# ХИРУРГИЯ

**УДК: 619.718.4-001.6-089.227.84**
**DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.1.356**

## МЕТОДИКА ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ТРАВМАТИЧЕСКОМ ВЫВИХЕ БЕДРЕННОЙ КОСТИ В ТАЗОБЕДРЕННОМ СУСТАВЕ У СОБАК

**Антонов Н.И.** *– канд. биол. наук, науч. сотр. (ORCID 0000-0002-8627-2749)

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова Минздрава России»

* aniv-niko@mail.ru

***Ключевые слова:*** *чрескостный остеосинтез, травматический вывих, тазобедренный сустав, собака, внешняя фиксация, таз, бедренная кость*
***Keywords:*** *transosseous osteosynthesis, traumatic dislocation, hip, dog, external fixation, pelvis, femur*

**Поступила: 22.12.2023** **Принята к публикации:25.03.2024**
**Опубликована онлайн: 02.04.2024**

**РЕФЕРАТ**

В Центре Илизарова разработаны и внедрены в ветеринарную практику различные методики чрескостного остеосинтеза тазобедренного сустава при травматических вывихах головки бедренной кости. Клиническое применение внешней фиксации тазобедренного сустава показало как преимущества, так и недостатки ряда методик. В большей степени применение нашла методика, с шарнирным соединением между внешними опорами таза и бедра. С целью оптимизации, одновременно с сохранением анатомических структур сустава, были предприняты некоторые изменения в методике. Шарнирное соединение опор таза и бедра было заменено иммобилизующей конструкцией, а фиксация бедра стала менее травматичной. Предложенной оптимизированной методикой прооперировано 20 собак различных пород и разных размеров. Для фиксации тазобедренного сустава выполняли чрескостный остеосинтез таза по Илизарову и внешний остеосинтез бедренной кости. Чрескостный остеосинтез выполняли не позднее 3 суток после травмы. Иммобилизацию тазобедренного сустава осуществляли в сроки от 21 до 35 суток. Оценку функций тазовых конечностей определяли клиническими методами исследований. В статье дано подробное описание методики выполнения внешней фиксации тазобедренного сустава. Клинически подтвержден хороший результат применения данной методики с восстановлением функций тазовой конечности. Представлены научные данные по экспериментальному моделированию артрозов и обоснована временная стабилизация сустава. Главным достоинством предложенной методики является кратковременная иммобилизация тазобедренного сустава в физиологическом положении без компрессии с сохранением кровоснабжения головки бедренной кости и соответственно жизнеспособности суставного хряща.

**ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION**

В Центре Илизарова были созданы и апробированы различные способы остеосинтеза тазобедренного сустава и внешние устройства для устранения его травматических повреждений у собак [1-4]. Внешний чрескостный остеосинтез заключается в фиксации костей таза и бедренной кости спицами и/или стержнями-шурупами закреплённых на внешних опорах в виде дуг, полуколец и планок. Опоры таза и бедра соединяют между собой на срок до 35 суток. Между собой методики отличаются разными способами фиксации костей, длительностью фиксации, типами и размерами внешних фиксаторов и внешних опор, наличием различных соединений. Есть методики выбора, так при застарелых вывихах или при вывихах одновременно с повреждением суставной впадины [2, 5, 6]. Ряд конструкций отличает их громоздкость и травматичность фиксаторов, а некоторые недостаточная стабилизация у очень активных собак [7]. На основе клинического опыта применения ранее известных методик чрескостного остеосинтеза тазобедренного сустава при травматическом вывихе головки бедренной кости был определён оптимальный вариант внешней фиксации. Исключено обязательное наличие шарнирного соединения между опорами таза и бедра. Бедро фиксируют монолатеральной конструкцией в виде планки. В качестве фиксаторов костей используют спицы, как показала практика, менее травматичные, чем резьбовые стержни-фиксаторы.

Цель исследования – проанализировать клинические результаты применения блокировки тазобедренного сустава в условиях внешней чрескостной фиксации после травматического вывиха бедренной кости у собак.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS**

По оптимизированной методике чрескостного остеосинтеза тазобедренного сустава в период с 2011 по 2023 годы прооперировано 20 собак, 15 породистых и 5 беспородных в возрасте от 2-х месяцев до 11 лет, весом от 1,5 до 45 кг. У всех 20 собак определяли односторонний вывих головки бедренной кости, при этом у 11 собак была множественная травма таза с нестабильными повреждениями и у одной собаки перелом бедренной кости.

Чрескостный остеосинтез выполняли под общим наркозом не позднее чем через 3 суток после травмы, используя дрель, спицы, детали аппарата Илизарова и обычный набор хирургических инструментов.

Взаимоотношения органокомплекса тазобедренного сустава после остеосинтеза оценивали рентгенографически. Функциональное состояние оперированной тазовой конечности, после остеосинтеза и в отдалённом периоде, оценивали клиническими методами исследований и опросом владельцев собак. Определяли двигательную и опорную функцию тазовой конечности и состояние мышц бедра оперированной тазовой конечности.

**РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS**

Показаниями для внешнего чрескостного остеосинтеза тазобедренных суставов у собак были свежие вывихи с наличием факторов, предрасполагающих к рецидиву: недостаточное покрытие головки бедренной кости сводом суставной впадины, гиперактивность собаки, большая мышечная масса, ожирение и множественная травма таза с нестабильными повреждениями.

Вправление головки бедренной кости выполняют при дорсальном доступе к тазобедренному суставу [4, 8]. Разрез кожи выполняют перпендикулярно оси позвоночника в проекции центра тазобедренного сустава и верхушки большого вертела бедренной кости. Далее бескровно разъединяют подкожную клетчатку и низлежащие мышцы: поверхностную ягодичную, грушевидную и глубокую ягодичную [8].

Краниальную часть таза фиксируют, соблюдая основополагающие принципы остеосинтеза по Илизарову, тремя спицами диаметром 1,2-2,0 мм с перьевидной заточкой на полукольцевой опоре. Одну спицу проводят через крылья подвздош-

ных костей и через центр тела седьмого поясничного или первого крестцового позвонка. Две спицы проводят только через крылья подвздошных костей с отклонениями до 10° в сегментальной и фронтальной плоскости. У обеих спиц с противоположной стороны должны быть упорные площадки для предотвращения смещения полукольцевой опоры во время фиксации (рис. 1).

Каудальную часть таза фиксируют от одной до трёх консольных спиц (зависит от размера собаки) диаметром 1,5-1,8 мм, введённых в пластинку и тело обеих седалищных костей. Далее крепят спицы на радиусных планках. Опоры, фиксирующие краниальную и каудальную части таза, соединяют между собой посредством резьбовых стержней или планок (рис. 1-4).

Бедренную кость фиксируют монолатеральной конструкцией, состоящей, у маленьких собак из двух, а у средних и больших из трёх пар перекрестно введенных спиц с трёхгранной заточкой и диаметром от 1,2 до 2,0 мм, закрепленных на планке. Для предотвращения смещения головки бедренной кости во время фиксации у молодых гиперактивных собак, в проксимальной части бедра вводят консольную спицу с упорной площадкой (рис. 1, 2-б). Следует отметить, что в ряде методик для стабилизации тазобедренного сустава при фиксации бедра применяют либо травматичные стержни-шурупы или /и чрескостную фиксацию нижней трети бедра на дуговой опоре, что может быть причиной ряда осложнений (отёк, хромота, контрактура) [2, 9].

После установки монолатеральной конструкции тазовую конечность с помощью кронштейнов, планок и резьбовых стержней фиксируют в физиологически удобном для собаки положении. Для этого бедро отводят на 5-10° и сгибают под углом примерно 60-70° к оси тазовой кости (рис. 1, 2).

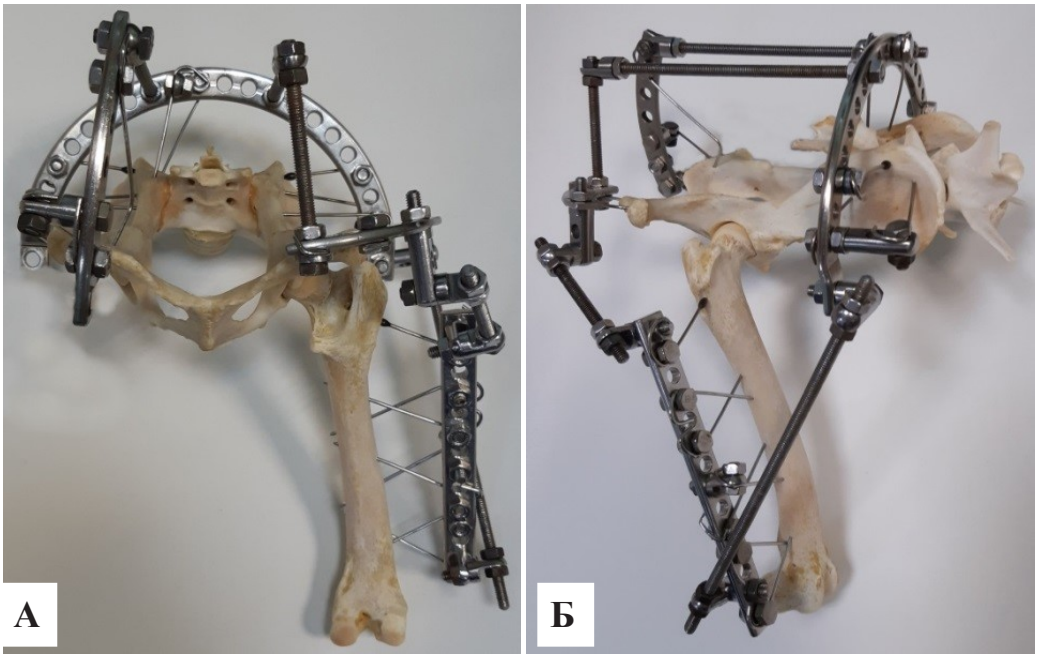


*Рисунок 1 – Стабилизация тазобедренного сустава конструкцией внешней фиксации на анатомическом препарате: а – вид сзади; б – вид сбоку.*

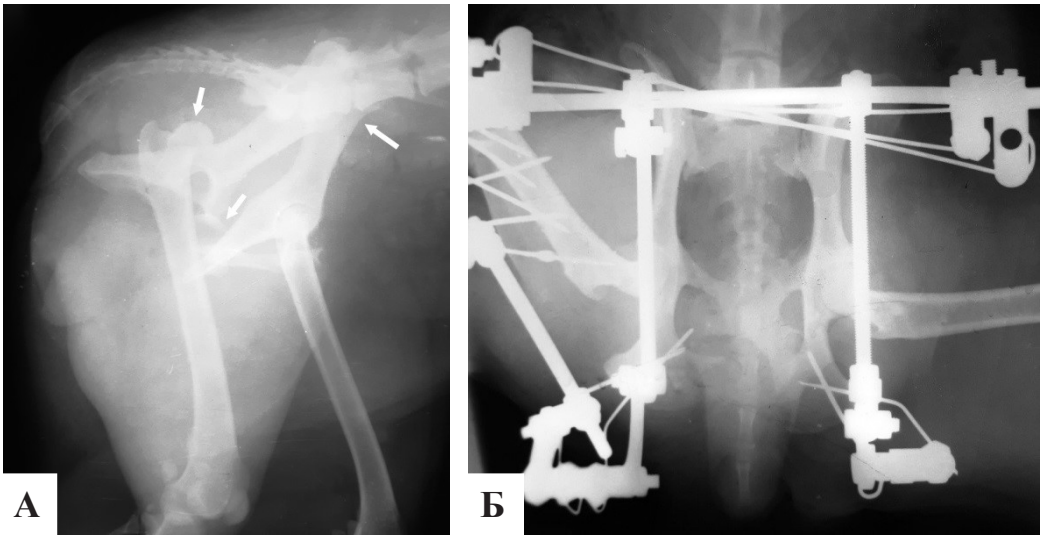


*Рисунок 2 – Травма и остеосинтез таза и тазобедренного сустава у русского охотничьего спаниеля: а – повреждения таза, рентгенограмма таза и бёдер в боковой проекции; б – остеосинтез таза и тазобедренного сустава, рентгенограмма таза в прямой проекции после операции.*

Параартикулярные ткани плотно сшивают. Сустав блокируют у взрослых собак на срок не менее 21 суток, у щенков на 14 суток. При несвежих и застарелых вывихах, а также при наличии перелома суставной впадины, срок фиксации увеличивают максимум до 35 суток.

В условиях чрескостного остеосинтеза во время выполнения репозиции отломков тазовой кости при переломах суставной впадины возможно выполнение декомпрессии в тазобедренном суставе.

При блокировке тазобедренного сустава опорная и двигательная функции тазовой конечности несколько ограниченны, но компенсируются за счёт работы коленного и скакательного сустава (рис. 3).

Демонтаж внешних опор проводят после рентгенографии и клинической пробы с наличием признаков стабильности в суставе. В первые две недели после демонтажа внешних конструкций собаку сдерживают от резких прыжков и активного поведения. В 50% наблюдений двигательная и опорная функции отсутствовали во время фиксации тазобедренного сустава, но после разблокировки сустава в течение 3-7 суток функции начинают динамично проявляться и восстанавливаются в полной мере (рис. 4).

У активных животных восстановление объёма мышц тазовых конечностей и функций происходит очень быстро в течение 1-2 недель.

Сохранение функции сустава при фиксации является идеальным вариантом, но на практике это не всегда возможно. Иммобилизация тазобедренного сустава в сроки от 21 и до 35 суток, была обусловлена тем, что мы столкнулись со случаями, когда у очень активных собак фиксация с шарниром оказывалась не стабильной, а в других наблюдениях не смотря на шарнир собаки, не пользовались конечностью до демонтажа аппарата [4]. Кроме того, установка шарнира требует точности сопоставления, на что тратится больше времени и у мелких собак значительно сложнее технически. При множественной травме таза, когда вывих сустава соседствовал с переломами данной тазовой кости, требовалась блокировка сустава на срок более чем 21 сутки. Всё это побудило к временному обездвиживанию тазо-

бедренного сустава, что в техническом аспекте проще и быстрее.

Законно возникает вопрос, а что же происходит с суставом при его блокировке. Научные публикации зарубежных и российских исследователей показывают, что питание сустава в значительной степени зависит от сохранения кровеносных сосудов субхондральной кости [10-14]. Субхондральная область сильно васкуляризирована и одновременно уязвима. Её конечные сосуды частично непосредственно контактируют с самым глубоким слоем гиалинового хряща. Перфузия этих сосудов обеспечивает более 50% потребностей хряща в глюкозе, кислороде и воде [11]. Головка бедренной кости основное кровоснабжение получает через внутрикостную сосудистую сеть шейки бедра. При этом повреждение артерий круглой связки и сетчатых артерий капсулы сустава существенного влияния на кровоснабжение головки бедренной кости не оказывает [12]. Экспериментально подтверждено, что нарушение обменных процессов в суставном хряще зависит от иммобилизации и статической нагрузки [15], компрессии суставных поверхностей [5] и от кровоснабжения сустава [13, 16, 17]. Таким образом, внешняя фиксация обеспечивает иммобилизацию тазобедренного сустава в период регенерации капсулы сустава, но при этом ограничивает давление на суставной хрящ и субхондральную кость. Сохранение кровоснабжения субхондральной кости проксимального отдела бедренной кости, конгруэнтное и стабильное состояние поверхностей сустава, короткий срок фиксации и быстрое восстановление двигательной функции тазовой конечности исключают вероятность возникновения дегенеративных заболеваний сустава. При несвежих и застарелых вывихах тазобедренного сустава у спокойных или ослабленных животных применяем аппарат внешней фиксации с шарнирным соединением между опорами таза и бедра [4].

Осложнений (перелом спицы, нестабильность конструкции, долгое заживление мягких тканей) при фиксации бедра монолатеральной опорой в наших случаях мы не наблюдали. Нами получен хороший клинический результат у всех 20 собак, прооперированных методом чрескостного остеосинтеза с временной блокировкой тазобедренного сустава. Отдалённые результаты во всех случаях, владельцами собак, характеризовались как хорошие. В одном случае отдалённые результаты были через 6 месяцев, в двух случаях через год и в 17 случаях более трёх лет. Хромота отсутствовала при обычных нагрузках у всех собак, признаков атрофии мышц бедра не наблюдали.

*Рисунок 3 – Опорная функция у беспородной собаки при внешней фиксации тазобедренного сустава и отломков суставной впадины тазовой кости: а – 31-е сутки фиксации таза и тазобедренного сустава; б – 60 суток фиксации таза перед демонтажём внешней конструкции.*

*Рисунок 4 – Чрескостный остеосинтез таза и тазобедренного сустава у русского охотничьего спаниеля: а – 23-и сутки остеосинтеза; б – 45-е сутки остеосинтеза.*

**ВЫВОДЫ / CONCLUSION**

Внешняя чрескостная фиксация создаёт благоприятные условия для заживления капсулы тазобедренного сустава, сберегая кровоснабжение субхондральной кости. Разгрузка тазобедренного сустава в условиях внешней фиксации позволяет избежать дегенеративно-дистрофических и остеохондропластических процессов. Отсутствие компрессии в головке бедра, кратковременная иммобилизация и компенсация функций травмированной конечности позволяют достичь хорошего клинического результата.

Предложенная оптимизированная методика внешнего управляемого остеосинтеза тазобедренного сустава является надёжным орган сберегающим методом выбора для устранения травматического вывиха бедренной кости у собак и может быть, с успехом применена в клинической практике ветеринарными врачами-травматологами, владеющими методом чрескостного остеосинтеза.

**TRANSOSSEOUS OSTEOSYNTHESIS TECHNIQUE FOR TRAUMATIC FEMORAL DISLOCATION IN THE HIP OF DOGS**

**Antonov N.I.* -** Candidate of Biological Sciences, researcher (ORCID 0000-0002-8627-2749)

FSBI National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics of the RF Ministry of Health

* aniv-niko@mail.ru

**ABSTRACT**

At the Ilizarov Centre, various techniques of transosseous osteosynthesis of the hip for traumatic dislocations of the femoral head have been developed and introduced into veterinary practice. Clinical use of external fixation has demonstrated both advantages and disadvantages of a number of techniques. In order to optimize, while preserving the anatomical structures of the joint, some changes in the technique were made. The technique with a hinged connection between the external supports of the pelvis and thigh has found application to a greater extent. The hinged connection of the pelvic and femoral supports was replaced with an immobilizing structure, and the hip fixation became less traumatic. 20 dogs of different breeds and different sizes were operated on, using the proposed optimized technique. To fix the hip, transosseous osteosynthesis of the pelvis according to Ilizarov and external osteosynthesis of the femur were performed. Transosseous osteosynthesis was performed

no later than 3 days after injury. Immobilization of the hip was performed within the periods of 21 to 35 days. The assessment of the functions of the pelvic limbs was determined by clinical research methods. A detailed description of the technique for performing external fixation of the hip is provided in the article. The good results of using this technique with restoration of the functions of the pelvic limb have been clinically confirmed. Scientific data on experimental modeling of arthroses are presented and temporary stabilization of the joint is justified. The main advantage of the proposed technique is short-term immobilization of the hip in a physiological position without compression with maintaining the blood supply to the femoral head and in conformity with the viability of the articular cartilage.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1.Шрейнер А.А., Петровская Н.В., Ерофеев С.А. Внедрение чрескостного остеосинтеза в ветеринарную медицину // Гений ортопедии. 1998. № 4. С. 72-75. Режим доступа: https://www.ilizarov-journal.com/jour/article/view/413/440

2.Молоканов В.А, Кирсанов К.П., Чернигов Ю.В. Лечение травматических вывихов тазобедренного сустава у мелких домашних животных методом чрескостного остеосинтеза / Челябинск, 2003. 84 с.

3.Чернигов Ю. В. Лечение застарелых вывихов тазобедренного сустава у собак методом чрескостного остеосинтеза // Ветеринарная клиника. 2006. № 4. С. 27-29.

4.Антонов Н.И. Опыт лечения собак с травматическими повреждениями тазобедренного сустава // Российский ветеринарный журнал. Мелкие домашние и дикие животные. 2014. № 5. С. 6-9. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=22273907

5.Влияние компрессии суставных поверхностей на развитие посттравматического коксартроза при лечении перелома вертлужной впадины в условиях внешней фиксации (экспериментально-морфологическое исследование) / К.П. Кирсанов, В.В. Краснов, Т.А. Силантьева, А.Ю. Кирсанова // Материалы конференции: Ошибки и осложнения в травматологии и ортопедии, Омск. 2011. С. 32-33.

6.Репаративная регенерация при лечении центральных переломов вертлужной впадины с подвывихом головки бедра в условиях применения чрескостного остеосинтеза (экспериментальное исследование) Т.А. Силантьева, С.Ю. Кочетков, Ю.М. Ирьянов, К.П. Кирсанов // Гений ортопедии. 2011. № 1. С.98-103. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=15591350

7.Антонов Н.И. Осложнения при переломах суставной впадины тазовой кости у собак: причины, профилактика и устранение // Ветеринарная патология. 2018, №2. С. 16-24. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=36351815

8.Антонов Н.И. Модифицированный дорсальный оперативный доступ к тазобедренному суставу собаки // Ветеринарная клиника. 2014. № 12. С. 25-26.

9.К вопросу применения аппаратов наружной фиксации в практике ветеринарной ортопедии у собак и кошек / М.И. Родин, И.Г. Киселёв, И.А. Родин, К.С. Полегаева, А.Г. Кощаев // Ветеринария Кубани. 2023. № 5. С. 35-39. Режим доступа: http://www.vetkuban.com/num5_202310.html

10.Мажуга П.М. Источники трофики и структурного самовосполнения суставного хряща // Морфология. 1999. №1. С. 43-50.

11.Subchondral bone and cartilage disease: a rediscovered functional unit / H. Imhof, I. Sulzbacher, S. Grampp, C. Czerny, S. Youssefzadeh, F. Kainberger // Invest Radiol. 2000 Oct; 35(10):581-8. Режим доступа: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11041152/

12.Белинов Н.В., Смекалов В.П. Особенности кровоснабжения в головке бедренной кости // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2011, №4 (80), Часть 1. С. 230-233. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=17269999

13.Макушин В.Д., Степанов М.А., Ступина Т.А. Экспериментальное

моделирование остеоартроза коленного сустава у собак // Биомедицина. 2012. № 3. С. 108-115. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=18112861
14.Самодай В.Г., Губанов А.В. Профилактика тяжелого посттравматического деформирующего остеоартроза в амбулаторных условиях // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. Воронеж. 2012. №2. С. 486-491. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=17849687
15.Матвеева Е.Л., Гасанова А.Г., Спиркина Е.С. Метаболизм протеогликанов суставного хряща коленных суставов при дегенеративно-дистрофических изменениях у собак // Ветеринария Кубани. 2018. № 1. С. 25-27. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=32545571
16.Биохимические показатели сыворотки крови собак с моделью дегенеративно-дистрофических изменений коленного сустава на разных стадиях заболевания / Е.С. Спиркина, Е.Л. Матвеева, А.Г. Гасанова, М.А. Степанов // Ветеринария Кубани. 2016. № 5. С. 18-20. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=29197520
17.Effect of ligating dogs' arteries and veins on femoral heads / Z. Liu, D. Feng, H. Chen, G. Tian // J Orthop Surg Res 2022 Feb 25;17 (1):125. doi: 10.1186/s13018-022-02993-x. Режим доступа: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35216590/

**REFERENCES**

1.Shreiner A.A., Petrovskaya N.V., Yerofeyev S.A. Transosseous osteosynthesis introduction into veterinary medicine // Genij Ortopedii. 1998;(4):72-75. URL: https://www.ilizarov-journal.com/jour/article/view/413/440 (in Russ.)
2.Molokanov V.A., Kirsanov K.P., Chernigov Yu.V. Treatment of traumatic dislocations of the hip joint in small domestic animals using the method of transosseous osteosynthesis / Chelyabinsk. 2003: 84. (in Russ.)
3.Chernigov Yu.V. Treatment of inveterate dislocations of the hip in dogs using transosseous osteosynthesis method // Veterinary Clinic. 2006;(4):27-29. (in Russ.)
4.Antonov N.I. Experience in treating dogs with traumatic injuries of the hip // Russian Veterinary Journal. Small domestic and wild animals. 2014;(5):6-9. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=22273907 (in Russ.)
5.The influence of compression of the articular surfaces on the development of posttraumatic coxarthrosis in the treatment of an acetabulum fracture under external fixation (an experimental-and-morphological study) / K.P. Kirsanov, V.V. Krasnov, T.A. Silanteva, A.Yu. Kirsanova // Materials of the Conference: Errors and complications in traumatology and orthopedics. Omsk. 2011. Pp. 32-33. (in Russ.)
6. Reparative regeneration for treatment of central acetabular fractures accompanied by femoral head subluxation under the conditions of transosseous osteosynthesis (An experimental study) / T.A. Silanteva, S.Yu. Kochetkov, Yu.M. Iryanov, Kirsanov K.P. // Genij Ortopedii. 2011;(1):98-103. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=15591350 (in Russ.)
7.Antonov N.I. Complications of fractures of the acetabulum in dogs: causes, prevention and elimination // Veterinary Pathology // 2018; (2):16-24. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=36351815 (in Russ.)
8.Antonov N.I. Modified dorsal surgical approach to the canine hip joint // Veterinary Clinic. 2014;(12):25-26. (in Russ.)
9.On the issue of using external fixation devices in the practice of veterinary orthopedics in dogs and cats / M.I. Rodin, I.G. Kiselev, I.A. Rodin, K.S. Polegaeva, A.G. Koshchaev // Veterinary of Kuban. 2023; (5):35-39. (in Russ.) URL: http://www.vetkuban.com/num5_202310.html
10.Mazhuga P.M. Sources of trophism and structural self-replenishment of articular cartilage // Morphology. 1999;(1):43-50. (in Russ.)
11.Subchondral bone and cartilage disease: a rediscovered functional unit / H. Imhof, I. Sulzbacher, S. Grampp, C. Czerny, S. Youssefzadeh, F. Kainberger // Invest Radiol. 2000;35(10):581-588. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11041152/
12.Belinov N.V., Smekalov V.P. Peculiar

properties of blood supply in the head of the femur // Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences. 2011, no. 4 (80). Part 1. P. 230-233. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=17269999 (in Russ.)
13. Makushin V.D., Stepanov M.A., Stupina T.A. Experimental modeling of the knee osteoarthrosis in dogs // Biomedicine. 2012; (3):108-115. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18112861 (in Russ.)
14. Samodai V.G., Gubanov A.V. Prevention of severe post-traumatic deforming osteoarthrosis in outpatient setting // Bulletin of experimental and clinical surgery. Voronezh. 2012;(2):486-491. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=17849687 (in Russ.)
15. Matveeva E.L., Gasanova A.G., Spirkina E.S. Metabolism of proteoglycans in articular cartilage of knee joints during degenerative-dystrophic changes in dogs / E.L. Matveeva, // Veterinary of Kuban. 2018;(1):25-27. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32545571 (in Russ.)
16. Biochemical parameters of canine blood serum with a model of degenerative-dystrophic changes in the knee at different stages of the disease / E.S. Spirkina, E.L. Matveeva, A.G. Gasanova, M.A. Stepanov // Veterinary of Kuban. 2016;(5):18-20. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29197520 (in Russ.)
17. Effect of ligating dogs' arteries and veins on femoral heads / Z. Liu, D. Feng, H. Chen, G. Tian // J Orthop Surg Res 2022 Feb 25;17 (1):125. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35216590