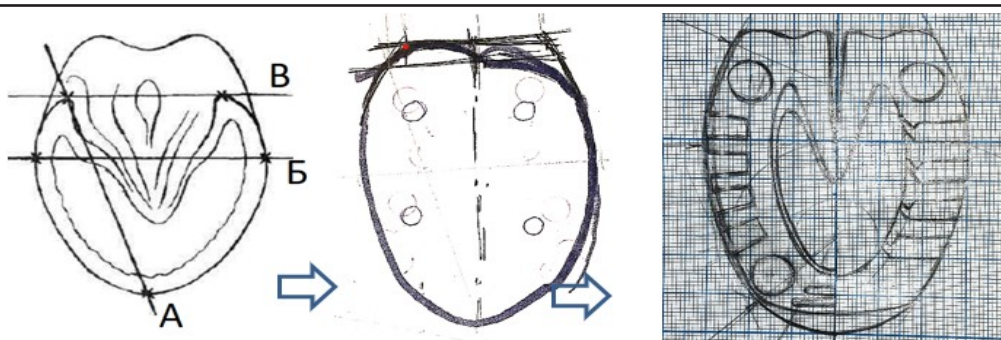


Рис. 4 – Этапы эскизной проработки конструкции ортеза

1 – схема снятия размеров; 2– «отпечаток» подошвы на бумаге; 3 – эскиз элемента ортеза на миллиметровой бумаге с проработкой дизайна протектора, масштаб 1:1.

более 5 мм) не позволяла забить в нее гвозди, а ударные воздействия доставляли бы существенный дискомфорт животному при каждой перековке. Способ закрепления с помощью скотча не позволил бы обеспечить надежное и продолжительное закрепление ортеза, особенно при активном моционе и требовал бы постоянного внимания. Вариант с применением скотча оказывается приемлем лишь на время изготовления основного технического решения в самом начале реабилитационного периода. Таким образом, в качестве основного средства крепления ортеза к копыту было решено использовать полиуретановый клей (Vettec ADHERE Equi-Thane, Royal Kerckhaert).

Для регулирования высоты ортеза конструкция выполнялась сборной с возможностью установки проставок. С целью облегчения общего веса конструкции и снижения общей стоимости в качестве материала было решено использовать полимерные материалы, перерабатываемые методами реакционно-литьевого формования. Ортез конструктивно состоит из подковы 1, закрепляемой на копыте с помощью клея. Конструкция подковы отличается тем, что включает в свой состав резьбовые втулки 2, через посредство которых с помощью винтов 5 осуществляется прикрепление протектора 4 (см. рис. 5). Для гарантированного удержания резьбовых втулок в теле эластичной подковы 1 дополнительно в кон-

струкцию были введены закладные пластины 3. Толщина подковы 1 и протектора 4 составляли по 15 мм каждый (минимальная высота ортеза – 30 мм). Необходимая для практики толщина составной подковы должна была обеспечиваться за счет применения состоящего из 3 наборных пластин комплекта, толщиной 5 мм каждая. В случае необходимости настройки ортеза на высоту более 45 мм конструкция предусматривала возможность применения дистанционных втулок с увеличением общей высоты ортеза до 60 мм и более без увеличения общего веса конструкции.

Конструкция ортеза представлена на рис. 5 (наборные пластины и дистанционные втулки не показаны).

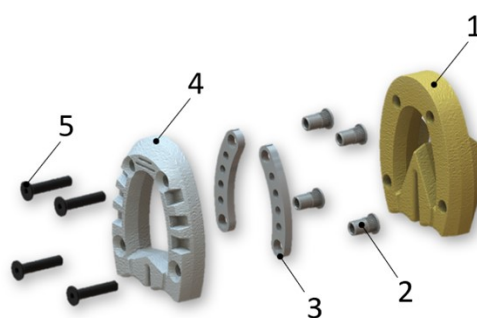


Рис. 5 – Ортез для компенсации разнودлинности конечностей

1 – подкова; 2 – втулка резьбовая;  
3 – пластина закладная; 4 – протектор;  
5 – винт.

Для твердотельной (цифровой) модели ортеза методом конечных элементов, исходя из величины и характера возможной нагрузки, оценивались возникающие в материале деформации и напряжения [10]. На основании полученных данных был выполнен выбор материала таким образом, чтобы возникающие в нем линейные перемещения не превышали значения, допустимые для клеевого соединения, а закрепленная на копыте подкова не блокировала работу механизма копыта.

*Изготовление подковы.* Мастер-модели конструктивных элементов ортеза изготавливали с помощью 3Д принтера методом DLP печати. Для изготовления

использовалась смола, отверждаемая ультрафиолетовым светом с длиной волны 390-400 нм. Постобработка мастер-моделей включала промывку в изопропиловом спирте (10 мин.) дозасветку (10 минут) и термостатирование (при температуре 60°C в течение 30 мин.).

После доработки (шлифования, шпатлевания и т.д.) поверхностей мастер-моделей на их основе создавалась формовочная оснастка, в которой из конструктивных полимеров с требуемыми физико-механическими свойствами методами реакционно-литьевого формования получали готовые изделия [11].

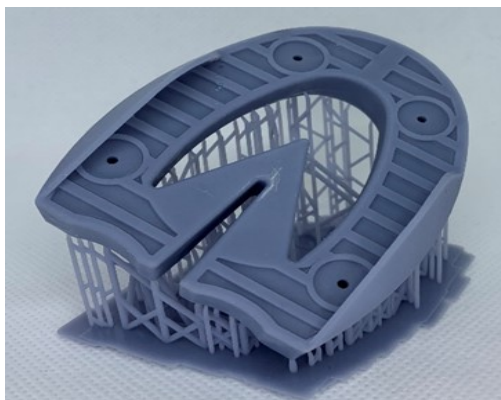


Рис. 6 – Элемент конструкции ортеза.

1 – мастер-модель после 3D печати (до удаления поддержек);

2 – готовая деталь.

*Подковывание.* Закрепление подковы выполняли с помощью метакрилового клея. Монтаж вставки выполняли с помощью винтов М5 с конической головкой под внутренний шестигранник.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Для достижения поставленной задачи – успешной реабилитации животного после резекции головки бедренной кости на этапе послеоперационного восстановления, была разработана ортез специальной конструкции. Для создания ортеза из полимерных материалов были изготовлены отдельные элементы конструкции, перечень которых представлен в таблице Таблица 1.

В первые 7 суток нахождения в стаи-

онаре на послеоперационном уходе работа с животным заключалась в обработке операционной раны и проведении лекарственной терапии нестероидными противовоспалительными препаратами и системными антибиотиками. Мануальные процедуры сводились к растиранию дистальных отделов конечности и выполнению пассивных движений с небольшой амплитудой. Шаговые проводки были начаты на следующий день после операции. На 6-е сутки для компенсации укорочения левой тазовой конечности на копыто закреплялась подставка, вырезанная из листового пенополиуретана (см. рис. 7). Крепление подставки выполняли армированным скотчем.

**Таблица 1**

**Перечень изготовленных изделий и использованных материалов**

Наименование	Характеристика элемента	Материал	Кол-во
Подставка	деталь	Пенополиуретан листовой	1
Основание	мастер-модель	Elegoo Standard Gray	1
	деталь	SmoothOn PMC-790	1
Протектор	мастер-модель	Elegoo Standard Gray	1
	деталь	SmoothOn TASK 8	1
Пластина закладная	деталь	HARZ Labs Industrial Flex	2
Пластина наборная	деталь	Полиметилметакрилат листовой	3

В таблице Таблица 2 представлена информация о стоимости и сроках изготовления каждого из элементов разработанной конструкции.

Выдержки из журнала наблюдений представлены в таблице Таблица 3.

**Таблица 2**

**Стоимость и сроки изготовления элементов подковы**

Наименование	Сроки изготовления, часов	Стоимость, тыс. руб
<b>ОСНОВНЫЕ</b>		
Подставка, 1 шт	1	0,5
Основание, 1 шт	36	2,5
Пластина закладная, 2 шт	36	1,5
Протектор, 1 шт	36	2,5
Пластина наборная, 3шт.	6	1,5
<b>ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ (ПОКУПНЫЕ)</b>		
Клей, 50 мл.	-	1
Смеситель, 1 шт	-	0,25
Итого:		9,75



Таблица 3

## Журнал наблюдений

Время после операции, сутки	Критерий					
	Общее состояние	Аппетит	Опора на конечность		Характер движения	Состояние места операции, отек/болезненность
			в покое	в движении		
0-6	угнетенное	снижен	нет	нет или на зацеп минимально	скачками, хромота 5/5	ДА / ДА
6 – 10	удовл.	удовл	минимальна	минимальна	скачками с периодической опорой на зацеп, хромота 4,5/5	ДА / ДА
10-14	удовл.	хороший	неполная			ДА / умеренная
14-16	хорошее	хороший	неполная	регулярное весовое обременение с постоянным улучшением выноса вперед	хромота 4/5 с опорой на зацеп	незначительный / умеренная
16-20	хорошее	хороший	полная, кратковременн о			незначительный / умеренная
20–22	хорошее	хороший		полная, длительно	длительное весовое обременение с постоянным улучшением выноса вперед	хромота 4/5 с опорой на всю подошву
22-24	хорошее	хороший	НЕТ / НЕТ			
24-28	хорошее	хороший	улучшение выноса конечности вперед, постоянное весовое обременение		хромота 3/5	НЕТ / НЕТ
28-35	хорошее	хороший		постоянное весовое обременение		

Проводки в руках в первые 14 суток после операции давались с трудом, животное двигалось неохотно, максимально оберегая травмированную конечность. Конечность выносилась вперед волоком, опора на нее была минимальной или во-

все отсутствовала.

На 14-й день послеоперационного ухода на копыто был установлен ортез описанной выше конструкции. Общая высота составила 30 мм.

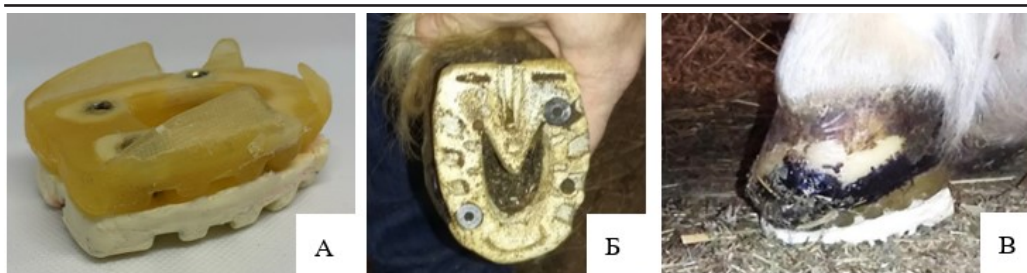


Рис. 8 – Ортез для компенсации разнотинности конечностей  
а – конструкция ортеза в сборе; б - внешний вид установленного на копыто ортеза, вид снизу; в - внешний вид установленного на копыто ортеза, вид сбоку



Рис. 9 – Оперированное животное спустя 2,5 года

Начиная с 16-го дня реабилитации при наблюдении отмечали все более и более уверенную опору на прооперированную конечность – сначала на зацеп, потом на всю подошву. Во время проводок в руках конечность выносилась все свободнее как вперед, так и назад. Общее время прогулок увеличивалось, животное двигалось все охотнее.

На 25-е сутки животное выписали из стационара и транспортировали к месту постоянного содержания, а в дополнение к шаговым проводкам был добавлен свободный выгул. Общее время ношения ортеза составило 4 месяца.

Ниже представлены фотографии животного спустя 2,5 года после операции (см. рис. 9).

#### ОБСУЖДЕНИЕ/ DISCUSSION

Проведенная операция позволила сохранить жизнь животного в качестве до-

машнего любимца, а разработанная стратегия реабилитации - повысить уровень благополучия жизни пони в стабилизированном состоянии.

Программа реабилитации животного преследовала следующие цели:

- восстановление функции прооперированной конечности;
- восстановление полноценной самодостаточности животного;
- восстановление двигательной активности.

Успешность описанного метода лечения авторы статьи объясняют следующим:

1. Небольшие размеры и живая масса пони, что позволило избежать негативных последствий от чрезмерного обременения здоровой конечности и существенно облегчить весь процесс реабилитации в целом;

2. Эффективная схема реабилитационных упражнений (лечебная гимнастика), проводок (продолжительность и частота) и массажных процедур, разработанная хирургом для восстановления и формирования физиологически нормальных двигательных функций конечности позволила избежать атрофии мышц и сохранить подвижность суставов, которые не были ограничены в движении вследствие выполненных хирургических манипуляций (путовый, заплюсневый, коленный), от пользования которыми, однако, животное долгое время старалось воздерживаться, естественным образом стремясь исключить любую, вызывающую боль, деятельность;

3. Применение современных материалов и технологий позволило в короткие сроки создать и реализовать условия, при которых на все время восстановления животному обеспечивалось максимально физиологичное положение травмированной конечности в пространстве. Реализованное техническое решение исключало её перегрузку, минимизировало продолжительность и сложность необходимых манипуляций при работе с животным, а также обладало высокой технологичностью с точки зрения как изготовления, так и монтажа, а в дальнейшем и при выполнении различных манипуляций, вызванных, в том числе и терапевтической необходимостью.

В отношении последнего пункта дополнительно нужно отметить следующее. Для животных, чья физиология базируется на движении, наличие и качество двигательной активности является существенным биологическим стимулятором жизненных функций. Для лошадей и пони качество движения является одной из существенных физиологических потребностей и крайне важно для нормального существования. Движения, по своему характеру максимально приближенные к физиологической норме, всегда работают как оздоровительный фактор – этим, в частности, объясняется и высокая эффективность пассивных движений (например, при выполнении массажа). В период вос-

становления крайне важным оказывается также необходимость обеспечить животному физиологически и анатомически правильную опору с целью предотвратить развитие асимметрии до тех пор, пока не будут реализованы компенсаторные возможности организма, например, за счет наращивания мышечной массы. Существенным эффектом от физических упражнений является повышение не только мышечного, но и эмоционального тонуса, проявляющегося в общем интересе к происходящему вокруг и, как следствие, дополнительному желанию двигаться.

Физическая активность является важным условием быстрого восстановления организма и, выступая как основное средство двигательной реабилитации, должна обеспечивать формирование корректных двигательных стереотипов и создавать условия, при которых будут максимально обеспечиваться мышечная и анатомическая симметрии.

Все сказанное объясняет, почему так важно обеспечить для конечности максимально физиологичные статику и кинетику.

По итогам проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Разработанная для описываемого клинического случая конструкция составной подковы обеспечила выполнение всех необходимых условий:

- минимальный вес ортеза;
- возможность закрепления без гвоздей (исключена ударная нагрузка, решена проблема тонкой копытной стенки);
- возможность гибкой регулировки высоты ортеза;
- удобство монтажа и возможность легкого и быстрого доступа к подошве копыта.

2. Применение современных материалов позволило добиться всех поставленных целей лечения и существенно повысить как качество, так и удобство выполняемых работ.

3. Опыт, полученный в результате проделанной работы, должен быть учтен в будущих работах, а разработанная кон-

струкция ортеза может быть рекомендована для внедрения в общую практику.

#### **ВЫВОДЫ / CONCLUSION**

Полимерные материалы настолько прочно вошли в нашу повседневную жизнь, что без них просто невозможно представить существование современного человека. Изделия из полимеров не просто обеспечивают комфорт повседневного быта, а во многом определяют и возможности развития современных технологий во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и в ветеринарии.

Опыт применения полимеров в обувной промышленности, в том числе и для изготовления ортопедической обуви представлен достаточно хорошо [12,13], однако работы, посвященные применению синтетических материалов в ортопедии лошадей и пони в отечественной литературе, полностью отсутствуют. Настоящая работа позволяет частично исключить имеющиеся пробелы.

Приведенная в статье информация дает представление о порядке и объеме работ, выполнение которых необходимо для реализации постоперационных мероприятий на качественно новом уровне, а использование современных материалов позволяет иначе организовать (построить) стратегию лечения животного.

Описанный в работе клинический случай наглядно демонстрирует важность профессионального взаимодействия и служит и хорошим примером профессиональной коллаборации специалистов из различных областей знаний, демонстрируя перспективность дальнейшего сотрудничества при выполнении лечебных мероприятий или исследований, требующих мультидисциплинарного подхода.

Описанная в работе практика показывает возможность и успешность восстановления пони небольшого веса (156 кг) после резекции головки тазобедренного сустава с достаточной для комфортного существования степенью.

#### **EXPERIENCE OF USE OF ORTHOSIS FROM POLYMER MATERIALS IN THE REHABILITATION OF THE SHETLAND PONY AFTER FEMORAL HEAD OSTEOTOMY**

**Korobchuk M. V.** – farrier, PhD in Engineering, specialist in the field of chemistry and technology of monomers and polymers (plastics and rubbers) of organic and organo-element nature, chief specialist Scientific and technical management, St. Petersburg State Institute of Technology, **Karklin A. I.** – practicing veterinarian, post-graduate student of St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, **Balashova O.V.** – practicing veterinarian, veterinary surgeon of the State Budgetary Institution "St. Petersburg Veterinary Station"

\*korobchuk\_max@mail.ru

#### **ABSTRACT**

As a rule, due to the physiological characteristics of the functioning of the musculoskeletal system, amputation and prosthetics of the affected limbs of horses and ponies are not performed (for example, in case of fractures of the fetlock, metacarpal, metatarsal, radius or tibia). However, in some cases, modern achievements in the field of materials science make it possible not only to save the animal, but also to provide it with a completely comfortable existence. This is especially important when breeding animals are injured, the euthanasia of which is accompanied by significant economic losses and impoverishes the gene pool of the breeding stock of domestic stud farms. Dislocation of the hip joint in horses is quite rare, but it is a very common disease of the pelvic region. The disease is characterized by displacement of the femoral head from the articular cavity, as well as rupture of the ligaments of the joint and damage to its capsule.

The article contains an information about the successful experience of using modern polymeric materials used in the manufacture of an orthosis designed to compensate the difference in the lengths of the pelvic limbs of a pony that arose after surgical resection of the femoral head. The text of the work includes an epicrisis and a description of the implementation of the design of the orthosis due to it: the elements of the orthopedic structure, the materials used, the timing and cost of manufacturing. The conclu-

sion of the work concludes that the use of orthosis allowed: to significantly improve the quality of veterinary measures carried out; to provide the injured limb with a position as close as possible to the natural physiological one; to reduce the discomfort of the animal caused by the need to forge the injured limb during postoperative recovery. The success of professional collaboration in the implementation of an integrated approach to solving problems arising in the treatment and rehabilitation of animals, as well as in the performance of various interdisciplinary studies, is noted.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ковач, М. Ортопедические заболевания лошадей. Современные методы диагностики и лечения. / М. Ковач. - М.: КЛАСС ЭЛИТА, 2017. - 640 с.
2. Практикум по частной хирургии: учебное пособие / А.А. Стекольников, Б.С. Семенов, О.К. Суховольский, Э.И. Веремей - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 352 с.
3. Семенов, Б.С. Оперативная хирургия у животных / Б.С. Семенов, В.Н. Виденин, А.Ю.Нечаев, В.А.Гусева., Т.Ш.Кузнецова. - СПб: Лань, 2021.- 704 с.
4. Робинсон, Э. Болезни лошадей. Современные методы лечения / Э. Робинсон. - М.: Аквариум-Принт, 2007. - 1008 с.
5. Garcia-Lopez, J.M., Boudrieau, R.J., Provost, P.J. (2001). Surgical repair of coxofemoral luxation in a horse. Journal of the American Veterinary Medical Association, 219(9), 1254–1227.
6. Kuemmerle, J.M., Fürst, A.E. (2011). Treatment of a coxofemoral luxation in a pony using a prosthetic capsule technique. Veterinary surgery: VS, 40(5), 631–635.
7. Ludwig, E.K., Byron, C.R. (2017). Femoral head ostectomy and medial patellar ligament desmotomy to treat a pregnant miniature horse with coxofemoral joint luxation and upward fixation of the patella. The Canadian veterinary journal, 58(5), 498–502.
8. Sprick, M., Koch, C. (2020). Successful Treatment of a Coxofemoral Luxation in a Shetland Pony by Closed Reduction and

Prolonged Immobilization Using a Full-Body Animal Rescue Sling. Case reports in veterinary medicine, 2020, 2424653.

9. Лангенбахер, Л.Э. Теорияковки. Курс учебной кузницы офицерской кавалерийской школы (репринтное издание) / Л.Э. Лангенбахер. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. - 112 с.
10. Морозов, Е.М. ANSYS в руках инженера: механика разрушения / Е.М. Морозов, А.Ю. Муйземнек, А.С. Шадский. - М.: ЛЕНАНД, 2010. - 456 с.
11. Любартович, С.А. Реакционное формирование полиуретанов / С.А. Любартович, Ю.Л. Морозов, О.Б. Третьяков. - М.: «Химия», 1990. - 288 с.
12. Карабанов, П.С. Полимерные материалы для деталей низа обуви / П.С. Карабанов, А.П. Жихарев, В.С. Белгородский - М.: КолосС, 2008. - 167 с.
13. Никитина, Л.Л. Современные полимерные материалы, применяемые для низа обуви / Л.Л. Никитина, Г.И. Гарипова, О.Е. Гаврилова // Вестник технологического университета. - 2011. - Т. 14, №6 - С.150-155.

### REFERENCES

1. Kovacs, M. Orthopedic diseases of horses. Modern methods of diagnostics and treatment. / M. Kovacs. - M.: KCLASS ELITE, 2017. - 640 p. (In Russ.)
2. Workshop on private surgery: textbook / A.A. Stekolnikov, B.S. Semenov, O.K. Sukhovolsky, E.I. Veremey - St. Petersburg: Lan, 2021. - 352 p. (In Russ.)
3. Semenov, B.S. Operative surgery in animals / B.S. Semenov, V.N. Videnin, A.Yu. Nechaev, V.A. Guseva., T.Sh. Kuznetsova. - St. Petersburg: Lan, 2021. - 704 p. (In Russ.)
4. Robinson, E. Diseases of horses. Modern methods of treatment / E. Robinson. - M.: Aquarium-Print, 2007. - 1008 p. (In Russ.)
5. Garcia-Lopez, J.M., Boudrieau, R.J., Provost, P.J. (2001). Surgical repair of coxofemoral luxation in a horse. Journal of the American Veterinary Medical Association, 219(9), 1254–1227.
6. Kuemmerle, J.M., Fürst, A.E. (2011). Treatment of a coxofemoral luxation in a



- pony using a prosthetic capsule technique. Veterinary surgery: VS, 40(5), 631–635.
7. Ludwig, E.K., Byron, C.R. (2017). Femoral head ostectomy and medial patellar ligament desmotomy to treat a pregnant miniature horse with coxofemoral joint luxation and upward fixation of the patella. The Canadian veterinary journal, 58(5), 498–502.
8. Sprick, M., Koch, C. (2020). Successful Treatment of a Coxofemoral Luxation in a Shetland Pony by Closed Reduction and Prolonged Immobilization Using a Full-Body Animal Rescue Sling. Case reports in veterinary medicine, 2020, 2424653.
9. Langenbacher, L.E. Forging theory. The course of the training forge of the officer cavalry school (reprint edition) / L.E. Langenbacher. - M.: "LIBROKOM", 2011. - 112 p. (In Russ.)
10. Morozov, E.M. ANSYS in the hands of an engineer: fracture mechanics / E.M. Morozov, A.Yu. Muizemnek, A.S. Shadsky. - M.: LENAND, 2010. - 456 p. (In Russ.)
11. Lyubartovich, S.A. Reaction molding of polyurethanes / S.A. Lyubartovich, Yu.L. Morozov, O.B. Tretyakov. - M.: "Chemistry", 1990. - 288 p. (In Russ.)
12. Karabanov, P.S. Polymeric materials for shoe bottom parts / P.S. Karabanov, A.P. Zhikharev, V.S. Belgorodsky - M.: KolosS, 2008. - 167 p. (In Russ.)
13. Nikitina, L.L. Modern polymeric materials used for the bottom of shoes / L.L. Nikitina, G.I. Garipova, O.E. Gavrilova // Bulletin of the Technological University. - 2011. - V. 14, No. 6 - S.150-155. (In Russ.)