

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПОНЕНТОВ ИЗ ТРАБЕКУЛЯРНОГО МЕТАЛЛА*Н.В. Загородний^{1,2}, О.А. Алексанян¹, Г.А. Чрагян¹, С.В. Каграманов¹, Б.У. Ивунзе¹*¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава
России, Москва, Россия;²Университет дружбы народов, Москва, Россия

Введение. Фиксация ацетабулярного компонента у больных с костными дефектами вертлужной впадины является трудной задачей из-за недостаточного количества и плохого качества оставшейся костной ткани. Последние несколько лет в нашей стране при эндопротезировании вертлужной впадины с выраженными дефектами кости активно стали применяться имплантаты из трабекулярного металла. Цель исследования: оценить краткосрочные клинические и рентгенологические результаты использования компонентов из трабекулярного металла у пациентов с костными дефектами при ревизионном и первичном эндопротезировании тазобедренного сустава.

Пациенты и методы. Было выполнено 59 оперативных вмешательств (37 женщин и 22 мужчины, средний возраст 58,2±19,9 года) с использованием компонентов из трабекулярного металла: 53 — по поводу нестабильности эндопротеза тазобедренного сустава, 2 — посттравматического коксартроза, 2 — асептического некроза головки бедренной кости, 2 — высокого вывиха головки бедренной кости. По классификации Paprosky дефекты в 12 случаях соответствовали типу IIA, в 14 — типу IIB, в 6 — типу II, в 19 — типу IIIA, в 7 — типу IIIB.

Структурные особенности имплантатов, выполненных из тантала в углеродном скелете с равномерной пористостью, были аналогичны структуре костной ткани, что обеспечивало повышенный коэффициент трения, тем самым способствуя быстрому врастанию костной ткани в структуру имплантата. Результаты. Средний срок наблюдения составил 14 мес. Средняя предоперационная оценка состояния тазобедренного сустава по Harris Hip Score (HHS) была 43 (от 14 до 86) балла. После операции среднее значение HHS улучшилось до 88,7 (от 69 до 100) балла. У 1 пациента после операции отмечалось геморрагическое отделяемое, ему на 7-е сутки была выполнена ревизия. В 2 случаях после операции развился парез малоберцовой порции седалищного нерва. Случаев рецидивирующих вывихов, глубокой инфекции, легочной эмболии или смерти в результате проведенных операций не было.

Заключение. Благодаря механическим свойствам (коэффициент трения, пористость), имплантаты из тантала позволяют достичь стабильной, бесцементной первичной фиксации с восстановлением центра вращения тазобедренного сустава и исключают риски, связанные с использованием аллотрансплантатов.

Ключевые слова: тазобедренный сустав, ревизионное эндопротезирование, дефект вертлужной впадины, имплантат из трабекулярного металла

Конфликт интересов: не заявлен

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Загородний Н.В., Алексанян О.А., Чрагян Г.А., Каграманов С.В., Ивунзе Б.У. Реконструкция вертлужной впадины с использованием компонентов из трабекулярного металла. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2019;1:5-10. <https://doi.org/10.17116/vto20190115>

RECONSTRUCTION OF A HIP SOCKET USING TRABECULAR METAL COMPONENTS

*N.V. Zagorodny^{1,2}, O.A. Alexanyan¹, G.A. Cragan¹, S.V. Kagramanov¹, B.U. Iwunze¹*¹N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia;²Peoples' Friendship University, Moscow, Russia

Introduction. Fixation of the acetabular component in patients with bone defects of the acetabulum is a difficult task due to the insufficient quantity and poor quality of the remaining bone tissue. During the last few years in our country in arthroplasty of the acetabulum with severe bone defects were actively used implants made of trabecular metal. Purpose of study: was to evaluate short-term clinical and radiological results of the usage of trabecular metal components in patients with bone defects in revision and primary hip replacement.

Patients and methods. 59 surgeries were performed using components of trabecular metal, 53 of them were performed on the instability of the hip prosthesis, 2 — post-traumatic hip dysplasia, 2 — aseptic necrosis of the femoral head, 2 — high dislocation of the femoral head. Among the operated there were 37 women and 22 men, the average age was 58.2±19.9 years. According to the Paprosky classification, defects in 12 cases corresponded to type IIA, in 14 — type IIB, in 6 — type II, in 19 — type IIIA, in 7 — type IIIB.

The structural features of these implants, made of tantalum in a carbon skeleton with uniform porosity, similar to the structure of bone tissue, provide an increased coefficient of friction, thereby contributing to the rapid growth of bone tissue in the implant structure.

Results. The average follow-up period was 14 months. The average preoperative assessment of the hip joint by Harris Hip Score (HHS) was 43 points (from 14 to 86). After surgery, the average HHS improved to 88.7 (69 to 100). 1 patient had hemorrhagic discharge after surgery. On the 7th day an audit was performed. In 2 cases, paresis of the peroneal portion of the sciatic nerve developed after surgery. There were no cases of recurrent dislocations, deep infection, pulmonary embolism or death as a result of operations.

Conclusion. Taking into account the mechanical properties, tantalum implants allow to achieve a stable primary fixation with the restoration of the center of rotation of the hip joint and eliminate the risks associated with the use

of allografts.

Key words: hip, revision arthroplasty, acetabular defect, implant of the trabecular metal

Conflict of interest: the authors state no conflict of interest

Funding: the study was performed with no external funding

TO CITE THIS ARTICLE: Zagorodny NV, Alexanyan OA, Cragan GA, Kagramanov SV, Iwunze BU. Reconstruction of a hip socket using trabecular metal components. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2019;1:5-10. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/vto20190115>

Введение. Внедрение эндопротезирования в клиническую практику зарекомендовало себя как наиболее эффективный метод лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний и травматических повреждений тазобедренного сустава (ТБС). Тенденция к росту числа операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (ТЭТБС) наблюдается как в России, так и во всем мире. Ежегодно, по данным экспертов ВОЗ [1], в мире выполняется 1 500 000 тотальных замещений ТБС. Прогнозируется [2], что к 2030 г. спрос на ТЭТБС в США вырастет на 174% (до 572 000 процедур в год). Увеличение частоты первичного эндопротезирования, несмотря на совершенствование хирургической техники и повышение качества используемых имплантатов, сопровождается неуклонным ростом потребности в ревизионном эндопротезировании ТБС (РЭТБС) [3]. Причины этого могут быть разные: асептическое расшатывание, рецидивирующие вывихи головки эндопротеза, нестабильность компонентов эндопротеза, инфекция, остеолит и др. [4]. Так, в США с 2005 по 2030 г. ожидается увеличение частоты РЭТБС на 137% [2].

Обширная травма вертлужной впадины и длительная нестабильность эндопротеза приводят к ее тяжелому разрушению, что делает первичное эндопротезирование ТБС и РЭТБС сложной задачей, требующей больших реконструктивных вмешательств [3]. Как правило, чем больше потеря костной массы, тем сложнее методы восстановления, необходимые для надежной фиксации вертлужного компонента.

В зависимости от типа костного дефекта, количества и качества оставшейся кости, целостности стенок вертлужной впадины и непрерывности тазовой кости, восстановление дефектов вертлужной впадины предполагает различные варианты. На данный момент в клинической практике широко используются классификации Paprosky, Gross и AAOS. Более информативной является классификация дефектов по W. Paprosky [5], в которой оценка дефектов вертлужной впадины выполняется по четырем рентгенологическим критериям: остеолит тела подвздошной кости, остеолит седалищной кости, положение имплантата относительно медиальной стенки или дна впадины и остеолит передней стенки. Исходя из типа костного дефекта ее восстановление может быть осуществлено с помощью различных методов, в том числе создания высокого центра ротации ТБС [6], использования больших полусферических вертлужных компонентов [7] или комбинированного использования аллотрансплантатов [8–14], пористых металлических аугментов с антипротрузионными кольцами или техники cup-in-cup [15–17].

Также в последние годы в клиническую практику внедряются так называемые индивидуальные трехфланцевые вертлужные конструкции. Последние изготавливаются

индивидуально на основе компьютерного моделирования и используются при обширных костных дефектах вертлужной впадины типов 3А, 3В и при прерывистости вертлужной впадины или нарушении ее целостности [3, 18–23]. Минусом таких конструкций являются высокая стоимость, большой временной интервал между первичной консультацией и изготовлением индивидуального протеза, отсутствие отдаленных результатов.

Оболочки стандартных ортопедических имплантатов изготавливаются из разных сплавов, а разработанные поверхностные покрытия и пористые конструкции усиливают биологическую фиксацию этих имплантатов в кости [24]. В клинических исследованиях имплантаты этого типа показывают положительные результаты, которые, однако, в долгосрочной перспективе снижаются такими отрицательными свойствами материала, как низкая объемная пористость, относительно высокий модуль упругости и низкие характеристики трения [25]. Чтобы устранить ограничения этих твердых металлов, был разработан новый пористый биоматериал из тантала (Trabecular Metal Technology, «Zimmer Inc.», США).

Пористый тантал представляет собой танталовую структуру с открытыми клетками, состоящую из повторяющихся додекаэдров, внешне похожую на губчатую кость. Способность изменять металлический углеродный скелет металла обеспечивает практически неограниченную область применения, о чем свидетельствует большое разнообразие доступных ортопедических имплантатов [26]. Тантал — это переходный металл (атомный номер 73; атомный вес 180,05), который остается относительно инертным в естественных условиях. С середины прошлого века были изготовлены многочисленные медицинские устройства, в которых используется этот материал, в том числе: электроды кардиостимулятора, фольга и сетка для восстановления нерва, рентгеноконтрастные маркеры и пластинки для краниопластики [27]. Имплантаты на основе тантала показали исключительную биосовместимость и безопасность в ортопедии, челюстно-лицевой хирургии и стоматологии [28]. Основная структура пористого тантала дает высокую объемную пористость, низкий модуль упругости и относительно высокие характеристики трения. M. Bermudez и соавт. [29] описали превосходную коррозионно-эрозионную стойкость тантала (вторичного по отношению к устойчивому поверхностному окислительному слою) в сильноокислой среде без значительных изменений веса или шероховатости по сравнению с имплантатами из титана и нержавеющей стали.

В последнее время в отечественной и зарубежной литературе все чаще появляются данные о применении компонентов из тантала. W. Borland и соавт. [30] представили эффективные результаты применения имплантатов из тантала у 24 пациентов с дефектом вертлужной впа-

дины типа 3А и 3В, прооперированных в период с 2005 по 2012 г. X. Flecher и соавт. [31] в 2004–2008 г. выполнили 23 операции с применением компонентов из трабекулярного металла у 22 пациентов с тяжелыми костными дефектами. T. Gehrke и соавт. [32] прооперировали 46 пациентов, из них 28 — с дефектами типа 2В и 18 — типа 3А по классификации W. Paprosky. Повторная ревизия потребовалась 2 пациентам с дефектами типа 3А.

В литературе представлено еще несколько обзоров публикаций, посвященных применению трабекулярного металла для реконструкции дефектов вертлужной впадины [33–51].

Цель исследования — оценить краткосрочные клинические и рентгенологические результаты использования компонентов из трабекулярного металла у пациентов с костными дефектами при ревизионном и первичном эндопротезировании ТБС.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

С августа 2015 г. по 2019 г. у 59 пациентов были выполнены операции с применением компонентов из трабекулярного металла: у 53 — ревизионные вмешательства по поводу асептической нестабильности, у 2 — первичное эндопротезирование по поводу посттравматического коксартроза, у 2 — первичное эндопротезирование по поводу асептического некроза головки бедренной кости, у 2 — первичное эндопротезирование по поводу диспластического коксартроза Crowe IV [52]. Среди пациентов было 37 (62,8%) женщин и 22 (37,2%) мужчины в возрасте от 30 до 80 лет (средний возраст $58,2 \pm 19,9$ года).

Всем пациентам на этапе предоперационного планирования и после операции в обязательном порядке выполняли рентгенограммы таза в переднезадней проекции. Выраженность потери костной ткани вертлужной впадины оценивали на переднезадних рентгенограммах ТБС в соответствии с классификацией W. Paprosky и соавт. [5].

В случае РЭТБС у 9 пациентов имели место дефекты типа IА с верхнемедиальной миграцией вертлужного компонента, у 11 — дефекты типа IВ с потерей костной массы в верхнем и латеральном отделах, у 6 — дефекты типа IС с миграцией имплантата за линию Келлера. У 19 пациентов дефекты соответствовали типу IIIА с верхненааружной миграцией вертлужного компонента, у 7 — типу IIIВ с верхнемедиальной миграцией вертлужного компонента, разрушением передней и задней колонн вертлужной впадины.

При первичном эндопротезировании у 3 пациентов наблюдались дефекты типа IIА с верхнемедиальной миграцией вертлужного компонента и у 3 — по типу IIВ с потерей костной массы в верхнем и латеральном отделах.

Противопоказаниями к оперативному вмешательству были тяжелые сопутствующие заболевания в стадии декомпенсации и активный инфекционно-воспалительный процесс.

Техника операции. Техника операции РЭТБС разделяется на три этапа. При первом этапе происходит удаление нестабильного вертлужного компонента; при двух других этапах — восстановление дефектов вертлужной впадины и установка имплантата. Последние 2 этапа

идентичны для первичного и ревизионного эндопротезирования.

Техника установки вертлужного компонента подразумевала следующие ключевые моменты:

1. Установка тестового компонента и оценка степени его покрытия и выраженности оставшегося костного дефекта для принятия решения об имплантации опорного аугмента.

Важным моментом на данном этапе являлись сохранение концепции трех опорных точек и обеспечение минимум 50% покрытия компонента интактной костной тканью. В случаях отсутствия одного из вышеперечисленных критериев принималось решение об имплантации опорного аугмента для обеспечения третьей опорной точки.

2. После принятия решения об использовании опорного аугмента подбирали его тип и размер, выполняли минимальную обработку костного ложа. Момент фиксации опорного аугмента являлся очень важным этапом. Устанавливали тестовую чашку в обработанную впадину и в подготовленное ложе вкладывали опорный аугмент, после чего просверливали отверстия под винты и с помощью 1–3 винтов фиксировали аугмент из трабекулярного металла. Винты затягивали не до конца. Тестовую чашку удаляли.

3. На контактирующую с чашкой поверхность аугмента наносили костный цемент и имплантировали чашку из трабекулярного металла, которую дополнительно фиксировали винтами (от 1 до 3). Нанесенный костный цемент склеивает компоненты между собой, увеличивая жесткость конструкции, и предотвращает возникновение металлоза. После полимеризации костного цемента в чашку устанавливали полиэтиленовый вкладыш.

В случаях первичного эндопротезирования после вскрытия капсулы сустава и вывихивания головки бедренной кости проксимальную часть бедренной кости выводили в рану, головку резецировали. Затем осуществляли доступ к вертлужной впадине. После удаления рубцовых тканей и определения истинных контуров вертлужной впадины выполняли ее обработку и установку компонентов из трабекулярного металла по вышеизложенной методике. Затем обрабатывали бедренный канал фигурными рашпилями и фиксировали соответствующую ножку.

После вправления бедренного компонента в вертлужный и тщательного промывания рану ушивали. Пациентов переводили в отделение реанимации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У 24 (40,6%) пациентов использовалась комбинация чашек с опорными аугментами. В 3 (5%) случаях опорные аугменты комбинировали с антипротрузионными кольцами, в 2 (3,4%) — комбинация опорного аугмента с цементной чашкой, в 2 (3,4%) — сочетание чашки с двумя опорными аугментами.

У 29 (49,1%) пациентов применяли только обычные полукруглые аугменты размером от 50 до 66 мм («Zimmer»), у остальных 30 (50,9%) — только чашку Continuum из трабекулярного металла («Zimmer»).

Ревизия вертлужного компонента была выполнена 53 пациентам, из них 5 ранее уже подвергались ревизии, у 3

в анамнезе была перипротезная инфекция и на этом этапе им произвели удаление цементного артикулирующего спейсера и установку эндопротеза. Первично были прооперированы 6 пациентов. Среднее количество используемых спонгиозных винтов составило 3,4 (2–7). РЭТБС потребовалась в 26 (44%) случаях. Основной причиной ревизионной операции была нестабильность вертлужного компонента.

Средняя продолжительность наблюдения составила 14 (2–42) мес. Рентгенологически все имплантаты были стабильными, в момент последней консультации миграции не наблюдалось. Средний угол наклона вертлужного компонента после реконструкции составил $41,7^\circ$ ($36–55^\circ$). На этапных рентгенограммах выявлялось уменьшение радиопрозрачных линий.

Показатели предоперационной оценки состояния ТБС по шкале NHS в среднем составили 43 (14–86) балла, после операции — 88,7 (69–100) балла.

Среднее дооперационное укорочение длины конечности было 2 (1–6) см на пораженной стороне. После операции среднее расхождение длины конечности составило 1 (0,5–1,5) см.

У 1 пациента после операции наблюдалось геморрагическое отделяемое из раны, ему на 7-е сутки были выполнены ревизия, удаление гематомы, санация и наложение вторичных швов.

В 2 случаях после операции развился парез малоберцовой порции седалищного нерва. Этим пациентам неврологом было назначено соответствующее лечение. При контрольном осмотре через 3 мес у обоих пациентов определялось полное восстановление функции малоберцовой порции седалищного нерва.

Случаев рецидивирующих вывихов, глубокой инфекции, легочной эмболии и смерти в этой группе не отмечалось.

ОБСУЖДЕНИЕ

Восстановление крупных дефектов вертлужной впадины является трудной технической задачей. Ряд различных методов были описаны для облегчения реконструкции. Реконструкция с аугментами и вертлужными компонентами из трабекулярного металла является одним из вариантов. Популярность этого метода растет.

В 2015 г. M. Whitehouse и соавт. [34] опубликовали результаты применения компонентов из трабекулярного металла у 56 пациентов. Из них 53 пациентам было выполнено ревизионное эндопротезирование, а 3 пациента были оперированы первично (у 2 — идиопатический коксартроз, у 1 — асептический некроз после вывиха бедра). Средний срок наблюдения составил 110 (88–128) мес. В этой группе 16 (29%) пациентов умерли во время наблюдения. В группе пациентов, подвергшихся повторной ревизии, выживаемость через 10 лет в качестве конечной точки составила 92% (81–97%). В группе пациентов, подвергшихся первичной артропластике с использованием компонентов из трабекулярного металла, выживаемость через 10 лет была 87% (75–94%). Из 56 прооперированных пациентов 1 подвергся повторной ревизии по поводу глубокой инфекции, 3 — по поводу асептической нестабильности. Также 3 пациентам было выполнено ревизионное вмешательство по различным причинам,

не связанным с асептической нестабильностью вертлужного компонента.

I. López-Torres и соавт. [33] в 2018 г. опубликовали сравнительные результаты применения компонентов: группа с использованием трабекулярного металла (ТМ) включала 58 (69,1%) пациентов, антипротрузионных колец Бурх-Шнайдера (БШ) — 26 (30,9%) пациентов. Средняя продолжительность исследования составила 4,77 (2–7,5) года. Общая частота осложнений была 34,5% без существенных различий между группами (32,8% в группе ТМ и 38,5% в группе БШ). Общая сохранность имплантатов составила 88,1% и была выше в группе ТМ (91,2% через 7,5 года), чем в группе БШ (80,8% через 7,5 года).

Реконструкция вертлужной впадины на фоне большого костного дефекта остается большой проблемой ревизионной хирургии.

Настоящее исследование было проведено с целью оценки ранних клинических и рентгенологических результатов реконструкции дефекта вертлужной впадины с помощью аугментов и полусферических чашек из трабекулярного металла. Хотя наблюдение длилось в среднем всего 14 (2–42) мес, результаты можно признать достоверными.

Надежная биологическая фиксация вертлужной впадины и анатомическое восстановление центра ротации являются важными задачами ревизионного эндопротезирования вертлужной впадины. Аугменты и полусферические чашки из трабекулярного металла являются одними из методов выбора для достижения этих целей. Этот способ имеет ряд преимуществ. Аугмент заполняет дефект, устраняя необходимость в структурных аллотрансплантатах. Цементирование аугмента с полусферической чашкой увеличивает контактирующую площадь с костной тканью. Применение этого метода позволяет восстановить центр ротации ТБС до нормы и существенно улучшает биомеханику сустава.

Классическая методика костной пластики и установки «кольца», традиционно используемая в ревизионном эндопротезировании вертлужной впадины, имеет ряд недостатков. Методика трудна и предполагает наличие костного банка, использование аллотрансплантатов увеличивает риски инфекционных осложнений, отсутствует врастание костной ткани в кольцо, конструкция распределяет часть нагрузки на седалищную и подвздошную кости. Риск неблагоприятных результатов при использовании этой методики продолжает оставаться высоким (от 15% и выше) [53–59]. Методика использования компонентов из трабекулярного металла не имеет таких недостатков, что подтверждает тенденция к частому их использованию, которая, вероятнее всего, сохранится.

Заключение. Благодаря механическим свойствам (коэффициент трения, пористость), имплантаты из тантала позволяют достичь стабильной первичной фиксации, максимально точно восстановить центр вращения тазобедренного сустава и исключают риски, связанные с использованием аллотрансплантатов. Полусферические компоненты из трабекулярного металла и модульные аугменты могут эффективно использоваться при реконструкции как вертлужной впадины при сложном первичном эндопротезировании со значительными дефектами

костной ткани, так и при ревизионном эндопротезировании вертлужной впадины.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Мурылев В.Ю. Ревизионная артропластика тазобедренного сустава при асептическом расшатывании эндопротеза. Дис. ... д-ра мед. наук. М.; 2009. [Murylov V.Yu. Revision hip arthroplasty in implant aseptic loosening. Dr. med. sci. Diss. Moscow; 2009. (In Russ.)].
2. Kurtz S., Ong K., Lau E. et al. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(4):780.
3. Загородний Н.В., Чрагян Г.А., Алексанян О.А., Каграманов С.В., Полевой Е.В. Применение 3D-моделирования и прототипирования при первичном и ревизионном эндопротезировании. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018;2:21-9. [Zagorodnij N.V., Chragyan G.A., Aleksanyan O.A., Kagramanov S.V., Polevoj E.V. Primenenie 3D-modelirovaniya i prototipirovaniya pri pervichnom i revizionnom endoprotezirovani. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2018;2:21-9. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.32414/0869-8678-2018-2-21-29>.
4. Sullivan P.M., MacKenzie J.R., Callaghan J.J., Johnston R.C. Total hip arthroplasty with cement in patients who are less than fifty years old. A sixteen to twenty-two-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76(6):863-9.
5. 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;9:33.
6. Dearborn J.T., Harris W.H. High placement of an acetabular component inserted without cement in a revision total hip arthroplasty. Results after a mean of ten years. *J Bone Joint Surg [Am].* 1999;81-A:469-80.
7. Whaley A.L., Berry D.J., Harmsen W.S. Extra-large uncemented hemispherical acetabular components for revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg.* 2001;83-A:1352-7.
8. Gross A.E., Saleh K.J., Wong P. Acetabular revision using grafts and cages. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2002;31:213-5.
9. Rosenberg W.J., Schreurs B.W., de Waal Malefijt M.C. et al. Impacted morselized bone grafting and cemented primary total hip arthroplasty for acetabular protrusion in patients with rheumatoid arthritis. *Acta Orthop Scand.* 2000;71:143-7. <https://doi.org/10.1080/000164700317413102>.
10. Saleh K.J., Jaroszynski G., Woodgate I., Saleh L., Gross A.E. Revision total hip arthroplasty with the use of structural acetabular allograft and reconstruction ring: a case series with a 10-year average follow-up. *J Arthroplasty.* 2000;15:951-8.
11. Schreurs B.W., Slooff T.J., Buma P., Gardeniers J.W., Huiskes R. Acetabular reconstruction with impacted morsellised cancellous bone graft and cement. A 10- to 15-year follow-up of 60 revision arthroplasties. *J Bone Joint Surg [Br].* 1998;80-B:391-5.
12. Schreurs B.W., van Tieuven T.G., Buma P. et al. Favourable results of acetabular reconstruction with impacted morselized grafts in patients younger than fifty years. *Acta Orthop Scand.* 2001;72:120-6. <https://doi.org/10.1080/000164701317323354>.
13. Shinar A.A., Harris W.H. Bulk structural autogenous grafts and allografts for reconstruction of the acetabulum in total hip arthroplasty. Sixteen-year-average follow-up. *J Bone Joint Surg [Am].* 1997;79-A:159-68.
14. Welten M.L.M., Schreurs B.W., Buma P., Verdonchot N., Slooff T.J. Acetabular reconstruction with impacted morsellized cancellous autograft and cemented primary total hip arthroplasty: a 10- to 17-year follow-up study. *J Arthroplasty.* 2000;15:819-24.
15. Berry D.J., Müller M.E. Revision arthroplasty using an anti-protrusion cage for massive acetabular bone deficiency. *J Bone Joint Surg [Br].* 1992;74-B:711-5.
16. Gross A.E., Goodman S. The current role of structural grafts and cages in revision arthroplasty of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;429:193-200.
17. Peters C.L., Curtain M., Samuelson K.M. Acetabular revision with the Burch-Schnieder antiprotrusion cage and cancellous allograft bone. *J Arthroplasty.* 1995;10:307-12.
18. Berasi C.C. IV, Berend K.R., Adams J.B., Ruh E.L., Lombardi A.V.Jr. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473:528-35. <https://doi.org/10.1007/s11999-014-3969-z>.
19. Мурылев В.Ю., Терентьев Д.И., Елизаров П.М. и др. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава с использованием танталовых конструкций. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2012;1:24-9. [Murylov V.Yu., Terent'ev D.I., Elizarov P.M. et al. Total'noe endoprotezirovaniye tazobedrennogo sustava s ispol'zovaniem tantalovykh konstrukcij. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova. 2012;1:24-9. (In Russ.)].
20. Berasi C.C., Berend K.R., Adams J.B., Ruh E.L., Lombardi A.V. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;473(2):528-35. <https://doi.org/10.1007/s11999-014-3969-z>.
21. Hogan C., Ries M. Treatment of massive acetabular bone loss and pelvic discontinuity with a custom triflange component and ilio-sacral fixation based on preoperative CT templating. A report of 2 cases. *Hip Int.* 2015;25(6):585-8. <https://doi.org/10.5301/hipint.5000247>.
22. Taunton M.J., Fehring T.K., Edwards P., Bernasek T., Holt G.E., Christie M.J. Pelvic discontinuity treated with custom triflange component: a reliable option. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(2):428-34.
23. DeBoer D.K., Christie M.J., Brinson M.F., Morrison J.C. Revision total hip arthroplasty for pelvic discontinuity. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(4):835-40.
24. Bobyn J.D., Stackpool G.J., Hacking S.A., Tanzer M., Krygier J.J. Characteristics of bone ingrowth and interface mechanics of a new porous tantalum biomaterial. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81(5):907-14.
25. Levinea B.R., Sporer S., Poggieb R.A., Della Vallea C.J., Jacobs J.J. Experimental and clinical performance of porous tantalum in orthopedic surgery. Elsevier Ltd.; 2006. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2006.04.041>.
26. Cohen R. A porous tantalum trabecular metal: Basic science. *Am J Orthop.* 2002;31(4):216-7.
27. Black J. Biological performance of tantalum. *Clin Mater.* 1994;16(3):167-73.
28. Kato H., Nakamura T., Nishiguchi S., Matsusue Y., Kobayashi M., Miyazaki T. et al. Bonding of alkali- and heat-treated tantalum implants to bone. *J Biomed Mater Res.* 2000;53(1):28-35.
29. Bermudez M.D., Carrion F.J., Martinez-Nicolas G., Lopez R. Erosion-corrosion of stainless steels, titanium, tantalum and zirconium. *Wear.* 2005;258:693-700.
30. 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 Early to medium-term results. *Acta Orthopaedica.* 2012;83(4):347-52.
31. Flecher X., Sporer S., Paprosky W. Management of Severe Bone Loss in Acetabular Revision Using a Trabecular Metal Shell. *The Journal of Arthroplasty.* 2008;23(7):112.
32. Gehrke T., Bangert Y., Schwantes B., Gebauer M., Kendoff D. Acetabular revision in THA using tantalum augments combined with impaction bone grafting. HELIOS ENDO-Klinik Hamburg. Germany: Hamburg; 2013. DOI: 10.5301/hipint.5000044.
33. López-Torres I.I., Sanz-Ruiz P., Sánchez-Pérez C., Andrade-Albaracín R., Vaquero J. Clinical and radiological outcomes of trabecular metal systems and antiprotrusion cages in acetabular revision surgery with severe defects: a comparative study. *International Orthopaedics.* Aug 2018;42(8):1811-8. <https://doi.org/10.1007/s00264-018-3801-6>.
34. 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;473:521-7. <https://doi.org/10.1007/s11999-014-3861-x>.
35. Alfaro J.J.B., Fernández J.S. Department of Orthopaedic Surgery, University Puerto Real Hospital, Cádiz - Spain 2 Surgery Department, School of Medicine, Cádiz - Spain Trabecular Metal buttress augment and the Trabecular Metal cup-cage construct in revision hip arthroplasty for severe acetabular bone loss and pelvic discontinuity. *Hip Int.* 2010;20(Suppl 7):S119-S27.
36. Lachiewicz P.F., Soileau E.S. Tantalum components in difficult acetabular revisions. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(2):454-8.

37. Abolghasemian M., Tangsataporn S., Sternheim A., Backstein D., Safir O., Gross A.E. Combined trabecular metal acetabular shell and augment for acetabular revision with substantial bone loss: a mid-term review. *Bone Joint J.* 2013;95B(2):166-72.
38. Davies J.H., Laflamme G.Y., Delisle J., Fernandes J. Trabecular metal used for major bone loss in acetabular hip revision. *J Arthroplast.* 2011;26(8):1245-50.
39. Del Gaizo D.J., Kancherla V., Sporer S.M., Paprosky W.G. Tantalum augments for Paprosky IIIA defects remain stable at midterm followup. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(2):395-401.
40. Elganzoury I., Bassiony A.A. Early results of trabecular metal augment for acetabular reconstruction in revision hip arthroplasty. *Acta Orthop Belg.* 2013;79(5):530-5.
41. Fernandez-Fairen M., Murcia A., Blanco A., Merono A., Murcia A., Ballester J. Revision of failed total hip arthroplasty acetabular cups to porous tantalum components a 5-year follow-up study. *J Arthroplast.* 2010;25(6):865-72.
42. Flecher X., Paprosky W., Grillo J.C., Aubaniac J.M., Argenson J.N. Do tantalum components provide adequate primary fixation in all acetabular revisions? *Orthop Traumatol Surg.* 2010;96(3):235-41.
43. Grappiolo G., Loppini M., Longo U.G., Traverso F., Mazziotta G., Denaro V. Trabecular metal augments for the management of Paprosky type III defects without pelvic discontinuity. *J Arthroplast.* 2015;30(6):1024-9.
44. Kim W.Y., Greidanus N.V., Duncan C.P., Masri B.A., Garbuz D.S. Porous tantalum uncemented acetabular shells in revision total hip replacement: two to four year clinical and radiographic results. *Hip Int.* 2008;18(1):17-22.
45. Lakstein D., Backstein D., Safir O., Kosashvili Y., Gross A.E. Trabecular metal (TM) cups for acetabular defects with 50% or less host bone contact. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(9):2318-24.
46. Molicnik A., Hanc M., Recnik G., Krajnc Z., Ruprecht M., Fokter S.K. Porous tantalum shells and augments for acetabular cup revisions. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol.* 2014;24(6):911-7.
47. Simon J.P., Bellemans J. Clinical and radiological evaluation of modular trabecular metal acetabular cups short-term results in 64 hips. *Acta Orthop Belg.* 2009;75(5):623-30.
48. Unger A.S., Lewis R.J., Gruen T. Evaluation of a porous tantalum uncemented acetabular cup in revision total hip arthroplasty. Clinical and radiological results of 60 hips. *J Arthroplast.* 2005;20(8):1002-9.
49. Van Kleunen J.P., Lee G.C., Lementowski P.W., Nelson C.L., Garino J.P. Acetabular revisions using trabecular metal cups and augments. *J Arthroplast.* 2009;24(6):64-8.
50. Weeden S.H., Schmidt R.H. The use of tantalum porous metal implants for Paprosky 3A and 3B defects. *J Arthroplast.* 2007;22(6):151-5.
51. 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(2):521-7.
52. Crowe J.F., Mani V.J., Ranawat C.S. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61:15-23.
53. Berry D.J. Antiprotrusion cages for acetabular revision. *Clin Orthop Relat Res* 2004;420:106.
54. Wachtl S.W., Jung M., Jakob R.P. et al. The Burch-Schneider antiprotrusion cage in acetabular revision surgery: a mean follow-up of 12 years. *J Arthroplast.* 2000;15:959.
55. Schatzker J., Wong M.K. Acetabular revision. The role of rings and cages. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;369:187.
56. Berry D.J., Muller M.E. Revision arthroplasty using an antiprotrusion cage for massive acetabular bone deficiency. *J Bone Joint Surg [Br].* 1992;74:711.
57. Van Haaren E.H., Heyligers I.C., Alexander F.G., Wuisman P.I. High rate of failure of impaction grafting in large acetabular defects. *J Bone Joint Surg (Br).* 2007;89(3):296-300.
58. Goodman S., Saastamoinen H., Shasha N., Gross A. Complications of ilioischial reconstruction rings in revision total hip arthroplasty. *J Arthroplast.* 2004;19:436-46.
59. Sembrano J.N., Cheng E.Y. Acetabular cage survival and analysis of factors related to failure. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:1657-65.

Сведения об авторах: Загородный Н.В. — член-кор. РАН, д-р мед. наук, проф., ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова» Минздрава России; Алексанян О.А. — аспирант ФГБУ НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Чраган Г.А. — к.м.н., врач ФГБУ НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Каграманов С.В. — доктор мед. наук, ФГБУ НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова; Ивунзе Б.У. — врач, кафедра травматологии и ортопедии Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет).

Для контактов: Алексанян О.А.— e-mail: hovakim1992@mail.ru

Information about the authors: Zagorodny N.V. — corresponding member of RAS, MD, Professor, «Peoples' friendship University of Russia», «National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics N.N. Priorov» of the Ministry of Health; Kagramanov S.V. — dr. med. sciences, «National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics N.N. Priorov» of the Ministry of Health.

Contact: Aleksanyan O.A. — e-mail: hovakim1992@mail.ru