

Научная статья

УДК [616.718.16-007.24+616.728.2]-089.844

<https://doi.org/10.17816/2311-2905-17701>

Среднесрочные результаты ревизионного и первичного сложного эндопротезирования тазобедренного сустава с применением импакционной костной пластики дефектов вертлужной впадины

В.Н. Гольник¹, А.М. Иванюк¹, Д.А. Джухаев¹, А.Г. Золовкина¹, Н.А. Кореньяк¹,
Ю.М. Батрак¹, В.А. Пелеганчук¹, В.В. Павлов²

¹ ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Минздрава России (г. Барнаул), г. Барнаул, Россия

² ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия

Реферат

Актуальность. Импакционная костная пластика остается альтернативным способом возмещения костного дефицита. Циклические нагрузки на аллотрансплантат могут вызывать его дальнейшее уплотнение и деформацию, приводя к миграции вертлужного компонента.


Цель исследования — оценить эффективность и уточнить показания для применения импакционной костной пластики дефектов вертлужной впадины при ревизионном и первичном сложном эндопротезировании тазобедренного сустава путем определения среднесрочных результатов выживаемости имплантированных вертлужных компонентов цементной фиксации.


Материал и методы. Проведен ретроспективный анализ результатов применения импакционной костной пластики у 48 пациентов, данные которых были доступны для оценки выживаемости вертлужного компонента. Рентгенологические данные проанализированы в 42 случаях, оценка клинических результатов проведена в 44 случаях. Структура операций представлена 37 ревизионными вмешательствами и 5 операциями первичного сложного эндопротезирования. Средний срок наблюдения составил 60 мес. Оценены рентгенологические признаки миграции, расшатывания вертлужного компонента, перестройки костного аллотрансплантата. Проведен анализ выживаемости по Каплану–Майеру с 95% доверительными интервалами.

Результаты. Общая выживаемость эндопротезов, в частности вертлужных компонентов, составила 97,9% (95% ДИ: 97,86–97,94) за 60 мес.; 84,3% (95% ДИ: 84,15–84,43) за 90 мес. В 4 (7,4%) случаях зафиксирован неудовлетворительный результат. В 7 случаях выявлены рентгенопрозрачные линии без клинических признаков расшатывания. В 22 (52,3%) случаях отмечено одновременное изменение инклинации и краниальное смещение центра ротации. При изолированной оценке инклинации изменения отмечены в 24 (57,1%) случаях. Выявлена прямая корреляция миграции вертлужного компонента, тяжести дефекта и использования ограничивающей конструкции ($p = 0,006$), а также между смещением центра ротации более 5 мм в любом направлении и увеличением инклинации более чем на 10° в 91,7% случаев ($p < 0,0001$). Медиана функциональной оценки по шкале Харриса показала 85,50 [70,5; 95,0] балла и 6,5 [2,0; 21,0] балла согласно опроснику WOMAC.

Заключение. Импакционная костная пластика является методом выбора для замещения ограниченных костных дефектов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. Миграцию вертлужного компонента, смещение центра ротации более 5 мм и увеличение его инклинации более 10° можно расценивать как условную норму, обусловленную естественными биомеханическими процессами, что подтверждается высокой среднесрочной выживаемостью эндопротеза.

Ключевые слова: импакционная костная пластика; костный дефект; ревизионное эндопротезирование; миграция вертлужного компонента; анализ выживаемости по Каплану–Майеру.

 **Для цитирования:** Гольник В.Н., Иванюк А.М., Джухаев Д.А., Золовкина А.Г., Кореньяк Н.А., Батрак Ю.М., Пелеганчук В.А., Павлов В.В. Среднесрочные результаты ревизионного и первичного сложного эндопротезирования тазобедренного сустава с применением импакционной костной пластики дефектов вертлужной впадины. *Травматология и ортопедия России*. 2025;31(3):20–34. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17701>.

 Гольник Вадим Николаевич; e-mail: vgolnik@mail.ru

Рукопись получена: 04.04.2025. Рукопись одобрена: 05.05.2025. Статья опубликована онлайн: 14.07.2025.

© Гольник В.Н., Иванюк А.М., Джухаев Д.А., Золовкина А.Г., Кореньяк Н.А., Батрак Ю.М., Пелеганчук В.А., Павлов В.В., 2025

Revision and Complex Primary Total Hip Arthroplasty with Impaction Bone Grafting for Acetabular Defects: Medium-Term Results

Vadim N. Golnik¹, Alexey M. Ivanyuk¹, Denis A. Dzhukhaev¹, Anna G. Zolovkina¹, Nina A. Korenyak¹, Yuriy M. Batrak¹, Vladimir A. Peleganchuk¹, Vitaliy V. Pavlov²

¹ Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty, Barnaul, Russia

² Tsvyann Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia

Abstract

Background. Impaction bone grafting remains an alternative method for managing bone deficiency. Cyclic loads on the allograft may cause its further compaction and deformation, leading to migration of the acetabular component.

The aim of this study — to evaluate the effectiveness and refine the indications for the use of impaction bone grafting for acetabular defects in revision and complex primary total hip arthroplasty by assessing the mid-term survival of implanted cemented acetabular components.

Methods. We performed a retrospective analysis of the results of impaction bone grafting in 48 patients whose data were available for the assessment of acetabular component survival. Radiographic data were analyzed in 42 cases, clinical outcomes were assessed in 44 cases. Structure of operations was represented by 37 revisions and 5 cases of complex primary hip arthroplasty. The average follow-up period was 60 months. We assessed radiographic signs of cup migration, loosening and bone allograft remodeling. Kaplan-Meier survival analysis with 95% confidence intervals was performed.

Results. The general survival of acetabular components was 97.9% (95% CI: 97.86–97.94) for 60 months and 84.3% (95% CI: 84.15–84.43) for 90 months. In 4 (7.4%) cases, we recorded an unsatisfactory result. In 7 cases, radiolucent lines without clinical signs of loosening were detected. In 22 (52.3%) cases a simultaneous change in inclination and cranial displacement of the rotation center were noted. In isolated assessment of inclination, changes were noted in 24 (57.1%) cases. We found a direct correlation between the acetabular component migration, defect severity and the use of a containment device ($p = 0.006$), as well as between the displacement of the rotation center by more than 5 mm and the inclination by more than 10° in 91.7% of cases ($p < 0.0001$). The median functional assessment according to the Hip Harris Score showed 85.50 [70.5; 95.0] points and 6.5 [2.0; 21.0] points according to the WOMAC questionnaire.

Conclusions. Impaction bone grafting is a method of choice for limited bone defects replacement. Migration of the cup, displacement of the rotation center by more than 5 mm and an increase in its inclination by more than 10° can be regarded as a conditional norm due to natural biomechanical processes, which is confirmed by high medium-term survival rates of the implant according to clinical data.

Keywords: impaction bone grafting; bone defect; revision arthroplasty; acetabular component migration; Kaplan-Meier survival analysis.

Cite as: Golnik V.N., Ivanyuk A.M., Dzhukhaev D.A., Zolovkina A.G., Korenyak N.A., Batrak Yu.M., Peleganchuk V.A., Pavlov V.V. Revision and Complex Primary Total Hip Arthroplasty with Impaction Bone Grafting for Acetabular Defects: Medium-Term Results. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2025;31(3):20–34. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17701>.

✉ Vadim N. Golnik; e-mail: vgolnik@mail.ru

Submitted: 04.04.2025. Accepted: 05.05.2025. Published online: 14.07.2025.

© Golnik V.N., Ivanyuk A.M., Dzhukhaev D.A., Zolovkina A.G., Korenyak N.A., Batrak Yu.M., Peleganchuk V.A., Pavlov V.V., 2025

ВВЕДЕНИЕ

Возмещение костного дефицита остается ключевым условием качественной реконструкции тазобедренного сустава (ТБС) при ревизионном эндопротезировании наравне с восстановлением центра ротации и обеспечением стабильной фиксации компонентов [1, 2]. За последние десятилетия в реконструктивной хирургии ТБС наметилась тенденция к использованию модульных ревизионных систем из различных пористых материалов с выраженными osteoconductive свойствами [3, 4].

Однако интерес к использованию различных костно-пластических материалов (КПМ) по-прежнему очень высокий. Использование массивных структурных аллотрансплантатов ограничено из-за риска резорбции и снижения долгосрочной стабильности, поскольку перестройка кости происходит лишь частично в реваскуляризированной краевой зоне [5]. Альтернативным способом возмещения костного дефицита в настоящее время остается импакционная костная пластика (ИКП) измельченной аллокостью. Многочисленные исследования показывают удовлетворительные результаты применения ИКП в комбинации с бесцементными высокопористыми вертлужными компонентами [6, 7], модульными ревизионными системами [8, 9, 10], кейджами [11], реконструктивными кольцами и индивидуальными конструкциями [12], при использовании которых опора конструкции происходит на нативную кость, а аллотрансплантат заполняет полость костного дефекта. Большая часть опыта использования технологии ИКП в эндопротезировании ТБС связана с применением вертлужного компонента (ВК) цементной фиксации [13, 14, 15, 16, 17].

Особенностью такой комбинации является возможность изменения с течением времени пространственного положения ВК, находящегося на основании из импактированной измельченной аллокости. Данная особенность является естественной закономерностью для этой технологии и, вероятно, связана с тем, что КПМ в результате циклических нагрузок подвержен дополнительному уплотнению и деформации [18]. Это принципиально отличает имплантацию ВК в нативную костную ткань вертлужной впадины, которая при циклических нагрузках не претерпевает значительных изменений. Несмотря на имеющиеся ограничения применения ИКП в виде риска резорбции импактированной костной ткани [19], меньшей первичной стабильности ВК цементной фиксации и его миграции [20, 21], привлекательной опцией по-прежнему остается возможность биологического замещения костных дефектов вертлужной впадины.

Цель исследования — оценить эффективность и уточнить показания для применения импакцион-

ной костной пластики дефектов вертлужной впадины при ревизионном и первично-сложном эндопротезировании тазобедренного сустава путем определения среднесрочных результатов выживаемости имплантированных вертлужных компонентов цементной фиксации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено одноцентровое ретроспективное наблюдательное исследование по оценке результатов применения импакционной костной пластики с использованием технологии X-Change со специализированным инструментарием (Stryker Howmedica, Ньюбери, Великобритания) при ревизионном и первичном сложном эндопротезировании ТБС у пациентов, прооперированных в период с сентября 2015 г. по февраль 2022 г. в ФГБУ «ФЦТОЭ» Минздрава России (г. Барнаул).

Критериями включения пациентов в исследование являлись:

- 1) ревизионное или первичное сложное эндопротезирование ТБС;
- 2) наличие ограниченных или комбинированных с сегментарным дефицитом дефектов вертлужной впадины, потребовавших реконструкции;
- 3) использование импакционной костной пластики в комбинации с цементируемым вертлужным компонентом.

Критерием исключения являлось применение альтернативных методик реконструкции дефектов вертлужной впадины с использованием бесцементных вертлужных компонентов с аугментами, реконструктивных кейджей, структурных аллотрансплантатов.

Исходно было отобрано 54 пациента, удовлетворяющих критериям включения. К моменту оценки среднесрочных результатов 6 пациентов не были доступны для контакта и проведения контрольного осмотра. Трое пациентов умерли за данный период от причин, не связанных с проведенным оперативным вмешательством, но доступные данные и рентгенограммы, сделанные в период наблюдения этих пациентов, были включены в исследование. Таким образом, данные 48 пациентов вошли в окончательный анализ выживаемости ВК цементной фиксации. Рентгенологические данные были проанализированы в 42 случаях (37 пациентов, которым выполнены ревизионные вмешательства, и 5 пациентов, перенесших первичное сложное эндопротезирование ТБС), анкеты для анализа клинических результатов заполнены у 44 пациентов.

Характеристика пациентов

В исследование было включено 23 (47,9%) женщины и 25 (52,1%) мужчин. Средний возраст на момент оперативного вмешательства составил 59,8 года

в диапазоне 35–78 лет; 21 пациент в возрасте до 60 лет, 27 — в возрасте 60 лет и более. Средний индекс массы тела (ИМТ) пациентов составлял $28,55 \pm 4,9$ кг/м² (диапазон 18,2–39,0). Двенадцать (25,0%) пациентов имели нормальный вес, 17 (35,4%) — избыточный вес, 14 (29,2%) — ожирение I ст., 5 (10,4%) — ожирение II ст. Средний период наблюдения составил 60 мес. (12–111).

Показания для применения ИКП определяли на основании предоперационного обследования при наличии ограниченного костного дефекта вертлужной впадины или комбинированного с сегментарным дефицитом с возможностью его аугментации различными металлоконструкциями и перевода в полностью ограниченный для удержания КППМ.

Исходно в структуре выполненных оперативных вмешательств ревизионное эндопротезирование составило 47 случаев, из них в 30 случаях операция была выполнена по поводу асептического расшатывания, в двух случаях — по поводу остеолитизиса, в одном случае — по поводу массивного постэксплантационного дефекта вертлужной впадины после неудачной попытки реконструкции другими методами, в 13 случаях ИКП была выполнена на втором этапе лечения перипротезной инфекции (ППИ) и в одном случае — при одноэтапном лечении ППИ. В семи случаях костная пластика вертлужной впадины выполнена при первичном эндопротезировании тазобедренного сустава: в одном случае — при массивной остеолитической кисте, в одном случае — при асептическом некрозе головки бедренной кости со вторичным дефектом вертлужной впадины, в одном случае — при двухэтапном лечении артрита на фоне перене-

сенного остеомиелита головки бедренной кости и в четырех случаях — при протрузионном коксартрозе. В 26 случаях ревизия тазового компонента сочеталась с заменой бедренного компонента, в 11 случаях ИКП была выполнена одновременно на тазовой и бедренной костях.

Техника хирургических вмешательств

Все операции выполнялись из переднебокового доступа тремя опытными хирургами с хирургическим стажем более 10 лет. В ходе оперативного вмешательства производилась оценка состояния вертлужной впадины, величины сегментарных дефектов при их наличии. В тех участках вертлужной впадины, где ограниченность дефекта нарушалась, устанавливалась металлическая реконструктивная сетка X-Change (Stryker Howmedica, Ньюбери, Великобритания) или индивидуальная 3D-сетка (Logeeks MS, Новосибирск, Россия), изготовленная методом селективного лазерного спекания титанового порошка, или аугмент из пористого тантала (Zimmer, Варшава, Индиана, США). Соотношение используемых конструкций для аугментации костного дефекта вертлужной впадины отражено в таблице 1. Костнопластический материал (чипсы размером около 10 мм³ из термически дезинфицированной аллокости из госпитального костного банка) изготавливался вручную с помощью кусачек Люера. Для имплантации использовались вертлужные компоненты цементной фиксации различных производителей размером от 40 до 58 мм. Активизацию пациентов производили на следующий день после выполненной операции с последующей дозированной нагрузкой на оперированную конечность в течение 6 нед.

Таблица 1

Способы аугментации различных костных дефектов при реконструкции вертлужной впадины

Способ аугментации	Количество случаев
Без конструкции	19
Реконструкция периферического дефекта сеткой Stryker	20
Реконструкция дефекта медиальной стенки сеткой Stryker	2
Реконструкция периферического и медиального дефекта сеткой Stryker	6
Реконструкция индивидуальной 3D-сеткой	3
Аугмент из пористого тантала	4

Методы оценки результатов

На момент проведения исследования пациентов приглашали на контрольный визит с рентгенограммами тазобедренного сустава в прямой и аксиальной проекциях, проводили клинический осмотр с оценкой функциональных результатов по модифицированной шкале Харриса (HHS) [22] и индексу остеоартрита Университетов Западного

Онтарио и МакМастера (индекс WOMAC) [23]. Пациенты, которые не смогли прибыть на очный осмотр, были опрошены по телефону, а их рентгенограммы были запрошены по почте с последующим анализом.

На основании предоперационных рентгенограмм, данных компьютерной томографии и интраоперационной картины дефекты вертлужной

впадины классифицировали по характеру ограниченности и степени тяжести согласно классификации AAOS (American Academy of Orthopaedic Surgeons) [24] и W. Paprosky [25] соответственно. Дефекты по классификации Paprosky в случаях ревизионного эндопротезирования распределились следующим образом: тип 3В встречался в 27 (57,4%) случаях, тип 2А — в 18 (38,3%), типы 2В и 2С — по одному (2,1%) случаю. Среди них неограниченные дефекты (I тип) встречались в двух (4,3%) случаях, в остальных наблюдениях это были ограниченные дефекты (II тип) — 11 (23,4%) случаев или комбинированные (III тип) с возможностью

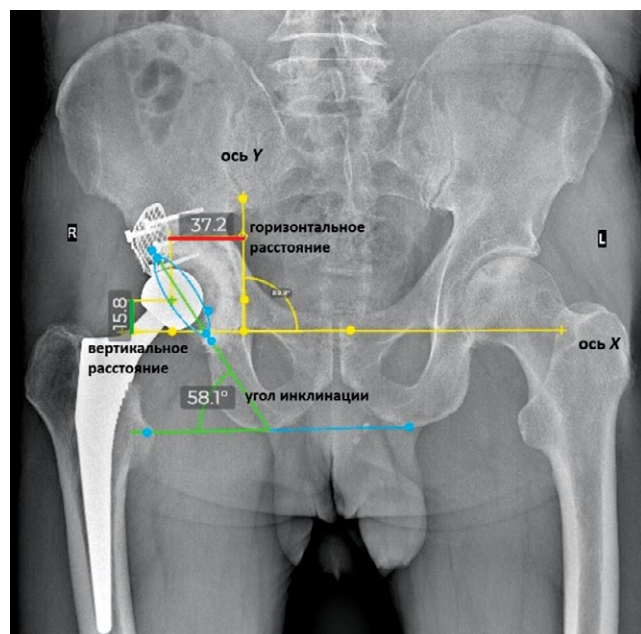
реконструкции и перевода их в полностью ограниченные — 34 (72,3%) случая. В случаях первичного сложного эндопротезирования встречались ограниченные дефекты (II тип) в 5 случаях, комбинированные (III тип) — в двух случаях (табл. 2).

При оценке выживаемости эндопротеза, в частности его вертлужного компонента, рентгенологические признаки расшатывания на момент завершения исследования в конечной точке или удаление вертлужного компонента в течение периода наблюдения после ревизионного вмешательства расценивались как неудовлетворительный результат.

Таблица 2

Соотношение костных дефектов согласно классификациям W. Paprosky и AAOS

W. Paprosky		AAOS	
Тип	Кол-во	Тип	Кол-во
<i>Ревизионное эндопротезирование (n = 47)</i>			
Тип 2С	1	I тип	1
Тип 2В	1	III тип	1
Тип 2А	18	II тип	7
		III тип	11
Тип 3В	27	I тип	1
		II тип	4
		III тип	22
<i>Первичное сложное эндопротезирование (n = 7)</i>			
Нет		II тип	5
		III тип	2



Для оценки изменения положения центра ротации вертлужного компонента в динамике мы проводили линию через нижний край «фигуры слезы» обеих ТБС (ось X), вторую линию проводили перпендикулярно первой по наружному краю «фигуры слезы» оперированного сустава (ось Y) и измеряли горизонтальное и вертикальное расстояние до центра головки эндопротеза, восстанавливая перпендикуляр из центра головки на ось X и ось Y [26]. Мы также измеряли угол инклинации ВК относительно оси X и дополнительно его антеверсию (рис. 1).

Рисунок 1. Схема измерений миграции вертлужного компонента

Figure 1. Scheme of acetabular component displacement measurements

Величину смещения ВК определяли путем вычисления разницы между исходным положением центра ротации эндопротеза по осям X и Y и при завершении исследования. Аналогичным образом оценивали разницу в значениях инклинации и антеверсии. Калибровку рентгеновских изображений проводили в DICOM-файлах и выполняли измерения с помощью программного обеспечения BonaPlanner 2D с использованием функции «послеоперационный контроль».

Рентгенологическую оценку состояния костного аллотрансплантата производили с использованием критериев, описанных T.J. Sloof с соавторами [27]. Полная перестройка аллотрансплантата определялась как идентичная рентгенологическая плотность трансплантата и нативной кости с непрерывным трабекулярным рисунком по всей поверхности. Рентгенопрозрачные линии на границе кость-цемент регистрировались с использованием трех зон, описанных J.G. De Lee и J. Charnley [28]. Результат считался неудовлетворительным при наличии рентгенопрозрачных линий во всех трех зонах, разрушении сетки или миграции винтов, дислокации вертлужного компонента.

Статистический анализ

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации и визуализация полученных результатов осуществлялись в электронных таб-

лицах Microsoft Office Excel 2016. Статистический анализ проводился с использованием программы MedCalc. Совокупности количественных показателей описывались при помощи значений медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей [Q_1 – Q_3]. Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей.

При сравнении средних величин в нормально распределенных совокупностях количественных данных рассчитывался t-критерий Стьюдента с уровнем значимости $p < 0,05$. Для сравнения независимых совокупностей в случаях отсутствия признаков нормального распределения данных использовался U-критерий Манна–Уитни. Статистическая значимость различий количественных показателей, имеющих нормальное распределение, между группами оценивалась при помощи однофакторного дисперсионного анализа путем расчета критерия Фишера. Наличие или отсутствие связи между двумя категориальными переменными определяли с использованием кросс-таблицы и расчета критерия χ^2 Пирсона. Анализ выживаемости по Каплану–Майеру проводился с 95% доверительными интервалами (ДИ). Конечные точки были определены как асептическое расшатывание; наличие признаков асептического расшатывания и ревизия по любой причине (асептическое расшатывание, инфекция) — для общей выживаемости.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За время наблюдения в 44 (91,7%) случаях ревизионных вмешательств не проводилось. В 4 (8,3%) случаях возникли осложнения, в 2 (4,2%) из которых потребовалось проведение оперативных вмешательств в связи с рецидивом инфекционного процесса; еще в 2 (4,2%) случаях были выявлены рентгенологические признаки асептического расшатывания, в связи с чем запланированы ревизионные вмешательства. Таким образом, общая выживаемость эндопротезов, в частности ВК, с асептическим расшатыванием или повторной операцией в качестве конечной точки составила 97,9% (95% ДИ: 97,86–97,94) за 60 мес.; 84,3% (95% ДИ: 84,15–84,43) за 90 мес. (рис. 2). Выживаемость с конечной точкой асептическое расшатывание составила 100% за 60 мес. и 90,9% (95% ДИ: 90,78–91,02) за 90 мес. (рис. 3).

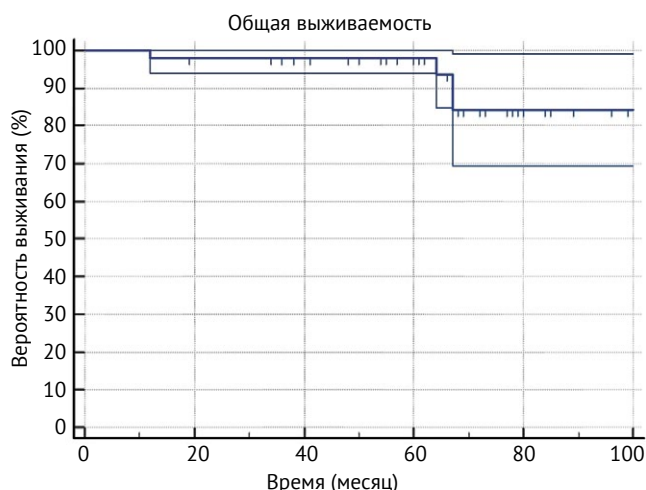


Рисунок 2. Кривая Каплана–Майера для общей выживаемости вертлужного компонента

Figure 2. Kaplan-Meier curve for overall cup survival

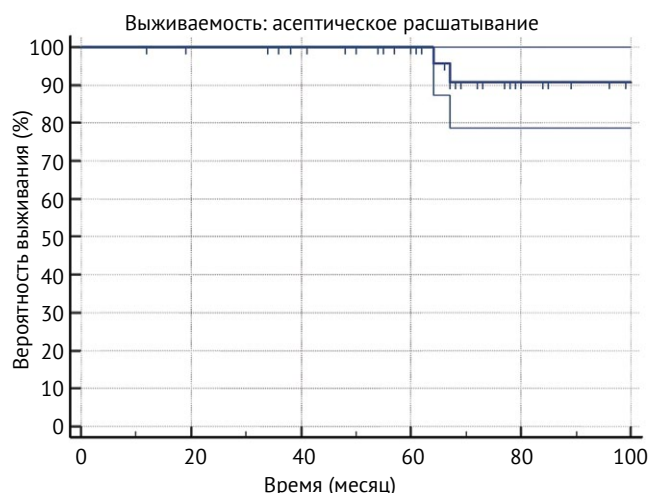


Рисунок 3. Кривая Каплана – Майера выживаемости вертлужного компонента при асептическом расшатывании в качестве конечной точки

Figure 3. Kaplan-Meier curve for cup survival with revision aseptic loosening as the endpoint

Осложнения зафиксированы у 6 (11,11%) пациентов: в двух случаях отмечена интраоперационная перфорация стенки бедренного канала при удалении бедренного компонента эндопротеза; в одном случае развилась нейропатия седалищного нерва с последующим регрессом в течение 6 мес. на фоне консервативной терапии; в трех случаях произошел вывих бедренного компонента, в одном из которых в связи с рецидивами потребовались повторное оперативное вмешательство и установка системы двойной мобильности в ложе импактированной костной ткани после удаления вертлужного компонента с применением техники «цемент в цемент» еще до выписки пациента из стационара. Данный случай не вошел в неудовлетворительные результаты. Летальность в исследуемой группе пациентов не отмечена.

Анализ контрольных рентгенограмм проведен у 42 пациентов. Достоверные признаки расша-

тывания ВК эндопротеза были выявлены только у 4 (9,5%) пациентов: в двух (4,8%) случаях — дислокация чашки за пределы впадины; в одном (2,4%) случае — наличие рентгенопрозрачной линии на границе интерфейсов трансплантат-цемент в трех зонах; в одном (2,4%) случае — наличие рентгенопрозрачной линии в третьей зоне, которое было ассоциировано с высокой степенью миграции более 5 мм по одной из осей, с изменением антеверсии в пределах 10° в сочетании с низким показателем по шкале NNS — 37 балла. Рентгенопрозрачные линии выявлены в 7 (16,7 %) случаях: у 6 пациентов они определялись в одной из зон, преимущественно в третьей, и только в одном случае рентгено-прозрачная линия выявлена в двух зонах — во второй и третьей.

При оценке положения центра ротации, инклинации и антеверсии ВК на рентгенограммах в среднесрочной перспективе в 22 (52,4%) случаях выявлены одновременное изменение инклинации и краниальное смещение центра ротации. Изменение величины инклинации ВК в сторону увеличения отмечено в 24 (57,1%) случаях, т.е. инклинация ВК изменялась практически во всех случаях, когда присутствовало краниальное смещение центра ротации. Выявлена прямая корреляция между смещением центра ротации более 5 мм в любом направлении и увеличением инклинации более чем на 10° в 91,7% случаев ($p < 0,0001$). Анализ показал, что существенное (более 5 мм) смещение центра ротации происходило, как правило, в краниальном направлении: 8 (19,0%) случаев по оси Y и 3 (7,1%) случая по оси X. Виды миграции ВК в соотношении с классификацией костного дефекта и способом реконструкции представлены в таблице 3.

В группе пациентов без использования каких-либо ограничивающих имплантатов (13 случаев) смещение центра ротации составило 30,8%, миграция происходила в пределах 5 мм (рис. 4).

Таблица 3

Основные показатели миграции вертлужного компонента

№ пациента	Δ инклинации, град.			Смещение центра ротации, мм						Paprosky	AOOS	Способ реконструкции
				По оси X			По оси Y					
	0	<10	>10	0	<5	>5	0	<5	>5			
1*			•			•			•	2A	III	C
2		•			•				•	3B	III	C2
3	•			•			•			3B	II	0
4			•		•			•		2A	III	C2
5	•			•			•			3B	III	C
6			•			•			•	3B	III	C2
7	•			•			•			–	III	A

Окончание таблицы 3

№ пациента	Δ инклинации, град.			Смещение центра ротации, мм						Paprosky	AOOS	Способ реконструкции
				По оси X			По оси Y					
	0	<10	>10	0	<5	>5	0	<5	>5			
8	•				•				•	2A	III	C2
9	•			•			•			2B	I	C
11		•			•			•		2A	III	C
12	•			•			•			3B	III	C2
13		•			•			•		3B	III	C
14	•			•			•			3B	III	CM
15	•			•			•			2A	III	C
16	•				•			•		3B	III	A
17	•			•			•			2A	II	0
18		•			•				•	3B	III	C2
19*			•			•			•	3B	III	C
20*			•			•			•	–	III	3D
21		•		•			•			2A	II	0
22			•		•				•	3B	III	3D
24		•		•			•			3B	II	0
24*			•			•			•	2A	III	C
25	•				•			•		2A	III	C
26	•				•			•		2A	II	0
27		•				•			•	3B	III	C
28	•			•			•			3B	III	A
29		•			•				•	3B	III	C
30	•			•			•			3B	III	CM
31		•		•			•			3B	III	3D
32			•		•				•	3B	III	C
33		•		•			•			–	II	0
34		•		•			•			2A	II	0
35		•		•			•			–	II	0
36		•		•			•			2C	III	A
37	•			•			•			2A	II	0
38		•			•			•		2A	II	0
39		•			•			•		2A	III	C
40	•				•			•		3B	II	0
41	•				•			•		3B	II	0
42		•		•			•			–	II	0
Всего	18	16	8	20	16	6	20	10	12			

* — пациенты с неудовлетворительным результатом, C — сетка на край вертлужной впадины, C2 — сетка на край и медиальную стенку вертлужной впадины, CM — сетка на медиальную стенку вертлужной впадины, 3D — индивидуально изготовленная 3D-сетка на край вертлужной впадины, A — аугмент, 0 — конструкции не использовались.

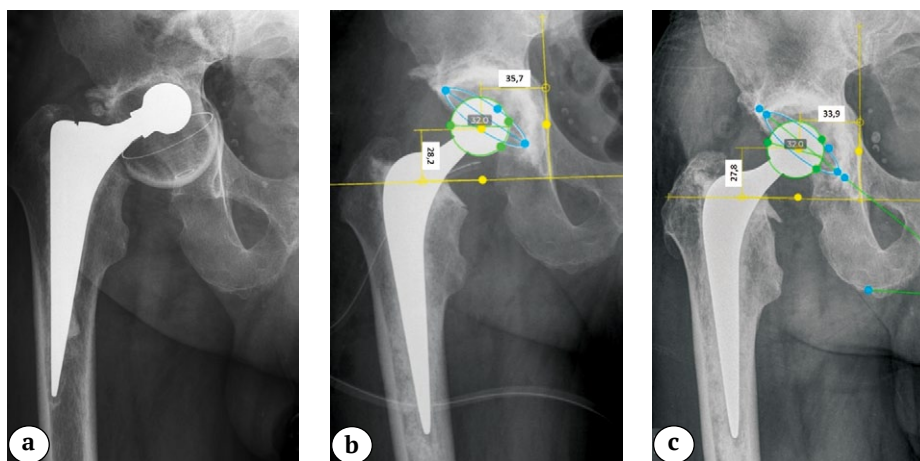


Рисунок 4. Клинический пример ИКП без использования ограничивающих конструкций:

а — асептическое расшатывание вертлужного компонента с формированием ограниченного дефекта II типа по AAOS, 2A степени по Paprosky, мальпозиция бедренного компонента; б — рентгенограмма правого тазобедренного сустава после ИКП дефектов тазовой и бедренной костей с использованием эндопротеза Stryker Exeter/Contemporary цементной фиксации; в — контрольный снимок через 68 мес. с отчетливыми признаками перестройки аллотрансплантата без миграции компонентов

Figure 4. Clinical example of IBG without augmentation:

а — aseptic loosening of the acetabular component with contained acetabular bone defect AAOS type II, Paprosky type 2A, femoral component malposition; б — right hip X-ray after acetabular and femoral IBG with Stryker Exeter/Contemporary cemented fixation; в — control X-ray after 68 months with clear signs of allograft remodeling without component migration

Применение любого типа сетки для ограничения костного дефекта вертлужной впадины в 68,0% случаях было ассоциировано с изменением положения вертлужного компонента, т.е. смещением центра ротации или увеличением инклинации, или присутствовали оба вида смещения, из них в 44,0% случаев смещение центра ротации было существенным — более 5 мм по любой из осей. В то же время при использовании аугментов несущественное изменение положения ВК (смещение в пределах до 5 мм и менее 10° инклинации) произошло лишь в двух случаях из четырех.

Была получена прямая корреляция наличия миграции ВК в зависимости от типа, тяжести костного дефекта и использования ограничивающей дефект конструкции. Отмечено увеличение частоты миграции на любое расстояние при дефектах III типа по AAOS и 3B степени по Paprosky с использованием любого типа сетки на риме вертлужной впадины ($p = 0,006$).

Среднее изменение антеверсии в среднесрочном периоде по сравнению с послеоперационным значением составило 2,8° [0,5; 4,5]. Однако учет данного параметра не проводили в связи с его проекционной вариабельностью в зависимости от пространственного положения таза при проведении рентгенологического исследования.

Нами не выявлено взаимосвязи смещения центра ротации ВК с диаметром использованной чашки ($p = 0,3457$), ИМТ ($p = 0,5726$) или возрастом ($p = 0,3457$). Корреляции между этими параметрами не определено.

При функциональной оценке результатов (по шкале HHS) в нашем наблюдении исходная оценка показала 44,0 [37,0; 55,0] балла, при последнем контрольном осмотре — 85,5 [70,5; 95,0]. Согласно опроснику WOMAC исходные показатели составили 47,0 [45,0; 52,0] балла, в финале исследования — 6,5 [2,0; 21,0] балла, что соответствует хорошему и отличному результатам.

ОБСУЖДЕНИЕ

Вопрос выбора хирургической техники в зависимости от размера и формы костного дефекта в ревизионной артропластике по-прежнему актуален [1]. Современные модульные ревизионные системы и аддитивные технологии закрывают большинство вопросов, связанных с реконструкцией вертлужной впадины. Тем не менее в отдельных ситуациях ИКП нередко является методом выбора [29]. Как и все методы реконструкции массивных дефектов в ревизионном эндопротезировании, ИКП связана с менее благоприятными долгосрочными результатами по сравнению с первичным эндопротезированием. Однако повторные ревизии после применения ИКП могут быть более успешными, поскольку во многих случаях остается больший костный запас, чем перед предыдущей ревизионной операцией, что особенно важно для пациентов, перенесших неоднократные ревизии, или молодых пациентов с перспективой неизбежных повторных операций в более старшем возрасте [30, 31, 32].

В нашем исследовании среднесрочные результаты показали достаточно высокую надежность импакционной костной пластики при реконструкции массивных дефектов. Общая выживаемость составила 97,9% на сроке 60 мес. и 84,3% — за 90 мес. Полученные результаты сопоставимы с данными других авторов, использовавших подобную тактику. М.А. Buttarо с соавторами сообщили о 90,8% выживаемости в своем исследовании при использовании ИКП, металлической сетки и цементной фиксации чашки у пациентов с неограниченными дефектами вертлужной впадины при ревизионном эндопротезировании ТБС со средним сроком наблюдения 36 мес. [33]. В.В. Schreurs с соавторами сообщили о 96% и 84% выживаемости чашки через 10 и 15 лет наблюдения соответственно у пациентов, перенесших ревизию вертлужной впадины с ИКП и компонентами цементной фиксации [34]. S. Rohe с соавторами при оценке среднесрочных результатов применения ИКП у 56 пациентов также показали высокую выживаемость в 88% через 7,8 года [12]. Однако в последнем исследовании авторы использовали ИКП в комбинации с различными конструкциями бесцементной фиксации.

Термин «импакционная костная пластика» имеет широкое значение в травматологии и ортопедии и, как правило, подразумевает любое уплотнение измельченного аллотрансплантата с возможностью комбинации с любыми имплантатами или без них [35]. Необходимо подчеркнуть, что в данном исследовании рассматриваются лишь случаи с применением технологии X-Change, когда цементная фиксация вертлужного компонента происходила непосредственно на уплотненную аллокость, которая, с позиции физики, ведет себя как грунт, со всеми характерными изменениями его свойств под влиянием циклических нагрузок [18]. Особенностью ИКП является то, что опора на трансплантат происходит через цементную мантию, где костному цементу также отводится более широкая роль дополнительного стабилизатора костно-пластического материала [36]. Успешность выполненной ИКП посредством X-Change технологии, как правило, сводится к балансу многочисленных факторов, включая такие, как качество аллокости, размер костных чипсов, хирургическая техника, применяемая для достижения импакции [37].

Анализ среднесрочных результатов в нашем исследовании во многом основан на описанных ранее биомеханических аспектах технологии ИКП, согласно которым пространственное изменение положения ВК цементной фиксации вместе с цементной мантией практически неизбежно и связано с процессами уплотнения КПМ в послеоперационном периоде под влиянием циклических нагрузок в результате ежедневной физиологической активности пациента [18, 38].

При выполнении измерений и интерпретации полученных данных в нашем исследовании мы столкнулись с определенными методологическими ограничениями. Описанный способ измерения смещения центра ротации имеет погрешность 3 мм [26]. По мнению С. Yang с соавторами, миграция до 2 мм уже может быть отнесена к развитию расшатывания [39]. С учетом этих данных результаты измерений смещения центра ротации были разделены на группы с интервалом в 5 мм.

Оценка положения центра ротации и изменения инклинации показала, что миграция ВК происходила в 24 (57,1%) случаях. Мы не получили статистически значимой взаимосвязи величины дефекта и степени миграции ВК. Однако отмечена закономерность, что наиболее часто (68%) миграция вертлужного компонента происходила в группе пациентов с использованием различных сеток для ограничения частичного сегментарного дефицита по риму вертлужной впадины, при этом в половине случаев миграция ВК была более 5 мм. В эту группу попали пациенты с ревизионным эндопротезированием с дефектами III типа по AAOS, характеризующиеся 3В степенью тяжести по Paprosky. Нужно отметить, что четыре пациента с неудачным исходом также относятся к данной группе. В тех случаях, когда не выполнялось никакой дополнительной реконструкции края вертлужной впадины, частота миграции составила чуть меньше трети случаев на минимальное расстояние не более 5 мм. Явления миграции ВК при использовании ИКП описывается большинством авторов как в ранних работах [40, 41], так и в современных исследованиях [18, 21, 39]. Совершенно очевидно, что в случае незначительных дефектов, при возможности частичной опоры на нативную кость, биомеханические условия более благоприятные в отличие от тех дефектов, где нагрузка полностью приходится на импактированный костный аллотрансплантат (при дефектах типа 3В по Paprosky с частичным сегментарным дефицитом).

Е. García-Rey с соавторами выявили различия в долгосрочных результатах в зависимости от типа дефекта и использования сетки на риме вертлужной впадины [19]. Уровень выживаемости через 15 лет составил $89,1 \pm 14,0\%$, когда сетка не требовалась; $84,9 \pm 12,0\%$, когда требовалась сетка только на медиальный дефект; $79,6 \pm 12,0\%$ — с сеткой на край вертлужной впадины и $53,9 \pm 22,0\%$ в случаях, когда требовались обе сетки (логранговый критерий, $p = 0,008$).

Вероятно, миграция во многом зависит от баланса биологических процессов перестройки трансплантата, его пластической деформации или уплотнения за счет межфрагментарного движения измельченного аллотрансплантата под влиянием циклических нагрузок, т.е. того, что наступит рань-

ше. М.У. Abu-Zeid с соавторами показали, что согласно классификациям Paprosky и AAOS, чем меньше размер был дефект вертлужной впадины, тем больше была вероятность достижения полной инкорпорации трансплантата ($p < 0,001$). Средняя толщина слоя трансплантата у пациентов с частичной инкорпорацией была выше, чем у пациентов с полной инкорпорацией: $15,5 \pm 3,8$ и $10,0 \pm 2,2$ мм соответственно ($p < 0,001$) [35].

При оценке миграции вертлужного компонента большинство авторов акцентирует внимание на изменении положения центра ротации эндопротеза. В нашем исследовании была выявлена также закономерность увеличения инклинации практически во всех случаях применения реконструктивной сетки ($p < 0,0001$). В отдельных случаях увеличение инклинации было единственным признаком миграции вертлужного компонента, в связи с чем данный параметр также можно рассматривать как самостоятельный критерий риска прогрессирования миграции вертлужного компонента. Биомеханику данных явлений описали А.Т. Phillips с соавторами [42].

Рентгенопрозрачные линии в нашем исследовании выявили в 7 (16,7%) случаях. В 6 случаях они были локализованы в пределах одной зоны. При этом показатели по шкале NHS в данной группе составили более 74 баллов, и мы не расценивали рентгенологические данные в этой категории как неудовлетворительный результат при расчете выживаемости. М.Д. Willson с соавторами также описывали наличие рентгенопрозрачных линий на границе протез-кость в клинически здоровом суставе [43]. Как было показано ранее, классические признаки асептического расшатывания на фоне непрерывного уплотнения КПМ под влиянием циклических нагрузок не всегда могут быть идентифицированы [18]. Поэтому миграция ВК, зафиксированная в нашей работе в 24 (57,1%) случаях, не всегда имела рентгенологические маркеры асептического расшатывания, а их наличие не всегда соответствовало клинической картине. Зачастую признаки расшатывания становились очевидными лишь в случае миграции ВК за пределы анатомической вертлужной впадины (3 случая) или разрушения конструкции и миграции винтов (1 случай). Кроме того, интерпретация рентгенологической картины зачастую была затруднена из-за наличия дополнительных теней от конструкций, наслаивающихся на КПМ или саму впадину эндопротеза. Поэтому в оценке результатов при использовании ИКП важным аспектом остается интерпретация рентгенологических показателей в совокупности с клиническими данными. В нашем исследовании функциональные результаты по шкале NHS определены как хорошие и отличные по опроснику WOMAC, медиана составила 85,5

(95% ДИ: 70,5–95,0) и 6,5 (95% ДИ: 2,0–21,0) баллов соответственно, что сопоставимо с результатами других авторов последних лет [16, 17, 35].

Особенностью данной работы явилось то, что 21 (50%) пациент из оставшихся доступными для контроля имели самые тяжелые для реконструкции дефекты 3В по Paprosky, ограниченная форма которых создавала наиболее оптимальные условия для удержания костнопластического материала. Это послужило фактором отбора пациентов при определении показаний для ИКП еще на дооперационном этапе. Сохранившийся контур компактной кости области вертлужной впадины создавал оптимальные условия для удержания КПМ. Как показали наши данные и данные систематического обзора М.А. Malahias с соавторами [44], при использовании различных сеток для аугментации при сегментарном дефиците миграция ВК была более частой или выраженной при массивных дефектах, что наводит на мысль об использовании альтернативных технологий, если для ограничения дефекта требуются массивные сетки или несколько конструкций.

Р. Cimatti с соавторами в своем метаанализе показали, что выживаемость различных типов имплантатов при использовании ИКП достаточно высока при среднем наблюдении в 9,2 года. Впадины цементной фиксации, бесцементные чашки и антипротрузионные устройства показали выживаемость в 98,45%, 97,91% и 97,51% соответственно [45]. Таким образом, на современном этапе с учетом наличия различных ревизионных систем и подходов к реконструкции костных дефектов можно выделить более узкие показания для ИКП. По нашему мнению, оптимальным применением ИКП в сочетании с ВК цементной фиксации будет при строго ограниченных дефектах типов 2А, 3В по Paprosky и типа II по AAOS с сохраненным римом и внешним контуром компактного костного вещества в области вертлужной впадины, не требующих реконструкции с применением сетки. Именно в таких случаях, на наш взгляд, установка металлических аугментов требует значительной обработки кости для имплантации и усугубления костного дефицита, а ИКП в данном случае будет оптимальным методом.

Ограничения исследования

Ограничением данного исследования является относительно небольшое количество случаев, оказавшихся доступными для окончательной оценки, а также отсутствие контрольной группы. Сравнение остается сложным из-за различной степени дефектов и используемых имплантатов для аугментации. Определенным ограничением также является включение в группу пациентов с первичным сложным эндопротезированием по признаку применения ИКП по технологии X-Change.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Импакционная костная пластика является методом выбора для замещения ограниченных костных дефектов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава, который имеет некоторые особенности интерпретации рентгенограмм в послеоперационном периоде. Определяемые в последующем миграция вертлужного компонента, смещение центра ротации более 5 мм по любой оси X/Y и увеличение его инклинации в пределах 10° соответствуют условной норме и обусловлены естественными биомеханическими процессами, происходящими в измельченной импактированной кости. Закономерность этих процессов подтверждается хорошими и отличными клини-

ческими результатами в конечной точке исследования: NHS — 85,5 [70,5; 95,0] балла, WOMAC — 6,5 [2,0; 21,0] балла. Выявленная сильная прямая корреляция ($p = 0,006$) миграции вертлужного компонента при дефектах III типа AAOS 3B степени по Paprosky с использованием любого типа сетки на риме вертлужной впадины не соответствует развитию асептического расшатывания вертлужного компонента. Это положение подтверждается тем, что среднесрочная общая выживаемость эндопротезов по Каплану – Майеру при ревизионном и первичном сложном эндопротезировании тазобедренного сустава при использовании импакционной костной пластики составила 97,9% за 60 мес. и 84,3% за 90 мес.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Гольник В.Н. — участие в лечении пациентов, интерпретация данных исследования, написание и редактирование текста рукописи.

Иванюк А.М. — участие в лечении пациентов, интерпретация данных исследования.

Джухаев Д.А. — участие в лечении пациентов, интерпретация данных исследования.

Золовкина А.Г. — статистическая обработка данных, редактирование рукописи.

Коренья Н.А. — сбор и обработка данных, редактирование рукописи.

Батрак Ю.М. — обработка и анализ данных, написание текста рукописи.

Пелеганчук В.А. — научное руководство, редактирование текста рукописи.

Павлов В.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста рукописи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Возможный конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическая экспертиза. Не применима.

Информированное согласие на публикацию. Не требуется.

DISCLAIMERS

Author contribution

Golnik V.N. — treatment of patients, data interpretation, drafting and editing the manuscript.

Ivanyuk A.M. — treatment of patients, data interpretation.

Dzhukhaev D.A. — treatment of patients, data interpretation.

Zolovkina A.G. — statistical data processing, editing the manuscript.

Korennyak N.A. — data acquisition and processing, editing the manuscript.

Batrak Yu.M. — data processing and analysis, drafting the manuscript.

Peleganchuk V.A. — scientific guidance, editing the manuscript.

Pavlov V.V. — study concept and design, editing the manuscript.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Disclosure competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Ethics approval. Not applicable.

Consent for publication. Not required.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений). *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):122-141. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141>.

- Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O. Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases). *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2019;25(1):122-141. (In Russian). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141>.

2. Удинцева М.Ю., Волокитина Е.А., Колотыгин Д.А., Кутепов С.М. Первичное и ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава с восполнением дефектов вертлужной впадины. *Геній ортопедии*. 2024;30(6):797-810. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-6-797-810>.
Udintseva M.Yu., Volokitina E.A., Kolotygin D.A., Kutepov S.M. Compensation of acetabular defects in primary and revision hip arthroplasty. *Genij Ortopedii*. 2024;30(6):797-810. (In Russian). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-6-797-810>.
3. Sanghavi S.A., Paprosky W.G., Sheth N.P. Evaluation and Management of Acetabular Bone Loss in Revision Total Hip Arthroplasty: A 10-year Update. *J Am Acad Orthop Surg*. 2024;32(10):e466-e475. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-23-00645>.
4. Whitehouse M.R., Masri B.A., Duncan C.P., Garbuz D.S. Continued good results with modular trabecular metal augments for acetabular defects in hip arthroplasty at 7 to 11 years. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473:521-527. <https://doi.org/10.1007/s11999-014-3861-x>.
5. Hooten J.P., Engh C.A., Heekin R.D., Vinh T.N. Structural bulk allografts in acetabular reconstruction. Analysis of two grafts retrieved at post-mortem. *J Bone Jt Surg Br*. 1996;78:270-275. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.78B2.0780270>.
6. D'Apolito R., Zagra L. Uncemented Cups and Impaction Bone Grafting for Acetabular Bone Loss in Revision Hip Arthroplasty: A Review of Rationale, Indications, and Outcomes. *Materials (Basel)*. 2022;15(10):3728. <https://doi.org/10.3390/ma15103728>.
7. Teh H.L., Selvaratnam V., Low W.J., Kassim A.F., Ganapathy S.S., Chopra S. Outcomes of Impaction Bone Grafting in the Management of Acetabular Defects with the Use of Uncemented Acetabular Cups: Do Autografts and Irradiated Femoral Head Allografts Integrate? *Indian J Orthop*. 2023;57(11):1842-1849. <https://doi.org/10.1007/s43465-023-00983-7>.
8. Borland W.S., Bhattacharya R., Holland J.P., Brewster N.T. Use of porous trabecular metal augments with impaction bone grafting in management of acetabular bone loss. *Acta Orthop*. 2012;83(4):347-352. <https://doi.org/10.3109/17453674.2012.718518>.
9. Gill K., Wilson M.J., Whitehouse S.L., Timperley A.J. Results using Trabecular Metal™ augments in combination with acetabular impaction bone grafting in deficient acetabula. *Hip Int*. 2013;23(6):522-528. <https://doi.org/10.5301/hipint.5000053>.
10. Torre-Escuredo B., Gómez-García E., Álvarez-Villar S., Bujan J., Ortega M.A. Bone impaction grafting with trabecular metal augments in large defects in young patients: Unravelling a new perspective in surgical technique. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21:1-8. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-3017-y>.
11. Marx A., Beier A., Richter A., Lohmann C.H., Halder A.M. Major acetabular defects treated with the Burch-Schneider antiprotusion cage and impaction bone allograft in a large series: a 5- to 7- year follow-up study. *Hip Int*. 2016;26(6):585-590. <https://doi.org/10.5301/hipint.5000388>.
12. Rohe S., Dörr N., Böhle S., Matziolis G., Brodt S., Röhner E. Mid-term results in revision hip arthroplasty with impaction bone grafted cup reconstruction for acetabular defects. *Sci Rep*. 2022;12(1):13322. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17526-z>.
13. Welten M.L., Schreurs B.W., Buma P., Verdonchot N., Slooff T.J. Acetabular reconstruction with impacted morcellized cancellous bone autograft and cemented primary total hip arthroplasty: a 10- to 17-year follow-up study. *J Arthroplasty*. 2000;15(7):819-824. <https://doi.org/10.1054/arth.2000.7110>.
14. Гольник В.Н., Пелеганчук В.А., Батрак Ю.М., Павлов В.В., Кирилова И.А. Замещение дефектов вертлужной впадины и бедренной кости с использованием импакционной костной пластики при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава: клинический случай. *Травматология и ортопедия России*. 2023;29(3):102-109. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-8008>.
Golnik V.N., Peleganchuk V.A., Batrak Y.M., Pavlov V.V., Kirilova I.A. Reconstruction of Acetabular and Femoral Bone Defects With Impaction Bone Grafting in Revision Hip Arthroplasty: A Case Report. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(3):102-109. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-8008>.
15. Xiong L., Li H., Huang X., Jie S., Zhu W., Pan J. et al. Both Acetabular and Femoral Reconstructions with Impaction Bone Grafting in Revision Total Hip Arthroplasty: Case Series and Literature Review. *Arthroplast Today*. 2023;24:101160. <https://doi.org/10.1016/j.artd.2023.101160>.
16. Li X., Pan B.Q., Wu X.Y., Fu M., Liao W.M., Wu C.H. et al. Impaction Bone Grafting Combined with Titanium Mesh for Acetabular Bone Defects Reconstruction in Total Hip Arthroplasty Revision: A Retrospective and Mini-Review Study. *Orthop Surg*. 2022;14(5):902-910. <https://doi.org/10.1111/os.13262>.
17. Li H., Tan K.G., Li Z., Wu X., Cai G., Zhu W. et al. Impaction Bone Grafting with Low Dose Irradiated Freeze-Dried Allograft Bone for Acetabular Reconstruction. *Orthop Surg*. 2022;14(10):2519-2526. <https://doi.org/10.1111/os.13471>.
18. Гольник В.Н., Федорова Н.В., Ларичкин А.Ю., Бойко С.В., Панченко А.А., Косинов А.М. и др. Замещение дефектов вертлужной впадины методом импакционной костной пластики при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава: биомеханические аспекты. *Травматология и ортопедия России*. 2024;30(4):101-113. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17564>.
Golnik V.N., Fedorova N.V., Larichkin A.Yu., Boyko S.V., Panchenko A.A., Kosinov A.M. et al. Impaction Bone Grafting for Acetabular Bone Defects Replacement in Revision Hip Arthroplasty: Biomechanical Aspects. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2024;30(4):101-113. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17564>.
19. García-Rey E., Madero R., García-Cimbrelo E. THA revisions using impaction allografting with mesh is durable for medial but not lateral acetabular defects. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(12):3882-3891. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4483-7>.
20. Mohaddes M., Herberts P., Malchau H., Johanson P.E., Kärrholm J. High proximal migration in cemented acetabular revisions operated with bone impaction grafting; 47 revision cups followed with RSA for 17 years. *Hip Int*. 2017;27(3):251-258. <https://doi.org/10.5301/hipint.5000452>.

21. Abdelnasser M.K., Khalifa A.A., Mahran M.A., Mosa M., Bakr H.M., Khalifa Y.E. et al. Post-operative hip centre restoration and migration after impaction bone grafting in revision and complex primary hip arthroplasty. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2019;29(7):1411-1417. <https://doi.org/10.1007/s00590-019-02458-8>.
22. Nilsdotter A., Bremander A. Measures of hip function and symptoms: Harris Hip Score (HHS), Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), Oxford Hip Score (OHS), Lequesne Index of Severity for Osteoarthritis of the Hip (LISOH), and American Academies of Orthopedic Surgeons (AAOS) Hip and Knee Questionnaire. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011;63 Suppl 11:S200-207. <https://doi.org/10.1002/acr.20549>.
23. Pollard B., Johnston M., Dixon D. Exploring differential item functioning in the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC). *BMC Musculoskelet Disord.* 2012;13:265. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-265>.
24. D'Antonio J.A., Capello W.N., Borden L.S., Bargar W.L., Bierbaum B.F., Boettcher W.G. et al. Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(243):126-137.
25. Paprosky W.G., Perona P.G., Lawrence J.M. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty: a 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty.* 1994;9(1):33-44. [https://doi.org/10.1016/0883-5403\(94\)90135-x](https://doi.org/10.1016/0883-5403(94)90135-x).
26. Nunn D., Freeman M.A., Hill P.F., Evans S.J. The measurement of migration of the acetabular component of hip prostheses. *J Bone Joint Surg Br.* 1989;71(4):629-631. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.71B4.2768311>.
27. Slooff T.J., Schimmel J.W., Buma P. Cemented fixation with bone grafts. *Orthop Clin North Am.* 1993;24(4):667-677.
28. DeLee J.G., Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1976;(121):20-32.
29. Гольник В.Н., Пелеганчук В.А., Джухаев Д.А., Батрак Ю.М., Павлов В.В. Импланционная костная пластика как метод выбора в замещении дефектов вертлужной впадины при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава: серия клинических случаев. *Гений ортопедии.* 2024;30(2):245-254. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-2-245-254>.
30. Golnik V.N., Peleganchuk V.A., Dzhukhaev D.A., Batrak Yu.M., Pavlov V.V. Impaction bone grafting as a method of choice in bone defect management in the revision hip arthroplasty: a cases series. *Genij Ortopedii.* 2024;30(2):245-254. (In Russian). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-2-245-254>.
31. Schreurs B.W., Rijnen W. Acetabular Revision with Impaction Bone Grafting. In: García-Rey E., García-Cimbrelo E. (eds) *Acetabular Revision Surgery in Major Bone Defects*. Springer, Cham. 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98596-1_5.
32. Garcia-Rey E., Saldaña L., Garcia-Cimbrelo E. Impaction bone grafting in hip re-revision surgery. *Bone Joint J.* 2021;103-B(3):492-499. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.103B3.BJJ-2020-1228.R1>.
33. Rahmansyah N., Santoso A., Anwar I.B., Sibarani T.S.M.H.S., Mariyanto I. New acetabulum bone formation after 10-years impaction bone graft and cemented acetabular cup lead to simple revision-THA with cementless acetabular cup: A case report. *Int J Surg Case Rep.* 2022;95:107230. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2022.107230>.
34. Buttaro M.A., Comba F., Pusso R., Piccaluga F. Acetabular revision with metal mesh, impaction bone grafting, and a cemented cup. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(10):2482-2490. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0442-x>.
35. Schreurs B.W., Bolder S.B., Gardeniers J.W., Verdonchot N., Slooff T.J., Veth R.P. Acetabular revision with impacted morsellised cancellous bone grafting and a cemented cup. A 15- to 20-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86(4):492-497.
36. Abu-Zeid M.Y., Habib M.E., Marei S.M., Elbarbary A.N., Ebied A.A., Mesregah M.K. Impaction bone grafting for contained acetabular defects in total hip arthroplasty. *J Orthop Surg Res.* 2023;18(1):671. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-04154-0>.
37. Gehrke T., Gebauer M., Kendoff D. Femoral stem impaction grafting: extending the role of cement. *Bone Joint J.* 2013;95-B(11 Suppl A):92-94. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.95B11.32762>.
38. García-Cimbrelo E., García-Rey E. Impaction bone grafting with reinforcement metallic mesh and cemented cup for the treatment of Paprosky 3B acetabular defects. *Ann Joint.* 2017;2:42. Available from: <https://aoj.amegroups.org/article/view/3745>.
39. Putzer D., Pallua J., Degenhardt G., Dammerer D., Nogler M., Arora R. Microarchitectural properties of compacted cancellous bone allografts: A morphology micro-computed tomography analysis. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2024;160:106781. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2024.106781>.
40. Yang C., Zhu K., Dai H., Zhang X., Wang Q., Wang Q. Mid- to Long-term Follow-up of Severe Acetabular Bone Defect after Revision Total Hip Arthroplasty Using Impaction Bone Grafting and Metal Mesh. *Orthop Surg.* 2023;15(3):750-757. <https://doi.org/10.1111/os.13651>.
41. Ornstein E., Franzén H., Johnsson R., Sandquist P., Stefánsdóttir A., Sundberg M. Migration of the acetabular component after revision with impacted morselized allografts: a radiostereometric 2-year follow-up analysis of 21 cases. *Acta Orthop Scand.* 1999;70(4):338-342. <https://doi.org/10.3109/17453679908997821>.
42. Waddell B.S., Della Valle A.G. Reconstruction of noncontained acetabular defects with impaction grafting, a reinforcement mesh and a cemented polyethylene acetabular component. *Bone Joint J.* 2017;99-B(1 Suppl A):25-30. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.99B1.BJJ-2016-0322.R1>.
43. Phillips A.T., Pankaj, Brown D.T., Oram T.Z., Howie C.R., Usmani A.S. The elastic properties of morsellised cortico-cancellous bone graft are dependent on its prior loading. *J Biomech.* 2006;39(8):1517-1526. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2005.03.032>.
44. Wilson M.J., Whitehouse S.L., Howell J.R., Hubble M.J.W., Timperley A.J., Gie G.A. The results of acetabular impaction grafting in 129 primary cemented total hip arthroplasties. *J Arthroplast.* 2013;28(8):1394-1400.
45. Malahias M.A., Mancino F., Gu A., Adriani M., De Martino I., Boettner F. et al. Acetabular impaction grafting with mesh for acetabular bone defects: a systematic review. *Hip Int.* 2022;32(2):185-196. <https://doi.org/10.1177/1120700020971851>.
46. Cimatti P., Del Piccolo N., Dallari B., Mazzotta A., Dallari D. Use of morselized bone allograft in revision hip arthroplasty for massive acetabular defect: A systematic review and meta-analysis. *J Exp Orthop.* 2024;11(4):e70091. <https://doi.org/10.1002/jeo2.70091>.

Сведения об авторах

✉ Гольник Вадим Николаевич

Адрес: Россия, 656045, г. Барнаул, ул. Ляпидевского, д. 1/3

<https://orcid.org/0000-0002-5047-2060>

e-mail: vgolnik@mail.ru

Иванюк Алексей Михайлович

<https://orcid.org/0009-0007-6287-8811>

e-mail: alexei.ivanuk@yandex.ru

Джухаев Денис Анатольевич

<https://orcid.org/0000-0003-2920-2346>

e-mail: dzhukhaev@mail.ru

Золовкина Анна Геннадьевна — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0003-2923-6511>

e-mail: zolovkinaag@gmail.com

Кореньяк Нина Александровна — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0009-0004-1328-8223>

e-mail: ninakorenyak@mail.ru

Батрак Юрий Михайлович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0003-0489-1480>

e-mail: 297501@mail.ru

Пелеганчук Владимир Алексеевич — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-2386-4421>

e-mail: 297501@mail.ru

Павлов Виталий Викторович — д-р мед. наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-8997-7330>

e-mail: pavlovdoc@mail.ru

Authors' information

✉ Vadim N. Golnik

Address: 1/3, st. Lyapidevsky, Barnaul, 656045, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-5047-2060>

e-mail: vgolnik@mail.ru

Alexey M. Ivanyuk

<https://orcid.org/0009-0007-6287-8811>

e-mail: alexei.ivanuk@yandex.ru

Denis A. Dzhukhaev

<https://orcid.org/0000-0003-2920-2346>

e-mail: dzhukhaev@mail.ru

Anna G. Zolovkina — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0003-2923-6511>

e-mail: zolovkinaag@gmail.com

Nina A. Korenyak — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0009-0004-1328-8223>

e-mail: ninakorenyak@mail.ru

Yuriy M. Batrak — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0003-0489-1480>

e-mail: 297501@mail.ru

Vladimir A. Peleganchuk — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-2386-4421>

e-mail: 297501@mail.ru

Vitaliy V. Pavlov — Dr. Sci. (Med.), Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-8997-7330>

e-mail: pavlovdoc@mail.ru