

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОРРЕКЦИОННОГО ПРОТЕЗА НАДВЕРТЛУЖНОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПРОФИЛАКТИКЕ ДИСПЛАСТИЧЕСКОГО КОКСАРТРОЗА

Петров А.Б., Дохов М.М., Норкин И.А., Пучиньян Д.М.

*ФГБУ «Саратовский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» Минздрава России, Саратов, Россия (410002, Саратов, ул. Чернышевского, д.148), e-mail: sarniito@yandex.ru*

Проведена апробация оригинального эндопротеза тела безмыянной кости на собаках. Для определения возможности коррекции деформаций тазового компонента сустава предварительно собакам выполнено оперативное вмешательство на тазовом компоненте сустава с имитацией недоразвития передне-верхнего края вертлужной впадины. Через месяц после операции произведена коррекция дефекта протезом. Для анализа результатов исследования использованы клинический, рентгенологический, морфологический, биохимический и статистический методы. Полученные результаты показывают, что эндопротез обладает высокой биосовместимостью, прочно фиксируется в надвертлужной области и оказывает формообразующее действие на мобилизованный костно-хрящевой слой диспластической крыши вертлужной впадины. Полученные результаты доказывают перспективность данного направления и актуальность дальнейших исследований, направленных на улучшение исходов коррекции крыши вертлужной впадины путем эндопротезирования надвертлужной области.

Ключевые слова: диспластический коксартроз, эндопротез, вертлужная впадина.

## EXPERIMENTAL GROUNDING OF SUPRA-ACETABULAR AREA CORRECTION PROSTHESIS IN SURGICAL PREVENTIVE TREATMENT OF DYSPLASTIC COXARTHROSIS

Petrov A.B., Dokhov M.M., Norkin I.A., Puchinyan D.M.

*FSBI "Saratov Research Institute of Traumatology and Orthopedics" of Ministry of Health of Russian Federation, Saratov, Russia (148, Chernyshevskogo Str., Saratov, Russia, 410002), e-mail: sarniito@yandex.ru*

The approbation of original endoprosthesis of hip bone shaft has been conducted on dogs. The dogs underwent surgical intervention on pelvic component of the joint imitating hypoplasia of acetabular anterosuperior fimbria to define possibilities of correcting this component's deformations. Prosthetic correction was conducted one month postsurgically. Clinical, X-ray, morphological, biochemical and statistic methods were used to analyze research results. The foregoing show that endoprosthesis highly biocompatible, is steadily captured in supra-acetabular area and has morphogenetic effect on the mobilized osteochondrous layer of acetabular dysplastic roof. It proves the prospects of this research field as well as of further investigations aimed at improving the outcomes of acetabular roof correction with the help of supra-acetabular area endoprosthesis.

Keywords: dysplastic coxarthrosis, prosthesis, acetabulum.

Анализ современной литературы свидетельствует о том, что наиболее распространенным проявлением дисплазии тазобедренного сустава является гипоплазия вертлужной впадины [10], требующая в 40-60% наблюдений хирургической коррекции [7]. Использование костнопластических способов создания свода вертлужной впадины у пациентов с дисплазией тазобедренного сустава не нашло широкого распространения вследствие изначального несоответствия создаваемого костного навеса фактическим требованиям к прочности крыши вертлужной впадины, а также значительной потери массы костно-пластического материала в процессе его перестройки. В большинстве случаев дегенеративные процессы в комплексе кость-имплантат превалируют над регенеративными с исходом в недостаточный по своей площади, массе и конгруэнтности навес над головкой

бедренной кости [1]. Это обусловило использование различных биосовместимых материалов для коррекции диспластической вертлужной впадины (металл, керамика) [2, 3, 4].

Таким образом, одна из задач эндопротезирования надвертлужной области состоит в решении проблемы фиксации имплантата с соблюдением требований биосовместимости. В особенности это касается пористой по своей структуре костной ткани, которая имеет заданное распределение пор по размерам, хорошо смачивается жидкими средами организма, позволяя жидкостям проникать в поры за счет капиллярного эффекта.

### **Цель**

Экспериментально обосновать применение коррекционного протеза надвертлужной области при хирургической профилактике диспластического коксартроза с оценкой стабильности фиксации протеза в костном ложе и его биосовместимости.

### **Материалы и методы**

В работе использовали следующие методы исследования: экспериментальный, клинический, рентгенологический, морфологический, биохимический, статистический.

Эксперимент состоял в выполнении оперативного вмешательства на правом тазобедренном суставе у 9 собак (основная группа) и проходил в 2 этапа. На 1-м этапе хирургически имитировали гипоплазию передне-верхнего края вертлужной впадины по собственной технологии (пат. РФ №2258960), на 2-м (через 1 месяц) – выполняли коррекцию крыши вертлужной впадины путем возмещения дефицита костной ткани надвертлужной области перфорированным титановым эндопротезом. В послеоперационном периоде проводили оценку общего состояния экспериментальных животных, особое внимание обращали на время начала передвижения по клетке и характер нагрузки на оперированную конечность, опороспособность конечностей, наличие болезненности при пальпации опытного сустава, округлость оперированных конечностей. Сроки наблюдения за оперированными животными колебались от 1 месяца до 12 месяцев. Эвтаназию животных осуществляли путем внутримышечного введения 5%-ного раствора кетамина в дозировке, превышающей допустимую в 4 раза. На трупах животных измеряли угломером амплитуду движений в обоих тазобедренных суставах: сгибание, разгибание, отведение. Эксперименты на животных осуществляли в соответствии с правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных (Приложение к приказу МЗ СССР от 12.08.1977 №755, «Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в научных целях» от 18.03.1986). Контрольную группу составили 7 собак с интактным тазобедренным суставом.

Состояние костных структур тазобедренных суставов животных изучали путем выполнения рентгенограмм костей таза в передне-задней проекции под углом укладки 45°.

Для биохимического анализа кровь получали из бедренной вены, синовиальную жидкость – пункционным методом с учетом топографии выворотов капсулы сустава. Биохимические методы исследования включали определение общего содержания гликозаминогликанов (ГАГ) сыворотки крови экспериментальных животных, общего содержания и фракционного состава ГАГ синовиальной жидкости, содержания в сыворотке крови ионизированного кальция с помощью ион-селективного электрода, неорганического фосфора (Ph FS Diasys) и щелочной фосфатазы (ALP FS Diasys).

Рентгенологические и биохимические исследования проводили непосредственно после операции, через 1 и 3 месяца после операции, а затем через каждые 3 месяца до вывода животного из эксперимента.

Для проведения гистологических исследований после вывода животных из эксперимента единым блоком брали фрагменты тазовых костей, составляющих вертлужную впадину, головку бедренной кости и ткань капсулы сустава. Из полученных целлоидиновых блоков готовили микропрепараты толщиной 10 мкм, которые окрашивали гемотаксилин-эозином и пикрофуксином по Ван-Гизону. Исследования проводили на световом микроскопе «Amplival» (Германия).

С целью определения достоверности полученных результатов проводили их статистическую обработку параметрическим вариационным методом с вычислением t-критерия Стьюдента. Значимыми считали различия при коэффициенте достоверности  $< 0,05$ .

### **Результаты исследований**

После первого этапа хирургического вмешательства на рентгенограммах тазобедренного сустава 9 собак определяли уплощение с дефицитом покрытия головки бедра, инконгруэнтность суставных компонентов. После выполнения второго этапа рентгенологически фиксировали полное устранение дефицита покрытия головки бедра; кривизна суставной поверхности крыши вертлужной впадины принимала радиус, адекватный суставной поверхности головки бедренной кости; суставная щель на всем протяжении имела одинаковую ширину.

В отдаленный период во все сроки наблюдения у 9 собак суставные поверхности оставались конгруэнтными, покрытие головки бедренной кости было полным, суставная щель была равномерна на всем протяжении, вторичных смещений имплантатов не отмечали, признаков прогрессирования коксартроза не было.

Послеоперационный период у всех 9 собак протекал без осложнений. Сроки заживления ран первичным натяжением составили  $8 \pm 2$  дней, полного восстановления

опороспособности конечности –  $15 \pm 1$  дней, при этом величины сгибания колебались в пределах  $155 \pm 5^\circ$ , разгибания –  $25 \pm 2^\circ$ , отведения –  $65 \pm 3^\circ$ .

Данные о количестве и составе гликозаминогликанов в синовиальной жидкости правого тазобедренного сустава после проведенной операции представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание гликозаминогликанов в синовиальной жидкости опытного сустава ( $M \pm m$ )

Сроки после операции	Суммарные ГАГ, г $\times 10^{-2}$ у.к./л	Сульфатированные ГАГ, г $\times 10^{-2}$ у.к./л
интактные	240,27 $\pm$ 6,41	33,72 $\pm$ 1,74
1 месяц	179,43 $\pm$ 9,36*	56,95 $\pm$ 3,74*
3 месяца	163,63 $\pm$ 6,34*	66,22 $\pm$ 5,71*
6 месяцев	160,25 $\pm$ 7,15*	73,03 $\pm$ 9,02*
9 месяцев	199,81 $\pm$ 8,27*	57,47 $\pm$ 5,05*
12 месяцев	218,87 $\pm$ 8,22	41,44 $\pm$ 2,14*

Примечание (здесь и далее): \* - статистически достоверная разница показателей между интактными животными и животными основной группы ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, уровень суммарных гликозаминогликанов в синовиальной жидкости правого тазобедренного сустава у животных основной группы по сравнению с уровнем таковых у интактных животных снижался в период с 1-ого по 6-ой месяцы наблюдения, а затем повышался, начиная с 9-го месяца после операции и достигал контрольных значений к 12 месяцам. Содержание же сульфатированных ГАГ у животных основной группы, напротив, повышалось в период с 1-ого по 6-ой месяцы наблюдения, а затем снижалось в период с 9-ого по 12-ый месяцы, приближаясь по своим значениям к данным, имевшимся у интактных животных.

Данные по количественному составу ГАГ крови приведены в таблице 2.

Согласно данным таблицы 2 уровень ГАГ крови через 12 месяцев после эндопротезирования был достоверно ( $p < 0,05$ ) выше у оперированных животных ( $4,24 \pm 0,17$  г  $\times 10^{-2}$  у.к./л), однако в абсолютных значениях отмечалась тенденция к снижению во все сроки наблюдения.

Таблица 2

Показатели гликозаминогликанов крови после эндопротезирования ( $M \pm m$ )

Сроки после операции	Гликозаминогликаны, г $\times 10^{-2}$ у.к./л
интактные	2,59 $\pm$ 0,05
через 1 месяц	6,18 $\pm$ 0,12*
через 3 месяца	6,05 $\pm$ 0,20*
через 6 месяцев	5,45 $\pm$ 0,15*
через 9 месяцев	5,18 $\pm$ 0,30*

через 12 месяцев	4,24±0,17*
------------------	------------

Данные о динамике содержания показателей минерального обмена представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели минерального обмена экспериментальных животных  
после костной пластики и эндопротезирования (M±m)

Сроки после операции	Ионизированный кальций, ммоль/л	Неорганический фосфор, ммоль/л	Щелочная фосфатаза, Е/л
интактные	0,63±0,04	7,14±0,04	71,11±2,71
1 мес.	1,012±0,02*	7,47±0,17*	83,35±4,30*
3 мес.	1,013±0,04*	7,51±0,11*	86,74±2,05*
6 мес.	1,001±0,01*	7,49±0,13*	82,15±2,73*
9 мес.	1,006±0,03*	7,45±0,19*	83,74±2,15*
12 мес.	0,99±0,03*	7,31±0,14*	81,45±3,24*

По данным таблицы 3 отмечали увеличение содержания ионизированного кальция в период с 1-го по 3-ий месяцы наблюдения с последующим снижением с 6-ого по 12-ый месяцы; аналогичную динамику отмечали при определении концентраций неорганического фосфора и щелочной фосфатазы.

При макроскопическом исследовании оперированных суставов через 1 месяц после операции у животных основной группы параартикулярные ткани и суставная капсула не имели видимых изменений. Отмечали полное костное покрытие головки бедренной кости. Объем и цвет синовиальной жидкости был не изменен, суставная губа без видимых дефектов. Внутрисуставные структуры и гиалиновый хрящ интактны. Эндопротез сохранял стабильное положение в костном ложе, со стороны основания был окружен соединительной тканью. При внешнем воздействии определялась его микроподвижность.

Через 3 месяца у животных основной группы контуры сустава были не изменены, подвижность сохранялась, суставная капсула видимых изменений не имела, эндопротез в надвертлужной области был достаточно прочно связан с костным ложем, удаление его достигалось при значительном усилии, выступающая часть основания протеза была окружена соединительно-тканной капсулой. Головка бедренной кости имела сферичную форму, суставной хрящ был сохранен на всем протяжении. Вертлужная впадина имела нормальную форму без видимых изменений суставного хряща.

Через 6 месяцев у животных основной группы при внешнем осмотре изменения параартикулярных тканей отмечено не было, в тазобедренных суставах содержалось нормальное количество прозрачной синовиальной жидкости, конгруэнтность суставных поверхностей была сохранена, суставной хрящ головки бедра и вертлужной впадины был не изменен. Положение эндопротеза оставалось стабильным, основание было окружено соединительно-тканной капсулой с участками оссификации.

Через 9 и 12 месяцев у большинства животных основной группы суставные поверхности сохраняли нормальную форму, были конгруэнтны, вертлужная впадина соответствовала по форме головке бедренной кости, суставной хрящ был сохранен на всем протяжении, гладкий, блестящий. Однако, у 3 животных этой группы через 12 месяцев в верхнелатеральных отделах вертлужной впадины определяли небольшие (3х3мм) участки истончения суставного хряща с шероховатой поверхностью. Мягкотканная капсула, первично покрывающая эндопротез, частично замещалась плотной костной тканью, «наплывающей» на имплантат со стороны надкостницы. После удаления протеза в отверстиях и пазах его видны костные образования в виде «столбиков», прорастающих со стороны мобилизованной костно-хрящевой пластинки и тела подвздошной кости.

При микроскопическом исследовании препаратов через месяц после операции в отверстиях эндопротеза и прилежащей к нему костной ткани определялись фиброретикулярная ткань, прорастающая из расширенных межбалочных пространств костного ложа, а также волокна соединительной ткани, хондроциты и остеокласты. Через 3 месяца верхняя и нижняя поверхности костного ложа смыкались в перфорационных отверстиях при помощи примитивных слабо обызвествленных костных балочек, окруженных богато васкуляризированной костной тканью. Волокна мягкой ткани вокруг эндопротеза располагались параллельно его поверхности. В прилегающих зонах определялась беспорядочная пролиферация костного матрикса, участки плохо организованной кости чередовались с участками резорбции. Через 6 месяцев все отверстия эндопротеза были полностью заполнены фиброзированной волокнистой соединительной тканью, местами трансформирующейся в грубоволокнистую кость. В зонах костного ложа, соприкасающихся с эндопротезом, ориентация волокон соединительной ткани менялась на перпендикулярную, имелись участки грубоволокнистой костной ткани. Через 12 месяцев в 6-ти случаях костные столбики в отверстиях эндопротеза приобретали компактное строение. В участках костной ткани, соприкасающихся с поверхностью металла, имелась костная пластинка, близкая по строению к кортикальному слою. Со стороны выступающей широкой части эндопротеза нарастала периостальная ткань с участками коллагеновых волокон, местами напоминающих грубоволокнистую кость. Изменений хряща и субхондральной пластинки отмечено не было. В 3 препаратах в верхнем отделе вертлужной впадины имелись на небольшом протяжении изменения хряща. В этом месте хрящ был несколько истончен, переходил в волокнистый, субхондральная костная пластинка под ним прорастала фиброзной тканью. Трабекулы не изменены, костный мозг сохранен.

#### **Обсуждение полученных результатов**

На основании полученных данных установлено, что эндопротез вторично закрепляется в надвертлужной области за счет прорастания его отверстий костной тканью. Максимальная прочность фиксации эндопротеза в костном ложе достигается к 12-му месяцу после операции. За счет вогнутой сферической поверхности эндопротез оказывает формообразующее действие на мобилизованный костно-хрящевой слой диспластической крыши вертлужной впадины. По мере внедрения в костное ложе имплантат не просто отгибает, а трансформирует уплощенную форму крыши вертлужной впадины в сферообразную. Полученные нами данные соответствуют сведениям, приведенным в работе[9].

По данным [8], стабильность позиции эндопротеза создает оптимальные условия для формирования крыши вертлужной впадины, конгруэнтной головке бедренной кости. При этом стабильность достигнутой коррекции значительно превышает результаты, достигаемые при использовании для этих целей костных аутотрансплантатов.

Наблюдаемые нами в отдельных случаях в отдаленные сроки незначительные изменения суставного хряща в верхних отделах вертлужной впадины можно отнести к трофическим нарушениям, которые обусловлены давлением головки бедра, действие которого усиливается за счет находящегося над костно-хрящевой пластинкой изотропного металлического эндопротеза. Также в развитии изменений суставного хряща может играть роль снижение пластических возможностей крыши вертлужной впадины за счет оперативного вмешательства при моделировании заболевания и его последующей коррекции [5,6].

Таким образом, результаты проведенного исследования позволяют высказаться в пользу перспективности данного направления и актуальности дальнейших исследований, направленных на улучшение исходов коррекции крыши вертлужной впадины путем эндопротезирования надвертлужной области.

### Список литературы

1. Анисимова Е.А., Юсупов К.С., Анисимов Д.И. Морфология костных структур тазобедренного сустава в норме и при диспластическом коксартрозе. // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2014. – Т. 10. – N 3. – С. 373-377.
2. А.с. 835440 СССР, МКИ А61F1/04. Эндопротез / О.Н.Гудушаури, Н.В.Чолокава, Г.С.Микадзе (СССР). – № 2798714; заявл. 20.07.79; опубл.07.06.81, Бюл. № 21.
3. А.с. 848003 СССР, МКИ А61В17/18. Эндопротез / И.Д.Ковалёва, Л.А.Тыщенко, В.Ф.Потехин (СССР). – № 2556494; заявл. 19.12.77; опубл. 23.07.81, Бюл. № 27.

4. А.с. 1582384 СССР, МКИ А61F2/28. Эндопротез тела безымянной кости / Л.А.Тыщенко, И.Д.Ковалёва (СССР). – № 4482342; заявл. 03.05.85; опубл. 07.06.88, Бюл. №29.
5. Коноплев Ю.Г., Мазуренко А.В., Митряйкин В.И., Саченков О.А., Тихилов Р.М. Численно-экспериментальное исследование несущей способности вертлужного компонента имплантата при дисплазии вертлужной впадины. // Сб. материалов 10-й Международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ-2014). – Алушта – М., 2014. – С. 388-389.
6. Пат. 2258960 РФ, МПК G09B23/28. Способ моделирования диспластического коксартроза / И.И. Жаденов, А.Б. Петров, И.Д. Ковалева, В.И. Рузанов; заявитель и патентообладатель СарНИИТО Министерства здравоохранения РФ. – № 2003126992; заявл. 04.09.2003; опубл. 20.08.2005, Бюл. № 23.
7. Корж А.А., Тихоненков Е.С., Андрианов В.Л. Диспластический коксартроз (хирургическая профилактика и лечение). – М., 1986. – 207 с.
8. Тугизов Б.Э., Гребенкин В.В. Особенности тотального эндопротезирования больных с диспластическим коксартрозом // Современные аспекты травматологии, ортопедии и реконструктивной хирургии: сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения профессора Н.П. Демичева. – Астрахань, 2014. – С. 67-68.
9. Тыщенко Л.А. К вопросу о лечении диспластического коксартроза // Травматология и ортопедия России. – 1995. – № 2. – С. 40-43.
10. Postel M. Formes anatomiques des malformations de la hanche // Rev. Chir. Orthop. – 1976. – Т. 62. – № 5. – Р. 515-518.

**Рецензенты:**

Киреев С.И., д.м.н., профессор кафедры травматологии и ортопедии, ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, г. Саратов;  
Слободской А.Б., д.м.н., ГУЗ «Областная клиническая больница», г. Саратов.