

Экспериментальное обоснование лечения поперечного (центрального) перелома вертлужной впадины с подвывихом головки бедра методом чрескостного остеосинтеза

Шевцов В.И., Ирьянов Ю.М., Силантьева Т.А., Кочетков С.Ю.

The experimental substantiation of the treatment of transverse (central) acetabular fracture with femoral head subluxation by transosseous osteosynthesis method

Shevtsov V.I., Irianov Yu.M., Silantiyeva T.A., Kochetkov S.Yu.

РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий, г. Курган

© Шевцов В.И., Ирьянов Ю.М., Силантьева Т.А., Кочетков С.Ю.

Целью данной работы явилось изучение рентгено-морфологической динамики репаративной регенерации при экспериментальном обосновании лечения поперечного (центрального) перелома вертлужной впадины с подвывихом головки бедра методом чрескостного остеосинтеза.

Эксперименты выполнены на 23 беспородных собаках обоего пола.

Установлено, что после вправления головки бедренной кости в вертлужную впадину, четкой репозиции и фиксации ее фрагментов костное сращение в зоне перелома формируется в течение 35—65 сут.

Ключевые слова: вертлужная впадина, головка бедренной кости, репаративная регенерация, аппарат внешней фиксации, метод чрескостного остеосинтеза.

The aim of this work was to study the roentgen-and-morphological dynamics of reparative regeneration for the experimental substantiation of treating a transverse (central) acetabular fracture with femoral head subluxation by the method of transosseous osteosynthesis.

Experiments were performed using 11 mongrel dogs, both males and females.

It has been established that after setting a femoral head into the acetabulum, precise reposition and fixation of its fragments the bone union in the fracture site is achieved within 35—65 days.

Key words: acetabulum, femoral head, reparative regeneration, external fixator, transosseous osteosynthesis method.

УДК 616.728.2-001.5-089.84:617.582-001.6

Введение

Репаративная регенерация повреждений вертлужной впадины в условиях внешней стабильной фиксации до настоящего времени изучена недостаточно. Отдельные научные публикации экспериментально-клинического и морфологического характера не отражают всей совокупности дистрофических изменений в тазобедренном суставе при его повреждениях (переломах-вывихах) [1, 7, 9, 13].

Существующие методы лечения данной патологии опорно-двигательной системы многочисленны и разнообразны. Они предусматривают использование как консервативного метода лечения, так и различных металлоконструкций [1, 9, 10, 13].

В последние годы для лечения повреждений анатомической области тазобедренного сустава (переломах-вывихах

вертлужной впадины) применяется метод академика Г.А. Илизарова. Им разработаны основные принципы применения метода [4]. Были топографо-анатомически обоснованы безопасные способы и компоновки аппарата, которые обеспечивают внешний стабильный чрескостный остеосинтез у собак [6—8, 10—12]. В проведенных экспериментально-морфологических работах изучена репаративная регенерация тазовых костей и сочленений [5, 7].

Однако представленные научные публикации не отражают всей совокупности патологических изменений тазобедренного сустава в условиях применения метода чрескостного остеосинтеза, поэтому до настоящего времени актуальным остается проведение исследований, имеющих комплексный характер.

В этом аспекте целью настоящей работы явилось изучение рентгено-морфологической динамики репаративной регенерации, минерального состава суставного хряща и субхондральной кости при экспериментальном обосновании лечения поперечного (центрального) перелома вертлужной впадины с подвывихом головки бедра методом чрескостного остеосинтеза.

Материал и методы

Эксперименты выполнены на 23 беспородных собаках обоего пола. На модели поперечного внутрисуставного перелома вертлужной впадины с подвывихом головки бедра изучали особенности формирования регенерата при заживлении переломов без фиксации костных отломков (первая серия), а также в условиях фиксации аппаратом (вторая серия). Контрольную группу составили 3 интактных животных. Возраст животных составлял от 11 мес до 3 лет.

Были проведены исследования, включающие световую микроскопию гистологических срезов, сканирующую электронную микроскопию и рентгеновский электронно-зондовый микроанализ, экспериментально-клинический и рентгенологический методы.

Для стандартизации выполненного эксперимента и правильной интерпретации полученных результатов исследования животных первой серии выводили из опыта на 14, 28, 35, 65 и 125-е сут послеоперационного периода. Животных второй серии выводили из опыта в периоде фиксации аппаратом через 14, 28 и 35 сут после операции, а также через 30, 90 и 180 сут после его снятия. В эти же сроки проводили рентгенологическое исследование в двух стандартных проекциях (во фронтальной и сагиттальной плоскостях).

Эвтаназию осуществляли в соответствии с Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей [3].

Операцию проводили под внутривенным наркозом. Выполняли краниолатеральный доступ к тазобедренному суставу.

После тщательного гемостаза вскрывали капсулу сустава и осуществляли полную поперечную остеотомию вертлужной впадины в ее центральной части со смещением выделенных фрагментов. После частичной тенотомии собственной связки головки бедра проводили ее подвывих. Таким образом моделировали поперечный (центральный) перелом вертлужной впадины с подвывихом головки бедренной кости. Для подтверждения получения модели данно-

го вида перелома тазобедренного сустава проводили рентгенологический контроль.

У животных второй серии после моделирования перелома осуществляли репозицию фрагментов поврежденной вертлужной впадины, вправление подвывиха бедра и фиксацию тазобедренного сустава аппаратом.

При необходимости проводили дополнительную репозицию фрагментов поврежденных костей таза, используя шарнирно-репозиционные узлы аппарата. После полного и точного сопоставления фрагментов вертлужной впадины аппарат переводили в режим фиксации, для чего контрагаили все крепежные элементы (гайки) в подсистемах устройства.

Результаты и обсуждение

По данным рентгенологического исследования в первой серии опыта в день выполнения операции у всех животных определялся поперечный перелом вертлужной впадины с центральным смещением ее фрагментов. Головка бедренной кости была децентрирована. Четко прослеживалась прерывистость вертлужной впадины на уровне краниолатерального края. На месте остеотомии четко прослеживалась деформация ацетабулярной области. Раневые поверхности фрагментов вертлужной впадины имели неровную поверхность. Во всех наблюдениях каудальный фрагмент впадины смещался медиально (в полость таза), а краниальный — латерально. Величина диастаза между фрагментами составляла 1,0—1,5 см.

Через 14 сут после операции отмечалось незначительное усугубление деформации ацетабулярной области за счет смещения фрагментов вертлужной впадины. Головка правой бедренной кости также была децентрирована.

Спустя 28 сут после операции на рентгенограммах сохранялся диастаз между фрагментами вертлужной впадины и их смещение относительно друг друга. Определялись признаки подвывиха головки бедренной кости. Она сохраняла округлую форму. На уровне краниального края вертлужной впадины и на краях ее фрагментов появлялись периостальные наслоения.

Через 35 сут после операции между фрагментами вертлужной впадины появлялись плотные тени, которые заполняли весь диастаз. Края тазовых костей, формирующих вертлужную впадину, в месте повреждения имели нечеткие контуры за счет периостальных наслоений. Сохранялась деформация тазобедренного сустава.

Спустя 65 сут после операции диастаз между фрагментами поврежденной вертлужной впадины на всем протяжении был заполнен рентгенологически плотными тенями, четко прослеживались края вертлужной впадины, которые были утолщены за счет периостальных наслоений. Головка бедренной кости имела шаровидную форму, а щель сустава была незначительно расширена за счет смещения головки бедра в латеральном направлении.

Через 125 сут после операции на рентгенограммах, выполненных в двух стандартных проекциях, сохранялась деформация поврежденной вертлужной впадины. В ацетабулярной области на уровне повреждения определялся остеосклероз, неоднородность структуры и контуров костей, образующих вертлужную впадину. Рентгенологически — периостальные наслоения компактизировались и имели четкие контуры.

Во второй серии опыта в день выполнения операции после репозиции фрагментов вертлужной впадины и вправления вывиха головки бедра, а также фиксации аппаратом области тазобедренного сустава у всех животных смещения фрагментов не наблюдалось. Диастаз между ними либо отсутствовал, либо не превышал 0,5—1,0 мм. Контуры подвздошной, седалищной и лонной костей на стороне повреждения четко прослеживались. Края поврежденной вертлужной впадины определялись в виде непрерывной линии затемнения. Лишь в зоне повреждения наблюдалась полоса просветления. Головка бедренной кости была центрирована в суставной впадине.

В периоде фиксации аппаратом существенных рентгенологических изменений не выявлено. Во всех наблюдениях аппарат обеспечивал полное сопоставление фрагментов вертлужной впадины в достигнутом на момент сопоставления положении, исключая их смещение.

В периоде фиксации аппаратом форма и размеры тазового кольца оставались без изменений. Через 14 сут сохранялась прерывистость контуров впадины. Линия перелома определялась в виде незначительной по высоте полосы просветления. Края фрагментов в зоне перелома имели нечеткие контуры.

Через 28 сут после операции линия остеотомии прослеживалась в виде полосы просветления. Смещение фрагментов не превышало 0,5 мм. Отмечался остеосклероз краев вертлужной впадины. К этому сроку сохранялась неоднородность ее структуры в зоне повреждения. Головка бедренной кости на стороне повреждения была центрирована в вертлужной впадине. Рентгенологически определялось формирование корковой пластинки.

В конце периода фиксации аппаратом (через 35 сут) на стороне повреждения определялся плотный контакт фрагментов вертлужной впадины. Ее края были непрерывны. Головка бедра была центрирована в вертлужной впадине. В месте контакта фрагментов прослеживались тени различной плотности, а в отдельных участках — характерный трабекулярный рисунок. Интенсивность теней соответствовала участкам подвздошной, седалищной и лонной костей, расположенных рядом с местом повреждения. Тени полностью перекрывали зону перелома, соединяя фрагменты вертлужной впадины между собой. Это являлось критерием для демонтажа аппарата.

На рентгенограммах анатомических препаратов ацетабулярной области четко прослеживались контуры суставной поверхности впадины. Суставная поверхность головки бедренной кости также четко контурировалась и имела округлую форму. Выявлялось полное соответствие ее местоположению в вертлужной впадине.

К этому сроку опытов деформация ацетабулярной области отсутствовала. Периостальная реакция в большинстве наблюдений не выявлена. Лишь в двух случаях отмечались незначительные (1,0—1,5 мм) периостальные напластования в зоне повреждения. В периоде после снятия аппарата на обзорных рентгенограммах таза существенных изменений не обнаружено.

Форма и размеры таза соответствовали исходным данным. В зоне повреждения вертлужной впадины продолжалась структурная перестройка костной ткани, которая рентгенологически заканчивалась через 30 сут после снятия аппарата. К этому сроку наблюдения следы травматического повреждения отсутствовали.

Головки бедренных костей были центрированы в вертлужных впадинах. Щели тазобедренных суставов были одинаковыми и соответствовали норме.

Отдаленные результаты прослежены на протяжении 180 сут после снятия аппарата, каких-либо изменений в левом (поврежденном) тазобедренном суставе не выявлено.

По данным гистологических исследований, через 14 сут после оперативного вмешательства у животных первой серии смещение отломков во фронтальной плоскости составляло около 3 мм. В интермедиарной части зоны сращения перелома высотой 2—3 мм располагалась рыхлая волокнистая соединительная ткань с высокой плотностью фибробластоподобных клеток и неравномерным кровенаполнением расширенных микрососудов. В средней части сращения отмечали деформацию новообразованной ткани и множественные кровоизлияния. В суставном хряще отлом-

ков обнаруживались трещины глубокой зоны и rareфицированной субхондральной костной пластинки, врастание костномозгового паннуса. Отмечали базофилию, усиленное окрашивание волокнистого компонента и неравномерную клеточную плотность глубокой и промежуточной зон. На поверхности гиалинового хряща располагались фрагменты сосудистого паннуса. Компактная пластинка дна вертлужной впадины была порозной, на ее периостальной поверхности наблюдали наслоения мелкопетлистой губчатой кости.

Во второй серии высота зоны сращения, сформированного волокнистой соединительной и костной тканью, составляла около 2 мм, смещение отломков не превышало 1 мм. Новообразованная волокнистая соединительная ткань отличалась высокой клеточной плотностью, поперечной относительно плоскости повреждения ориентацией пучков волокон, умеренной васкуляризацией микрососудами капиллярного типа и отсутствием кровоизлияний. Грбоволокнистые трабекулы губчатой кости располагались на остеотомированных поверхностях

отломков. Морфологические изменения в суставном хряще и субхондральной костной пластинке имели тот же характер, что и в первой серии. Периостальный остеогенез был выражен в меньшей степени.

На 28—35-е сут в первой серии наблюдали фиброзно-хрящевое сращение перелома с преобладанием волокнистой соединительной ткани (рис. 1,а).

Остеотомированные поверхности костных отломков подвергались остеокластической резорбции. К ним примыкали поля хондроиды с высокой клеточной плотностью и очагами сосудистой инвазии. Трабекулы объемной периостальной костной мозоли перестраивались с участием активных остеобластов и остеокластов. Сохранялись дистрофические изменения суставного хряща, порозность субхондральной кости и компактной пластинки дна вертлужной впадины. В суставной полости отмечали обильные разрастания волокнистой соединительной ткани с прослойками жировой клетчатки.

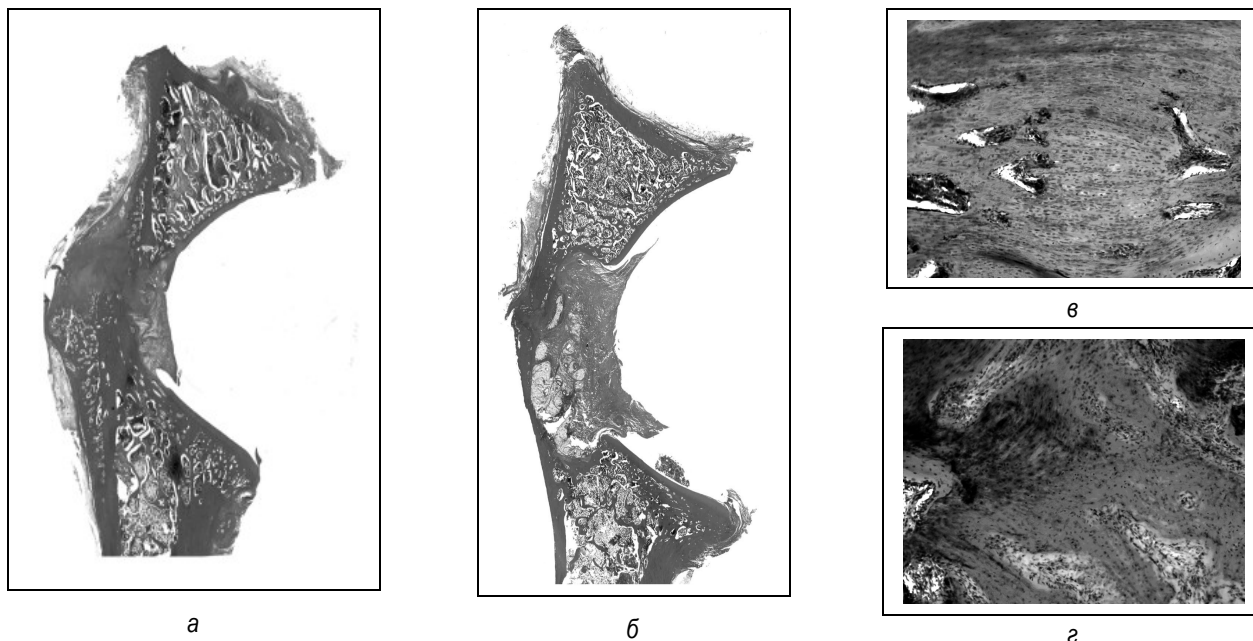


Рис. 1. Формирование сращения перелома тазовой кости в области вертлужной впадины. Срок эксперимента 28 сут: а — первая серия; б — вторая серия; отсканированные изображения гистотопографических препаратов, окраска по ван Гизону. Срок эксперимента 65 сут: в — первая серия, волокнистая соединительная и хрящевая ткань; г — вторая серия, массивные трабекулы губчатой кости. Микрофотография средней части зоны сращения перелома. Окраска гематоксилином и эозином. Об. 10, ок. 10

Во второй серии к 28—35-м сут после операции (рис. 1,б) формировалось эндостальное костное либо костно-фиброзное сращение перелома с очагами кальцифицированного хряща в его средней части. Поверхность грубоволокнистых трабекул новообразованной губчатой кости вы-

стилали активные остеобласты, остеокластическая резорбция не наблюдалась. Межтрабекулярные промежутки заполняла хорошо васкуляризированная волокнистая соединительная ткань. На суставной поверхности дна вертлужной впадины также разрасталась волокнистая соединительная

ткань, обильно васкуляризированная гиперемизированными сосудами, местами спаянная с гиалиновым хрящом. В суставе отмечали трещины, узур, утолщение бесклеточной пластинки, очаги кальцификации. Субхондральная костная пластинка была истонченной, порозной. Компактная кость дна вертлужной впадины подвергалась перестройке без резко выраженных порозных изменений. Небольшая по объему периостальная костная мозоль вблизи плоскости повреждения имела строение губчатой кости.

Через 65 сут после операции в первой серии отмечали фиброзно-хрящевое сращение перелома (рис. 1,в). На раневых поверхностях отломков тазовой кости располагался тонкий слой новообразованной губчатой кости с грубоволокнистыми трабекулами. Плотная волокнистая соединительная ткань зоны сращения была бессосудистой, в полях хондроиды наблюдали очаги эндохондрального остеогенеза. Компактная пластинка дна вертлужной впадины отломка была порозна, губчатая кость, напротив, уплотнена. В суставе гиалиновом хряще отломков наблюдали неравномерное изменение его высоты, появление колонок хондроцитов глубже линии базофильного раздела, в участках, покрытых паннусом — гибель клеток поверхностной и промежуточной зон. В субхондральной кости отмечали компактизацию, множественные линии склеивания. Периостальные наслоения губчатой кости активно перестраивались с участием остеобластов и остеокластов.

Во второй серии через 30 сут после снятия аппарата сращения перелома формировалась компактизирующаяся губчатая кость (рис. 1,г). Новообразованный участок суставной поверхности выстилал волокнистый хрящ, переходящий в волокнистую соединительную ткань. Высота гиалинового хряща отломков была снижена, отмечали бесклеточные участки, поля с повышенной и пониженной клеточной плотностью. В краниальных отломках на значительном протяжении гиалиновый хрящ был замещен волокнистым хрящом и волокнистой соединительной тканью. Субхондральная пластинка и дно вертлужной впадины имели строение компактной кости. Периостальный остеогенез не был выражен.

Исследование содержания остеотропных химических элементов магния, фосфора, серы и кальция в суставе отломка показало, что на всех сроках эксперимента в обеих сериях наблюдались изменения (таблица).

Остеотропные химические элементы в составе суставного хряща и субхондральной пластинки тазовой кости в области вертлужной впадины, весовые %

Серия	Элемент			
	Mg	P	S	Ca
	Суставной хрящ			

Контроль	0,05 ± 0,013	0,02 ± 0,009	0,38 ± 0,011	0,24 ± 0,004
Первая серия	0,03 ± 0,031*	0,30 ± 0,012*	0,51 ± 0,024*	0,36 ± 0,023*
Вторая серия	0,04 ± 0,01*	0,27 ± 0,037*	0,39 ± 0,064	0,25 ± 0,024
Субхондральная костная пластинка				
Контроль	0,21 ± 0,031	8,60 ± 0,057	0,23 ± 0,015	19,82 ± 0,640
Первая серия	0,21 ± 0,018	8,03 ± 0,331	0,21 ± 0,023	17,62 ± 0,648
Вторая серия	0,22 ± 0,032	8,94 ± 0,383	0,25 ± 0,022	19,32 ± 0,993

* Различия с контролем значимы при $p < 0,05$.

В первой серии значительно изменялись концентрации всех анализируемых элементов, при этом наиболее выраженным было повышение концентрации фосфора, в меньшей степени возрастало содержание кальция и серы. Во второй серии концентрация магния несколько снижалась, а фосфора — повышалась в сравнении с контролем. В субхондральной костной пластинке у животных первой серии наблюдалась тенденция к снижению концентрации остеотропных элементов, во второй серии таковых изменений не прослеживалось.

Заключение

Таким образом, результаты рентгенологического исследования свидетельствуют о том, что после вправления головки бедренной кости в вертлужную впадину, четкой репозиции и фиксации ее фрагментов, а в целом всей поврежденной анатомической области тазобедренного сустава аппаратом внешней фиксации костное сращение в зоне перелома ацетабулярной области формируется в течение 35 сут. На протяжении всего периода лечения аппарат полностью удерживает головку бедренной кости в вертлужной впадине. Тем самым создаются оптимальные условия для репаративной регенерации поврежденной вертлужной впадины, что подтверждается рентгенологическими исследованиями. Все это является подтверждением полного анатомо-функционального восстановления тазобедренного сустава и тазовой конечности на стороне повреждения.

Гистологическое исследование регенератов, формирующихся при заживлении переломов тазовых костей в ацетабулярной области, показывает, что при исходной высоте диастаза в пределах 2—3 мм отсутствие стабильной фиксации приводит к избыточному периостальному остеогенезу в отломках. В зоне сращения перелома преобладает резорбция костной ткани, репаративный гистогенез реализуется преимущественно в пределах фибробластического и хондробластического дифференциалов. Применение аппарата спице-стержневого типа оптимизирует условия остеогенеза в интермедиарной части регенерата, что позволяет восстановить целостность кости к 35—65-м сут послеоперационного

периода. Гиалиновый хрящ суставной поверхности претерпевает дистрофические изменения независимо от выбранного способа лечения перелома. Однако анализ минерального состава свидетельствует о том, что во второй серии эксперимента кальцификация хрящевого матрикса выражена в меньшей степени, что коррелирует с меньшей интенсивностью деминерализации субхондральной костной пластинки. Это наблюдение согласуется с данными К.С. Десятниченко и соавт. [2], по мнению которых источником дополнительного кальция в суставном хряще является субхондральная кость, подвергающаяся резорбции. Увеличение концентрации фосфора, присутствующего в контроле в незначительных количествах, может быть связано с увеличением доли фосфорсодержащих соединений кальция.

Литература

1. Буачидзе О.Ш. Переломо-вывихи в тазобедренном суставе. М., 1993. 197 с.
2. Десятниченко К.С., Лунева С.Н., Матвеева Е.Л. О механизме патологического обызвествления суставного хряща при развитии дегенеративно-дистрофических изменений в тканях синовиальной среды // *Гений ортопедии*. 1999. № 2. С. 24—27.
3. Европейская конвенция по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей // *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2003. № 4. С. 34—36.
4. Илизаров Г.А. Основные принципы чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза // *Ортопед. травматол.* 1971. № 11. С. 7—15.
5. Ирьянов Ю.М., Силантьева Т.А. Морфофункциональная характеристика зоны сращения перелома тазовой кости в ацетабулярной области // *Омск. науч. вестн.* 2004. № 1 (26). С. 57—59.
6. Кирсанов К.П., Мельников Н.М., Борисов И.В., Меньщикова И.А. Аппарат внешней спицестержневой фиксации тазобедренного сустава мелких домашних животных // *Актуал. проблемы биологии и ветеринар. медицины мелких домашних животных: Тез. докл. 4-й науч.-практ. конф. с междунар. участием*. Троицк, 2001. С. 36—37.
7. Кирсанов К.П., Меньщикова И.А., Мельников Н.М. Репаративная регенерация переломов таза в условиях внешней фиксации аппаратом (экспериментальное исследование) // *Хирург. аспекты травматич. повреждений и заболеваний центр. и перифер. нервной системы: Материалы науч.-практ. конф.* Сургут, 1999. С. 76—77.
8. Куртов В.М., Кирсанов К.П., Меньщикова И.А. и др. Фиксация аппаратом внешней конструкции повреждений костей тазового пояса и поясничных позвонков у животных // *Актуал. вопр. ветеринар. медицины мелких домашних животных*. Екатеринбург, 1997. Вып. 2. С. 31—33.
9. Шевцов В.И., Кирсанов К.П., Меньщикова И.А., Мельников Н.М. Топографо-анатомическое обоснование внешней аппаратной фиксации таза и крестца экспериментальных животных // *Гений ортопедии*. 1999. № 2. С. 43—46.
10. Пат. № 2162669 РФ МПК⁷ А61D 1/00. Способ лечения травматических повреждений тазового кольца домашних животных / К.П. Кирсанов, Н.М. Мельников, И.А. Меньщикова (РФ). № 98114546/13; Заявл. 20.07.98; Опубл. 10.02.2001. Бюл. № 4.
11. Свидетельство № 11699, РФ МПК⁶ А 61 D 1/00. Аппарат для лечения переломов костей таза животных / К.П. Кирсанов, Н.М. Мельников, И.А. Меньщикова (РФ). № 98120020; Заявл. 02.11.98; Опубл. 16.11.99. Бюл. № 11.
12. Шевцов В.И., Кирсанов К.П. Теоретическое обоснование применения метода чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза в вертебрологии // *Проблемы хирургии позвоночника спинного мозга: Тез. Всерос. науч.-практ. конф.* Новосибирск, 1996. С. 66—67.
13. Lanz O.I. Lumbosacral and pelvic injuries // *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 2002. V. 32. № 4. P. 949—962.

Поступила в редакцию 14.02.2008 г.

Сведения об авторах

В.И. Шевцов — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д-р мед. наук, профессор РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий (г. Курган).

Ю.М. Ирьянов — д-р биол. наук, профессор РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий (г. Курган).

Т.А. Силантьева — канд. биол. наук., РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий (г. Курган).

С.Ю. Кочетков — врач РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий (г. Курган).

Для корреспонденции

Степан Юрьевич Кочетков, тел. сот. 89091794945.