

**Репаративная регенерация костей и соединений таза
в условиях управляемого чрескостного остеосинтеза
(экспериментально-морфологическое исследование)**

К.П. Кирсанов, В.В. Краснов, Т.А. Силантьева, А.М. Чиркова

**Reparative regeneration of pelvic bones and junctions under
the conditions of controlled transosseous osteosynthesis
(experimental-and-morphological study)**

K.P. Kirsanov, V.V. Krasnov, T.A. Silantiyeva, A.M. Chirkova

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Освещены теоретические аспекты репаративной регенерации костей и соединений таза в условиях стабильного остеосинтеза аппаратом внешней фиксации. Эксперимент выполнен на 103 животных (собаки). На основании проведенных морфологических исследований определены сроки фиксации аппаратом и восстановления органотипического строения поврежденных анатомических структур таза.

Ключевые слова: экспериментально-морфологическое исследование, таз, репаративная регенерация, чрескостный остеосинтез, аппарат внешней фиксации.

The theoretical aspects of reparative regeneration of pelvic bones and junctions under the conditions of stable osteosynthesis using an external fixator have been interpreted. The study has been performed experimentally on 103 animals (dogs). On the basis of the morphological studies made the periods of fixation with the fixator have been determined, as well as those of organotypical recovery of the anatomical structures injured.

Keywords: experimental-and-morphological study, pelvis, reparative regeneration, transosseous osteosynthesis, external fixator.

ВВЕДЕНИЕ

Повреждения таза относятся к наиболее тяжелым травмам опорно-двигательной системы и составляют до 18 % от всех повреждений скелета [1, 6, 8, 10, 11, 13].

Для оперативного лечения больных с травмами таза применяются различные способы и технические средства. В последние десятилетия предпочтение отдается аппаратам внешней фиксации, которые обеспечивают стабильный управляемый остеосинтез костей таза, создавая при этом оптимальные механо-биологические условия для репаративной регенерации его поврежденных структур [1, 5-8, 10-13].

На сегодняшний день имеются единичные экспериментально-морфологические работы, в которых приводятся сведения о репаративном остеогенезе при переломах костей таза [8, 9, 12].

Вместе с тем, до настоящего времени не изучены особенности репаративной регенерации, сроки консолидации и органотипической перестройки поврежденных костей и соединений таза в условиях внешней стабильной фиксации аппаратом.

Для этого на основании проведенных анатомо-топографических исследований области таза

(послойное препарирование, изучение синтопии его органов и анатомических образований, а также скелетотопия сосудов и нервов) и тазобедренного сустава определены безопасные участки введения внешних фиксаторов спицевого и стержневого типов [4].

С учетом полученных результатов разработаны эффективные способы фиксации таза, крестцовой кости и анатомической области тазобедренного сустава, которые соответствуют основным принципам чрескостного остеосинтеза и обеспечивают минимальную травматичность и стабильность фиксации [15]; различные модели его повреждений (стабильных, нестабильных и внутрисуставных), которые соответствуют характеру и степени тяжести травмы [3], и способы их лечения (технические приемы репозиции тазовых костей и их фрагментов, тактика послеоперационного ведения и содержания животных) [14, 16-19], а также компоновки аппаратов, включающие различные технические модули, отдельные узлы и детали, которые в совокупности со способами фиксации позволяют осуществлять внешний стабильный управляемый остеосинтез таза, крестца и тазобедренного сустава [20-27].

Целью настоящего исследования явилось изучение процесса репаративной регенерации при лечении различных типов повреждений таза, оп-

ределение сроков консолидации и органотипической перестройки поврежденных структур в условиях внешней стабильной управляемой фиксации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе представлен анализ результатов экспериментально-морфологических исследований, выполненных с 1998 по 2008 годы. Опыты проведены на 103 беспородных собаках обоего пола в возрасте от одного года до четырех лет. Экспериментальный материал был распределен на 9 серий опытов. На основе разработанных моделей изолированных и множественных повреждений костей и соединений таза была изучена динамика репаративной регенерации крестцовой, подвздошной и седалищной костей, вертлужной впадины, крестцово-подвздошного сустава (КПС) и лобкового симфиза в условиях внешней стабильной фиксации аппаратом:

- в первой серии - после перелома крыла подвздошной кости (n=12);
- во второй серии - после одностороннего вывиха в крестцово-подвздошном суставе (n=11);
- в третьей серии - после перелома тела подвздошной кости (n=9);
- в четвертой серии - после одностороннего вывиха в крестцово-подвздошном суставе в сочетании с переломом тела подвздошной кости на противоположной стороне (n=12);
- в пятой серии - после одностороннего вывиха в крестцово-подвздошном суставе в сочетании с разрывом лобкового симфиза (n=11);
- в шестой серии - после поперечного перелома крестца (n=8);
- в седьмой серии - после одностороннего вывиха в крестцово-подвздошном суставе в сочетании с поперечным переломом крестца (n=7);
- в восьмой серии - после поперечного перелома тела и ветви седалищной кости (n=18);
- в девятой серии - после внутрисуставного поперечного перелома вертлужной впади-

ны (n=15).

При проведении исследований использовали экспериментально-клинический, рентгенографический и гистологический методы.

Проекционно-стандартные рентгенограммы выполняли во фронтальной и сагиттальной плоскостях (прямая и боковая проекции). При необходимости (у собак с аппаратом, фиксирующим таз и тазовую конечность) рентгенограммы выполняли в других плоскостях: косо-сагиттальной и/или кософронтальной.

Для гистологического исследования производили взятие фрагмента поврежденной кости и/или сустава по разработанным схемам. Целлоидиновые срезы изготавливали из блоков декальцинированной кости на санном микротоме. Гистотопографические срезы, толщиной 20-25 мкм, окрашивали гематоксилином и эозином, а также по Ван-Гизону. Гистологические препараты исследовали с использованием фотомикроскопа фирмы «Ortop» (Германия).

Для стандартизации выполненного эксперимента и правильной интерпретации полученных результатов исследования выведение животных из опытов осуществляли в строго определенные сроки: через 14, 28, 35, 42 суток в периоде фиксации аппаратом, а также через 30, 90 и 180 суток после его демонтажа.

Содержание, уход и эвтаназия животных осуществлялись в соответствии с требованиями Министерства здравоохранения РФ к работе экспериментально-биологических клиник, а также «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ рентгенологических данных показал, что во всех сериях опытов после восстановления анатомической целостности тазового кольца и конгруэнтности суставных поверхностей, аппарат на протяжении всего периода фиксации стабильно удерживал кости таза и/или их фрагменты в положении, достигнутом на момент репозиции, о чем свидетельствовало отсутствие выраженных периостальных наслоений и увеличения диаметра каналов фиксаторов кости. При полном первоначальном сопоставлении отломков диастаз либо отсутствовал, либо варьировал в пределах от 0,5 до 2 мм. Продолжительность периода фиксации аппаратом составляла 28-42 суток и зависела от вида и локализации повреждения. Демонтаж ап-

парата осуществляли по достижении консолидации перелома (которая определялась по рентгенологически плотным теням, перекрывающим зону повреждения) и при отрицательной клинической пробе (рис. 1, 2).

На гистологических препаратах **крыла подвздошной кости** через 14 суток фиксации в межотломковой щели находились осколки костных трабекул, сгустки крови, детрит. Раневые поверхности покрывал тонкий слой грануляционной ткани. С 28-х по 35-е сутки фиксации наблюдали волкнисто-соединительнотканно-костное сращение перелома. На раневой поверхности отломков формировались грубоволокнистые трабекулы губчатой кости. В средней части регенерата располага-

лась рыхлая волокнистая соединительная ткань, васкуляризацию которой осуществляли полнокровные микрососуды капиллярного типа. На момент окончания фиксации в дорсальной части зону сращения пересекали десмально образованные костные трабекулы. Через 30 суток после снятия аппарата зона сращения была представлена губчатым костным веществом с грубоволокнистыми и пластинчатыми трабекулами, формировалась компактная пластинка. К 90-м суткам органотипическая перестройка кости была завершена.

По данным гистологического исследования **тела подвздошной кости**, через 14 суток фиксации сращение перелома отсутствовало. Межотломковое пространство заполняла излившаяся кровь, костные осколки и детрит. Грануляционная ткань располагалась на раневой поверхности отломков. Поврежденные трабекулы подвергались остеокластической резорбции, ядра остеоцитов не окрашивались. С 28-х по 42-е сутки фиксации от-

мечали волокнисто-соединительнотканно-костно-хрящевое сращение перелома. К вершинам грубоволокнистых трабекул новообразованного губчатого костного вещества, сформированного на раневой поверхности, примыкали очажки волокнистого хряща. В средней части зоны сращения располагалась рыхлая волокнистая соединительная ткань, васкуляризованная полнокровными капиллярами. В конце периода фиксации аппаратом (42 суток) отмечали активизацию процесса десмального и эндохондрального остеогенеза. В периоде после снятия аппарата формировалось полное костное сращение отломков тела подвздошной кости. Через 30 суток новообразованные грубоволокнистые трабекулы губчатой кости подвергались остеокластической резорбции, наблюдали формирование компактной пластинки. К 90-м суткам зона сращения определялась по незначительно увеличенной трабекулярной плотности губчатого костного вещества.

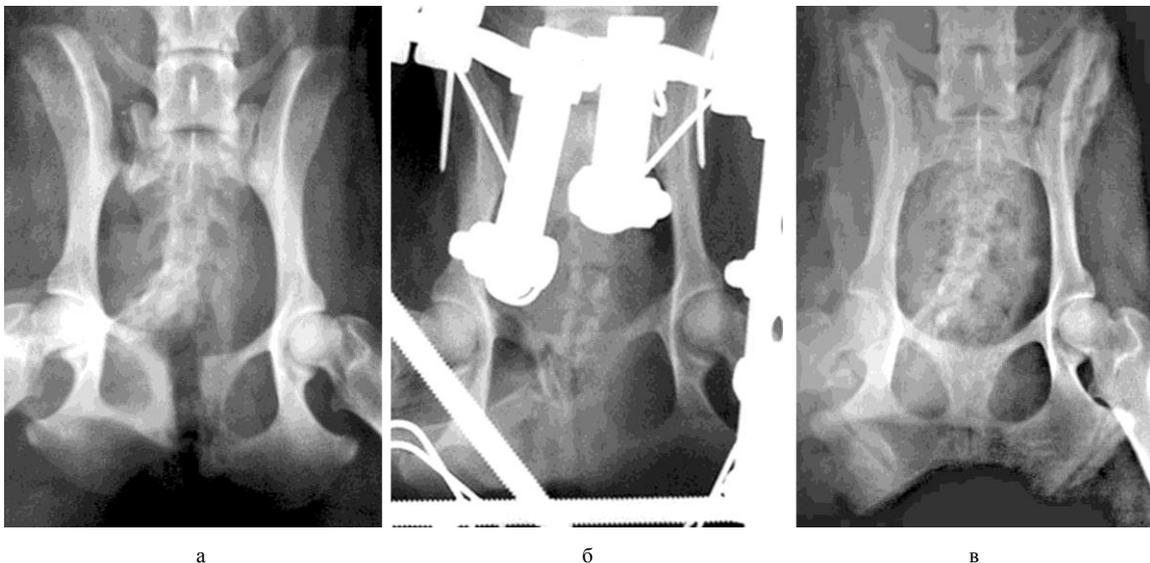


Рис. 1. Рентгенограммы таза собаки в прямой проекции: а – модель одностороннего вывиха в крестцово-подвздошном суставе в сочетании с разрывом лобкового симфиза; б – репозиция; в – день снятия аппарата

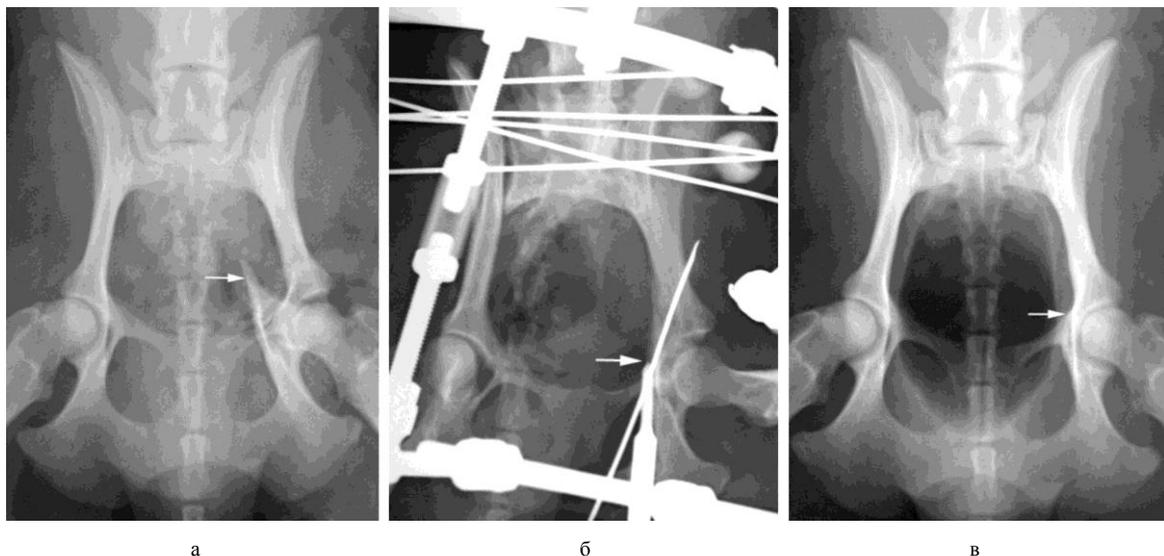


Рис. 2. Рентгенограммы таза собаки в прямой проекции: а – модель поперечного перелома вертлужной впадины; б – репозиция; в – 30 суток после снятия аппарата

На гистотопограммах **крестцово-подвздошного сустава** через 14 суток фиксации диастаз был заполнен фибрином и тканевым детритом (рис. 3 а). На раневых поверхностях костей образовался слой соединительной ткани с расширенными полнокровными капиллярами. Отмечались дегенеративные изменения суставного хряща. В конце периода фиксации аппаратом (через 35 суток) на гистотопограммах крестцово-подвздошного сустава определялось **волоконно-соединительнотканно-хрящевое сращение** (рис. 3, б). В суставном хряще, наряду с дегенеративными изменениями, наблюдался слабовыраженный процесс регенерации, о чем свидетельствовали немногочисленные изогенные группы клеток. Через 30-90 суток после снятия аппарата между крестцовой и подвздошной костями зона сращения была представлена **волоконистой хрящевой тканью** (рис. 3, в).

На гистотопограммах тазовой кости в области **лобкового симфиза** через 14 суток фиксации определялось **частичное волоконно-соединительнотканное сращение** (рис. 3, г). Хрящ пластинки был дистрофически изменен. Через 28 суток между участками хрящевой пластинки располагалась рыхлая волокнистая соединительная ткань, клетки которой врастали в прилежащую хрящевую пластинку. В конце периода фиксации (35 суток) происходило **восстановление органотипического строения лобкового симфиза** (рис. 3, д). В отдельных участках хрящевая ткань пластинки подвергалась **оссификации**. В периоде после снятия аппарата в симфизе формировался **синоз** (что соответствовало возрастной норме). В центральном отделе зоны сращения определялись небольшие участки **волоконного хряща и фиброзной ткани** (рис. 3, е).



Рис. 3. Восстановление соединений таза: а – частичное волоконно-соединительнотканное сращение КПС через 14 суток фиксации; б – волоконно-соединительнотканно-хрящевое сращение КПС через 35 суток фиксации; в – волоконно-хрящевое сращение КПС через 30 суток после снятия аппарата; г – частичное волоконно-соединительнотканное сращение лобкового симфиза через 14 суток фиксации; д – волоконно-хрящевое сращение лобкового симфиза через 35 суток фиксации; е – костное сращение лобкового симфиза через 6 мес. после снятия аппарата. Сканограммы гистотопографических препаратов. Окраска гематоксилином и эозином

При заживлении перелома **крестцовой кости** через 14 суток фиксации аппаратом в диастазе между отломками были выявлены фибрин, фрагменты некротизированных костных трабекул и бесструктурный детрит. В конце периода фиксации (28 суток) между отломками крестца формировалось волокнисто-соединительнотканно-хрящевое сращение с единичными костными спайками. Со стороны поврежденных поверхностей крестцовой кости отмечалось новообразование костного вещества – эта зона была представлена мелкими грубоволокнистыми трабекулами. Через 30 суток после снятия аппарата сращение сформировалось за счет губчатой костной ткани. На поверхности вновь образованных трабекул определялся слой активных остеобластов.

На гистотопографических препаратах **седалищной кости** к 14-м суткам фиксации аппаратом межотломковое пространство заполняла рыхлая волокнистая соединительная ткань. Зону сращения васкуляризировали капилляры, заполненные эритроцитами. В интермедиарном пространстве компактной пластинки обнаруживались скопления фибрина, форменных элементов крови, костные осколки и некротизированные фрагменты парасальных тканей. С 28-х по 35-е сутки фиксации формировалось волокнисто-соединительнотканно-костно-хрящевое сращение перелома с преобладанием рыхлой волокнистой соединительной ткани, васкуляризацию которой осуществляли сосуды капиллярного, артериолярного и веноулярного типа. К окончанию периода фиксации на травмированной поверхности отломков отмечали активизацию эндохондрального и десмального остеогенеза, локально – смыкание противоположных грубоволокнистых трабекул. К 30-м суткам после снятия аппарата формировалось частичное костное сращение перелома. В интермедиарном пространстве дорсальной части зоны сращения располагалась рыхлая волокнистая соединительная ткань, умеренно васкуляризированная микрососудами малого калибра. В центральной части сращения перелома формировала волокнистая соединительная и

хрящевая ткань с очагами десмального и эндохондрального остеогенеза. В вентральной части вершины эндохондрально образованных трабекул противоположащих костных отделов смыкались. Через 90 суток отмечали полное либо частичное сращение перелома, образованное губчатым костным веществом. На 180-е сутки после снятия аппарата новообразованный участок имел органотипическое строение.

При гистологическом исследовании **вертлужной впадины** через 14 суток фиксации аппаратом в зоне сращения отмечали рыхлую волокнистую соединительную, костную и хрящевую ткань (рис. 4, а). На границе поврежденного участка с суставной полостью располагалась рыхлая неформенная волокнистая соединительная ткань (рис. 5, а). Через 28-42 суток фиксации сращение перелома было костно-волокнисто-соединительнотканно-хрящевым, определялись многочисленные очаги десмального и эндохондрального остеогенеза (рис. 4, б, 5, б). Через 30 суток после снятия аппарата (срок эксперимента 72 суток) формировалось костное сращение перелома (рис. 4, в). Новообразованный участок имел строение губчатой кости (рис. 5, в). На границе регенерата с суставной полостью располагалась обильно васкуляризированная рыхлая волокнистая соединительная ткань. К 132-м суткам эксперимента (90 суток после снятия аппарата) продолжалась адаптивная перестройка костной ткани с формированием компактной корковой пластинки. Суставную поверхность регенерата формировала волокнистая соединительная либо волокнистая хрящевая ткань.

При гистологических исследованиях в различных сериях опытов было установлено, что репаративная регенерация анатомических структур таза при их изолированных и множественных повреждениях имела сходные морфологические характеристики, а консолидация переломов одинаковой локализации происходила в одни и те же сроки.



Рис. 4. Заживление центрального перелома вертлужной впадины: а – волокнисто-соединительнотканное сращение перелома (через 14 суток фиксации); б – костно-волокнисто-соединительнотканно-хрящевое сращение перелома (через 42 суток фиксации); в – костное сращение перелома (срок эксперимента – 72 суток после операции, 30 суток без аппарата) Сканограммы гистотопографических препаратов. Окраска по Ван-Гизону

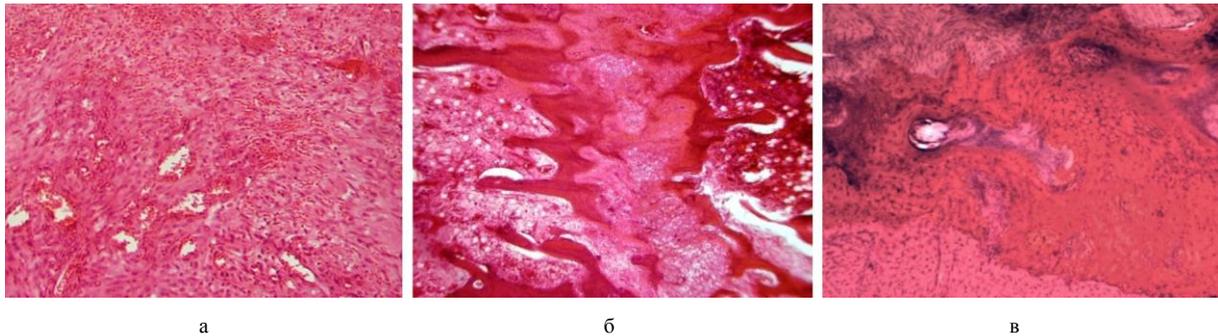


Рис. 5. Гистологическое строение эндостального регенерата, формирующегося при заживлении центрального перелома вертлужной впадины: а – рыхлая неоформленная волокнистая соединительная ткань (через 14 суток фиксации); б – грубо-волокнистые трабекулы губчатого костного вещества, волокнистая хрящевая и волокнистая соединительная ткань (через 42 суток фиксации); в – губчатое костное вещество в стадии компактизации (срок эксперимента – 72 суток после операции, 30 суток без аппарата). Микрофото. Окраска гематоксилином и эозином. Об. 10, ок. 10

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Рентгенологические исследования показали, что применение аппарата внешней фиксации позволяет добиться точной репозиции и стабильной фиксации поврежденных анатомических структур тазового кольца на протяжении всего периода лечения. При этом величина диастаза между отломками колеблется от 0,5 до 2 мм, отсутствует выраженная периостальная реакция, а диаметр спицевых и стержневых каналов практически не изменяется.

При моделировании внутрисуставных переломов и разрыва лобкового симфиза показано, что стабильная фиксация костей и их отломков способствует восстановлению суставных поверхностей, при этом в периоде фиксации гиалиновый хрящ замещается волокнистой соединительной, а после снятия аппарата – волокнистой соединительной либо волокнистой хрящевой тканью. Формирование лобкового синостоза у оперированных собак завершается в сроки, соответствующие физиологической норме животных данного вида.

Ранние сроки консолидации поврежденных анатомических структур таза и крестца, а также восстановление их органотипического строения

(по сравнению с клиническими данными) объясняются тем, что в данном экспериментальном исследовании моделирование переломов таза не предполагало повреждений внутренних органов, сопровождающихся массивными кровотечениями с образованием обширных забрюшинных и внутритазовых гематом и т.д. Все это, безусловно, неблагоприятно повлияло бы на морфофункциональное состояние органов и образованной анатомической области таза и, в конечном итоге, привело бы к увеличению сроков лечения экспериментальных животных с данной патологией опорно-двигательной системы.

Однако анализ полученных данных подтверждает необходимость раннего перевода тяжелых нестабильных повреждений таза в стабильные, который обеспечивается применением аппаратов внешней фиксации. При этом соблюдение основных принципов чрескостного остеосинтеза, разработанных Г.А. Илизаровым, позволяет добиться создания оптимальных условий для репаративной регенерации поврежденных структур таза и, как отмечают многие авторы, значительно сократить сроки лечения травматологических больных данной категории [1, 5-13].

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенное экспериментально-морфологическое исследование позволило установить недостаточно изученные ранее особенности репаративного процесса и теоретически обосновать эффективность применения метода чрескостного остеосинтеза при моделировании и лечении различных повреждений таза. Все вышеизложенное позволяет нам сделать следующие выводы:

1. Применение аппаратов внешней фиксации позволяет осуществлять точную репозицию и стабильную фиксацию тазовых костей и их отломков на протяжении всего периода лечения, что подтверждается отсутствием выраженных периостальных наслоений в зоне повреждения и

увеличения диаметра каналов фиксаторов кости.

2. Особенностью репаративной регенерации костей таза в условиях управляемого чрескостного остеосинтеза является вторичное эндостальное костное сращение переломов.

3. Восстановление поврежденных суставных и сочленяющихся поверхностей костей таза происходит за счет волокнистой соединительной ткани, впоследствии, при создании благоприятных условий, замещающейся волокнистым хрящом.

4. С целью повышения эффективности лечения больных с данной тяжелой скелетной травмой необходима разработка новых способов оптимизации репаративного остеоза и хондрогенеза поврежденных структур таза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронин, Н. И. Повреждения таза / Н. И. Воронин, В. В. Яновой, И. В. Борозда. – Благовещенск, 2002. – 134 с.
2. Европейская конвенция по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2003. – № 4. – С. 34-36.
3. Краснов, В. В. Способ получения модели нестабильных вертикальных повреждений таза у мелких домашних животных / В. В. Краснов, К. П. Кирсанов // Перспективные направления научных исследований молодых ученых и специалистов Урала и Сибири : материалы VI науч.-практ. конф. – Троицк, 2002. – С. 25-26.
4. Краснов, В. В. Экспериментальное обоснование лечения одностороннего вывиха крестцово-подвздошного сустава с разрывом тазового симфиза у собак методом чрескостного остеосинтеза : автореф. дис... канд. вет. наук / В. В. Краснов ; ФГОУ ВПО «ВГАУ им. К. Д. Глинки». – Воронеж, 2005. – 20 с.
5. Кутепов, С. М. Особенности методики наложения аппаратов внешней фиксации при повреждениях таза / С. М. Кутепов, К. К. Стэльмах, К. П. Минеев // Реактивность организма и регенерация тканей при компрессионно-дистракционном остеосинтезе : сб. науч. тр. – Курган, 1991. – С. 105–109.
6. Кутепов, С. М. Управляемый чрескостный остеосинтез в лечении переломов костей таза : дис... д-ра мед. наук / С. М. Кутепов ; Перм. гос. мед. академия. – Пермь, 1996. – 65 с.
7. Лазарев, А. Ф. Оперативное лечение повреждений таза : автореф. дис... д-ра мед. наук / А. Ф. Лазарев. – М., 1992. – 39 с.
8. Минеев, К. П. Репаративная регенерация переломов тазового кольца и вертлужной впадины в эксперименте / К. П. Минеев, Г. А. Шевалаев, К. К. Стэльмах // Анналы травматол. и ортопед. – 1996. – № 2. – С. 22-25.
9. Минеев, К. П. Лечение тяжелых повреждений таза и позвоночника / К. П. Минеев, К. К. Стэльмах. – Ульяновск : Симбирская книга, 1996. – 182 с.
10. Стэльмах, К. К. Лечение нестабильных повреждений таза : дис... д-ра мед. наук / К. К. Стэльмах ; ФГУН «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова Росздрава». – Курган, 2005. – 52 с.
11. Черкес-Заде, Д. И. Применение аппаратов наружной фиксации для оптимизации условий репаративной регенерации при переломах костей таза / Д. И. Черкес-Заде, В. Ф. Лазарев // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н. Н. Приорова. – 1996. – № 1. – С. 52–56.
12. Шевалаев, Г. А. Обоснование активной хирургической тактики при переломах вертлужной впадины : автореф. дис... канд. мед. наук / Г. А. Шевалаев ; С.-петерб. НИИТО им. Р. Р. Вредена. – СПб., 1993. – 16 с.
13. Швед, С. И. Чрескостный остеосинтез по Илизарову при повреждениях костей таза / С. И. Швед, В. М. Шигарев // Материалы VI съезда травматологов-ортопедов СНГ. – Ярославль, 1993. – С. 107–108.
14. Пат. 2162669 Российская Федерация, МПК7 А 61 D1/00. Способ лечения травматических повреждений тазового кольца домашних животных / Кирсанов К. П., Мельников Н. М., Меньщикова И. А., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 98114546/13 ; заявл. 20.07.98 ; опубл. 10.02.2001, Бюл. № 4. – 7 с.
15. Пат. 2197920 Российская Федерация, МПК7 А 61 В 17/56. Способ остеосинтеза тазобедренного сустава при его травматических повреждениях у животных / Кирсанов К. П., Мельников Н. М., Борисов И. В., Кубрак С. А., Меньщикова И. А., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 2000125646 ; заявл. 28.09.2000 ; опубл. 10.02.2003, Бюл. № 4. – 5 с.
16. Пат. 2259177 Российская Федерация, МКИ7 А 61 D 1/00. Способ лечения вертикальных перелома-вывихов тазового кольца животных / Кирсанов К. П., Краснов В. В., Дюрягина О. В., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 20044100759/14 ; заявл. 08.01.2004 ; опубл. 27.08.2005, Бюл. № 24. – 9 с.
17. Пат. 2278633 Российская Федерация, МКИ7 А 61 В 17/58. Способ лечения изолированных повреждений крестца у мелких домашних животных / Шевцов В. И., Борисенко Е. В., Кирсанов К. П., Краснов В. В., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 2004129608/14 ; заявл. 08.10.2004 ; опубл. 27.06.2006, Бюл. № 18. – 4 с.
18. Пат. 2285450 Российская Федерация, МПК7 А 61 В 8/06, G 01 N 33/86. Способ оценки функционального восстановления конечностей при моделировании повреждений таза / Гордиевских Н. И., Сбродова Л. И., Краснов В. В., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 2004126415/14 ; заявл. 30.08.2004 ; опубл. 20.10.2006, Бюл. № 29. – 5 с.
19. Пат. № 2337646 Российская Федерация, МПК8, А 61 D 1/00 А 61 В 10/00. Способ диагностики посттравматического смещения тазовых костей у животных / Краснов В. В., Меньщикова И. А., Дюрягина О. В., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 2005138399/13 ; заявл. 09.12.2005 ; опубл. 10.11.2008, Бюл. № 31. – 6 с.
20. Пат. 38104 Российская Федерация, МКИ7 А 61 В 17/60. Спицеажим к компрессионно-дистракционному аппарату / Краснов В. В., Кирсанов К. П., Тимофеев В. Н., Дюрягина О. В., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 2004100381/20 ; заявл. 08.01.2004 ; опубл. 27.05.2004, Бюл. № 15. – 1 с.
21. Пат. 38107 Российская Федерация, МКИ7 А 61 D 1/00. Устройство для остеосинтеза тазового шва мелких домашних животных / Кирсанов К. П., Краснов В. В., Тимофеев В. Н., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 2004100381/20 ; заявл. 08.01.2004 ; опубл. 27.05.2004, Бюл. № 15. – 1 с.
22. Пат. 43452 Российская Федерация, МКИ7 А 61 D 1/00. Аппарат для лечения повреждений тазового кольца у мелких домашних животных / Кирсанов К. П., Краснов В. В., Дюрягина О. В., Тимофеев В. Н., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 2004129451/22 ; заявл. 08.10.2004 ; опубл. 27.01.2005, Бюл. № 3. – 2 с.
23. Пат. 43758 Российская Федерация, МКИ7 А 61 В 17/66. Шарнирный узел к компрессионно-дистракционному аппарату / Шевцов В. И., Краснов В. В., Мельцова А. Ю., Тимофеев В. Н., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 2004129453/22 ; заявл. 08.10.2004 ; опубл. 10.02.2005, Бюл. № 4. – 2 с.
24. Пат. 67437 Российская Федерация, МКИ7 А 61 D 1/00; А 61 В 17/56. Аппарат для лечения патологии тазобедренного сустава у мелких домашних животных / Краснов В. В., Самошкин И. Б., Кирсанова А. Ю., Кирсанов К. П., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 2007123640/22 ; заявл. 22.06.07 ; опубл. 27.10.2007, Бюл. № 30. – 1 с.
25. Пат. 68286 Российская Федерация, МПК8 А 61 D 1/00. Устройство для лечения переломов костей таза у мелких домашних животных / Антонов Н. И., Краснов В. В., Кирсанов К. П., заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. – № 2007125027/22 ; заявл. 02.07.2007 ; опубл. 27.11.2007, Бюл. № 33. – 1 с.
26. Свидетельство № 11699 Российская Федерация, МПК6 А 61 D1/00. Аппарат для лечения повреждений таза домашних животных / Кирсанов К. П., Мельников Н. М., Меньщикова И. А. – № 98120020/20 ; заявл. 02.11.98 ; опубл. 16.11.99, Бюл. № 11. – 1 с.
27. Свидетельство № 16645 Российская Федерация, МПК7 А 61 В 17/60. Спицеаживатель к аппарату внешней фиксации / Кирсанов К. П., Тимофеев В. Н., Меньщикова И. А. – № 2000117388/20 ; заявл. 04.07.2000 ; опубл. 27.01.2001, Бюл. № 3. – 1 с.

Рукопись поступила 18.11.08.