

А.Ю. Кирсанова

РНЦ «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова, Курган, Российская Федерация

## Морфофункциональное состояние структур тазобедренного сустава при лечении его диспластического поражения в эксперименте

**Цель исследования:** установить комплекс структурно-функциональных преобразований тазобедренного сустава при хирургическом лечении его диспластического поражения с применением аутотрансплантата и в условиях внешней аппаратной фиксации. **Методы:** эксперимент выполнен на 12 беспородных собаках обоего пола в возрасте от 7 до 15 мес. Предварительно (до закрытия зон роста вертлужной впадины) животным было проведено оперативное вмешательство с целью получения ацетабулярной дисплазии сустава. После формирования стандартной диспластической картины 2-й степени (подвывих) животным было проведено лечение, в основе которого лежал принцип формирования свода вертлужной впадины методом внесуставной полукружной ацетабулопластики с применением аутотрансплантата и аппарата внешней фиксации. Условия внешнего чрескостного остеосинтеза позволили стабильно зафиксировать аутотрансплантат с одновременным обеспечением разгрузки суставных поверхностей с возможностью дозированного движения в суставе. Аппарат демонтировали на 21-е сут эксперимента. Животных выводили из опыта на 14, 21, 51 и 111-е сут после операции. В работе использовали клинико-экспериментальный, рентгенологический и гистологический метод исследования. **Результаты:** установлено, что через 90 сут после демонтажа аппарата происходило полное замещение трансплантата новообразованной костной тканью. При этом сохранялось полноценное хрящевое покрытие вертлужной впадины, представленное гиалиновым/гиалиноподобным хрящом, в котором выявлены незначительные структурно-функциональные изменения реактивного и репаративного характера. **Заключение:** тазобедренный сустав обладает высоким адаптивным потенциалом. Отмечена выраженная тенденция к анатомо-функциональному восстановлению сустава в новых статико-динамических условиях, создаваемых аппаратом внешней фиксации. Тем не менее, учитывая подавление собственных регенераторных возможностей суставного хряща при диспластическом процессе, его максимальное восстановление при лечении неосуществимо без участия внешних стимуляторов хондрогенеза.

**Ключевые слова:** дисплазия, тазобедренный сустав, ацетабулопластика, внешняя фиксация, экспериментальные животные. (Вестник РАМН. 2014; 9–10: 95–101)

95

### Обоснование

Среди наиболее важных медико-социальных и экономических проблем на сегодняшний день выделяют лечение больных остеоартрозом крупных суставов, которым страдает до 67,5% трудоспособного населения [1–3].

Установлено, что 60–70% случаев деформирующего артроза имеют диспластическую природу [4, 5]. Выявление структурных эквивалентов диспластических поражений крупных суставов до настоящего времени остается одной из фундаментальных проблем клинической морфологии и реконструктивно-восстановительной хирургии [2, 5].

A. Yu. Kirsanova

Russian Ilizarov Scientific Centre of Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation

## The Morphofunctional Condition of Structures of the Hip in Experimental Treatment of Its Dysplasia

**Objective:** Our aim was to determine the dynamics of reparative tissue changes in the surgical treatment of hip dysplasia it using autograft in conditions of use external fixation. **Methods:** The experiment was performed on 12 mongrel dogs of both sexes between the ages of 7 to 15 months. Preliminary data of the animals (before the closure of the growth zones of the acetabulum) was performed surgery to obtain acetabular dysplasia. After the formation of the standard pattern of dysplastic 2 degree (subluxation) was performed according to the animal treatment, which combined the use of a semicircular incomplete osteotomy in the supra-acetabular area, an autologous bone graft and the Ilizarov external fixation. The conditions of external fixation provided autograft stability, simultaneous unloading of the articular surfaces and allowed for dosed joint motion during the treatment by releasing the hinge units thus contributing to the prevention of cartilage degeneration. The external apparatuses were dismantled on day 21 after the operation. The animals for histological study were euthanized on day 14, 21, 51 and 111 after the operation. We used clinical and experimental, radiographic and histological methods. **Results:** It is found that after 90 days after the frame removal there is a complete replacement of the newly formed bone graft. This maintains a full cartilaginous acetabular coverage presented hyaline cartilage, which revealed minor structural and functional changes in reactive and reparative nature. **Conclusion:** The hip joint has a high adaptive potential. There is a strong trend towards the restoration of hip joint in new conditions created by an external fixation device. Nevertheless, given the suppression of its own regenerative capabilities of the articular cartilage at the dysplastic process, its maximum possible recovery in the treatment is impossible without the participation of external stimulants chondrogenesis.

**Key words:** dysplasia, hip, acetabuloplasty, external fixation, experimental animals.

(Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk — Annals of the Russian Academy of Medical Sciences. 2014; 9–10: 95–101)

Комплексное, тщательно подобранное и систематическое лечение может замедлить прогрессирование патологического процесса [4, 6, 7]. При этом часто на первый план выходят суставсберегающие вмешательства, которые позволяют сдерживать прогрессирование или отсрочить начало развития артроза [8–10]. Несомненный интерес представляют также сведения, касающиеся структурно-функционального состояния костно-хрящевых компонентов тазобедренного сустава в условиях использования различных методов лечебной коррекции данной артропатии. Это связано с полиморфизмом постоперационных преобразований, характеризующихся не только местными, но и общими реакциями организма, комплекс которых определяет характер репаративной регенерации в зоне повреждения и сроки восстановления функциональной пригодности органа [3, 5]. В частности, в отечественной и зарубежной литературе отсутствуют подобные сведения о реакциях структур сустава при различных вариантах хирургического лечения в условиях внешней фиксации, а результаты лечения описаны главным образом по данным методов лучевой диагностики [11–13]. Для восполнения дефицита знаний в этом вопросе особое значение приобретают экспериментальные исследования, направленные на изучение как общей биологической реакции организма, так и локальных изменений.

В связи с этим целью нашего исследования было установить комплекс структурно-функциональных преобразований тазобедренного сустава при хирургическом лечении его диспластического поражения с использованием аутотрансплантата в условиях применения аппарата внешней фиксации.

## Методы

### План исследования

Данное исследование являлось нерандомизированным, проспективным.



Рис. 1. Рентгенограмма таза, вентродорсальная проекция. Модель дисплазии левого тазобедренного сустава.

Предварительно животным (до закрытия зон роста вертлужной впадины), включенным в эксперимент, было проведено оперативное вмешательство с целью получения ацетабулярной дисплазии сустава [14, 15].

### Критерии соответствия

Критерием отбора животных для оперативного лечения было наличие сформировавшейся картины диспластического поражения сустава с подвывихом и соответствующими рентгенологическими признаками (латерализация головки бедренной кости, уплощение вертлужной впадины, степень костного покрытия головки менее 1/2) (рис. 1).

### Условия проведения

Экспериментальным животным было выполнено лечение, в основе которого лежал принцип формирования свода вертлужной впадины методом внесуставной полукружной ацетабулопластики с применением ауто-трансплантата и аппарата внешней фиксации [16, 17]. Для этого наркотизированным животным осуществляли внешнюю стабильную фиксацию краниального отдела таза и дистального отдела бедра на стороне оперируемого сустава, после чего через краниолатеральный доступ к надацетабулярной области проводили ее полукружную внесуставную остеотомию в сагиттальной плоскости с транспозицией полученного ацетабулярного фрагмента по окружности головки бедра и внедрением в образовавшийся диастаз губчатого или компактногубчатого свободного ауто-трансплантата, сформированного заранее из отщепы плечевой кости. Фиксацию трансплантата осуществляли консольно внесуставно проведенной спицей, наружный конец которой крепили на внешней опоре аппарата. После ушивания операционной раны тазовый и бедренный модули аппарата соединяли посредством резьбовых направляющих и шарнирных соединений. Условия внешнего чрескостного остеосинтеза позволили стабильно зафиксировать ауто-трансплантат с одновременным обеспечением разгрузки суставных поверхностей и возможностью дозированного движения в суставе [18]. Аппарат демонтировали на 21-е сут эксперимента. Для стандартизации эксперимента и правильного анализа результатов животных выводили из опыта в строго определенные сроки: через 14 ( $n=3$ ) и 21 ( $n=3$ ) сут фиксации аппаратом, а также через 30 ( $n=3$ ) и 90 ( $n=3$ ) сут после его демонтажа.

### Исходы исследования

Анализ исходов лечения показал отсутствие прогрессирования деструктивных изменений структур тазобедренного сустава и сохранение полученных результатов лечения с течением времени.

### Методы регистрации исходов

В работе использовали клинико-экспериментальный, рентгенографический и гистологический методы исследования.

Рентгенографию костей таза и бедра осуществляли в вентродорсальной проекции перед и после хирургического вмешательства, а также на 14, 21, 51 (30 сут после демонтажа аппарата) и 111-е сут (90 сут после демонтажа аппарата) после операции с использованием рентгеновского аппарата VEP X Technology Premium VET (Sedecal, Испания).

Объектами исследования были суставной хрящ с подлежащей субхондральной костью головки бедренной кости и вертлужной впадины. Для гистологического исследова-

дования использовали парафиновые срезы, окрашенные гематоксилином и эозином. Исследование препаратов проводили методом световой микроскопии с использованием микроскопа «Никмед-5» (Россия). Изображения препаратов оцифровывали на аппаратно-программном комплексе «ДиаМорф» (Россия) и анализировали в программе «ВидеоТест 4,0 Мастер»(Россия).

**Этическая экспертиза**

Содержание, уход и эвтаназию животных осуществляли в соответствии с требованиями Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей [19]. На проведение экспериментальных исследований получено разрешение комитета по этике при РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова.

**Статистический анализ**

С учетом того, что исследование носило описательный характер, размер выборки предварительно не рассчитывался.

**Результаты**

**Участники исследования**

Работа основана на анализе результатов экспериментально-морфологических исследований, проведенных на 12 беспородных собаках обоего пола, возраст которых составил  $10,0 \pm 2,8$  мес.

**Основные результаты исследования**

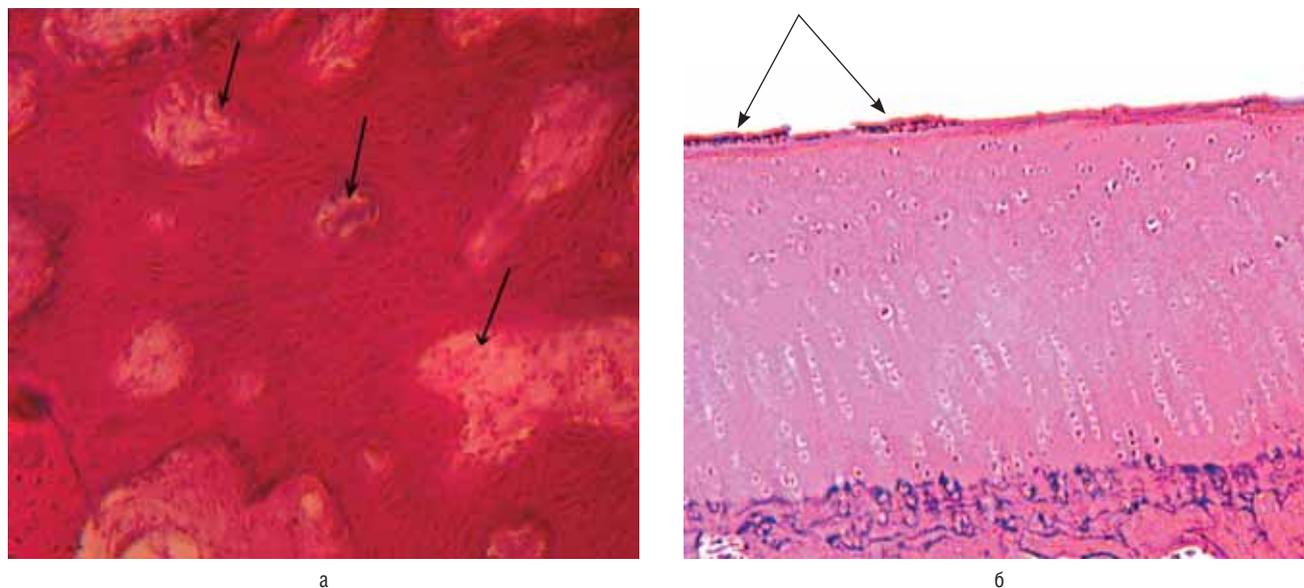
Через 14 сут после операции на макропрепаратах головка бедренной кости была центрирована в вертлужной впадине. Смещения аутотрансплантата не наблюдали. На гистотопограммах трансплантат был представлен крупным фрагментом костной ткани и расположенными на его поверхности участками хрящевой ткани. В трансплантате сохранялась часть остеоцитов и хондроцитов. Четкая граница между аутотрансплантатом и костным ложем

отсутствовала. Резорбция костной ткани трансплантата происходила главным образом по сосудистым каналам, о чем свидетельствовала их неровная поверхность и отложение нового костного вещества по стенкам расширенных сосудистых каналов. На поверхности трансплантата происходило замещение хрящевой ткани костной и образование примитивной ретикулофиброзной костной ткани (рис. 2а).

Хрящевое покрытие свода вертлужной впадины было представлено гиалиновым хрящом, покрытым паннусом клеточного типа. Цитоархитектоника и целостность базофильной линии нарушены не были. Ближе к области дна впадины в суставном хряще были обнаружены деструктивные изменения. В прилежащих неповрежденных участках наблюдали активную пролиферацию хондроцитов (рис. 2б).

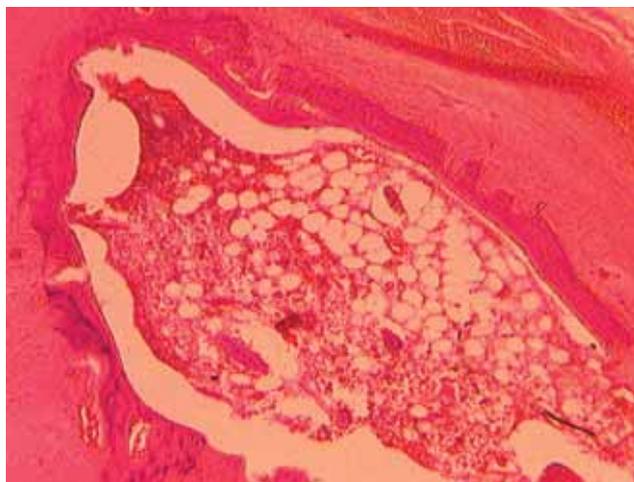
Суставная поверхность в ранее не нагружаемой области головки бедренной кости была не разволокнена, зональное строение — не нарушено. В ранее нагружаемой области со стороны связки отмечены горизонтальные и вертикальные трещины, узуры, а также гибель части клеток поверхностной зоны. Реакция хряща на данном этапе прорепаративного процесса выражалась в возбуждении пролиферативных возможностей хондроцитов — выявлены многочисленные изогенные группы.

В конце периода фиксации аппаратом (21-е сут) на анатомических препаратах существенных изменений не зарегистрировано, миграции аутотрансплантата не наблюдали. На гистотопограммах отмечено частичное (только по периферии) замещение аутотрансплантата новообразованной костной тканью (рис. 3а). Центральная часть трансплантата была практически полностью резорбирована, а на ее месте образовалась полость, заполненная красным костным мозгом, представленным единичными небольшими трабекулами без остеоцитов. На поверхности костного ложа отсутствовали признаки активного остеогенеза. В участках костного ложа, прилежащих к полости, визуализировались пустые безостеоцитные лакуны. Хрящевая выстилка свода вертлужной впадины была представлена гиалиновым хрящом без при-



**Рис. 2.** Гистологические изменения вертлужной впадины.

*Примечание.* а — фрагмент аутотрансплантата, расширенные сосудистые каналы, образование примитивных костных трабекул; б — суставная выстилка свода вертлужной впадины: сохранение зонального строения, покрытие паннусом клеточного типа. Парафиновые срезы, окраска гематоксилином и эозином. Ок. 12,5, об. 6,3.



а



б



в

**Рис. 3.** Гистологические изменения вертлужной впадины (а, б) и головки бедренной кости (в).

*Примечание.* а — резорбция центральной части аутотрансплантата, ок. 12,5, об. 2,5; б — суставная выстилка свода вертлужной впадины, сохранение зонального строения, ок. 12,5, об. 6,3; в — суставной хрящ головки бедренной кости (нагружаемый участок), образование гигантских, многоклеточных изогенных групп, ок. 12,5, об. 6,3. Парафиновые срезы. Окраска гематоксилином и эозином.

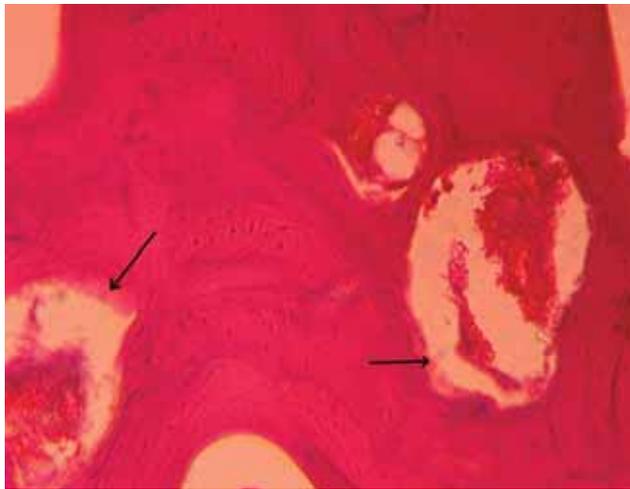
знаков фибрилляции поверхности; нарушение целостности базофильной линии наблюдали лишь ближе ко дну впадины (рис. 3б).

В ранее не нагружаемой области головки бедренной кости суставной хрящ сохранял зональную дифференцировку. В поверхностной зоне хондроциты не встречались, либо обнаруживали лишь контуры клеточных лакун. В промежуточной зоне отмечена активная пролиферация — образование гигантских многоклеточных изогенных групп. В ранее нагружаемой области головки бедренной кости, ближе к центральной части, имели место структурные изменения: истончение, разволокнение суставной поверхности. В центральной части головки суставная зона отсутствовала, и зафиксировано очаговое скопление гигантских изогенных групп. На всем протяжении суставного покрытия головки бедренной кости синовиальный паннус выявлен не был (рис. 3в).

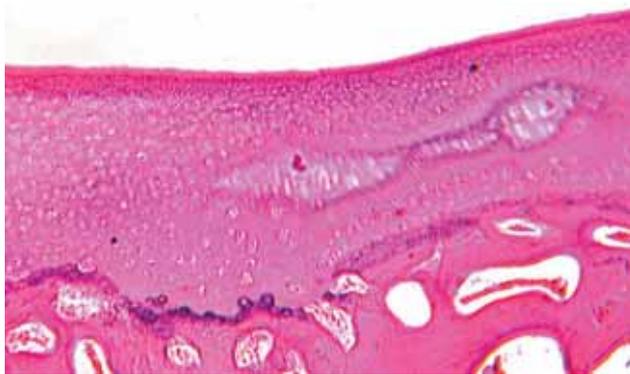
В период после снятия аппарата, через 30 сут, на анатомических препаратах сохранялся сформированный свод вертлужной впадины. Головка бедренной кости имела округлую форму, произошло сглаживание неровностей и покрытие ее тонким слоем хряща. На гистопограммах к этому сроку граница между аутографтом и костным ложем отсутствовала. Это обусловлено тем, что в интактной кости при резорбции костного вещества значительно расширяются сосудистые каналы, на поверхности которых обнаруживают мощную остеобластическую реакцию и формирование молодой костной ткани. При этом контуры трансплантата, представленного безостеоцитной костной тканью, резко отличаются от новообразованной ткани с хорошо окрашивающимися ядрами остеоцитов. Резорбция костного вещества аутографта происходила по сосудистым каналам. На костной поверхности сосудистых каналов располагались активные остеобласты (рис. 4а).

Суставная выстилка свода вертлужной впадины была представлена гиалиновым хрящом, который сохранял органоспецифическое строение. Ближе к области дна поверхность хряща была покрыта паннусом клеточного типа. Имело место нарушение целостности базофильной линии, а в хряще встречались зоны резорбции (рис. 4б). В отдельных участках со стороны костной ткани отмечены весьма массивные очаги пролиферирующего и разностепенно созревающего гиалинового хряща с очагами энхондрального остеогенеза.

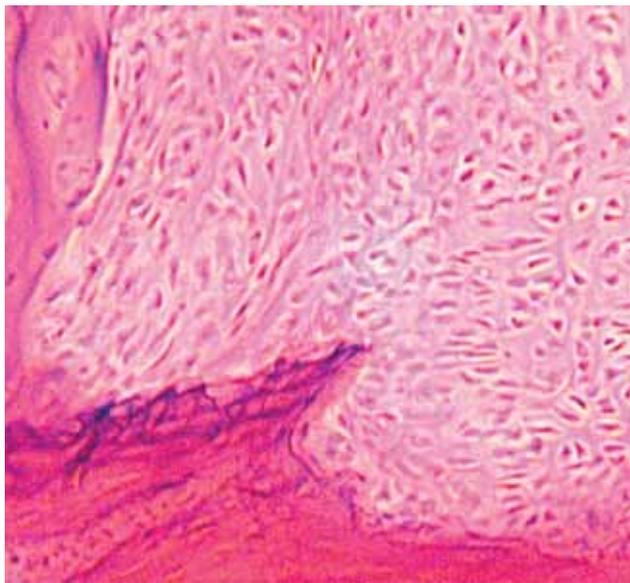
В краевых (периферических) отделах головки бедренной кости обнаружили участки новообразованного хряща, близкого по своим морфологическим характеристикам к гиалиновому, отличающегося от зрелой хрящевой ткани отсутствием кальцифицированного хряща и базофильного раздела, высокой клеточной плотностью и малоразвитым матриксом (рис. 4в). Под хрящевым покрытием была сформирована субхондральная кость в виде замкнутой пластинки, при этом сохранялись участки контакта костного мозга с новообразованным хрящом. До места фиксации связки головки бедренной кости суставная поверхность была представлена зрелым гиалиновым хрящом, также покрытым паннусом. Ближе к связке выявлено нарушение целостности базофильного раздела и проникновение костномозгового паннуса. В нагружаемой области головки бедренной кости в зоне центральной части паннус отсутствовал, а хрящ истончился. Нами было отмечено разволокнение суставной поверхности вплоть до глубокой зоны, при этом хондроциты образовывали многоклеточные изогенные группы. От периферии головки обнаружены участки новообразованного хряща, близкого по своим морфологическим характеристикам



а



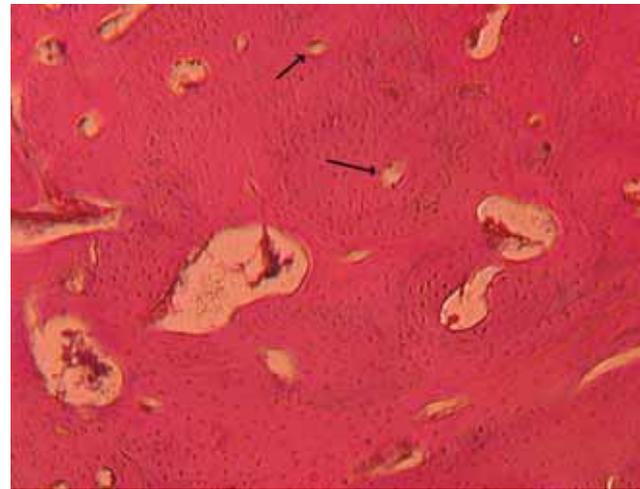
б



в

**Рис. 4.** Гистологические изменения вертлужной впадины (а, б) и головки бедренной кости (в).

*Примечание.* а — фрагмент трансплантата: расширенные сосудистые каналы с участками новообразованной костной ткани, ок. 12,5, об. 6,3; б — суставная выстилка свода вертлужной впадины; гиалиновый хрящ в области дна; поверхность хряща покрыта паннусом клеточного типа, имеются зоны резорбции, ок. 12,5, об. 2,5; в — суставной хрящ головки бедренной кости: участки новообразованного хряща, ок. 12,5, об. 6,3. Парафиновые срезы. Окраска гематоксилином и эозином.



а



б



в

**Рис. 5.** Гистологические изменения вертлужной впадины (а, б) и головки бедренной кости (в).

*Примечание.* а — участок новообразованной костной ткани свода вертлужной впадины с хаотично расположенными остеонами; б — пролиферация хондроцитов суставной выстилки вертлужной впадины; в — суставной хрящ головки бедренной кости: формирование базофильной линии, зональное строение. Ок. 12,5, об. 2,5. Парафиновые срезы. Окраска гематоксилином и эозином.



**Рис. 6.** Рентгенограмма таза, вентродорсальная проекция. Результат оперативного лечения дисплазии левого тазобедренного сустава. 90 сут после демонтажа аппарата.

к гиалиновому, отличающегося от зрелого хряща высокой клеточной плотностью и тинкториальными свойствами (менее интенсивной окраской межклеточного вещества). Также имело место формирование базофильного раздела.

Через 90 сут после снятия аппарата граница между аутоотрансплантатом и костным ложем отсутствовала. Трансплантат практически полностью был замещен новообразованной костной тканью, в глубине которой сохранялись небольшие участки аутоотрансплантата. Вновь образованная костная ткань была сформирована хаотично расположенными остеонами (рис. 5а).

Также отмечали разволокнение хрящевой выстилки свода вертлужной впадины, а хондроциты активно пролиферировали, образуя гигантские изогенные группы (рис. 5б). Ближе к области дна впадины архитектура хряща была нарушена, происходило формирование узур.

На большем протяжении гиалиновый хрящ головки бедренной кости сохранял зональную дифференцировку. Он не был разволокнен, целостность базофильной линии не нарушена, при этом наблюдали снижение интенсивности окраски межклеточного вещества. В центральной области толщина хряща была увеличена (рис. 5в).

Исходя из данных обзорной рентгенографии, можно заключить, что через 90 сут после снятия аппарата анатомические взаимоотношения структур тазобедренного сустава были близки к нормальным (рис. 6).

### Обсуждение

Ацетабулопластика с сохранением хрящевого покрова вертлужной впадины — эффективный способ лечения дисплазии тазобедренного сустава и профилактики прогрессирования ранних форм коксартроза [6, 12, 16]. Использование при выполнении данного оперативного

вмешательства аутоотрансплантации наиболее оправданно с точки зрения репаративного остеогенеза в связи с высокими остеоиндуктивными свойствами аутокости и отсутствия ее антигенных различий с материнской костью [1, 4, 5].

Наряду с тем уже имеющиеся в диспластичном суставе анатомо-структурные изменения компонентов могут способствовать увеличению травматичности и сложности оперативного вмешательства и тем самым значительно ухудшать результат лечения [3, 10, 12].

При гистологическом исследовании компонентов тазобедренного сустава при предложенном методе лечения в условиях чрескостного остеосинтеза нами выявлены два варианта течения репаративного остеохондрогенеза.

В большинстве случаев происходила реваскуляризация, интеграция, постепенное рассасывание и замещение трансплантата новообразованной органотипичной костной тканью (58,33% животных). Частичное рассасывание костно-пластического имплантата наблюдали в 41,67% случаев. Оно протекало по его периферии, а центральная зона в условиях реваскуляризации была подвержена адаптивному ремоделированию с формированием полноценного костного регенерата.

Резорбция трансплантатов у всех животных (100%) происходила ангиогенно. Аутоотрансплантаты были консолидированы с костным ложем и к концу периода наблюдения (через 90 сут после снятия аппарата) происходило практически полное замещение трансплантата новообразованной костной тканью. При этом отмечено восстановление анатомической формы свода вертлужной впадины с образованием костной структуры, включающей фрагменты нелизированного трансплантата.

По мнению большинства авторов, фиксация трансплантата должна отличаться тесным контактом и максимальной прочностью для обеспечения ранней нагрузки на фоне консолидации и перестройки кости, что наряду с адекватной разгрузкой будет создавать условия для взаимной адаптации суставных поверхностей и предупреждать прогрессирование коксартроза [1, 4, 16]. Возможность движения в суставе также является одним из основных условий профилактики коксартроза [5].

Проведенные нами исследования подтверждают данные высказывания.

Необходимо отметить, что во время фиксации в условиях чрескостного остеосинтеза сохранялось достаточно полноценное хрящевое покрытие вертлужной впадины. Оно было представлено гиалиновым хрящом, в котором выявлены структурно-функциональные изменения реактивного и/или деструктивно-репаративного характера.

Однако в суставном хряще головки бедренной кости деструктивные изменения были выражены интенсивнее, чем в вертлужной впадине. Вероятно, это связано с большей подвижностью бедренного компонента сустава. Компенсаторные процессы выражались в повышении пролиферативной активности хондроцитов и формировании их многочисленных изогенных групп.

Фиксация сустава аппаратом способствовала, с одной стороны, предохранению неполноценной (деструктивно измененной) суставной поверхности от биомеханической нагрузки, с другой — ухудшению условий питания компонентов сустава. Тем не менее после снятия аппарата в периферических отделах головки бедренной кости обнаружены участки новообразованного хряща, близкого по своим морфологическим характеристикам к гиалиновому. В субхондральной кости имеют место признаки усиления процесса костеобразования. Выявленные структурные преобразования носят компенсатор-

ный характер в условиях измененной биомеханической нагрузки, испытываемой суставными поверхностями.

В целом процессы перестройки аутотрансплантата протекали достаточно активно.

Несмотря на тяжесть заболевания, технические сложности выполнения оперативного вмешательства и все факторы, сопровождающие послеоперационный период (гипокинезия в раннем послеоперационном периоде, отек мягких тканей и т.д.), не было выявлено каких-либо существенных изменений, приводящих к срыву компенсаторно-приспособительных возможностей организма.

### Заключение

Тазобедренный сустав обладает высоким адаптивным потенциалом, что подтверждено развитием репаративных процессов при его лечении. Имеется выраженная тенденция к анатомо-функциональному восстановлению

сустава в новых статико-динамических условиях, создаваемых аппаратом внешней фиксации. Предложенный метод лечения диспластического поражения тазобедренного сустава с применением аутотрансплантата и наружной аппаратной фиксации обеспечивает положительные результаты, сохраняющиеся с течением времени.

Тем не менее, учитывая подавление собственных регенераторных возможностей суставного хряща при диспластическом процессе, его максимально возможное восстановление при лечении неосуществимо без участия внешних стимуляторов хондрогенеза.

### Конфликт интересов

Автор статьи подтвердила отсутствие финансовой поддержки / конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Некачалов В.В. Патология костей и суставов: Руководство. СПб.: Сотис. 2000. 285 с.
2. Миронов С.П. и соавт. Остеоартроз: современное состояние проблемы (аналитический обзор). *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2001; 2: 96–99.
3. Osteoarthritis: diagnosis and medical/surgical management. 4<sup>th</sup> edn. R.W. Moskowitz (ed.). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. 2007. 528 p.
4. Ахтямов И.Ф., Соколовский О.А. Хирургическое лечение дисплазии тазобедренного сустава. *Казань*. 2008. 370 с.
5. Сустав: Морфология, клиника, диагностика, лечение. Под ред. В.Н. Павловой, Г.Г. Павлова, Н.А. Шостак, Л.И. Слущко-го. М.: МИА. 2011. 552 с.
6. Millis M.B., Murphy S.B., Poss R. Osteotomies about the hip for the prevention and treatment of osteoarthritis. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1995; 77-A (4): 626.
7. Ramani N., Patil M.S., Mahna M. Outcome of surgical management of developmental dysplasia of hip in children between 18 and 24 months. *Indian J. Orthop.* 2014; 48 (5): 458–462.
8. Yoo W.J., Moon H.J., Cho T.J., Choi I.H. Does shelf acetabuloplasty influence acetabular growth and remodeling? *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2012; 470 (9): 2411–2420.
9. Clohisy J.C., Nunley R.M., Curry M.C., Schoenecker P.L. Periacetabular Osteotomy for the Treatment of Acetabular Dysplasia Associated with Major Aspherical Femoral Head Deformities. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2007; 89: 1417–1423.
10. Haverkamp D., Marti R.K. Intertrochanteric osteotomy combined with acetabular shelfplasty in young patients with severe deformity of the femoral head and secondary osteoarthritis. A long-term follow-up study. *J. Bone Joint Surg. Brit.* 2005; 87-B (1): 25–31.
11. Pogliacomì F., Stark A., Wallensten R. Periacetabular osteotomy: Good pain relief in symptomatic hip dysplasia, 32 patients followed for 4 years. *Acta Orthop.* 2005; 76 (1): 67–74.
12. Carsi B.L., Al-Hallao S., Wahed K., Page J., Clarke N.M. Incomplete periacetabular acetabuloplasty. *Acta Orthop.* 2014; 85 (1): 66–70.
13. Gunel U., Daglar B., Tasbas B.A., Delialioglu O., Bayrakci K. Results of Tönnis-type acetabuloplasty in patients with developmental hip dysplasia. *J. Orthop. Sci.* 2012; 17 (6): 705–709.
14. Кирсанова А.Ю., Ступина Т.А. Морфофункциональное состояние суставного хряща и субхондральной кости при экспериментальном моделировании диспластического коксартроза у собак раннего возраста. *Вестник ветеринарии*. 2014; 1 (68): 59–64.
15. Способ моделирования дистрофического поражения тазобедренного сустава: патент 2344486. Российская Федерация. № 2007133773/14: заявление от 10.09.2007. Оpubл. 20.01.2009. Бюлл. № 2. 4 с.
16. Мельников В.П., Тихоненков Е.С. Полуокружная неполная остеотомия надacetabулярной области тазобедренного сустава и ее исходы. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 1990; 2: 6–10.
17. Способ лечения дисплазии тазобедренного сустава у мелких домашних животных: патент 2427347. Российская Федерация. № 2010112165/21: заявление от 29.03.2010. Оpubл. 27.08.2011. Бюлл. № 24. 5 с.
18. Аппарат для лечения патологии тазобедренного сустава у мелких домашних животных: патент 67437. Российская Федерация. № 2007123640/22: заявление от 22.06.2007. Оpubл. 27.10.2007. Бюлл. № 30.
19. Европейская конвенция по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2003; 4: 34–36.

### КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Кирсанова Анастасия Юрьевна**, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник клинико-экспериментальной лаборатории патологии осевого скелета и нейрохирургии РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова  
**Адрес:** 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6, **тел.:** +7 (3522) 41-52-73, **e-mail:** vet.kirsanova@mail.ru