



Клинический случай
УДК 616.728.2-089.844-089.193.4:616.71-089.844
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-8008>

Замещение дефектов вертлужной впадины и бедренной кости с использованием импакционной костной пластики при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава: клинический случай

В.Н. Гольник¹, В.А. Пелеганчук¹, Ю.М. Батрак¹, В.В. Павлов²,
И.А. Кирилова²

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

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

Реферат

Актуальность. Основными причинами ревизионных вмешательств после эндопротезирования тазобедренных суставов в течение многих лет остаются асептическое расшатывание и остеолит, которые приводят к образованию дефектов костной ткани различной протяженности и локализации. С учетом относительно молодого возраста пациентов, подвергающихся ревизии, особый интерес представляют методы биологической реставрации костной ткани, например импакционная костная пластика.

Целью сообщения является демонстрация отсроченного результата импакционной костной пластики при замещении дефектов вертлужной впадины и бедренной кости в ходе ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава.

Описание случая. Представлен сложный клинический случай лечения пациента 62 лет с дефицитом костной ткани в области вертлужной впадины ПА типа по Paprosky и проксимального отдела бедренной кости типа II по Paprosky с асептическим расшатыванием ацетабулярного и бедренного компонентов эндопротеза. В ходе ревизионного эндопротезирования с использованием компонентов эндопротеза цементной фиксации выполнена импакционная костная пластика вертлужной впадины и бедренной кости с аугментацией реконструктивной сеткой наацетабулярного массива по технологии Stryker X-Change. В качестве костнопластического материала использована аллокость, заготовленная с помощью метода термодезинфекции. Срок наблюдения составил 4 года. Контрольные рентгенограммы демонстрируют восстановление центра ротации тазобедренного сустава и костного массива в области дефектов тазовой и бедренной костей, отсутствие резорбции костнопластического материала и миграции эндопротеза. При клинической оценке состояния по шкале Harris отмечено улучшение с 34 до 85 баллов.

Заключение. Среднесрочные результаты показали эффективность импакционной костной пластики с использованием аллокости, заготовленной методом термодезинфекции.

Ключевые слова: импакционная костная пластика, ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, костный дефект, аллокость, костнопластический материал.

Для цитирования: 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>.

Кирилова Ирина Анатольевна; e-mail: irinakirilova71@mail.ru

Рукопись получена: 08.04.2023. Рукопись одобрена: 16.05.2023. Статья опубликована онлайн: 04.08.2023.

© Гольник В.Н., Пелеганчук В.А., Батрак Ю.М., Павлов В.В., Кирилова И.А., 2023



Reconstruction of Acetabular and Femoral Bone Defects With Impaction Bone Grafting in Revision Hip Arthroplasty: A Case Report

Vadim N. Golnik¹, Vladimir A. Peleganchuk¹, Yuriy M. Batrak¹, Vitaliy V. Pavlov², Irina A. Kirilova²

¹ Federal Center for Traumatology, Orthopedics and Endoprosthetics, Barnaul, Russia

² Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia

Abstract

Background. For many years, the main reasons for revision surgeries after hip arthroplasty remain aseptic loosening and osteolysis, which lead to formation of bone defects of various size and localization. Given the relatively young age of patients undergoing revision, the methods of biological restoration of the bone tissue, such as impaction bone grafting (IBG), are of particular interest.

Aim of the report – to demonstrate the delayed outcome of impaction bone grafting using compacted morselized bone allograft.

Case presentation. Complicated clinical case of a 62-year-old patient with Paprosky type IIA bone deficiency in the acetabulum and Paprosky type II bone deficiency in the proximal femur with aseptic loosening of the acetabular and femoral components of the hip prosthesis is presented. During revision arthroplasty with cemented components, IBG of the acetabulum and femur was performed with a reconstructive mesh augmentation of the acetabulum using Stryker X-Change technology. Bone allograft prepared with the use of heat disinfection method served as an osteoplastic material. Follow-up period was 4 years. Control X-rays demonstrate restoration of the center of rotation of the hip, presence of bone masses in the areas of pelvic and femoral bone defects, absence of osteoplastic material resorption and migration of implants during the follow-up period. Clinical assessment shows an improvement of the Harris Hip Score from 34 to 85 points.

Conclusion. Obtained results showed the efficacy of impaction bone grafting with the bone allograft prepared with the use of heat disinfection method in the mid-term period.

Keywords: impaction bone grafting, revision hip arthroplasty, bone defect, bone allograft, osteoplastic material.

Cite as: Golnik V.N., Peleganchuk V.A., Batrak Yu. 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>.

✉ Irina A. Kirilova; e-mail: irinakirilova71@mail.ru

Submitted: 08.04.2023. Accepted: 16.05.2023. Published online: 04.08.2023.

© Golnik V.N., Peleganchuk V.A., Batrak Yu. M., Pavlov V.V., Kirilova I.A., 2023

ВВЕДЕНИЕ

Количество операций ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава ежегодно увеличивается. Данный вид вмешательства отличается более высокой стоимостью по сравнению с первичным эндопротезированием за счет необходимости большого запаса разнообразных имплантатов, соответствующей инструментальной поддержки, применения аддитивных технологий, костной пластики, а также потребности в специалистах, владеющих технологией ревизионной артропластики, что в итоге отражается на экономических затратах [1, 2]. Эта тенденция характерна как для стран с интенсивным развитием первичного эндопротезирования, так и тех, где существенного прироста не отмечается. В первом случае, несмотря на низкий темп прироста ревизионных артропластик, общее количество таких операций ежегодно увеличивается [3]. Во втором случае прирост ревизионных вмешательств существенно выше по сравнению с первичными [1]. Отдаленные результаты ревизионных операций характеризует более высокий уровень осложнений. Пятилетняя выживаемость после различных ревизий колеблется от 67,0 до 84,8% [4]. Основными причинами ревизионных вмешательств после эндопротезирования тазобедренных суставов в течение многих лет остаются асептическое расшатывание и остеолит, которые приводят к образованию дефектов костной ткани различной протяженности и локализации [1, 3, 5, 6, 7, 8]. С учетом относительно молодого возраста пациентов, подвергающихся ревизии, особый интерес представляют методы биологической реставрации костной ткани, например импакционная костная пластика (ИКП) [9].

Целью сообщения является демонстрация отсроченного результата импакционной костной пластики при замещении дефектов вертлужной впадины и бедренной кости в ходе ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Пациент 62 лет поступил с жалобами на боли в области левого тазобедренного сустава, выраженное ограничение движений в нем, укорочение левой ноги и хромоту.

Status localis. Передвигается самостоятельно при помощи костылей. Расстояние, которое способен пройти, не превышает 300 м. При осмотре выявлено относительное укорочение левой нижней конечности на 2 см. Оценка по шкале Harris — 34 балла.

Анамнез. Эндопротезирование левого тазобедренного сустава эндопротезом W. Link цементной фиксации выполнено 13 лет назад, в послеоперационном периоде — вывихи бедренного

компонента, по поводу которых было выполнено ревизионное вмешательство с заменой тазового компонента. Боли в области левого тазобедренного сустава периодически беспокоят в течение 11 лет, постепенно прогрессируя. Сформировалось ограничение движений и укорочение. Два года назад в связи с выраженным болевым синдромом и превалирующей дисфункцией было выполнено эндопротезирование правого тазобедренного сустава с использованием эндопротеза SL-Plus/R3 (Smith&Nephew) по поводу асептического некроза головки бедренной кости.

Сопутствующий диагноз. Гипертоническая болезнь 3 стадии, медикаментозно достигнутая степень АГ 1, риск 4. ИБС: преходящая АВ блокада 1 ст. ЭКС (2017). ХСН 1 ФК 2. Варикозная болезнь нижних конечностей, ХВН 1, ПТФС подвздошно-бедренного сегмента слева, подколенно-берцового сегмента справа, осложненный ТЭЛА. Состояние после установки постоянного кава-фильтра (2011).

На предоперационной рентгенограмме (рис. 1) от 30.07.2018 г. определялось:

- расшатывание тазового компонента эндопротеза левого тазобедренного сустава, дефект типа IIA по Paprosky [10];
- расшатывание и проседание бедренного компонента левого тазобедренного сустава, тип II дефекта бедренной кости по Paprosky [11];
- варусное ремоделирование бедренного канала слева;
- гетеротопическая оссификация левого тазобедренного сустава 3 ст. по Brooker [12];
- замещенный эндопротезом правый тазобедренный сустав.



Рис. 1. Обзорная рентгенограмма таза до ревизионного вмешательства на левом тазобедренном суставе (объяснение в тексте)

Fig. 1. Plain pelvis X-ray before revision of the left hip (explanation in the text)

В предоперационном периоде выполнена пункция левого тазобедренного сустава с последующим цитологическим и микробиологическим исследованиями аспирата синовиальной жидкости. Данных, свидетельствующих о наличии инфекционного процесса в суставе, не получено.

02.08.2018 г. выполнено ревизионное эндопротезирование левого тазобедренного сустава с использованием эндопротеза Stryker Exeter; ИКП вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости аллокостью с аугментацией надацетабулярного массива реконструктивной сеткой.

Доступ выполнен по старому послеоперационному рубцу по передненааружной поверхности бедра. Выделена, отсечена и отведена с помощью инструментария передняя порция средней ягодичной мышцы. Из рубцовых тканей и костных напластований выделены ложе и компоненты эндопротеза. При ревизии компоненты ножка и вертлужный компонент эндопротеза абсолютно нестабильны. Бедренный компонент выведен

в рану и удален. Вертлужный компонент удален без технических трудностей. При осмотре тканей выраженных воспалительных изменений не определяется. Впадина и бедренный канал освобождены от рубцовых тканей, грануляций, фиброзной мембраны. При осмотре определяется сегментарный дефект заднего края вертлужной впадины, однако в целом ограниченность сохранена, по классификации AAOS [13] расценен как тип III. Сегментарный дефект перекрыт с помощью реконструктивной сетки с фиксацией ее двумя винтами.

С целью замещения костного дефекта подготовлен костнопластический материал из госпитального костного банка в виде костной крошки из аллокости 8–10 мм в диаметре для ацетабулярной пластики и 5–6 мм — для бедренной ИКП (рис. 2). Размер и качество костной крошки имеют значение для ранней механической стабильности импактированного массива аллокости. При этом частицы должны быть самого большого размера, который может быть импактирован между стенками кости вертлужной впадины и импактором.

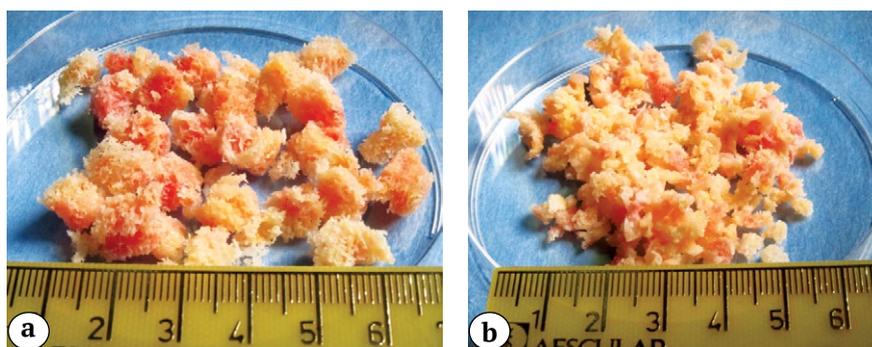


Рис. 2. Изготовление костной крошки:

а — для ИКП вертлужной впадины;
 б — для ИКП бедренной кости, приготовленной с помощью костной мельницы

Fig. 2. Production of bone chips:
 a — for acetabular ICBG;
 b — for femoral ICBG prepared with a bone mill

ИКП вертлужной впадины выполнена с помощью ревизионного инструментария Stryker X-Change*. После восстановления объема костной массы на цементной основе произведена имплантация вертлужного компонента Stryker Contemporary 58 мм. С помощью ревизионного инструментария Stryker X-Change произведена импакционная пластика бедренной кости на импакторе № 4 с офсетом 44. Выполнена проба вправления с головкой -4 (32 мм). Тестирование на стабильность сустава — вывихов нет. Имплантирована ножка Stryker Exeter в подготовленное ложе на цементной основе. После застывания цемента выполнена фиксация головки -4 (32 мм) на шейку бедренного компонента на постоянной основе. Эндопротез собран в ране. Произведено послойное ушивание операционной раны, наложена асептическая повязка.

На контрольной рентгенограмме от 03.08.2018 г. после выполненного ревизионного эндопротезирования и реконструкции вертлужной впадины с применением сетки и ИКП, реконструкции проксимального отдела бедренной кости с помощью ИКП и использованием цементной ножки Stryker Exeter костнопластический материал равномерно заполняет вертлужную впадину. Задний край впадины аугментирован реконструктивной сеткой, расположение бедренного компонента правильное, параллельно оси бедренной кости; заполнение бедренного канала костнопластическим материалом равномерное, одинаковой интенсивности во всех зонах. Рентгенопрозрачных линий на границе «костнопластический материал — цемент» не наблюдается (рис. 3а).

* https://www.bizwan.com/_mydoc/stryker/Hip/049%20X-change%20Revision%20Instruments%20Surgical%20Technique%20-%20Femur%20and%20Acetabulum.pdf

В послеоперационном периоде пациент активизирован, проведен 1-й этап реабилитации. Осложнений не было. Пациент выписан на 14-е сут. после операции с рекомендацией дозированной нагрузки на оперированную конечность в течение 12 нед. Результаты ревизионной операции через 4 мес. и через 4 года представлены на рисунках 3b и 3c соответственно.

При клиническом осмотре пациент не предъявляет жалоб на боли. Имеется легкая хромота. Пациент передвигается самостоятельно без средств опоры, при совершении длительных прогулок периодически использует трость, не испытывает серьезных социальных и бытовых ограничений. Оценка по шкале Harris — 85 баллов.

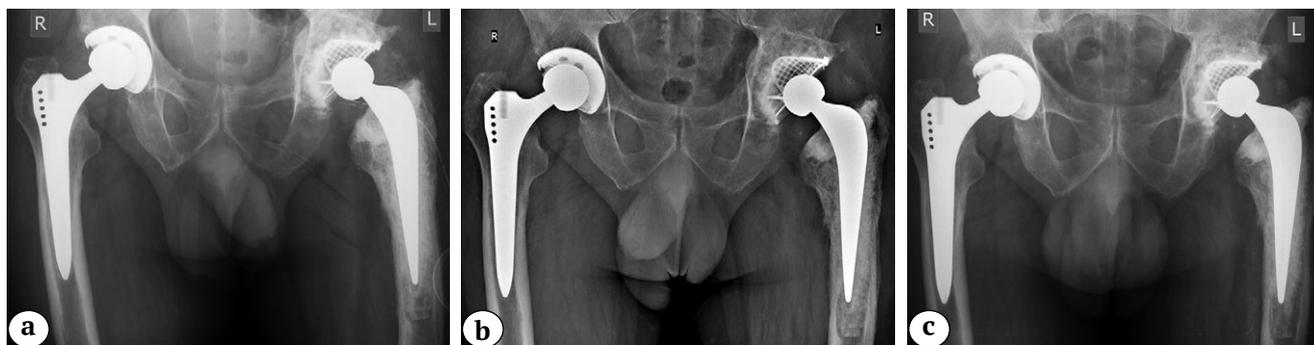


Рис. 3. Обзорные рентгенограммы таза после ревизионного вмешательства на левом тазобедренном суставе: а — контрольная рентгенограмма сразу после операции (02.08.2018): отмечается равномерное распределение костнопластического материала, восстановление центра ротации сустава; б — через 4 мес. (24.12.2018): положение компонентов прежнее, миграции тазового и бедренного компонентов не наблюдается, состояние костнопластического материала удовлетворительное, без признаков резорбции, отсутствие рентгенопрозрачных линий на границе «костнопластический материал — цемент»; в — через 4 года (24.10.2022): рентгенологические признаки перестройки костнопластического материала в тазовой и бедренной костях, отсутствуют линии просветления на границе «костнопластический материал — цемент», положение компонентов эндопротеза прежнее — без признаков миграции или проседания

Fig. 3. Plain pelvis X-rays after the left hip revision:

а — control X-ray immediately after the surgery (02/08/2018): even distribution of osteoplastic material, restoration of the center of rotation of the joint;
 б — 4 months after the surgery (24/12/2018): position of components remains unchanged, no migration of the acetabular and femoral components is observed, the state of osteoplastic material is satisfactory with no signs of resorption; radiolucent lines at the osteoplastic material-cement interface are absent;
 в — 4 years after the surgery (24/10/2022): X-ray signs of restructuring of osteoplastic material in the pelvic and femoral bones, radiolucent lines at the osteoplastic material-cement interface are absent, position of components remains unchanged with no signs of migration or subsidence

ОБСУЖДЕНИЕ

Для восполнения дефицита костной ткани в настоящее время существуют различные способы, начиная от заполнения дефектов костным цементом, применения различных модульных систем с металлическими аугментами, заканчивая использованием индивидуальных 3D-конструкций [14, 15]. Очень важно минимизировать костный дефицит, особенно у молодых пациентов, и попытаться восполнить костную массу. В действительности из множества техник только одна позволяет отчасти решить эту проблему — это ИКП с использованием аллогенной кости [16].

Целью ИКП является достижение стабильной фиксации имплантата с использованием уплотнения измельченной аллокости, а в последующем — обеспечение условий для репаративной регенерации путем постепенного замещения аллогенной

кости собственной костью пациента. Это достаточно привлекательная методика, позволяющая рассчитывать на восстановление костной ткани как структурно, так и функционально. С другой стороны, это сложный баланс между достижением первичной стабильной фиксации имплантата и длительным биологическим процессом перестройки аллогенной кости [17, 18, 19, 20].

Исход ревизионного эндопротезирования всегда хуже, чем после первичного эндопротезирования. Остающаяся после удаления первичного имплантата гладкая эндостальная поверхность не позволяет достичь надежной фиксации костного цемента на поверхности, что приводит к раннему расшатыванию эндопротеза цементной фиксации. ИКП решает эту проблему, что подтверждается отдаленными результатами [21, 22, 23, 24].

Применение ИКП возможно при определенных условиях в костной ране. Во-первых, аллокость должна удерживаться внутри костного дефекта; во-вторых, должна быть структурной и способной выдерживать механическую нагрузку; в-третьих, создавать условия для цементной техники и надежной фиксации цементируемого тазового компонента эндопротеза. Создание подобных условий возможно при определенной форме костного дефекта области вертлужной впадины — самым важным критерием является его ограниченность. При первичной патологии примером подобных дефектов является протрузия дна вертлужной впадины в случаях системных заболеваний соединительной ткани или посттравматических дефектов [22, 25, 26].

Обязательным условием для проведения ИКП является сохранность опорных структур таза: передней и задней колонн (дефекты типов ПА, ПВ по классификации W.G. Paprosky). При этом костные дефекты кавитарного характера, имеющие незначительный сегментарный дефицит (тип III по AAOS), могут быть переведены в полностью ограниченные с помощью реконструктивных сеток. В этом случае применение ИКП также возможно [21, 22].

Одним из ключевых моментов успешного выполнения пластики костного дефекта является качественная подготовка костнопластического материала [27, 28, 29]. Исследования показали, что костные фрагменты размером 8–10 мм в диамет-

ре обеспечивают лучшую исходную стабильность [21, 30]. Другое преимущество крупных частиц в том, что они формируют более пористый и более проницаемый компактно утрамбованный слой кости. Это важно, поскольку сниженная пористость может затруднить образование новой кости в уплотненных костных массах. Кроме того, сравнение врастания кости в уплотненный материал с неидеальным распределением частиц по размерам (неидеальное распределение гарантирует на каждом уровне, что пустоты между более крупными частицами открыты и не заполнены более мелкими частицами) с идеальным распределением частиц показали повышенное образование костной ткани [31, 32].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный нами клинический пример импакционной костной пластики с помощью материала из головки бедренной аллокости, приготовленного методом термодезинфекции, показывает возможность восстановления костной ткани при дефектах. Показана ее эффективность в достаточно нетривиальном случае, когда костная пластика выполнена как в ацетабулярной области, так и в проксимальном отделе бедренной кости. Требуется дальнейшие исследования для подтверждения эффективности импакционной костной пластики при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава в условиях дефицита костной ткани.

DISCLAIMERS

Author contribution

Golnik V.N. — treatment of patient, study concept and design, data collection and processing, the analysis of data, the drafting of the article.

Peleganchuk V.A. — data analysis and interpretation, drafting the article.

Batrak Yu.M. — data collection and processing, literature search and analysis, writing the article.

Pavlov V.V. — data analysis and interpretation, drafting the article.

Kirilova I.A. — the literature search and analysis, the analysis and interpretation of data, the drafting of the article.

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.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Гольник В.Н. — лечение пациента, концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, анализ полученных данных, редактирование текста статьи.

Пелеганчук В.А. — анализ полученных данных, редактирование текста статьи.

Батрак Ю.М. — сбор и обработка материала, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи.

Павлов В.В. — анализ полученных данных, редактирование текста статьи.

Кирилова И.А. — обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, редактирование текста статьи.

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. Авторы получили письменное согласие пациента на публикацию медицинских данных и изображений.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Gwam C.U., Mistry J.B., Mohamed N.S., Thomas M., Bigart K.C., Mont M.A. et al. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. *J Arthroplasty*. 2017;32(7):2088-2092. doi: 10.1016/j.arth.2017.02.046.
- Kurtz S.M., Lau E.C., Ong K.L., Adler E.M., Kolisek F.R., Manley M.T. Which clinical and patient factors influence the national economic burden of hospital readmissions after total joint arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(12):2926-2937. doi: 10.1007/s11999-017-5244-6.
- Patel A., Pavlou G., Mújica-Mota R.E., Toms A.D. The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales: a comparative analysis with projections for the United States. A study using the National Joint Registry dataset. *Bone Joint J*. 2015;97-B(8):1076-1081. doi: 10.1302/0301-620X.97B8.35170.
- Jafari S.M., Coyle C., Mortazavi S.M., Sharkey P.F., Parvizi J. Revision hip arthroplasty: infection is the most common cause of failure. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(8):2046-2051. doi: 10.1007/s11999-010-1251-6.
- Kummerant J., Wirries N., Derksen A., Budde S., Windhagen H., Floerkemeier T. The etiology of revision total hip arthroplasty: current trends in a retrospective survey of 3450 cases. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020;140(9):1265-1273. doi: 10.1007/s00402-020-03514-3.
- Kerzner B., Kunze K.N., O'Sullivan M.B., Pandher K., Levine B.R. An epidemiological analysis of revision aetiologies in total hip arthroplasty at a single high-volume centre. *Bone Jt Open*. 2021;2(1):16-21. doi: 10.1302/2633-1462.21.BJO-2020-0171.R1.
- Руководство по хирургии тазобедренного сустава. Под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубняка. Санкт-Петербург: РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2014. Т. 1. с. 221-256.
Hip Surgery Guide. Ed. by R.M. Tikhilov, I.I. Shubnyakov. St. Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena; 2014. Vol. I. p. 221-256. (In Russian).
- 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. doi: 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. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141.
- Colo E., Rijnen W.H., Schreurs B.W. The biological approach in acetabular revision surgery: impaction bone grafting and a cemented cup. *Hip Int*. 2015;25(4):361-367. doi: 10.5301/hipint.5000267.
- 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. doi: 10.1016/0883-5403(94)90135-x.
- Valle C.J., Paprosky W.G. Classification and an algorithmic approach to the reconstruction of femoral deficiency in revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A Suppl 4:1-6. doi: 10.2106/00004623-200300004-00001.
- Brooker A.F., Bowennan J.W., Robinson R.A., Riley L.H. Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J Bone Joint Surg Am*. 1973;55(8):1629-132.
- 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.
- García-Cimbrelo E., García-Rey E. Bone defect determines acetabular revision surgery. *Hip Int*. 2014; 24 Suppl 10:S33-S36. doi: 10.5301/hipint.5000162.
- Tikhilov R.M., Dzhavadov A.A., Kovalenko A.N., Bilyk S.S., Denisov A.O., Shubnyakov I.I. Standard Versus Custom-Made Acetabular Implants in Revision Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2022;37(1):119-125. doi: 10.1016/j.arth.2021.09.003.
- van Egmond N., De Kam D.C., Gardeniers J.W., Schreurs B.W. Revisions of extensive acetabular defects with impaction grafting and a cement cup. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(2):562-573. doi: 10.1007/s11999-010-1618-8.
- Ling R.S., Timperley A.J., Linder L. Histology of cancellous impaction grafting in the femur. A case report. *J Bone Joint Surg Br*. 1993;75(5):693-696. doi: 10.1302/0301-620X.75B5.8376422.
- Linder L. Cancellous impaction grafting in the human femur: histological and radiographic observations in 6 autopsy femurs and 8 biopsies. *Acta Orthop Scand*. 2000;71(6):543-552. doi: 10.1080/000164700317362154.
- van der Donk S., Buma P., Verdonchot N., Schreurs B.W. Effect of load on the early incorporation of impacted morsellized allografts. *Biomaterials*. 2002;23(1):297-303. doi: 10.1016/s0142-9612(01)00108-9.
- Wang J.S., Tägil M., Aspenberg P. Load-bearing increases new bone formation in impacted and morsellized allografts. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;(378):274-281. doi: 10.1097/00003086-200009000-00038.
- Waddell B.S., Della Valle A.G. Reconstruction of non-contained 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. doi: 10.1302/0301-620X.99B1.BJJ-2016-0322.R1.
- García-Cimbrelo E., Cruz-Pardos A., García-Rey E., Ortega-Chamarro J. The survival and fate of acetabular reconstruction with impaction grafting for large defects. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(12):3304-3313. doi: 10.1007/s11999-010-1395-4.
- Comba F., Buttaro M., Pusso R., Piccaluga F. Acetabular revision surgery with impacted bone allografts and cemented cups in patients younger than 55 years. *Int Orthop*. 2009;33(3):611-616. doi: 10.1007/s00264-007-0503-x.

24. Busch V.J., Gardeniers J.W., Verdonchot N., Slooff T.J., Schreurs B.W. Acetabular reconstruction with impaction bone-grafting and a cemented cup in patients younger than fifty years old: a concise follow-up, at twenty to twenty-eight years, of a previous report. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(4):367-371. doi: 10.2106/JBJS.I.01532.
25. Schreurs B.W., Luttjeboer J., Thien T.M., de Waal Malefijt M.C., Buma P., Veth R.P. et al. Acetabular revision with impacted morselized cancellous bone graft and a cemented cup in patients with rheumatoid arthritis. A concise follow-up, at eight to nineteen years, of a previous report. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(3):646-651. doi: 10.2106/JBJS.G.01701.
26. Iwase T., Ito T., Morita D. Massive bone defect compromises postoperative cup survivorship of acetabular revision hip arthroplasty with impaction bone grafting. *J Arthroplasty.* 2014;29(12):2424-2429. doi: 10.1016/j.arth.2014.04.001.
27. Pierannunzii L., Zagra L. Bone grafts, bone graft extenders, substitutes and enhancers for acetabular reconstruction in revision total hip arthroplasty. *EFORT Open Rev.* 2016;1(12):431-439. doi: 10.1302/2058-5241.160025.
28. Fölsch C., Dharma J., Fonseca Ulloa C.A., Lips K.S., Rickert M., Pruss A. et al. Influence of thermosinfection on microstructure of human femoral heads: duration of heat exposition and compressive strength. *Cell Tissue Bank.* 2020;21(3):457-468. doi: 10.1007/s10561-020-09832-5.
29. Анастасиева Е.А., Черданцева Л.А., Толстикова Т.Г., Кирилова И.А. Использование депротеинизированной костной ткани в качестве матрицы тканеинженерной конструкции: экспериментальное исследование. *Травматология и ортопедия России.* 2023;29(1):46-59. doi: 10.17816/2311-2905-2016.
- Anastasiyeva E.A., Cherdantseva L.A., Tolstikova T.G., Kirilova I.A. Deproteinized Bone Tissue as a Matrix for Tissue-Engineered Construction: Experimental Study. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2023;29(1):46-59. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-2016.
30. Voor M.J., Nawab A., Malkani A.L., Ullrich C.R. Mechanical properties of compacted morselized cancellous bone graft using one-dimensional consolidation testing. *J Biomech.* 2000;33(12):1683-1688. doi: 10.1016/s0021-9290(00)00156-1.
31. Pratt J.N., Griffon D.J., Dunlop D.G., Smith N., Howie C.R. Impaction grafting with morsellised allograft and tricalcium phosphate-hydroxyapatite: incorporation within ovine metaphyseal bone defects. *Biomaterials.* 2002;23(16):3309-3317. doi: 10.1016/s0142-9612(02)00018-2.
32. Verdonchot N., Schreurs B., van Unen J., Slooff T., Huiskes R. Cup stability after acetabulum reconstruction with morselized grafts is less surgical dependent when larger grafts are used. *Trans Orthop Res Soc.* 1999;24:867.

Сведения об авторах

✉ Кирилова Ирина Анатольевна — д-р мед. наук
Адрес: Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, д. 17
<https://orcid.org/0000-0003-1911-9741>
e-mail: irinakirilova71@mail.ru

Гольник Вадим Николаевич
<https://orcid.org/0000-0002-5047-2060>
e-mail: vgolnik@mail.ru

Пелеганчук Владимир Алексеевич — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-2386-4421>
e-mail: 297501@mail.ru

Батрак Юрий Михайлович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0003-0489-1480>
e-mail: 297501@mail.ru

Павлов Виталий Викторович — д-р мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-8997-7330>
e-mail: pavlovdoc@mail.ru

Authors' information

✉ Irina A. Kirilova — Dr. Sci. (Med.)
Address: 17, Frunze st., Novosibirsk, 630091, Russia
<https://orcid.org/0000-0003-1911-9741>
e-mail: irinakirilova71@mail.ru

Vadim N. Golnik
<https://orcid.org/0000-0002-5047-2060>
e-mail: vgolnik@mail.ru

Vladimir A. Peleganchuk — Dr. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-2386-4421>
e-mail: 297501@mail.ru

Yuriy M. Batrak — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0003-0489-1480>
e-mail: 297501@mail.ru

Vitaliy V. Pavlov — Dr. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-8997-7330>
e-mail: pavlovdoc@mail.ru