

ФГБОУ ВО Уральский государственный медицинский университет
Министерства здравоохранения РФ

**ВОСПОЛНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ ПРИ
ПЕРВИЧНОМ И РЕВИЗИОННОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Екатеринбург, 2022 год

Рекомендовано к изданию Центральным методическим советом ФГБОУ ВО УГМУ
Минздрава России (от . . 2022 протокол №)

Волокитина Елена Александровна – профессор, д.м.н., заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ФПК и ПП ФГБОУ ВО «УГМУ Минздрава РФ»

Удинцева Мария Юрьевна – аспирант кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «УГМУ Минздрава РФ»

Кутепов Сергей Михайлович - Член-Корр. РАН, профессор, д.м.н, Президент ФГБОУ ВО «УГМУ Минздрава РФ».

Ершов Антон Сергеевич – врач травматолог-ортопед высшей категории, ассистент кафедры травматологии и ортопедии ФПК и ПП ФГБОУ ВО «УГМУ Минздрава РФ».

Восполнение дефектов вертлужной впадины при первичном и ревизионном эндопротезировании. Учебное пособие. – Екатеринбург, 2022. – 32с.

Рецензент: д-р мед наук, проф. И.А. Меньщикова

Данное пособие посвящено вопросам патологической анатомии тазобедренного сустава, отражающей дефекты костного базиса вертлужной впадины, а также хирургическим методикам и способам восполнения костных дефектов различными материалами во время первичного и ревизионного эндопротезирования. Приведены известные классификации дефектов, дан алгоритм выбора оптимального материала и способа замещения дефекта, в зависимости от его величины и локализации. Приведены клинические примеры. Даны вопросы для самопроверки, рекомендуемая литература.

Учебное пособие предназначено для лиц, осваивающих основные образовательные программы подготовки кадров высшей квалификации ординатуры по специальности Травматология и ортопедия, а также врачам – травматологам-ортопедам, повышающим квалификацию в системе непрерывного медицинского образования (программы дополнительного медицинского образования).

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
АНАТОМИЯ И РЕНТГЕНОАНАТОМИЯ ВЕРТЛУЖНОЙ ОБЛАСТИ	5
АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ.....	5
РЕНТГЕНОАНАТОМИЯ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ.....	7
СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ	9
МАТЕРИАЛ ДЛЯ ВОЗМЕЩЕНИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ.....	13
ТАЗОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПРОТЕЗОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ СЛОЖНОМ И РЕВИЗИОННОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ.....	14
ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ ВОСПОЛНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ ПРИ ПЕРВИЧНОМ И РЕВИЗИОННОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ	16
ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИМПЛАНТАЦИИ ЭНДОПРОТЕЗА.....	16
ХИРУРГИЧЕСКИЕ ДОСТУПЫ К ТАЗОБЕДРЕННОМУ СУСТАВУ.....	17
АЛГОРИТМ ВЫБОРА МЕТОДИКИ ВОСПОЛНЕНИЯ ДЕФЕКТА ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ И ИМПЛАНТАЦИИ ЧАШКИ ПРОТЕЗА	19
КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ ВОСПОЛНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ	20
Клинический пример использования чашки большого размера при протрузионной деформации вертлужной впадины.	20
Клинический пример использования аутокости (чипсы из резецированной головки бедра) и титановой сетки для армирования дефекта при протрузионной деформации вертлужной впадины.....	21
Клинический пример аутопластики дефекта типа III A Paprovsky (AAOS III, Crowe III) в области свода вертлужной впадины и реимплантации чашки протеза	22
Клинический пример аллопластики дефекта типа III A Paprovsky (AAOS III , Crowe III) в области свода вертлужной впадины и реимплантации чашки протеза.....	24
Клинический пример аллопластики структурным трансплантатом протрузионного дефекта типа III B Paprovsky, IV AAOS, имплантации опорного кольца Мюллера, имплантации чашки протеза в опорное кольцо на цемент.....	24
Клинический пример аллопластики структурным трансплантатом протрузионного дефекта типа III B Paprovsky, IV AAOS, имплантации опорного кольца Бурш-Шнайндера, имплантации чашки протеза в опорное кольцо на цемент.	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	26
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:.....	26
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:	28

ВВЕДЕНИЕ

В связи ростом тяжелой патологии костно-мышечной системы в последние годы отмечается рост ревизионного и онкологического протезирования, которое выполняется в условиях выраженного дефицита и дефектов костной ткани различной протяженности.

Возмещение дефектов костной ткани в области вертлужной впадины при эндопротезировании тазобедренного сустава (сложном первичном и ревизионном) является наиболее актуальной проблемой современной травматологии и ортопедии, решению которой посвящены многие научно-клинические исследования. Только адекватное восполнение костного дефицита ацетабулярной области позволяет стабильно установить чашку эндопротеза и/или выполнить при травме остеосинтез костей таза металлофиксаторами. Стремление к воссозданию нормальной анатомии acetabulum и репозиция центра ротации сустава в истинную вертлужную область способствуют биомеханически правильному функционированию эндопротеза и увеличению продолжительности его выживаемости [1,2].

Способы восстановления целостности вертлужной впадины при ревизионной артропластике различны. Наряду с пластикой костного дефекта резорбируемыми и нерезорбируемыми материалами, успешно используются различные специализированные конструкции: гемисферическая чашка с пористым покрытием и фиксацией винтами, полусферические компоненты большого диаметра (jumbo cup), овальные чашки, модульные компоненты из трабекулярного металла, кольца, антипротрузионные кейджи и индивидуальные трехфланцевые вертлужные компоненты. Каждая из перечисленных выше конструкций имеет свои достоинства и недостатки. Так, при использовании массивных ревизионных компонентов эндопротезов не всегда удается обеспечить их достаточную стабильность в костной ткани. Известно, что любой, даже минимально инвазивный металлофиксатор, установленный в костную ткань, приводит к усилению костной резорбции в интерфейсе «кость-имплантат». Основными причинами повторных вмешательств в течение многих лет остаются асептическое расшатывание и периимплантный остеолит. Пятилетняя выживаемость имплантатов после ревизий колеблется от 67,0 до 84,8% [3, 4, 5,6].

Применение аутокости, аллокости, а также ксенопластических материалов не всегда оправдано, так как может приводить к расшатыванию компонентов из-за последующего процесса резорбции кости. Использование нерезорбируемых ацетабулярных аугментов из титана и керамики позволяет максимально возможно восстановить центр ротации тазобедренного сустава, адекватно восполнить дефицит костной ткани в области вертлужной впадины при неограниченных костных дефектах, включая дефекты ПА и ПВ по Pargosky, а также прочно фиксировать вертлужный компонент эндопротеза [7, 8, 9].

Все это привело к необходимости систематизировать накопленный опыт по классификациям костных дефектов вертлужной области, методикам их возмещения при сложном первичном/ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава и оформить в виде учебного пособия.

АНАТОМИЯ И РЕНТГЕНОАНАТОМИЯ ВЕРТЛУЖНОЙ ОБЛАСТИ

Знание анатомии и рентгенологической анатомии вертлужной впадины необходимо для принятия решения относительно выбора остеозамещающего материала и ацетабулярного компонента эндопротеза; травматолог-ортопед перед операцией должен правильно оценить тип и степень тяжести дефекта вертлужной впадины, ориентируясь на наиболее известные и широко применимые в клинической практике классификации.

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

Вертлужная впадина представлена слиянием трех костей: подвздошной, лонной и седалищной. Подвздошная кость представляет верхний отдел вертлужной впадины, седалищная – заднее-нижний и лобковая кость – переднее-нижний отделы. В процессе

развития в каждой из этих костей возникают самостоятельные точки окостенения, так что до 16-17 летнего возраста в области вертлужной впадины подвздошная, седалищная и лобковая кости соединяются при помощи хряща. В дальнейшем хрящ окостеневаает и границы между костями сглаживаются.

Вертлужная впадина, *acetabulum*, имеет форму подковы или полумесяца, ограничена утолщенным краем вертлужной впадины, *limbus acetabuli*, который в передне-нижнем отделе прерывается вырезкой вертлужной впадины, *insisura acetabula*. Передний край вертлужной впадины является продолжением нижнего края верхней ветви лонной кости и хорошо прослеживается по направлению к верхнему краю вертлужной впадины

Вырезка вертлужной впадины является входом в ямку вертлужной впадины (*fossa acetabuli*) – самое глубокое образование впадины (Рис. 1).

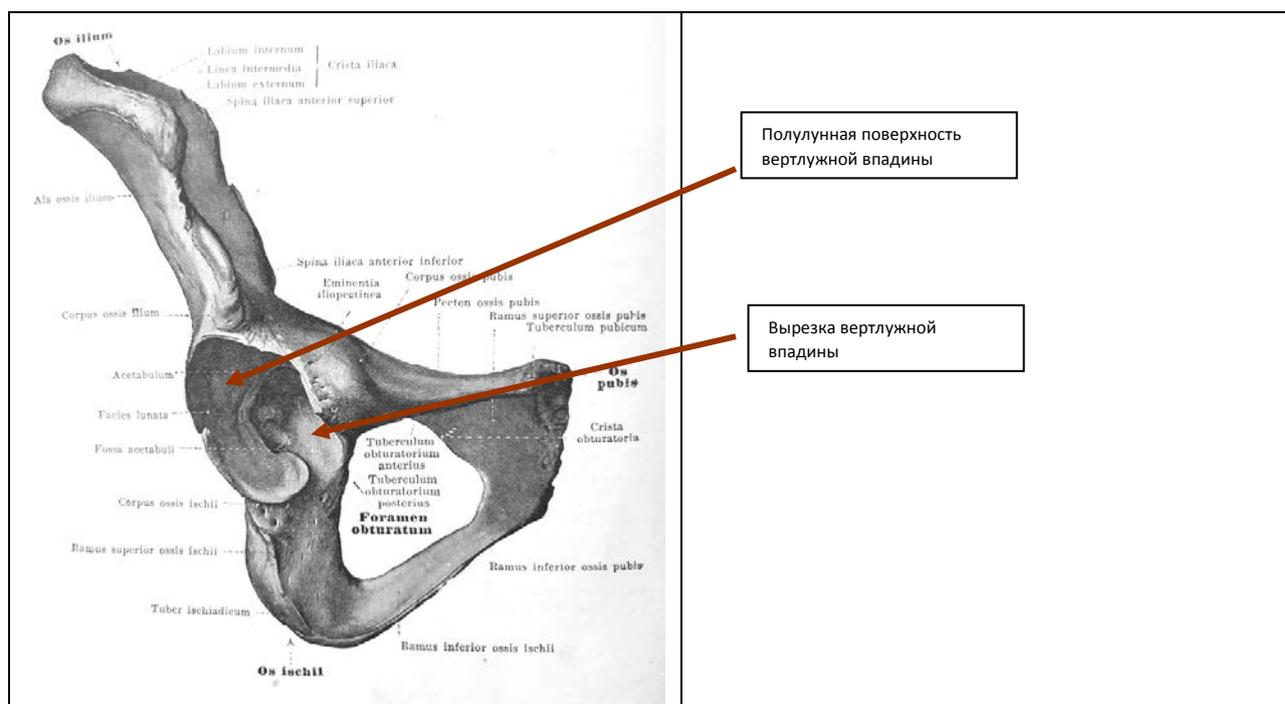


Рис. 1. Строение вертлужной впадины.

Дно *fossa acetabuli* является истинным дном вертлужной впадины и представлено самой тонкой тазовой костью: компактный слой ямки едва достигает 1 мм.

Самая широкая часть края вертлужной впадины (2,5 см) расположена на подвздошной кости (*os ileum*), образуя ее «крышу». На концах ширина «подковы» составляет только 1,25 см. Толщина компактного слоя крыши равным нескольким миллиметрам. Большая толщина полулунной поверхности, по сравнению с ямкой, является выражением общей для всего скелета закономерности: наиболее прочными и толстыми являются более нагружаемые участки, в данном случае это - полулунная поверхность. Толщина дна вертлужной впадины в среднем составляет $3,6 \pm 0,4$ мм. Передняя стенка имеет толщину $7,6 \pm 0,3$ мм, этот показатель варьирует от 4,0 до 15,0 мм. Толщина задней и нижней стенок впадины — от 4,0 до 21,0 мм [10,11].

В разделе анатомия вертлужной впадины следует упомянуть о двух внутрисуставных связках тазобедренного сустава: *lig. Transversum acetabula* и *lig. Transversum acetabuli*).

Поперечную связку вертлужной впадины (*lig. Transversum acetabuli*) образует часть вертлужной губы, которая перебрасывается в виде мостика через вырезку впадины в передне-нижнем отделе (*incisura acetabuli*). При эндопротезировании, после удаления оссифицированной суставной губы и краевых остеофитов, после обработки фрезой хрящевой поверхности впадины, поперечная связка, как анатомический элемент, является

дополнительным внутренним ориентиром позиционирования тазового компонента в вертлужной впадине: край имплантируемой чашки протеза должен быть параллелен латеральному краю поперечной связки.

Связка головки бедра (lig. Capituli femoris) начинается от краев вырезки ямки вертлужной впадины, своей верхушкой прикрепляется к ямке головки бедренной кости (fovea capituli femoris) и со дна впадины, вместе с жировой подушкой, покрыта синовиальной оболочкой, проводит сосуды, питающие головку бедра. В норме эти внутрисуставные связочные образования стабилизируют сустав, являются амортизирующей прокладкой, смягчающей толчки.

Помимо вышеуказанных внутрисуставных связочных структур, тазобедренный сустав укреплен мощным связочным каркасом: в толще фиброзной мембраны тазобедренного сустава имеется выраженный пучок циркулярных волокон, охватывающий в виде петли шейку бедра и прикрепляющийся под передне-нижней остью подвздошной кости. Это круговая связка (Zona orbicularis), она соответствует вращательным движениям бедра и первая, вместе с фиброзным кольцом (волокнисто-хрящевой вертлужной губой), оссифицируется при патологических процессах, что клинически проявляется ограничением ротации бедра (Рис. 2).

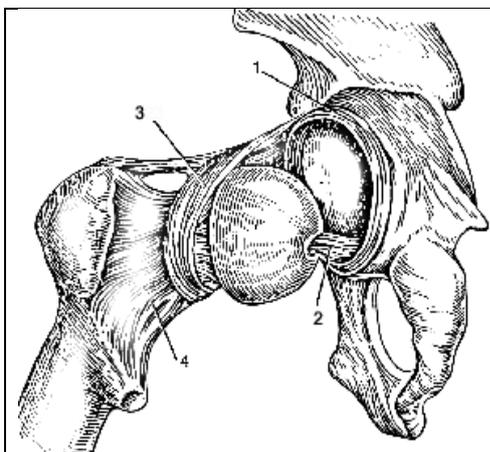


Рис.2 Связочный аппарат тазобедренного сустава: 1 - волокнисто-хрящевая вертлужная губа (labrum acetabulare), 2 - связка головки бедра (lig. Capituli femoris), 3 - круговая связка (Zona orbicularis), 4 - добавочные связки, укрепляющие суставную сумку.

РЕНТГЕНОАНАТОМИЯ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

Для определения нормального положения головки бедренной кости необходимо опустить перпендикуляр от края вертлужной впадины (вертикаль Омбредана). Нормальное положение головки — внутри от перпендикуляра. Крыша вертлужной впадины в норме ориентирована горизонтально. Проекция переднего и заднего краёв впадины в норме не накладываются друг на друга. Дно вертлужной впадины определяет полукруг. Оно состоит из ямки и крыши, медиальная стенка определяет глубину впадины (рис.3).

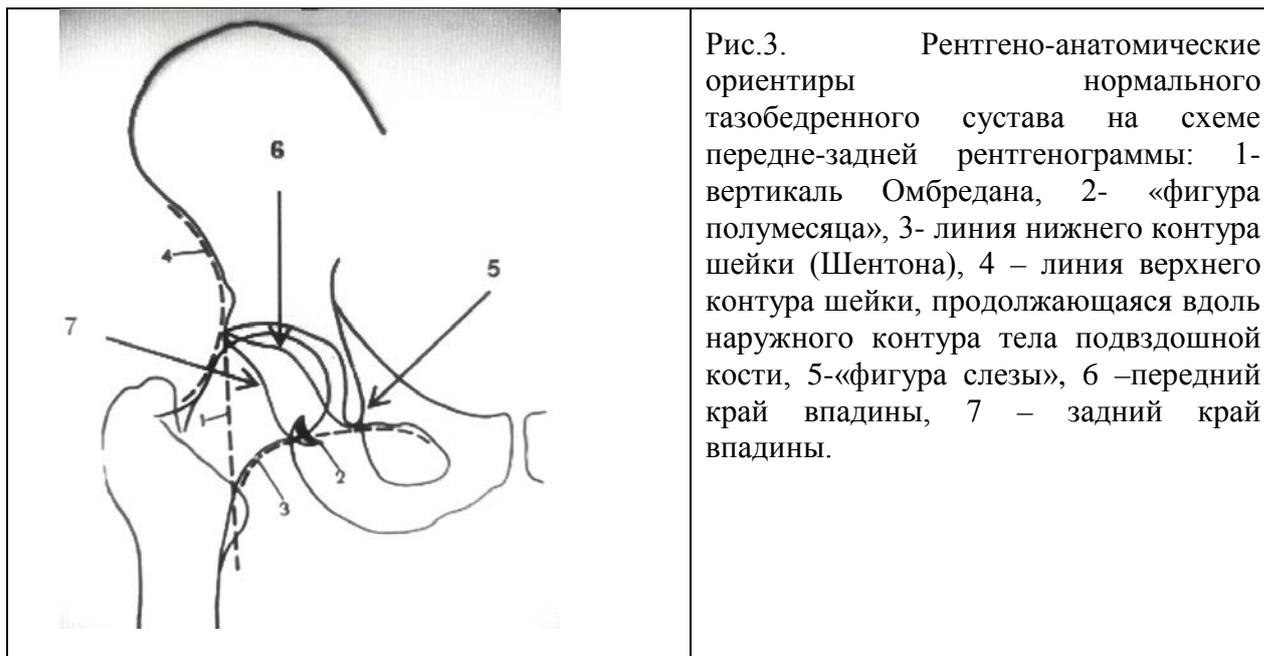


Рис.3. Рентгено-анатомические ориентиры нормального тазобедренного сустава на схеме передне-задней рентгенограммы: 1-вертикаль Омбредана, 2- «фигура полумесяца», 3- линия нижнего контура шейки (Шентона), 4 – линия верхнего контура шейки, продолжающаяся вдоль наружного контура тела подвздошной кости, 5-«фигура слезы», 6 –передний край впадины, 7 – задний край впадины.

«Фигура слезы» соответствует вырезке вертлужной впадины и рентгенологически определяет переднюю часть тела седалищной кости и дно вертлужной впадины. Латеральный контур «фигуры слезы» одновременно является дном вертлужной впадины в области её ямки. Он переходит в крышу вертлужной впадины, которая соответствует суставной поверхности (рис.4).

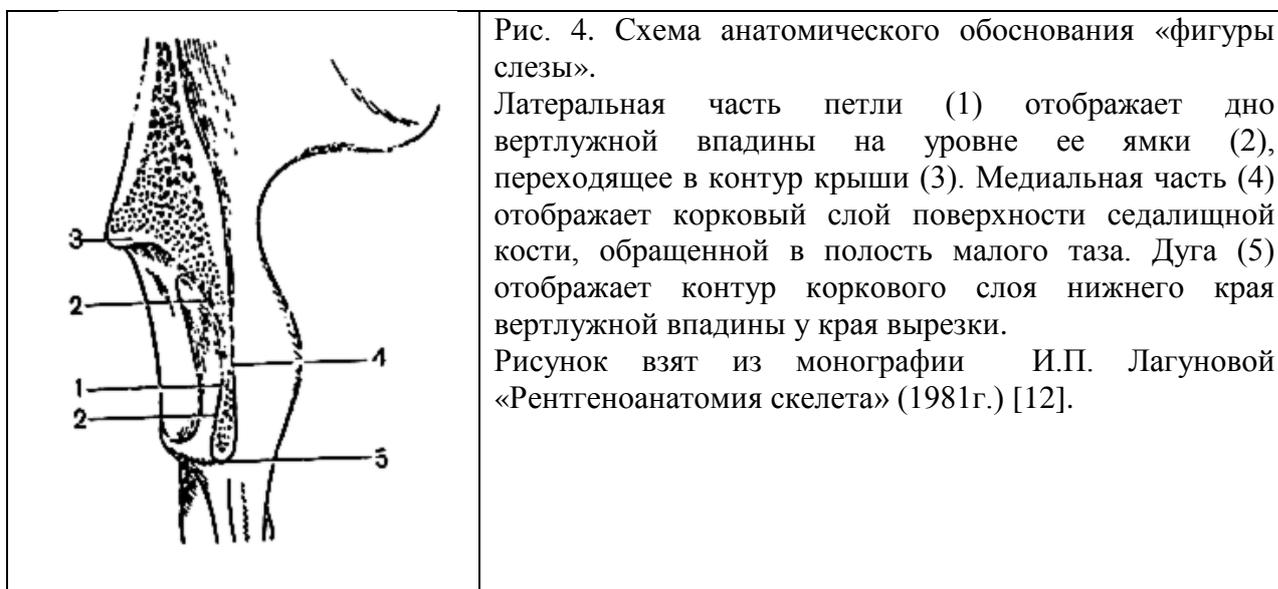
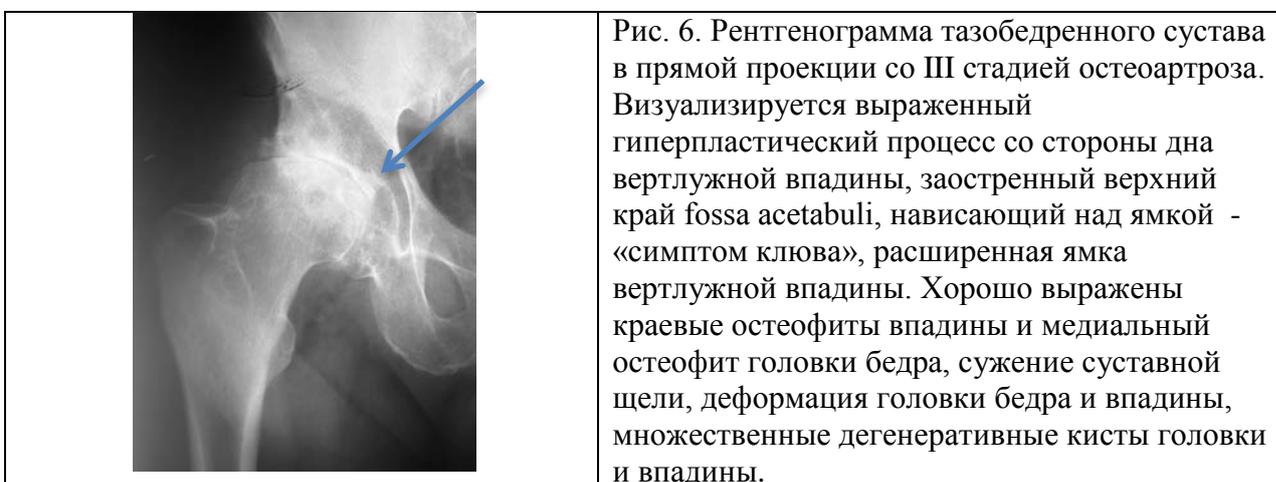


Рис. 4. Схема анатомического обоснования «фигуры слезы».

Латеральная часть петли (1) отображает дно вертлужной впадины на уровне её ямки (2), переходящее в контур крыши (3). Медиальная часть (4) отображает корковый слой поверхности седалищной кости, обращенной в полость малого таза. Дуга (5) отображает контур коркового слоя нижнего края вертлужной впадины у края вырезки.

Рисунок взят из монографии И.П. Лагуновой «Рентгеноанатомия скелета» (1981г.) [12].

Именно с краев fossa acetabuli начинается медиальная оссификация вертлужной впадины при остеоартрозе, до полного зарастания ямки, что рентгенологически проявляется «симптомом клюва» (Рис.5,6)



СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

Классификации дефектов вертлужной впадины разработаны для адекватного предоперационного планирования и определения хирургической тактики. Классификации также дают возможность сравнить результаты применения различных методик при одинаковом типе дефекта. Для проведения детального анализа дефектов определяют четыре колонны стабильности: наружная - крыша впадины, передняя - лобковая кость, задняя - седалищная кость и внутренняя - медиальная стенка, дно вертлужной впадины. Для учёта дефектов, которые выходят за пределы определённых секторов вокруг вертлужной впадины, дополнительно учитывают потерю объёма костной ткани в подвздошной, лобковой и седалищной костях. Для выявления клинически значимой потери костной массы был определён порог: более 15% - в задней части и более 25% - в краниальной, передней и медиальной частях, в связи с тем, что задняя колонна имеет решающее значение для стабильности имплантата [4, 13]

В основу классификаций положены различные принципы. Чаще всего на сегодняшний день применяют классификацию W.G. Paprosky (1994), которая базируется на наличии или отсутствии интактного края вертлужной впадины и его способности удержать ревизионный компонент [14, 15].

В основе классификации дефектов вертлужной впадины W.G. Paprosky (1994) лежат четыре специфических рентгенологических критерия, каждый из которых отражает тяжесть поражения одного из отделов впадины. Визуализация линии Кохлера указывает на состояние медиальной стенки и стабильности передней колонны вертлужной впадины. Линия Кохлера является вертикалью системы координат обзорной рентгенограммы таза. Данная линия проходит через медиальный контур фигуры слезы,

переходя на медиальный контур подвздошной и седалищных костей, являясь своеобразной границей между тазовой костью и малым тазом. Пересечение этой линии может осложниться ранением структур малого таза. Степень лизиса костной ткани в области «фигуры слезы», кроме состояния медиальной стенки, отражает состояние задней и нижней частей передней колонны. Полный лизис «фигуры слезы» означает не только повреждение внутренней стенки, но и потерю большей части костного вещества нижней и внутренней частей передней и задней колонн [15]. Лизис седалищной кости указывает на повреждение задней стенки и задней колонны. При повреждении купола впадины происходит вертикальная миграция чашки эндопротеза [16, 17].

Дефекты вертлужной впадины по классификации W.G. Paprosky (1994) [15] делятся на шесть типов с подтипами А, В, С следующим образом: I тип – целое ацетабулярное кольцо с мелкими очагами остеолита, передняя и задняя колонна интактны, их опорность сохранена, миграции компонента нет; единичная киста или 2–3 мелкие дегенеративные кисты объемом 5–10 см³; II тип – множественные кисты, занимающие общую площадь более 30% вертлужной впадины: II А тип – ацетабулярное кольцо деформировано в результате остеолита верхне-медиальной зоны, края впадины, передняя и задняя колонна интактны, их опорность сохранена, миграции компонента нет; II В тип – ацетабулярное кольцо деформировано в области свода на протяжении менее 1/3 кольца, передняя и задняя колонна интактны, их опорность сохранена, миграции компонента нет; II С тип – ацетабулярное кольцо деформировано в области медиальной зоны за счет остеолита медиальной стенки, передняя и задняя колонна интактны, их опорность сохранена, имеется медиальная миграция компонента; III тип – разрушение крыши вертлужной впадины: III А тип – нарушена целостность ацетабулярного кольца, дефект занимает более 1/3 трети, но менее 1/2 окружности (в основном между 10 и 14 часами), верхне-латеральное смещение компонента более 3 см относительно запирающей линии; III В тип – нарушена целостность ацетабулярного кольца, дефект занимает более 1/2 окружности (распространяется в основном между 9 и 17 часами), верхне-медиальное смещение компонента более 3 см относительно запирающей линии. IV тип – протрузия вертлужной впадины: IV А тип – протрузия вертлужной впадины, при этом происходит деформация дна вертлужной впадины с куполообразным выпячиванием его в полость малого таза, а также постепенным внедрением головки бедренной кости в увеличивающуюся полость сустава, вплоть до полного проваливания ее в малый таз; IV Б тип – полное пролабирование головки бедренной кости в малый таз с переломом дна вертлужной впадины. V тип – комбинационные дефекты: V А тип – комбинационные двухсегментарные – сочетание дефекта передней и задней стенок, передней стенки и дна вертлужной впадины, дна вертлужной впадины и задней стенки; V Б тип – комбинационные трехсегментарные – разрушение передней и задней стенки в сочетании с дефектом дна и крыши вертлужной впадины; VI тип – катастрофические разрушения крыши вертлужной впадины, дна вертлужной впадины, задней и передней стенки впадины (Рис.7).

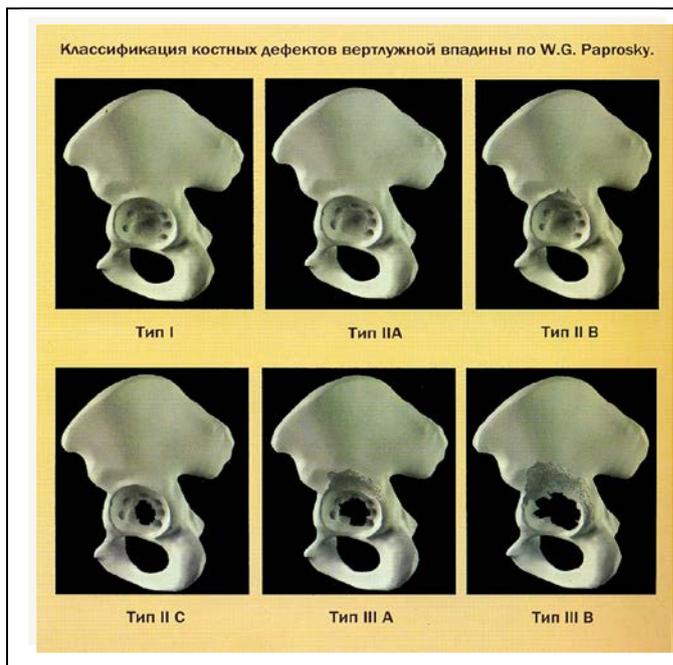


Рис.7 Схема дефектов вертлужной впадины по классификации W.G. Paprosky (1994) с указанием I, II, III типов (A,B,C).

По классификации Американской академии хирургов-ортопедов (AAOS, 2017) [1] дефекты вертлужной впадины делятся следующим образом: I тип – сегментарные дефекты в области верхнего края и свода вертлужной впадины, II тип – кавитарные дефекты в области свода и верхнего края вертлужной впадины; III тип – комбинированные сегментарные и кавитарные дефекты периферические и центральные с поражением свода, дна переднего, заднего в верхнего краев; IV тип – дефекты с нарушением целостности тазового кольца, разделяющие впадину на верхнюю и нижнюю части; V тип – тотальные дефекты, предшествующие артродезу тазобедренного сустава (Рис.8).

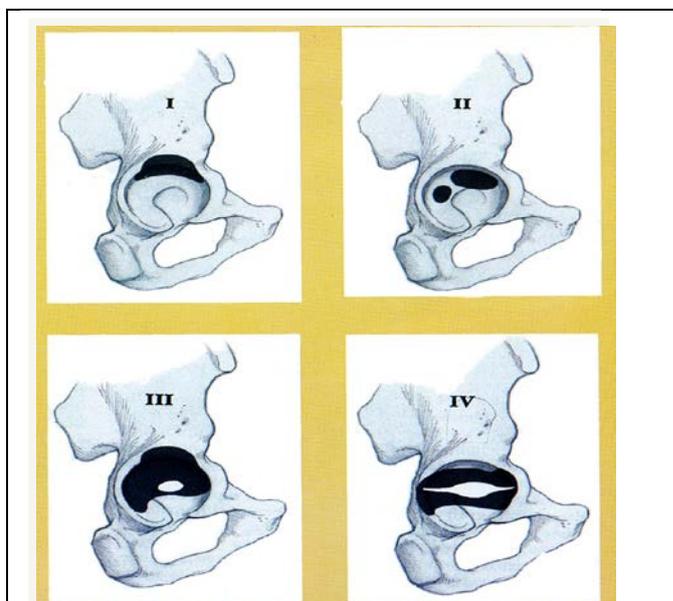


Рис.8 Схема дефектов вертлужной впадины по классификации AAOS с указанием I – IV типов: I тип – сегментарные; II тип – кавитарные; III тип – комбинированные сегментарные и кавитарные; IV тип – дефекты с нарушением целостности тазового кольца. V тип – тотальные дефекты, предшествующие артродезу – не продемонстрирован.

В основе классификаций А.Е. Gross (1993) [1] лежит интраоперационная оценка объёма потери костной ткани. Классификацию А.Е. Gross (1993) можно применить только непосредственно во время операции для обоснования применения структурных костных аллотрансплантатов.

Систематизация К.Ж. Saleh (2001) [1] была разработана с привлечением 21 эксперта и также базируется на анатомических ориентирах, подразделяя дефекты на 5 типов: при дефектах тип I практически нет заметного нарушения целостности костной ткани; дефекты II типа – полостные дефекты с относительно интактными краями впадины;

дефекты III и IV с потерей сегмента вертлужной впадины (при III типе – дефекты занимают менее 50% края вертлужной впадины, при типе IV – более 50%); при V типе – полное нарушение целостности вертлужной впадины.

Классификации Американской академии хирургов-ортопедов (AAOS, 2017) и А.Е. Gross (1993) в модификации К.А. Saleh (2001) [1] позволяют более точно охарактеризовать локализацию и характер дефекта, чем классификация W.G. Paprosky (1994) [15], но не отражают его тяжести. Однако, по данным М.Д. Райс (2009) [18], ни одна из существующих систем классификаций не учитывает качество костной ткани, остеопению, которые не могут не влиять на результат реконструктивного вмешательства.

Классификации деформаций и дефектов вертлужной впадины при диспластическом коксартрозе по J.F. Crowe (1979) [19] и Hartofilakidis (1988) [20] перекликаются с классификациями дефектов вертлужной впадины AAOS и W.G. Paprosky (1994). В классификации J.F. Crowe (1979) [19] приведен процентный расчет краниального смещения головки: при первом типе отмечается проксимальное смещение до 50% от высоты головки (менее 10% от высоты таза), при втором типе – 50-75% (на расстояние 10-15% от высоты таза), при третьем – 75-100% (15-20% высоты таза) и при четвертом типе головка смещена более чем на 100% (более 20% высоты таза). И, если J.F. Crowe в своей классификации описывает только смещение бедра, то в классификациях G. Hartofilakidis (1988, 2016) [20] и N.S. Eftekhari (1978) [21], соответственно степени дислокации бедра, приводится описание деформации диспластичной вертлужной впадины. Так G. Hartofilakidis указывает, что при I типе дисплазии – головка во впадине, которая практически не изменена; при типе II (низкий вывих головки с краниальным смещением центра ротации) формируется ложная впадина, нижняя часть которой перекрывает истинную вертлужную область; тип III (высокое стояние головки) характеризуется формированием впадины неоартроза на уровне крыла подвздошной кости. Позднее, G. Hartofilakidis низкую дислокацию подразделил на подтипы B1 и B2, когда ложная впадина перекрывает истинную на величину более или менее 50% ее высоты. Высокая дислокация была также разделена автором на C1 и C2 подтипы, в зависимости от наличия и степени смещения впадины неоартроза [20].

Согласно систематизации дисплазии на четыре типа по N.S. Eftekhari (1978) [21], в типе A вертлужная впадина слегка вытянута в своем верхнем отделе, а головка бедренной кости имеет характерную грибовидную форму и сглажена. При типе B и C (промежуточная и высокая дислокация) истинная вертлужная впадина слабо развита, нижняя граница впадины неоартроза перекрывает крышу истинной вертлужной впадины. Автор отмечает, что после удаления фиброзной ткани из истинной вертлужной области можно дифференцировать истинную впадину, которая обычно имеет толстое дно. При дисплазии тип D головка бедренной кости полностью дислоцирована, а вертлужная впадина недоразвита и резко уменьшена в размерах.

Большая группа деформаций и дефектов вертлужной впадины формируется вследствие травм – переломо-вывихов тазобедренного сустава. Р.М. Тихонов с соавторами (2011) [22] подразделяют посттравматические деформации вертлужной впадины на три группы: первая – пациенты с переломами дна вертлужной впадины с небольшим смещением отломков или после остеосинтеза задних отделов, вторая – после перелома задних отделов вертлужной впадины с дефектом в области задней стенки и/или крыши вертлужной впадины различной протяженности, третья – с полным нарушением анатомии вертлужной впадины в результате дефекта задней стенки, крыши, а также в результате неправильного сращения костных фрагментов. И если в первой группе возможно проведение первичной стандартной имплантации бесцементной чашки, то во второй и третьей группах для имплантации тазового компонента обязательно требуется применение костной пластики, аугментов и ревизионных опорных колец. Наиболее часто встречаются посттравматические дефекты вертлужной впадины в задне-верхнем ее отделе, которые сочетаются с подвывихом бедра и стойкой сгибательно-приводящей

контрактурой, впадина при этом овально-вытянутой формы, задняя стенка нарушена, головка бедренной кости смещена кзади и кверху [23].

Протрузионные деформации вертлужной впадины, помимо травматической этиологии, часто наблюдаются при ревматоидном артрите, особенно при ювенильном, на фоне больших доз кортикостероидов. Н.В. Загородний (2012) предлагает следующую классификацию протрузионных деформаций вертлужной впадины, сравнивая пораженную сторону со здоровой: I степень - толщина внутренней стенки меньше противоположной, но не достигает 1/2 ее толщины; II степень - толщина медиальной стенки впадины равна 1/2 толщины впадины здоровой стороны; III степень - толщина медиальной стенки впадины меньше 1/2 толщины впадины противоположного сустава с выпячиванием внутренней стенки дна в полость малого таза; IV степень - нарушение целостности медиальной стенки впадины с возможным центральным вывихом головки бедренной кости. Автор отмечает, что при протрузии центр сустава смещается медиальнее центра истинной вертлужной области [24].

На сегодняшний день, следует отметить, что все известные классификации нуждаются в дополнении современными данными компьютерно-томографического (КТ) исследования, позволяющего повысить точность визуализации для подготовки персонализированных имплантатов при использовании технологий 3D-моделирования дефектов. Необходимы также дополнительные сведения об ограниченном или неограниченном характере дефекта и стабильности тазового кольца [25]

Создание трёхмерных моделей таза с дефектом вертлужной впадины для предоперационного планирования состоит из нескольких этапов: выбор КТ-данных; маркировка патологической зоны и применение статистической модели формы для реконструкции нативного таза; преобразование набора КТ-данных в твердотельную модель таза, включающую дефект; трансформация реконструкции на основе режима SSM в твердотельную модель нативного таза [26].

Понимание патоморфологии дефекта или деформации вертлужной впадины, позволяет адекватно выполнить предоперационное планирование, избежать ошибок при имплантации и позиционировании тазового компонента, выбрать способ его надежной фиксации [27].

МАТЕРИАЛ ДЛЯ ВОЗМЕЩЕНИЯ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

Выбор оптимального остеозамещающего материала сложен. Ключевой момент — размер дефекта. При небольших дефектах I и II степени по Paprosky допустимо использование аутотрансплантатов или аллотрансплантатов, а также их комбинации. При дефектах III степени и более по Paprosky предпочтительнее будет использование нерезорбируемого материала или комбинации из нерезорбируемого и резорбируемого материалов, где каждый из компонентов пластики будет решать определённую задачу.

Аутокость рассматривают как золотой стандарт для замещения костного дефекта, главным образом потому, что она минимально подвержена иммунологическому отторжению, по всем параметрам совместима с окружающими тканями и обеспечивает лучшие остеокондуктивные, остеоиндуктивные и остеогенные свойства. Однако при прочих равных преимуществах, к недостаткам аутографтов относится высокая скорость резорбции и ограниченный объем доступного материала, увеличение интра- и послеоперационных осложнений донорской области (М.В. Гилев с соавт., 2017) [28].

Аллотрансплантация до настоящего времени остаётся распространённым вариантом костной пластики. Использование измельчённого аллотрансплантата при небольших дефектах зарекомендовало себя как надёжный и эффективный метод. Наличие обширного дефекта типов ПВ, ША, ШВ по W.G. Paprosky (1994) создаёт технические сложности для применения этого метода и связано с большим количеством осложнений. Успех операции в значительной мере зависит от скорости последующей васкуляризации трансплантата. При быстром её протекании аллокость полностью замещается собственной

костной тканью пациента, создавая прочную опору тазовому компоненту. Массивный аллотрансплантат в связи с его замедленной реваскуляризацией может быстро резорбироваться, что приведёт к нестабильности. Уровень осложнений при использовании аллопластики при дефектах типов ША, ШВ по W.G. Paprosky колеблется от 22 до 45%. Комбинация антипротрузионных кейджей и аллопластики при таких дефектах позволяет достичь первичной стабильности, но при длительном наблюдении уровень осложнений составляет от 10 до 65% [29, 30,31].

Успешная остеоинтеграция и достижение стабильной фиксации зависят от множества факторов. Самые важные из них — жизнеспособность костной ткани воспринимающего ложа, адекватное кровоснабжение кости и её механические характеристики. Данные факторы напрямую зависят от возраста и наличия у пациента сопутствующей патологии. Также крайне важны механическая совместимость материала и костной ткани, химико-биологические характеристики имплантата, свойства его поверхности и площадь контакта с костным ложем [32]. Особое внимание уделяют разработке прочных высокопористых поверхностей с низким модулем упругости и развитой архитектурой, создающих наилучшие условия для остеогенеза [33].

Как в качестве аугментов, так и в качестве материала для изготовления вертлужных компонентов эндопротезов хорошо зарекомендовал себя трабекулярный металл. Сочетание высокой пористости и низкого модуля упругости, близких к характеристикам костной ткани, создаёт оптимальные условия для остеоинтеграции. При этом достаточно 50% площади непосредственного соприкосновения трабекулярного металла с костью. Это удобно при выполнении сложных ревизий, сопровождающихся разрывом тазового кольца или обширными дефектами костной ткани. При необходимости дополнительной фиксации в таком материале можно сформировать отверстия для винтов непосредственно во время операции при помощи высокоскоростной дрели. Уровень выживаемости таких аугментов более 90% на ранних сроках и свыше 80% при средних и длительных сроках наблюдения [34].

На сегодняшний день керамику на основе соединений циркония успешно применяют в оперативной травматологии и ортопедии для изготовления компонентов пар трения, она демонстрирует лучшую износостойкость по сравнению с другими материалами. Циркониевая керамика отличается хорошими механическими характеристиками, низким коррозионным потенциалом, отсутствием цитотоксичности и минимальной тропностью к бактериальной адгезии, что определяет возможность её изучения в качестве остеозамещающего материала [33, 35].

ТАЗОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПРОТЕЗОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ СЛОЖНОМ И РЕВИЗИОННОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ

При ревизионном протезировании вертлужного компонента применяют как цементные, так и бесцементные чашки, а также антипротрузионные кольца. Наиболее предпочтительны чашки с фиксацией press-fit и дополнительной фиксацией с помощью винтов, так как они демонстрируют хорошую выживаемость на средних и отдалённых сроках наблюдения. Было показано, что успешная остеоинтеграция вертлужного компонента осуществима при площади контакта имплантата и живой кости не менее 50%. Успешной остеоинтеграции способствует также придание поверхности чашки, контактирующей с костным ложем, шероховатости (методом плазменного напыления титана, нанесения кальций-фосфатных покрытий) или высокой пористости с малым размером пор. Появились металлические высокопористые покрытия под различными торговыми названиями: Regenerex (Biomet), Tritanium (Stryker), Gription (DePuy), Stiktite (Smith and Nephew) и трабекулярный металл (Zimmer).

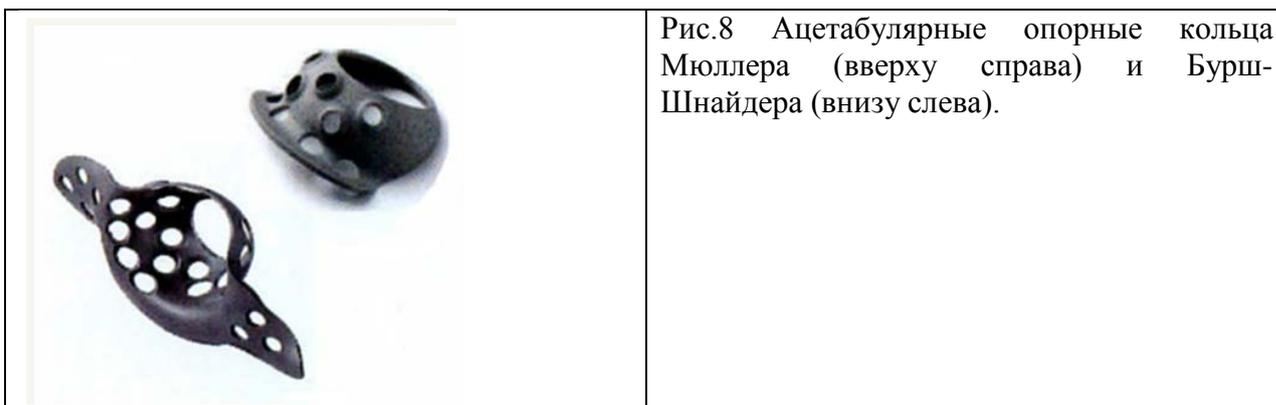
В случае умеренного костного дефицита можно применить тазовый компонент большого диаметра - «Jumbo-cup». Метод технически простой, при этом происходят латерализация и небольшое смещение книзу ротационного центра тазобедренного сустава, что приближает биомеханику к нормальной, если изначально существовали

протрузия и краниализация чашки. Площадь контакта чашки с костным ложем при этом достаточно велика для успешной остеоинтеграции. Однако, данный метод неприменим в случае больших дефектов, а также дефектов овальной формы, так как при данной форме дефекта он не может быть заполнен самой чашкой, и необходима излишняя обработка передней или задней колонны или очень высокая установка чашки. Стабильность компонентов сохраняется в 80-85% случаев при 10-летнем сроке наблюдения [36,37].

В случае обширного дефекта крыши вертлужной впадины применяют вертлужные компоненты типа oblong-cup. Они представляют собой чашки вытянутой формы, состоящие из двух половинок. При сроках наблюдения более 5 лет выживаемость достигает 80%, при более длительных сроках наблюдения показатели снижаются. Такие же эллипсоидные чашки бесцементной фиксации используют и при нарушении целостности тазового кольца: костные стенки в месте разрыва расклиниваются чашкой, при необходимости выполняют еще и костную пластику дефекта - так называемый дистракционный метод достижения стабильности вертлужного компонента [37].

При локализации дефекта в области крыши вертлужной впадины альтернативой может выступать установка чашки выше истинного центра ротации сустава. Преимущество метода — техническая простота, однако подвздошная кость выше впадины значительно сужена, поэтому приходится устанавливать чашку меньшего диаметра, тем самым повышается риск развития вывихов. Кроме того, значительное смещение центра вращения сустава нарушает биомеханику сустава, что может быть причиной хромоты и повторного развития нестабильности эндопротеза. Поэтому данный способ используется редко [38].

Широкое распространение получили антипротрузионные конструкции (кольцо Мюллера, Бурш-Шнайдера). Преимущество таких конструкций в том, что они позволяют равномерно распределить нагрузку на подвздошную и седалищную кости и легко комбинируются с костной пластикой различными материалами, остеосинтезом задней колонны вертлужной впадины, увеличивая тем самым шансы на высокую выживаемость компонента (Рис.8).



Аддитивные технологии 3D-моделирования постепенно приобретают всё большее значение, когда речь идёт о сложных ревизиях вертлужного компонента [39, 40]. Целесообразно использовать индивидуальные конструкции изолированно или в комбинации с другими остеозамещающими материалами при дефектах типов III A, III B, IV A, IV B, V A по Paprosky. Этому способствует развитие КТ и программного обеспечения, позволяющего точно количественно оценивать объём потери костной ткани в разных секторах вертлужной впадины и создавать модели с заданными характеристиками на основе полученных изображений. Трёхфланцевые вертлужные компоненты (Custom Triflange Acetabular Component) из различных материалов создают методом 3D-печати по индивидуальным характеристикам пациента, что обеспечивает хороший функциональный результат [41]. Индивидуальные компоненты обеспечивают максимальный контакт конструкции с подвздошной, седалищной и лобковой костями. Чашка при этом

ориентирована под необходимыми углами (антеверсия 15°, отведение 45°), индивидуально подбирается диаметр чашки с возможностью использования головок большого диаметра или двойной мобильности. Всегда учитывается сложная форма костных дефектов, создаётся пористая поверхность для улучшения остеоинтегративных свойств, а также возможна индивидуальная ориентация отверстий под винты.

Однако, массивные индивидуальные конструкции из металла не всегда позволяют достичь остеоинтеграции и биологической фиксации из-за недостаточной зоны контакта с жизнеспособной костью пациента и несовершенства микроархитектоники материала конструкции, поэтому сохраняется необходимость использования дополнительных стимуляторов остеогенеза, чтобы избежать нестабильности сустава в отдалённые сроки после операции. Массивные конструкции могут травмировать как костную ткань пациента, если её прочностные характеристики снижены, так и окружающие мягкие ткани при неточностях установки и наличии выступающих фрагментов [42,43].

Трудности также представляет детальный количественный анализ дефекта кости, необходимый для создания модели имплантата и задания оптимального направления для фиксирующих винтов с учётом плотности кости пациента. Чем сложнее форма дефекта, тем больше погрешности в количественном анализе. Кроме того, этот метод дорогостоящий и требует временных затрат на изготовление имплантата. Однако при правильном отборе пациентов, тщательном предоперационном планировании и грамотно проведённой операции выживаемость таких конструкций через 10 лет и более после операции более составляет 90% [44]. С аддитивными технологиями связан ряд проблем, которые достаточно широко освещены в литературе. В первую очередь, это технические сложности установки и, как следствие, погрешности при позиционировании индивидуальной конструкции [42]. Многие склоняются к мнению, что следует намеренно упростить форму конструкции с целью снижения технической сложности её позиционирования. Исследования показывают, что доля идеально позиционированных конструкций не превышает 60%. При этом остаётся открытым вопрос, какая погрешность установки допустима для сохранения стабильности и последующей хорошей выживаемости конструкции.

Достижение стабильности имплантата неразрывно связано с успешностью протекания остеоинтеграции. По этой причине предпочтение отдают бесцементным конструкциям, когда кость и имплантат становятся единой системой.

ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ ВОСПОЛНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ ПРИ ПЕРВИЧНОМ И РЕВИЗИОННОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИМПЛАНТАЦИИ ЭНДОПРОТЕЗА

Проектирование имплантации искусственного сустава заключается в определении истинной вертлужной области, оптимальных размеров компонентов, степени покрытия тазовой костью, расположения относительно тазовой и бедренной кости. Предоперационное проектирование выполняется на скиаграмме с рентгенограммы таза в прямой проекции (рис. 9).

Для определения истинной вертлужной области проводятся линии, которые очерчивают истинную вертлужную область - «треугольник Ranavat» (C.S.Ranavat, 1980):

- горизонтальная линия через нижний полюс фигуры слезы обоих суставов – межслезная линия (1);
- линия Кохлера, соединяющая середину нижнего полюса фигуры слезы с наиболее латеральной точкой входа в малый таз (2);
- линия, параллельная межслезной линии, проведенная выше межслезной линии на величину, составляющую 20% высоты таза (уровень крыши здорового сустава); либо через центр входа в малый таз (точка пересечения диагоналей от нижней точки крестцово-повздошного сочленения до середины фигуры слезы с противоположной стороны) (3);

- диагональная линия, проведенная под углом 45° к межслезной линии, от середины фигуры слезы вверх и латерально, до пересечения с верхней горизонтальной линией (4).

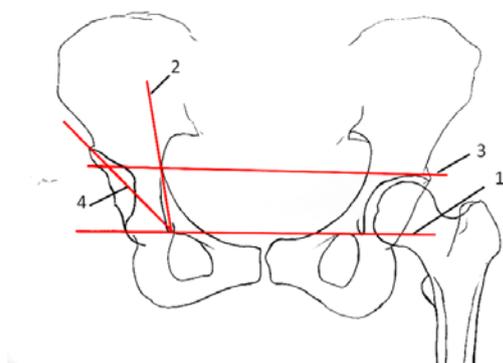


Рис. 9. Схема геометрических построений на скиаграмме с рентгенограммы таза с определением истинной вертлужной области - треугольник «Ranavat».

Треугольник, заключенный между этими линиями, очерчивает истинную вертлужную область, при этом середина его гипотенузы определяет истинный центр вращения тазобедренного сустава (5) (рис.10). Относительно истинного центра вращения тазобедренного сустава позиционируется проекция центра вращения тазового компонента протеза (6), до достижения полуокружностью шаблона катетов треугольника Ranavat; при выявленном дефиците покрытия тазового компонента (8), в зависимости от величины дефекта, планируется выполнение костной аутопластики. Выполнение предоперационного проектирования на скиаграмме позволяет правильно подобрать размеры тазового и бедренного компонентов, предусмотреть необходимость костной аутопластики дефектов.

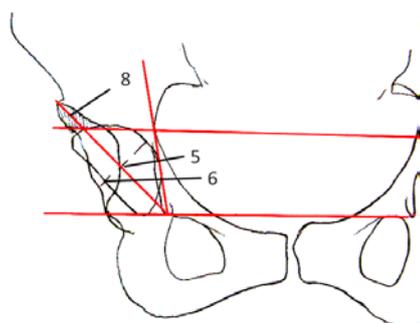


Рис. 10 Схема позиционирования шаблона тазового компонента в истинную вертлужную область. Выбор размера чашки протеза, его положения и дефекта покрытия в тазовой кости.

ХИРУРГИЧЕСКИЕ ДОСТУПЫ К ТАЗОБЕДРЕННОМУ СУСТАВУ

Ревизионное вмешательство - это, прежде всего, тяжелый хирургический доступ. Хирургический доступ для выполнения ревизионного или сложного первичного эндопротезирования тазобедренного сустава должен обеспечивать хороший обзор сустава для визуализации и оценки патологических изменений и деформаций. При выполнении доступа не должна нарушаться анатомическая целостность важных сосудов и нервов, отводящих мышц бедра. Разрезы кожи должны быть достаточно большими для выполнения необходимых манипуляций, при разрезе можно иссекать старые рубцы или направляться параллельно им.

В медицинской литературе имеется множество вариантов классических хирургических доступов для выполнения эндопротезирования тазобедренного сустава, в том числе описываются расширенные и комбинированные доступы, требующиеся в сложных клинических случаях. Важное значение при выборе доступа имеет мнение хирурга, использующего те доступы, которыми он лучше владеет. Наиболее традиционными являются переднебоковые, задний и передний доступы к тазобедренному суставу (рис. 11).

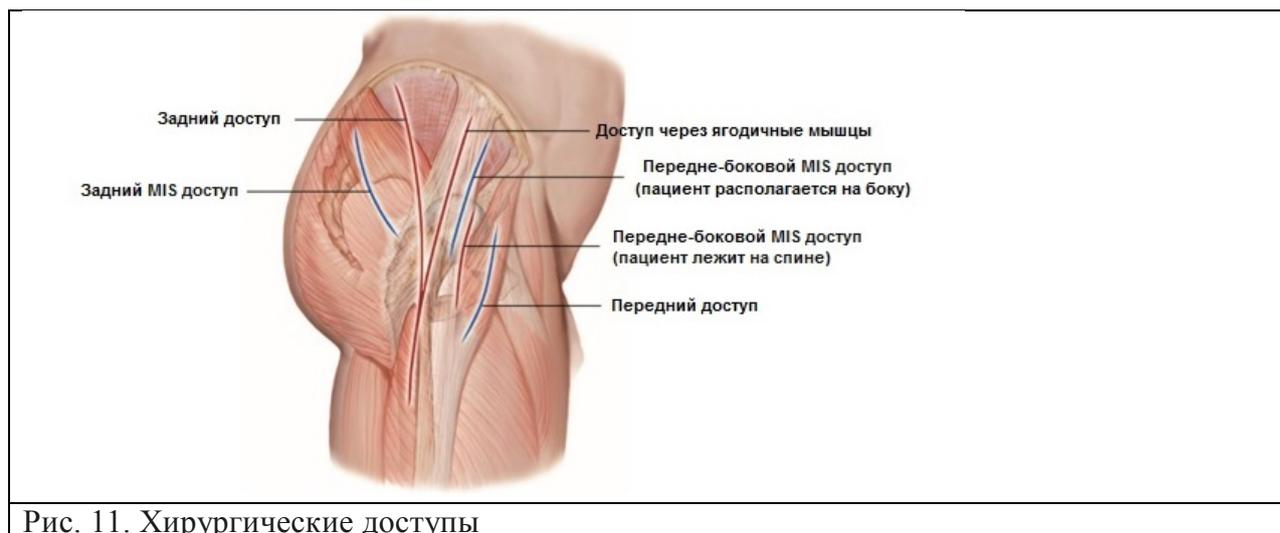


Рис. 11. Хирургические доступы

Любой хирургический доступ к тазобедренному суставу имеет свои положительные стороны и недостатки. Передне-наружный обеспечивает хороший обзор зоны операции, однако требует широкой мобилизации отводящих мышц и чаще других сопровождается развитием гетеротопических оссификатов и недостаточности двигательной функции сустава. После бокового передне-латерального доступа остается более высокая вероятность хромоты и болей в области большого вертела вследствие неполноценного восстановления мягких тканей или травмы верхнего ягодичного нерва. При прямом наружном доступе по данным ЭМГ повреждение верхнего ягодичного нерва диагностируется у 20% больных, при передне-наружном доступе всего 11,6% пациентов имеют признаки какой-либо травматизации нервов.

Прямой передний доступ значительно снижает риск вывихов после операции. При переднем и заднем доступах сухожилия отводящих мышц остаются нетронутыми.

Задний доступ ассоциируется с высоким процентом нестабильности тазобедренного сустава; исторически считается, что задний доступ связан с большим риском послеоперационных вывихов, чем передний и переднелатеральный. При заднем доступе наиболее часто встречаются ошибки в позиционировании компонентов и недостаточная реконструкция мягких тканей. Задний доступ считается рискованным из-за близости седалищного нерва.

Чрезвертельный доступ – доступ к суставу, который выполняют с остеотомией большого вертела. Остеотомия вертела может быть стандартная одноплоскостная, слайд-osteotомия и расширенная остеотомия. Каждый тип остеотомии имеет свои показания, противопоказания и осложнения. Фиксировать вертел по завершении операции можно проволокой, пластинами, вертельными винтами и другими современными металлофиксаторами. И если при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава этот доступ может рассматриваться в историческом аспекте, то при выполнении ревизионного вмешательства этот доступ является ценным инструментом, обеспечивающим лучший обзор вертлужной впадины и проксимального отдела бедра [1].

При выполнении повторных вмешательств на тазобедренном суставе, связанных с удалением и заменой имплантатов, следует помнить, что костная ткань, как правило, порозная, капсула сустава рубцово изменена, мышцы пациента гипотрофичны из-за невозможности полноценных движений. Определенные конструктивные особенности протезов создают порою непреодолимые сложности при удалении его компонентов. Удаление протеза идет с высокой вероятностью околопротезных переломов, появления и увеличения дефектов костной ткани в области имплантационного ложа. Перед хирургом всегда стоит проблема где взять и как подобрать оптимальный ауто- или аллотрансплантат, аугмент, оптимальный типоразмер ревизионного протеза. Все ревизии идут с увеличением времени операции и кровопотери. Процент осложнений увеличивается. Больным требуется длительная послеоперационная реабилитация.

АЛГОРИТМ ВЫБОРА МЕТОДИКИ ВОСПОЛНЕНИЯ ДЕФЕКТА ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ И ИМПЛАНТАЦИИ ЧАШКИ ПРОТЕЗА

В зависимости от типа дефекта впадины по классификации Paprovsky и AOOS предлагаем алгоритм выбора методик замещения костного дефекта вертлужной впадины и имплантации чашки протеза, представленный в виде таблицы.

Вид дефекта по классификации Paprovsky, AAOS	Способ имплантации чашки протеза
Дефекты типа I и II Paprovsky. Дефекты I и II AAOS.	Возможно осуществить реимплантацию полусферической чашки с бесцементным типом «press-fit» фиксации в истинную вертлужную область, костная пластика ауто- или аллочипсами очагов остеолита.
Дефекты типа II B, II C, III A Paprovsky. Дефекты III AAOS.	Возможно осуществить реимплантацию полусферической чашки с бесцементным типом «press-fit» фиксации в истинную вертлужную область. Для восполнения сегментарного дефекта покрытия в области крыши впадины более 30% площади чашки и медиального дефекта в области дна используются костные ауто- и аллотрансплантаты, аугменты из пористого металла. Возможно использование вертлужных компонентов специальной овальной формы. При выраженных медиальных дефектах возможно применение армирования дефекта титановой сеткой, фиксированной к краям впадины 2-3 винтами, перед этим дефект в обязательном порядке заполняется ауто-аллокостью или искусственным остеозамещающим материалом; в титановую сетку имплантируется полусферическая чашка с цементным типом фиксации. Возможно использование чашек больших размеров Jumbo-cup с ауто- или аллопластикой дефекта.
Дефекты типа III B Paprovsky. Дефекты IV AAOS	Необходимо использование укрепляющих колец Мюллера или антипротрузионных колец Бурш-Шнайдера с пластикой дефектов в истинной вертлужной области массивными структурными ауто- или аллотрансплантатами, титановыми аугментами; в опорное кольцо имплантируется полусферические чашки с цементным типом фиксации. Возможно использование двудольчатых или продолговатых чашек с дополнительной фиксацией винтами (дистракционный метод достижения стабильности), пластикой дефекта модульными титановыми/керамическими вставками или структурным массивным аллотрансплантатом. Возможно применение индивидуальных тазовых компонентов, изготовленных с учетом данных 3D моделирования.
Дефекты с нарушением целостности тазового кольца. Дефекты IV, V AAOS.	Остеосинтез передней и задней колонны с помощью реконструктивных пластин в сочетании с антипротрузионным кольцом Бурш-Шнайдера (фланцы для седалищной и подвздошной костей), пластика дефектов массивными структурными аллотрансплантатами, в кольцо имплантируется чашка с цементным типом фиксации. Возможно использование двудольчатых или продолговатых чашек с дополнительной фиксацией винтами (дистракционный метод достижения стабильности). Артродез, опорная остеотомия

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ ВОСПОЛНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

Клинический пример использования чашки большого размера при протрузионной деформации вертлужной впадины.

Пациентка С., 52 лет, с диагнозом «Ревматоидный артрит, полиартрит. Правосторонний коксартроз III стадии, протрузионная форма, комбинированная контрактура правого тазобедренного сустава, болевой синдром» в период предоперационного обследования для планового эндопротезирования, при падении получила поперечный подвертельный перелом правого бедра со смещением отломков (Рис.12). При госпитализации в травматологическое отделение было решено воздержаться от выполнения эндопротезирования правого тазобедренного сустава одновременно с синтезом перелома на ножке протеза, в виду тяжелой сопутствующей патологии пациентки и высоким риском кровопотери. Первым этапом был выполнен закрытый интрамедуллярный остеосинтез перелома правого бедра стержнем 360/13 мм с блокированием проксимально и дистально 4 винтами, достигнута удовлетворительная репозиция и стабильная фиксация перелома (Рис.13). Больная была активизирована и выписана на амбулаторное наблюдение [36].



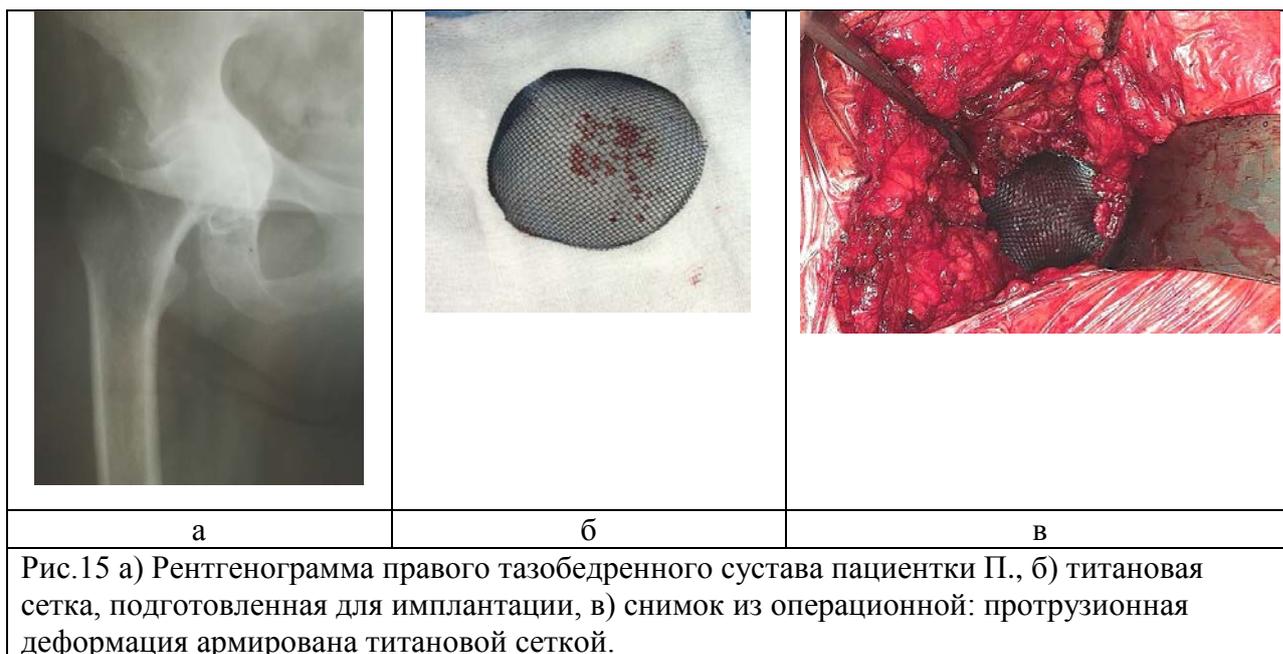
При появлении начальных рентгенологических признаков консолидации и нормализации показателей крови, через 9 месяцев после остеосинтеза, больная С., была госпитализирована для второго этапа лечения: в одну операционную сессию, был удален металлофиксатор из правого бедра и выполнено эндопротезирование правого тазобедренного сустава бесцементным протезом «De Puy» с аугментацией протрузионного дефекта костными чипсами из резецированной головки бедра (Рис.14 а, б). Для достижения хорошего опорного контакта протеза с деформированной вертлужной впадиной имплантирована чашка большого размера «Jambo cup» с внешним диаметром 60 мм. Чашка дополнительно фиксирована 2-мя спонгиозными винтами в области свода, имплантирован пластмассовый вкладыш. В качестве бедренного компонента

использована длинная ножка, которая на 2/3 своей длины перекрывала зону срастающегося перелома бедренной кости, и металлическая головка +5. Послеоперационный период протекал без осложнений, больная была активизирована на 2 сутки после операции и на 10 сутки выписана из стационара.



Клинический пример использования аутокости (чипсы из резецированной головки бедра) и титановой сетки для армирования дефекта при протрузионной деформации вертлужной впадины.

Пациентке П. 60 лет, с диагнозом «Ревматоидный артрит. Полиартрит. Правосторонний коксартроз III стадии, Протрузионная форма. Комбинированная контрактура правого тазобедренного сустава, болевой синдром» во время операции из резецированной головки бедра были приготовлены ауточипсы среднего и мелкого размера, которые плотно импактировали в область протрузионного дефекта. Далее на сферическом импакторе была отмоделирована титановая сетка (Пластина сетчатая «Ти-Плэйт» для краниопластики и закрытия костных дефектов - регистрационное удостоверение на мед.изделие от 27 июля 2016 года №РЗД 2016/4517) (Пат.2715210 РФ, МПК А61В17/00. Способ пластики дефектов вертлужной впадины титановой сеткой / Е.А.Волокитина, А.С.Ершов, С.М.Кутепов) [45]. Участки титановой сетки, выступающие за края полусферы отсечены ножницами. Затем в вертлужную впадину имплантировали отмоделированную титановую сетку, так чтобы она плотно прилегала по краям и в области дна впадины. В верхних отделах титанового имплантата, соответствующих своду впадины были сформированы сверлом 2 отверстия, через которые сетку прификсировали спонгиозными винтами к тазовой кости. Осуществили примерку и установку стандартного тазового компонента на цемент в титановую сетку, воссоздающую сферичную форму имплантационного ложа (рис.15).



После обработки бедренного канала имплантировали ножку и головки протеза вправили протеза во впадину и послойно ушили рану. В результате аутопластики и армирования дефекта титановой сеткой был восстановлен офсет впадины. Имплантирован стандартный эндопротез. Не использовались массивные ревизионные импланты (опорные кольца) (Рис.16). Результат лечения хороший.



Клинический пример аутопластики дефекта типа III A Paprovsky (AAOS III, Crowe III) в области свода вертлужной впадины и реимплантации чашки протеза

Пациентке Н., 62 лет, первичное протезирование обоих тазобедренных суставов было выполнено по поводу двустороннего коксартроза III стадии, из сопутствующей патологии – ожирение (вес 125 кг). В отдаленном послеоперационном периоде на фоне хорошего восстановления функции тазобедренных суставов, вернулась к труду, на работу добиралась в общественном транспорте, при падении произошла дислокации впадины

эндопротеза справа (через 3 года после первичного протезирования), на фоне которой продолжала работать и нагружать нижнюю конечность. Через год после падения обратилась в клинику, диагностирована нестабильность и дислокация тазового компонента справа (рис.17).



Рис.17 Рентгенограммы правого тазобедренного сустава пациентки П., через 4 года после первичного эндопротезирования правого тазобедренного сустава протезом «Ceraver» (цементная чашка, бесцементная ножка) а) прямая проекция, б) боковые проекции.

Было выполнено ревизионное эндопротезирование - замена чашки протеза и пластика дефекта аутотрансплантатом из гребня подвздошной кости. Аутотрансплантат фиксирован 2-мя винтами, бесцементная чашка протеза установлена press-fit, дополнительно фиксирована 2 винтами (Рис.18). Донорское ложе зажило без осложнений. Отдаленный результат ревизионного вмешательства хороший.



Рис.18 Рентгенограммы правого тазобедренного сустава пациентки П., после ревизионного эндопротезирования правого тазобедренного сустава протезом - замена нестабильной чашки цементной фиксации на бесцементную чашку протеза «Ceraver», аутопластика дефекта, фиксация чашки и аутотрансплантата винтами а) прямая проекция, б) косая и прямая проекции с захватом ножки протеза.

Клинический пример аллопластики дефекта типа III A Paprovsky (AAOS III, Crowe III) в области свода вертлужной впадины и реимплантации чашки протеза

Пациентке Н., 56 лет, первичное протезирование обоих тазобедренных суставов было выполнено по поводу асептического некроза головки бедра III стадии, через 7 лет после первичной имплантации справа протеза «Керамед» бесцементной фиксации развилась нестабильность и произошел вывих и дислокация чашки протеза. Ввиду того, что пациентка длительное время за медицинской помощью не обращалась, над вывихнутой головкой и чашкой протеза сформировался неоартроз (рис.19, а). При поступлении в клинику и при проведении КТ-исследования выявлена сохранность переднего с заднего края вертлужной впадины на уровне истинной вертлужной области (рис.19, б). При выполнении ревизионного вмешательства дефект в области свода заполнен массивным аллотрансплантатом (проксимальный отдел бедренной кости), который фиксируется к тазовой кости на винты. В истинную вертлужную область имплантирована чашка протеза «Ceraver» бесцементной фиксации. Произведена замена ножки протеза: имплантирована ножка «Ceraver» бесцементной фиксации, большой вертел фиксирован проволокой (рис.19, в).



Клинический пример аллопластики структурным трансплантатом протрузионного дефекта типа III B Paprovsky, IV AAOS, имплантации опорного кольца Мюллера, имплантации чашки протеза в опорное кольцо на цемент.

Пациенту М., 42 лет, первичное протезирование левого тазобедренного сустава было выполнено по поводу асептического некроза головки левого бедра III стадии. Через 7 лет после первичного эндопротезирования на фоне активного образа жизни и чрезмерной физической нагрузки развилась нестабильность тазового компонента протеза с формированием протрузионного дефекта, центральной дислокацией чашки и головки протеза. Учитывая сохранность краев вертлужной впадины, выполнено ревизионное эндопротезирование: область дефекта перекрыта массивным структурным аллотрансплантатом, установлено «press-fit» опорное кольцо Мюллера, которое

фиксировано тремя винтами к тазовой кости, в кольцо имплантирована чашка цементной фиксации. Ближайший и отдаленный результаты хорошие (Рис.20).



Клинический пример аллопластики структурным трансплантатом протрузионного дефекта типа III В Paprovsky, IV AAOS, имплантации опорного кольца Бурш-Шнайдера, имплантации чашки протеза в опорное кольцо на цемент.

Пациент Г., 48 лет, в результате автодорожной травмы получил центральный переломовывих левого тазобедренного сустава с протрузией головки бедра в таз, перелом заднего края вертлужной впадины. Для заполнения протрузионного дефекта и дефекта заднего края вертлужной впадины использован структурный аллотрансплантат, который установлен «press-fit» в тазовую кость. В качестве армирования зоны дефекта использовано кольцо Бурш-Шнайдера, фланцы которого закреплены в седалищной и подвздошной костях, опорное кольцо фиксировано к тазовой кости на винты, в кольцо имплантирована чашка цементной фиксации. Ближайший и отдаленный результаты хорошие (Рис.21).



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эндопротезирование тазобедренного сустава (первичное или ревизионное) при наличии костного дефекта вертлужной впадины является сложным хирургическим вмешательством, технические аспекты которого окончательно не решены. В настоящее время существуют различные варианты установки тазового компонента протеза: установка стандартной полнопрофильной чашки бесцементной фиксации в истинную вертлужную область с костной пластикой дефекта, установка чашки в истинную вертлужную область с частичным ее недопокрытием и пластикой костными чипсами, установка чашки в более вертикальном положении, установка чашки со смещением центра ротации – выше истинной вертлужной области в сохранившуюся кость в области свода, установка чашки цементной фиксации в опорные и антипротрузионные конструкции; при всех этих вариантах возможно использование аутотрансплантатов из резецированной головки бедра, массивных структурных аллотрансплантатов, костных чипсов, искусственного остеозамещающего материала из титана и керамики. Каждый из перечисленных вариантов имеет свои преимущества и недостатки, возможна комбинация различных способов.

Однако, биомеханические условия для длительного и безболезненного функционирования эндопротеза обеспечиваются восстановлением центра ротации сустава в истинной вертлужной области с достижением надежной первичной фиксации чашки протеза в тазовой кости. Многообразие форм дефектов создаёт технические сложности во время операции и предъявляет повышенные требования к опыту и навыкам хирурга, что заставляет упрощать конструкцию имплантатов, приводя её к более правильным геометрическим формам. Существенные сложности при ведении пациентов создает недостаточное развитие законодательной базы в области применения индивидуальных конструкций, новых материалов и техник восстановления костного дефицита. Открытыми остаются вопросы классификации дефектов вертлужной впадины, подбора оптимальных остеозамещающих материалов и непосредственно самих вертлужных компонентов, техники их установки, в зависимости от конкретной клинической ситуации.

Разработка хирургических методик восстановления целостности имплантационного ложа для тазового компонента и материалов для аугментации костных дефектов является актуальной проблемой современной травматологии и ортопедии.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ:

Выберите несколько правильных ответов:

А. Одними из первых проявлений нестабильности тазового компонента протеза являются:

1. Уплотнение фиброзного кольца
2. Болевой синдром
3. Зоны лизиса вокруг чашки протеза
4. Контрактура тазобедренного сустава

Б. Какие классификации наиболее используются для описания травматических дефектов вертлужной впадины:

1. A.E. Gross (1993)
2. W.G. Paprosky (1994)
3. AAOS, 2017
4. K.J. Saleh (2001)
5. Hartofilakidis (1988)
6. J.F. Crowe (1979)

Б. Какие классификации наиболее используются для описания диспластических дефектов вертлужной впадины:

1. A.E. Gross (1993)
2. J.F. Crowe (1979)
3. W.G. Paprosky (1994)
4. AAOS, 2017
5. K.J. Saleh (2001)
6. Hartofilakidis (1988)

В. Какие из элементов сустава визуализируются на прямой рентгенограмме таза

1. «Фигура слезы»
2. lig. Capituli femoris
3. Zona orbicularis
4. «Фигура полумесяца»

Г. Какие анатомические образования участвуют в рентгенологической картине «симптома клюва»

1. fossa acetabuli, ее края
2. оссификаты fossa acetabuli
3. головка бедренной кости
4. медиальный остеофит головки бедра.

Д. Вертлужная впадина представлена слиянием 3 костей, напишите их соответствие отделам вертлужной впадины:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1. Подвздошная представляет | а) передне-нижний отдел |
| 2. Лонная представляет | б) задне-нижний отдел |
| 3. Седалищная представляет | в) верхний отдел |

Задачи

1. Оцените тактику хирурга при восполнении протрузионного дефекта вертлужной впадины у больного ревматоидным артритом (найдите правильный ответ/ответы):

- Заполнение цементом протрузионного дефекта, установка чашки на цемент
- Заполнение дефекта аутокостью (чипсы из резецированной головки бедра), установка чашки бесцементной фиксации
- Заполнение дефекта аутокостью (чипсы из резецированной головки бедра), армирование зоны дефекта титановой сеткой, установка в сетку чашки цементной фиксации.

2. Оцените тактику хирурга при восполнении дефекта верхнего края вертлужной впадины, превышающего 30% ее окружности (найдите правильный ответ/ответы):

- Заполнение цементом дефекта в области верхнего края впадины, установка чашки на цемент.
- Заполнение дефекта аутокостью (чипсы из резецированной головки бедра), установка чашки бесцементной фиксации
- Заполнение дефекта структурным аутотрансплантатом из резецированной головки бедра, фиксация на винты аутотрансплантата, установка чашки бесцементной фиксации

2. Оцените тактику хирурга при восполнении дефекта вертлужной впадины, IV В по Paprosky (1994) (найдите правильный ответ/ответы):

- Заполнение цементом дефекта впадины, установка чашки на цемент.
- Заполнение дефекта аутокостью (чипсы из резецированной головки бедра), установка чашки бесцементной фиксации

- Заполнение дефекта структурным аллотрансплантатом фиксация на винты аллотрансплантата, установка чашки бесцементной фиксации большого размера
- Заполнение дефекта структурным аллотрансплантатом фиксация на винты аллотрансплантата, установка опорного кольца Бурш-Шнайдера и чашки бесцементной фиксации большого размера
- Заполнение дефекта структурным аллотрансплантатом фиксация на винты аллотрансплантата, установка опорного кольца Бурш-Шнайдера и чашки цементной фиксации

Ответьте на следующие вопросы:

1. Перечислите наиболее известные классификации костных дефектов вертлужной впадины.
2. Какие анатомические структуры образуют переднюю, заднюю, латеральную и медиальную колонны стабильности вертлужной впадины?
3. Ориентиром чего может служить lig. Transversum acetabula при вмешательстве на тазобедренном суставе?
4. Назовите дополнительные ревизионные конструкции для возмещения дефектов вертлужной впадины.
5. Назовите остеозамещающие материалы, используемые в клинической практике.
6. При каких дефектах вертлужной впадины используются стандартные бесцементные полусферические чашки.
7. Расскажите этапы заднего доступа, когда он применяется.
8. Какие анатомические структуры страдают при заднем доступе, его осложнения.
9. Опасность повреждения каких нервов имеется при заднем и передне-наружном доступах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава: руководство для врачей / под ред. Д. Дж. Джаковски, Э.К. Хедли; пер. с англ. Под ред. Н.В.Загороднего. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 214.-328 с.
2. Bozic K.J., Kamath A.F., Ong K., Lau E., Kurtz S., Chan V. et al. Comparative Epidemiology of Revision Arthroplasty: Failed THA Poses Greater Clinical and Economic Burdens Than Failed TKA. Clin Orthop Relat Res. 2015;473(6):2131-2138. doi: 10.1007/s11999-014-4078-8.
3. Badarudeen S., Shu A.C., Ong K.L., Baykal D., Lau E., Malkani A.L. Complications after revision total hip arthroplasty in the medicare population. J Arthroplasty. 2017;32(6):1954-1958. doi: 10.1016/j.arth.2017.01.037.
4. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Тотоев З.А., Лю Б., Билык С.С. Структура ранних ревизий эндопротезирования тазобедренного сустава. Травматология и ортопедия России. 2014;(2):5-13. [Tikhilov R. M., Shubnyakov I. I., Kovalenko A. N., Totoev Z. A., Liu B., Bilyk S. S. Structure of early revisions of hip replacement. Travmatologiya i ortopediya Rossii. 2014;(2):5-13. In Russ.]doi: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13.
5. Удинцева М.Ю., Волокитина Е.А., Кутепов С.М. Возмещение дефектов вертлужной впадины при эндопротезировании тазобедренного сустава. Казанский мед. ж. 2022;103(1):000–000. DOI: 10.17816/KMJ2022-000.
6. Брагина С.В. Современные возможности ранней лабораторной диагностики перипротезного остеолита как предиктора развития асептической нестабильности эндопротеза тазобедренного сустава (обзор литературы) // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 2. С. 261-265. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-2-261-265 & Bragina S.V. Modern possibilities with early laboratory diagnosis of periprosthetic osteolysis predating aseptic loosening in total hip arthroplasty (literature review). Genij Ortopedii, 2020, vol.

- 26, no 2, pp. 261-265. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-2-261-265.
7. Тихилов, Р.М. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава с использованием аугментов из трабекулярного металла при последствиях переломов вертлужной впадины /Р.М. Тихилов, И.И. Шубняков, И.Т. Чиладзе [и др.] // Травматология и ортопедия России - 2011. - Т. 59, №1. - С.76-81
 8. Балаев, Д.В. Оценка результатов применения аугментов из трабекулярного металла и их цементных аналогов при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава. / Д.В. Балаев, А.Ю. Заигралов, А.Е. Горобец, Р.А. Гянджалиев // Бюллетень медицинских интернет-конференций. - 2014. - № 12. Т.4. - С. 1412.
 9. Мурылев, В.Ю. Первичное эндопротезирование тазобедренного сустава с применением вертлужных компонентов из трабекулярного тантала / В.Ю. Мурылев, Г. Холодаев, Г. Рубин [и др.] // Врач.- 2013.- № 1. - С. 73-77.
 10. [Mäkinen, T.J.](#) Management of massive acetabular bone defects in revision arthroplasty of the hip using a reconstruction cage and porous metal augment. / [Mäkinen TJ, Abolghasemian M, Watts E.](#) // [Bone Joint J.](#) 2017 May;99-B(5):607-613. doi: 10.1302/0301-620X.99B5.BJJ-2014-0264.R3.
 11. Pelliccia L., Lorenz M., Heyde C.E., Kaluschke M., Klimant P., Knopp S., Schleifenbaum S., Rotsch C., Weller R., Werner M., Zachmann G., Zajonz D., Hammer N. A cadaver-based biomechanical model of acetabulum reaming for surgical virtual reality training simulators. Sci Rep. 2020 Sep 3;10(1):14545. doi: 10.1038/s41598-020-71499-5. PMID: 32884007; PMCID: PMC7471911.
 12. Лагунова, И.П. Клинико-рентгенологическая диагностика дисплазий скелета / И.П. Лагунова. - М.: Медицина, 1989. - 256 с
 13. Kavalerskiy GM, Murylev VY, Rukin YA, Elizarov PM, Lychagin AV, Tselisheva EY. Three-Dimensional Models in Planning of Revision Hip Arthroplasty with Complex Acetabular Defects. Indian J Orthop. 2018 Nov-Dec; 52 (6):625-630. doi: 10.4103 / Opro.IJOrtho_556_16. PMID: 30532303; PMCID: PMC6241052
 14. Campbell D.G., Garbuz D.S., Masri B.A., Duncan C.P. Reliability of acetabular bone defect classification systems in revision total hip arthroplasty. J Arthroplasty. 2001;16(1):83-86.
 15. Paprosky W.G., Perona P.G., Lawrence J.M. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in ДИСКУССИИ / DISCUSSIONS 140 2019;25 (1) Травматология и ортопедия России / Traumatology and orthopedics of Russia revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. J Arthroplasty. 1994; 9 (1):33-44.
 16. Sheth N.P., Nelson C.L., Springer B.D., Fehring T.K., Paprosky W.G. Acetabular bone loss in revision total hip arthroplasty: evaluation and management. J Am Acad Orthop Surg. 2013;21(3):128-139. doi: 10.5435/JAAOS-21-03-128.
 17. Amirouche F., Solitro G.F., Walia A., Gonzalez M., Bobko A. Segmental acetabular rim defects, bone loss, oversizing, and press fit cup in total hip arthroplasty evaluated with a probabilistic finite element analysis. Int Orthop. 2017;41(8):1527-1533. doi: 10.1007/s00264-016-3369-y.
 18. Ries M.D. Total hip arthroplasty in acetabular protrusion // Orthopaedics.-2009.- Vol.32- P.666
 19. Crowe, J.F. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. /J.F.Crowe, J. Mani, C.S. Ranavat // J.Bone and Joint Surg. – Jan., 1979. – V.61-A– P.15–23.
 20. Hartofilakidis. G. [Lessons learned from study of congenital hip disease in adults.](#) /G. Hartofilakidis, K. Lampropoulou-Adamidou //World J Orthop. - 2016- Dec 18; Vol. 7(12). P. 785-792. doi: 10.5312/wjo.v7.i12.785. eCollection 2016 Dec 18. Review.
 21. Eftekhari, N. Principles of total hip arthroplasty. /Eftekhari //C V Mosby, St. Louis. - 1978. - P. 437–455.

22. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. Под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. СПб., 2014. Т. 1, Гл. 7. С. 221-256. [Guide to hip surgery. Ed. by R.M. Tikhilov, I.I. Shubnyakov. SPb, 2014. Vol.1, Ch.7. pp. 221-257. In Russ.]
23. Волокитина, Е.А. Эндопротезирование тазобедренного сустава при деформациях тазовой кости: особенности предоперационного проектирования и хирургической техники. /Е.А. Волокитина, Д.А. Колотыгин// Вестник травматологии и ортопедии Урала. - 2013. - №1-2. - С.-42-49.
24. Загородний, Н.В, Эндопротезирование тазобедренного сустава. Основы и практика: руководство. – М., ГЭОТАР- Медиа, 2012, - 704 с.: ил.
25. Horas K., Arnholdt J., Steinert A.F., Hoberg M., Rudert M., Holzapfel B.M. Acetabular defect classification in times of 3D imaging and patient-specific treatment protocols. *Orthopade*. 2017;46(2):168-178. doi: 10.1007/s00132-016-3378-y.
26. Schierjott RA, Hettich G, Graichen H, Jansson V, Rudert M, Traina F, et al. (2019) Quantitative assessment of acetabular bone defects: A study of 50 computed tomography data sets. *PLoS ONE* 14(10): e0222511. [https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0222511](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222511)
27. Волокитина Е.А. Особенности эндопротезирования при дефектах и деформациях вертлужной впадины / Е.А. Волокитина, Д.А.Колотыгин // Сборник тезисов VI Евразийского конгресса травматологов-ортопедов, - 24-26 августа, Казань , 2017, - С. 42-43
28. Гилев М.В., Волокитина Е.А., Антониади Ю.В., Гвоздевич В.Д., Зверев Ф.Н., Черницын Д.Н. Костная аутопластика участком гребня крыла подвздошной кости в хирургии внутрисуставных переломов костей конечностей. Анализ встретившихся осложнений. Вестник уральской медицинской академической науки. 2017, Том 14, №1, с. 5–11, DOI: 10.22138/2500-0918-2017- 14-1-5-11).
29. Анастасиева Е.А., Садовой М.А., Воропаева А.А., Кирилова И.А. Использование ауто- и ал- лотрансплантатов для замещения костных дефектов при резекциях опухолей костей (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(3):148–155. [Anastasiyeva EA, Sadovoy MA, Voropaeva VV, Kirilova IA. Reconstruction of bone defects after tumor resection by autoand allografts (review of literature). *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2017;23(3):148–155. (In Russ.)] DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-3-148-155.
30. Lee JM, Kim TH. Acetabular cup revision arthro- plasty using morselized impaction allograft. *Hip Pelvis*. 2018;30(2):65–77. DOI: 10.5371/hp.2018.30.2.65.
31. Gibon E, Kerboull L, Courpied JP, Hamadouche M. Acetabular reinforcement rings associated with allograft for severe acetabular defects. *Int Orthop*. 2019;43(3):561– 571. DOI: 10.1007/s00264-018-4142-1.
32. Гилев М.В., Зайцев Д.В., Измоденова М.Ю., Киселёва Д.В., Волокитина Е.А. Влияние типа остео- замещающего материала на основные механические параметры трабекулярной костной ткани при аугментации импрессионного внутрисуставного перелома. Экспериментальное исследование. *Гений ортопедии*. 2018;24(4):492–499. [Gilev MV, Zaytsev DV, Izmodenova MYu, Kiseleva DV, Volokitina EA. The influence of bone substitute material on mechanical properties of trabecular bone in augmentation of intra-articular impression fractures. Experimental study. *Geniy ortopedii*. 2018;24(4): 492–499. (In Russ.)] DOI: 10.18019/1028-4427-2018-24-4-492-499
33. Измоденова М.Ю., Гилев М.В., Ананьев М.В., Зайцев Д.В., Антропова И.П., Фарленков А.С., Тропин Е.С., Волокитина Е.А., Кутепов С.М., Юшков Б.Г. Характеристика костной ткани при имплантации керамического материала на основе цирконата лантана в эксперименте. *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(3):130–140. [Izmodenova MYu, Gilev MV, Ananyev MV, Zaytsev DV, Antropova IP, Farlenkov AS, Tropin ES, Volokitina EA, Kutepov SM, Yushkov BG. Bone tissue properties after lanthanum zirconate ceramics implantation: experimental study. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2020;26(3):130–140. (In Russ.)] DOI:

- 10.21823/2311-2905-2020-26-3-130-140.
34. Тихилов, Р.М. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава с использованием аугментов из трабекулярного металла при последствиях переломов вертлужной впадины /Р.М. Тихилов, И.И. Шубняков, И.Т. Чиладзе [и др.] // Травматология и ортопедия России - 2011. - Т. 59, №1. - С.76-81.
 35. Gredes T, Kubasiewicz-Ross P, Gedrange T, Dominiak M, Kunert-Keil C. Comparison of surface modified zirconia implants with commercially available zirconium and titanium implants: A histological study in pigs. *Implant Dent.* 2014;23(4):502–507. DOI: 10.1097/ID.000000000000110.
 36. Волокитина Е.А. Эндопротезирование тазобедренного сустава при протрузионной деформации вертлужной впадины на фоне ревматоидного артрита, осложненного переломом бедренной кости (случай из практики) / Волокитина Е.А., Ершов А.С., Хабиб М.С.С // Уральский медицинский журнал. – 2018. – №8 (163). - С. 117-121
 37. Vaauw M, van Hooff ML, Spruit M. Current construct options for revision of large acetabular defects: A systematic review. *JBJS Rev.* 2016;4(11). DOI: 10.2106/JBJS.RVW.15.00119
 38. Chen M, Luo ZL, Wu KR, Zhang XQ, Ling XD, Shang XF. Cementless total hip arthroplasty with a high hip center for Hartofilakidis type B developmental dysplasia of the hip: results of midterm follow-up. *J Arthroplasty.* 2016;31(5):1027–1034. DOI: 10.1016/j.arth.2015.11.009.
 39. Николаев Н.С., Малюченко Л.И., Преображенская Е.В., Карпухин А.С., Яковлев В.В., Максимов А.Л. Применение индивидуальных вертлужных компонентов в эндопротезировании тазобедренного сустава при посттравматическом коксартрозе. *Гений ортопедии.* 2019;25(2):207–213. [Nikolaev NS, Malyuchenko LI, Preobrazhenskaya EV, Karpukhin AS, Yakovlev VV, Maksimov AL. Use of customized acetabular components for hip joint arthroplasty in posttraumatic coxarthrosis. *Geniy ortopedii.* 2019;25(2):207–213. (In Russ.)] DOI: 10.18019/1028-4427-2019-25-2-207-213.
 40. Horas K, Arnholdt J, Steinert AF, Hoberg M, Ruder M, Holzapfel BM. Acetabular defect classification in times of 3D imaging and patient-specific treatment protocols. *Orthopade.* 2017;46(2):168–178. DOI: 10.1007/s00132-016-3378-y.
 41. Plate JF, Shields JS, Langfitt MK, Bolognesi MP, Lang JE, Seyler TM. Utility of radiographs, computed tomography, and three dimensional computed tomography pelvis reconstruction for identification of acetabular defects in residency training. *Hip Pelvis.* 2017;29(4):247–252. DOI: 10.5371/hp.2017.29.4.247.
 42. Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Билык С.С., Шубняков И.И., Черкасов М.А., Денисов А.О. Позиционирование индивидуальных вертлужных компонентов при ревизиях тазобедренного сустава: действительно ли они подходят как «ключ к замку»? *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2017;(4):31–37. [Kovalenko AN, Tikhilov RM, Bilyk SS, Shubnyakov II, Cherkasov MA, Denisov AO. Positioning of custommade acetabular components at revision hip arthroplasty: do they really match as “a key and a lock”? *Vestnik travmatologii i ortopedii im NN Priorova.* 2017;(4):31–37. (In Russ.)] DOI: 10.32414/0869-8678-2017-4-31-37.
 43. Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М. Опыт применения индивидуальных трёхфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(4):101–111. [Korytkin AA, Zakharova DV, Novikova YS, Gorbатов RO, Kovaldov KA, El Moudni YM. Custom triflange acetabular components in revision hip replacement (experience review). *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2017;23(4):101–111. (In Russ.)] DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111.
 44. Kavalerskiy GM, Murylev VY, Rukin YA, Elizarov PM, Lychagin AV, Tselisheva EY. Three-Dimensional models in planning of revision hip arthroplasty with complex acetabular defects. *Indian J Orthop.* 2018;52(6): 625–630.
 45. Пат.2715210 РФ, МПК А61В17/00. Способ пластики дефектов вертлужной впадины титановой сеткой / Е.А.Волокитина, А.С.Ершов, С.М.Кутепов. – № 2019113428; заявл.29.04.2019; опубл. 25.02.2020, Бюл. №6.