



Научная статья
УДК 616.728.2-089.844-089.193.4:616.718.16-007.2
<https://doi.org/10.17816/2311-2905-2553>

Сравнительная оценка использования индивидуальных 3D-компонентов и стандартных имплантатов для реконструкции вертлужной впадины при ревизионном эндопротезировании

В.Ю. Мурылев^{1,2}, Г.А. Куковенко^{1,2}, П.М. Елизаров^{1,2}, Я.А. Рукин², А.В. Музыченков^{1,2},
А.И. Руднев^{1,2}, А.Г. Жучков¹, С.С. Алексеев¹, Д.С. Бобров^{1,2}, В.Г. Германов²

¹ ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, г. Москва, Россия

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет)» Минздрава России, г. Москва, Россия

Реферат

Актуальность. Использование индивидуальных вертлужных 3D-компонентов является одним из перспективных методов реконструкции вертлужной впадины при ее значительных дефектах, в том числе сопровождающихся диссоциацией костей таза, позволяет добиться стабильной фиксации и восстановить биомеханику тазобедренного сустава.

Цель исследования — сравнить результаты применения индивидуально изготовленных 3D-компонентов, опорных антипротрузионных колец, аугментов и гемисферических компонентов в ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава при костных дефектах типа IIIВ по классификации W.G. Paprosky.

Материал и методы. Проведен анализ результатов лечения 90 пациентов с костными дефектами типа IIIВ, которым выполнялось ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава в период с 2017 по 2022 г. Пациенты были разделены на три группы: в первой группе имплантировали индивидуальные 3D-компоненты вертлужной впадины, во второй группе — дефекты компенсировали аугментами и/или гемисферическим компонентом, в третьей группе устанавливали антипротрузионные кольца. Анализ был выполнен по следующим параметрам: причины ревизионного вмешательства, продолжительность операции, объем кровопотери, тип ревизионного вмешательства. Оценку выраженности болевого синдрома и функциональных результатов проводили с помощью шкал WOMAC, Harris Hip Score, ВАШ.

Результаты. 3D-конструкции чаще имплантировали пациентам с диссоциацией костей таза. Установлена выраженная положительная динамика функциональных результатов в первой группе. После выполненных ревизионных вмешательств диагностировано 27 (30%) осложнений: нестабильность в суставе (вывих) у 10 (11,1%) пациентов, перипротезная инфекция — у 8 (8,8%), асептическое расшатывание компонентов — у 4 (4,4%), нейропатия седалищного нерва — у 5 (5,5%) пациентов. Количество осложнений было больше во второй и третьей группах пациентов.

Заключение. Изготовленные с использованием 3D-технологий индивидуальные компоненты являются приоритетным вариантом при ревизионном эндопротезировании у пациентов с дефектами типа IIIВ по классификации W.G. Paprosky, особенно с диссоциациями костей таза.

Ключевые слова: ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, дефекты вертлужной впадины, нарушение целостности тазового кольца, индивидуальные вертлужные компоненты, 3D-печать.

Для цитирования: Мурылев В.Ю., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Рукин Я.А., Музыченков А.В., Руднев А.И., Жучков А.Г., Алексеев С.С., Бобров Д.С., Германов В.Г. Сравнительная оценка использования индивидуальных 3D-компонентов и стандартных имплантатов для реконструкции вертлужной впадины при ревизионном эндопротезировании. *Травматология и ортопедия России*. 2023;29(3):18-30. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-2553>.

✉ Мурылев Валерий Юрьевич; e-mail: nmuril@yandex.ru

Рукопись получена: 27.01.2023. Рукопись одобрена: 07.06.2023. Статья опубликована онлайн: 07.08.2023.

© Мурылев В.Ю., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Рукин Я.А., Музыченков А.В., Руднев А.И., Жучков А.Г., Алексеев С.С., Бобров Д.С., Германов В.Г., 2023



Comparative Evaluation of Custom-Made Components and Standard Implants for Acetabular Reconstruction in Revision Total Hip Arthroplasty

Valery Yu. Murylev^{1,2}, Grigory A. Kukovenko^{1,2}, Pavel M. Elizarov^{1,2}, Yaroslav A. Rukin², Aleksey V. Muzychenkov^{1,2}, Alexander I. Rudnev^{1,2}, Aleksandr G. Zhuchkov¹, Semen S. Alekseev¹, Dmitry S. Bobrov^{1,2}, Valery G. Germanov²

¹ S.P. Botkin Moscow City Clinical Hospital, Moscow, Russia

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Abstract

Background. The use of custom-made acetabular components is one of the promising methods for reconstruction of the acetabulum in cases of significant defects, including those associated with pelvic bone dissociation. It allows achieving stable fixation and restoring the biomechanics of the hip joint.

Aim of the study – to compare the results of using individually designed components, supportive antiprotusion rings, augments, and hemispherical components in revision total hip arthroplasty for type IIIB bone defects according to Paprosky classification.

Methods. The study analyzed the treatment outcomes of 90 patients with type IIIB bone defects who underwent revision total hip arthroplasty between 2017 and 2022. Patients were divided into three groups: the first group received individually designed acetabular components, the second group received augments with hemispheres, and the third group had antiprotusion cages implanted. The analysis included the reasons for revision surgery, operation duration, blood loss volume, and type of revision procedure. Pain and functional outcomes were assessed with WOMAC, Harris Hip Score, and VAS scales.

Results. 3D-printed constructs were more frequently implanted in patients with pelvic bone dissociation. The first group showed a significantly positive dynamic in functional outcomes. Complications were diagnosed in 27 (30%) cases: joint instability (dislocation) in 10 (11.1%) patients, periprosthetic infection in 8 (8.8%), aseptic loosening in 4 (4.4%), and sciatic nerve neuropathy in 5 (5.5%) patients. The number of these complications was higher in the second and third groups of patients.

Conclusion. Custom-made implants using 3D technologies are a preferable option for revision total hip arthroplasty in patients with type IIIB defects according to Paprosky classification, especially in cases of pelvic bone dissociation.

Keywords: revision total hip arthroplasty, acetabular defects, disruption of pelvic ring integrity, custom-made acetabular components, 3D printing.

Cite as: Murylev V.Yu., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Rukin Ya.A., Muzychenkov A.V., Rudnev A.I., Zhuchkov A.G., Alekseev S.S., Bobrov D.S., Germanov V.G. Comparative Evaluation of Custom-Made Components and Standard Implants for Acetabular Reconstruction in Revision Total Hip Arthroplasty. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(3):18-30. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-2553>.

✉ Valery Yu. Murylev; e-mail: nmuril@yandex.ru

Submitted: 27.01.2023. Accepted: 07.06.2023. Published online: 07.08.2023.

© Murylev V.Yu., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Rukin Ya.A., Muzychenkov A.V., Rudnev A.I., Zhuchkov A.G., Alekseev S.S., Bobrov D.S., Germanov V.G., 2023

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних двух десятилетий отмечается значительное увеличение числа операций первичной артропластики крупных суставов, в связи с чем возрастает потребность в ревизионном оперативном лечении [1, 2, 3, 4]. Реконструкция вертлужной впадины при дефектах IIC, IIIA, IIIB по классификации W.G. Paprosky, особенно при нарушении целостности тазового кольца, является сложной задачей [5, 6]. Для восстановления вертлужной области с большими костными дефектами необходим широкий спектр стандартных имплантатов [7]. На сегодняшний день существует множество хирургических опций и техник для использования стандартных ревизионных имплантатов, однако добиться длительного их выживания не всегда удается [8]. Использование индивидуально изготовленных вертлужных компонентов является одним из наиболее эффективных вариантов реконструкции вертлужной впадины при ее значительных дефектах [9, 10, 11]. Применение 3D-компонентов при значительных костных дефектах, сопровождающихся диссоциацией костей таза, позволяет не только добиться стабильной фиксации, но и восстановить биомеханику тазобедренного сустава [12, 13].

Цель исследования — сравнить результаты применения индивидуально изготовленных 3D-компонентов, опорных антипротрузионных колец, аугментов и/или гемисферических компонентов в ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава при костных дефектах типа IIIB по классификации W.G. Paprosky.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено проспективное когортное исследование в период с 2017 по 2022 г. Проанализированы результаты лечения 90 пациентов с костными дефектами типа IIIB, которым выполнялось ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава.

Критерии включения:

- расшатывание вертлужного компонента эндопротеза тазобедренного сустава с костным дефектом типа IIIB по классификации W.G. Paprosky;
- выполнение второго этапа лечения перипротезной инфекции (ППИ) (удаление спейсера, установка компонентов эндопротеза).

Критерии невключения:

- ВИЧ, наркомания, психическая неадекватность;
- глубокая ППИ тазобедренного сустава;
- тяжелая соматическая патология, требующая активной коррекции и являющаяся противопоказанием к оперативному вмешательству или существенно увеличивающая операционный риск.

Критерии исключения:

- свищевая форма ППИ;
- декомпенсация соматической патологии перед оперативным лечением.

Всех пациентов разделили на три группы. В первую группу вошли 30 (33,3%) человек, которым имплантировали индивидуально изготовленные вертлужные 3D-компоненты; во вторую группу — 30 (33,3%) пациентов, у которых дефекты компенсировали аугментами и/или гемисферическим компонентом; третья группа представлена 30 (33,3%) пациентами, которым устанавливали антипротрузионные опорные кольца.

Показанием к ревизионному эндопротезированию было асептическое расшатывание компонентов эндопротеза или выполнение второго этапа ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава при лечении ППИ.

Перед оперативным вмешательством проводилось комплексное обследование всех пациентов с целью исключения ППИ, по рекомендациям II Согласительной конференции включающее:

- клинический осмотр;
- оценку рентгенограмм таза и тазобедренного сустава;
- оценку показателей крови: СОЭ и С-реактивного белка;
- пункцию пораженного сустава с целью микробиологического и цитологического исследований [4].

Изготовление индивидуальных вертлужных компонентов

Для 3D-реконструкции таза и его дефектов использовалась трехмерная КТ со срезами не более 0,6 мм и давностью не позднее двух недель. Затем КТ отправляли инженеру-конструктору, который формировал 3D-модель дефекта таза и изготавливал модель примерочного компонента с помощью программного обеспечения PМЕ Planner («МЕДТЭК», Россия) (рис. 1 а, б).

Затем совместно с хирургом создавали 3D-модель компонента для оценки возможного контакта имплантата с оставшейся костью пациента, определения вариантов направления фиксирующих винтов, выявления центра ротации бедра. Угол антеверсии мы выбрали 25°, угол инклинации — 45° (рис. 1 с).

С целью лучшего пространственного понимания имеющихся дефектов костей вертлужной области использовали изготовленные тактильные 3D-модели таза в масштабе 1:1, которые позволяют анализировать уже имеющуюся у пациента патологическую анатомию вертлужной области, правильно классифицировать костные дефекты и более точно позиционировать имплантат (рис. 2).

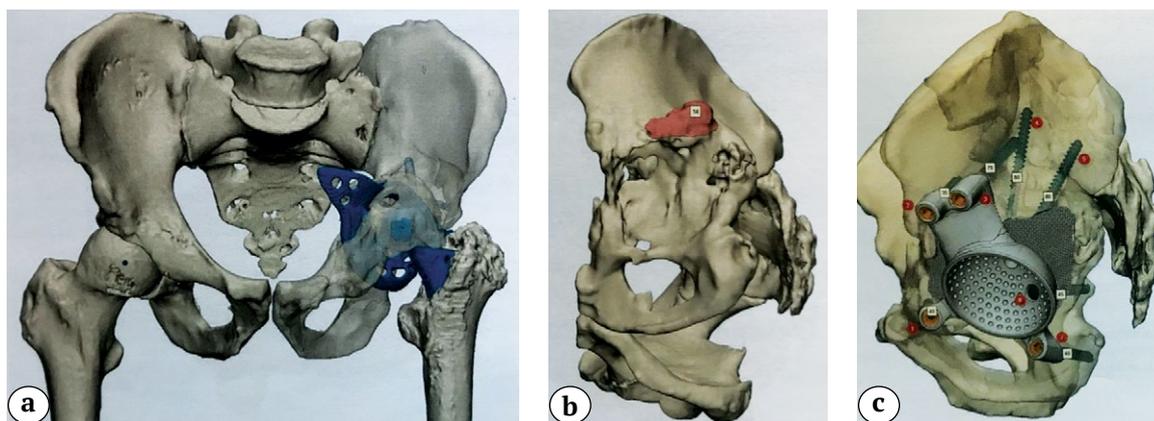


Рис. 1. Цифровое предоперационное планирование на основании 3D-визуализации:
 а — оценка костного дефицита вертлужной впадины до удаления компонентов;
 б — оценка костного дефицита после удаления компонентов эндопротеза (красным цветом выделен участок, который необходимо удалить перед имплантацией компонента для его точного позиционирования);
 с — фиксация 3D-компонента в вертлужной области винтами

Fig. 1. Preoperative digital planning based on 3D visualization:
 a — evaluation of acetabular bone defect before component removal;
 b — evaluation of acetabular bone defect after component removal (the red area indicates the portion to be removed for accurate positioning of the implant component);
 c — fixation of the 3D acetabular component with screws



Рис. 2. Тактильная 3D-модель таза в масштабе 1:1

Fig. 2. Tactile 3D model of the pelvis at a 1:1 scale



Для лучшей остеоинтеграции мы применяли пористую структуру на границе «имплантат – кость» с толщиной балок 0,45–0,50 мм. По внутренней поверхности вертлужного компонента создавались дополнительные углубления под шляпку спонгиозных костных винтов диаметром 6,5 мм с глубиной не более 0,2 мм. С целью контроля за нижним краем вертлужной впадины и ориентирования при позиционировании в ране примерочной модели и самого компонента мы просили производителей делать выемку диаметром до 1,5 см на «6 часах» (рис. 3). Внутренняя часть компонента предназначена для имплантации в него вертлужного компонента цементной фиксации. Нами использовались персонализированные имплантаты, изготовленные компанией ООО «ТИОС» (Россия).

Хирургическая техника

После предварительной подготовки проводилось оперативное лечение. У пациентов, которым имплантировали индивидуально изготовленные конструкции, мы использовали переднелатеральный

Рис. 3. Индивидуально изготовленные фрагмент таза, компонент и примерочная модель вертлужной впадины. Дополнительная выемка на «6 часах» для ориентирования при позиционировании имплантата в ране

Fig. 3. Individually manufactured pelvis fragment, component, and trial model of the acetabulum.

The red circle indicates an additional recess at «6 o'clock» for optional orientation during implant positioning

доступ к тазобедренному суставу, однако при отсутствии проксимального отдела бедренной кости доступ становился латеральным. Вслед за удалением компонентов эндопротеза проводилась санация операционной раны растворами антисептика — 5 л через систему Pulsavac (ZimmerBiomet). Затем проводилась обработка вертлужной области, формирование ложа для персонифицированного компонента и примерка 3D-модели на тестовом компоненте и в ране, оценивались ее конгруэнтность и стабильность (рис. 4).

Затем выполняли имплантацию самого индивидуального вертлужного компонента (рис. 5). 3D-имплантат фиксировали винтами диаметром

6,5 мм и длиной от 30 до 80 мм согласно результатам предоперационного планирования.

Следует отметить, что конструкторы при формировании модели оценивают только наличие костной ткани. Однако зачастую мягкие ткани являются интерпонентом, который создает дополнительные трудности при позиционировании и установке 3D-модели. Для этого необходимо тщательно подготовить ложе с целью точной имплантации компонента. В послеоперационном периоде всем пациентам выполнялись контрольные рентгенограммы, а через 3 мес. — КТ с целью оценки стабильности и позиционирования установленных имплантатов (рис. 6).

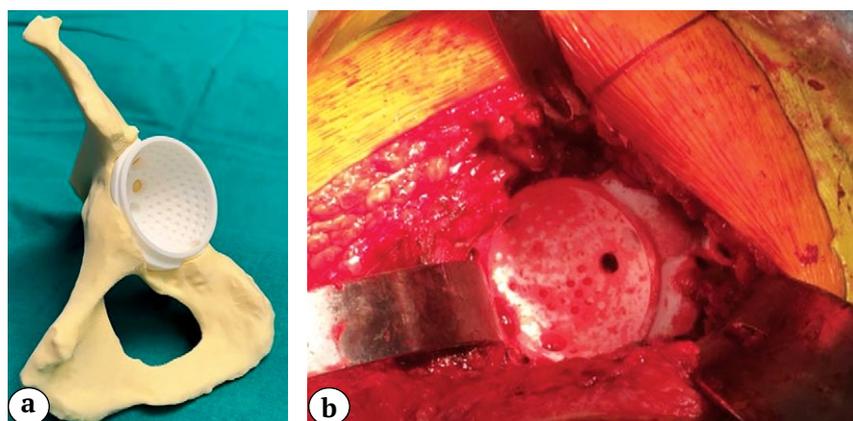


Рис. 4. Примерка тестового компонента: а — на модели таза; б — в ране
Fig. 4. Trial component fitting: a — on the pelvis model; b — in the wound

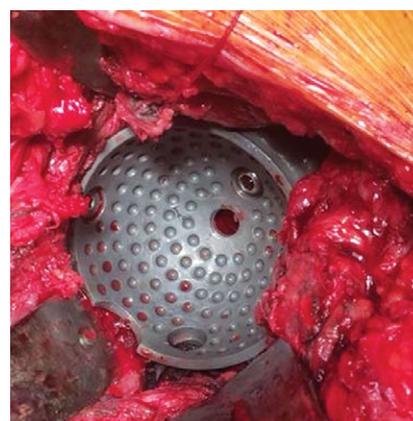


Рис. 5. Имплантация индивидуально изготовленного вертлужного компонента
Fig. 5. Implantation of the individually designed 3D-printed acetabular component



Рис. 6. Оценка стабильности и позиционирования установленного индивидуально изготовленного вертлужного компонента: рентгенограммы (а) и томограммы (б) костей таза

Fig. 6. Evaluation of stability and positioning of the implanted 3D-printed acetabular component: X-ray images (a) and tomograms (b) of the pelvic bones



На сроках 3, 6 и 12 мес. после операции с целью оценки стабильности и возможного расшатывания имплантатов проводилась оценка рентгенограмм в трех зонах вертлужной впадины по DeLee–Charnley по линиям рентгенологического просветления [14].

Расшатывание вертлужного компонента выявлялось по следующим критериям:

- отрицательная динамика в расширении границ рентгенологического просветления;
- поломка винтов, фиксирующих вертлужные компоненты или их миграция;
- миграция вертлужного компонента более чем на 2 мм и изменение угла его наклона более чем на 4° [15];
- сдвиг центра ротации в сравнении с ранее выполненными рентгенограммами [16].

Оценка результатов

Для проведения статистического анализа были выбраны следующие параметры: пол, возраст, индекс массы тела пациентов, причина ревизионного вмешательства, количество предыдущих оперативных вмешательств, продолжительность операции, интраоперационная кровопотеря, парциальное или полное ревизионное вмешательство, применение систем двойной мобильности. Оценку болевого синдрома и клинико-функционального результата мы проводили до оперативного лечения и через 3, 6, 12 мес., далее один раз в год с помощью шкал WOMAC, Harris Hip Score, ВАШ.

После оперативного лечения анализировали частоту и структуру осложнений: асептическое расшатывание, нестабильность эндопротеза, развитие ППИ и нейропатия седалищного нерва.

Статистический анализ

Статистическую обработку полученных данных выполняли в программе IBM SPSS Statistics Base 22.0 for Windows. Для проверки на нормаль-

ность распределения использовался критерий Колмогорова–Смирнова. Показатели шкал Harris Hip Score, WOMAC и ВАШ имели ненормальное распределение при проверке с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Остальные показатели были расценены как показатели с нормальным распределением. Для дальнейшего анализа использовались следующие непараметрические критерии: ранговый критерий знаков Вилкоксона (исследование параметров до и после операции) и ранговый критерий Манна–Уитни (сравнительный анализ первой и второй групп). Для описания качественных признаков использовались относительные (%) и абсолютные частоты. Для сравнения двух независимых групп качественных признаков использовался χ^2 Пирсона. Значения непрерывных величин с нормальным распределением представлены либо как $M \pm SD$, где M – выборочное среднее, SD – стандартное отклонение, либо как медиана (Me) [$Q1$, $Q3$] для ненормально распределенных данных в обеих группах. Статистически значимыми считались различия с критерием $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенный нами анализ показал, что исследуемые группы были сопоставимы по полу, индексу массы тела, типам костных дефектов вертлужной впадины. Однако в первой группе отмечалось больше случаев костных дефектов типа IIIВ, сочетающихся с диссоциацией костей таза. Средний срок наблюдения в первой группе (с применением 3D-компонентов) составил 37 мес. (от 26 до 56), во второй группе (с применением аугментов и/или гемисферических компонентов) – 42 мес. (от 30 до 59), в третьей группе (с использованием опорных колец) – 40 мес. (от 27 до 58). Необходимо отметить, что первая группа пациентов превосходила пациентов второй и третьей групп по количеству ревизионных вмешательств в анамнезе ($p < 0,05$) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика пациентов трех групп исследования

Показатель	Первая группа $n = 30$	Вторая группа $n = 30$	Третья группа $n = 30$	Всего $n = 90$
Средний возраст, лет	58,6	62,1	72,4	
ИМТ	29,3	28,7	27,6	
Пол	М	9	8	28
	Ж	19	21	62
Количество операций в анамнезе	3,8	2,36	2,1	

Окончание таблицы 1

Показатель	Первая группа n = 30	Вторая группа n = 30	Третья группа n = 30	Всего n = 90
<i>Тип дефекта</i>				
ШВ	30	30	30	90
в т.ч. диссоциация костей таза	15	3	4	22
<i>Причина ревизии</i>				
Асептическое расшатывание	24	24	19	67
Второй этап лечения ППИ	6	6	11	23

Несмотря на большую продолжительность и объем оперативного вмешательства в первой группе, средняя интраоперационная кровопотеря была больше во второй группе на 23,3 мл, чем в первой, и на 98 мл больше, чем в третьей. Из 22 случаев диссоциации костей таза в 15 слу-

чаях имплантировали индивидуальные 3D-конструкции, в 3 случаях использовали аугмент и/или гемисферу, в оставшихся 4 случаях применяли антипротрузионные кольца. Полные данные об интраоперационных показателях представлены в таблице 2.

Таблица 2

Интраоперационные показатели

Показатель		Первая группа n = 30	Вторая группа n = 30	Третья группа n = 30	Всего n = 90
Выполнение импакционной костной пластики	Да	0	2	3	5
	Нет	30	28	27	85
Время операции, мин.		168,4 (±24,2)	129,2 (±23,1)	134,4 (±12,1)	
Интраоперационная кровопотеря, мл		696,7 (±127,1)	720 (±172,2)	622 (±152,3)	
Среднее количество используемых винтов, шт.		5,1 (±1,2)	4,6 (±2,1)	4,3 (±2,2)	
Использование компонентов двойной мобильности, шт.		21	0	8	29
Объем ревизионного вмешательства	Парциальное	6	14	9	29
	Полное	24	16	21	61

Осложнения

После ревизионных вмешательств было выявлено 27 (30%) осложнений, причем их количество было больше во второй и третьей группах пациентов (табл. 3).

У пациентов первой группы с 3D-конструкциями в 2 (6,6%) случаях была диагностирована глубокая ППИ, которая в одном случае закончилась летальным исходом. Во втором случае мы провели санацию с хорошим результатом, подразумевающим купирование инфекции, избавление пациента от болевого синдрома и хороший клинический исход.

В 2 (6,6%) случаях произошел вывих эндопротеза: в одном случае у пациентки с системой двой-

ной мобильности, в другом — со стандартными компонентами (рис. 7). У пациентки с системой двойной мобильности вывих произошел через 4 мес. после операции, а у пациентки со стандартным компонентов — через 3 нед. после операции. В обоих случаях нам пришлось выполнить открытое вправление с увеличением длины головки. Еще одно осложнение было получено через 23 мес. после парциального ревизионного эндопротезирования правого тазобедренного сустава. Оно было диагностировано только на контрольных рентгенограммах и проявлялось в виде поломки одного фланца, но на стабильность компонента и клиничко-функциональный результат это никак не повлияло (рис. 8).

Для оценки исходов ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава важными показателями являются клинический

результат и интенсивность болевого синдрома. Оценка результатов по шкалам представлена в таблице 4.

Таблица 3

Осложнения после ревизии в трех группах пациентов

Осложнение	Первая группа n = 30	Вторая группа n = 30	Третья группа n = 30	Всего n = 90
Нестабильность в суставе	2 (6,6%)	4 (13,2%)	4 (13,2%)	10 (11,1%)
Перипротезная инфекция	2 (6,6%)	3 (10%)	3 (10%)	8 (8,8%)
Расшатывание компонентов	1 (3,3%)	2 (6,6%)	1 (3,3%)	4 (4,4%)
Нейропатия	1 (3,3%)	2 (6,6%)	2 (6,6%)	5 (5,5%)
Всего	6 (20%)	11 (36,6%)	10 (33,3%)	27 (30%)

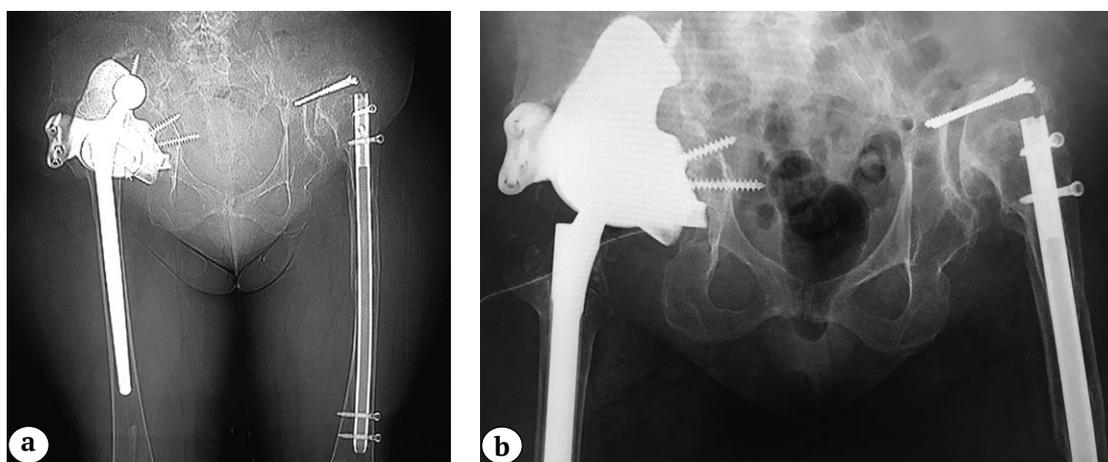


Рис. 7. Рентгенограммы костей таза после ревизионного эндопротезирования правого тазобедренного сустава: а – вывих головки эндопротеза (система двойной мобильности); б – после открытого вправления и увеличения длины головки эндопротеза (система двойной мобильности)

Fig. 7. Pelvis X-rays after revision total hip replacement: а – dislocation of the prosthesis head (dual mobility system); б – after open reduction with an increase of the prosthesis head (dual mobility system)



Рис. 8. Рентгенограмма правого тазобедренного сустава через 2 года после частичного ревизионного эндопротезирования – поломка одного из фланцев 3D-компонента (обозначена стрелкой)

Fig. 8. X-ray of the right hip two years after partial revision hip replacement – fracture of one of the flanges of the 3D-printed component (indicated by an arrow)

Таблица 4

Оценка результатов по шкалам

Группа	Harris Hip Score		WOMAC		ВАШ	
	до операции	после операции	до операции	после операции	до операции	после операции
Первая	27 [25,5;29,2]	78 [36,9;90,1]	76 [34,7;92,2]	7 [2,9;15,1]	9 [8,7;10]	0,5 [0,3;1,2]
Вторая	32 [24,3;38,2]	72 [38,2;91,7]	68 [31,9;82,1]	14 [7,7;28,5]	8 [7,9;9,8]	1,1 [0,8;2,5]
Третья	34 [29,2;39,5]	70 [32,5;85,9]	71 [32,8;85,4]	17 [9,9;32,9]	7 [6,7;8,9]	1,5 [0,7;3,1]

$p < 0,05$.

ОБСУЖДЕНИЕ

По мере увеличения числа выполняемых операций первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у молодых пациентов неуклонно растет частота ревизионных вмешательств [17]. Так, по данным регистра Великобритании, в 2017 г. было выполнено более 8 тыс. ревизионных операций на тазобедренном суставе [18].

Каждая ревизионная операция — это сложная задача для хирурга, особенно при наличии массивного костного дефекта вертлужной впадины. Перед хирургом стоят такие задачи, как надежная фиксации компонента и обеспечение стабильности сустава. Для их решения необходимо грамотное предоперационное планирование, т.к. правильно интерпретированный костный дефект позволяет минимизировать риск ошибки и облегчить выполнение оперативного лечения [19].

Классификация костных дефектов вертлужной впадины, предложенная W.G. Paprosky в 1993 г. и основанная на рентгенологических признаках, удобна для использования при предоперационном планировании [13]. Однако она является несовершенной для углубленной диагностики, поскольку не позволяет определить ограниченность или неограниченность костного дефекта, а также не учитывает наличия диссоциации костей таза [20]. Поэтому для детальной оценки каждого дефекта вертлужной впадины необходимо выполнение КТ с последующей 3D-визуализацией.

M.S. Ibrahim с соавторами продемонстрировали хорошие результаты ревизионного эндопротезирования при одновременном использовании импакционной костной пластики и бесцементных компонентов с пористым покрытием. Однако авторы подчеркивают, что данный метод не может обеспечить длительную выживаемость имплантатов при обширных дефектах вертлужной впадины, таких как IIIA и IIIB [21]. Другие авторы сообщают о высоком уровне осложнений при использовании импакционной костной пластики или аллотрансплантатов для замещения массивных дефектов вертлужной впадины [22, 23]. Основным преимуществом

импакционной пластики является восстановление костной массы, особенно у молодых пациентов, которым со временем может потребоваться повторная ревизия [24, 25].

В ревизионной хирургии все чаще стали использовать металлические аугменты с танталовым покрытием. Однако для их хорошей фиксации с последующей остеоинтеграцией необходимо наличие достаточного количества костной ткани. M. Whitehouse с соавторами продемонстрировали достаточно высокую выживаемость (92%) через 10 лет после ревизионного эндопротезирования с использованием аугментов [26]. Благодаря своей универсальности аугменты позволяют хирургам в большинстве случаев выполнить реконструкцию вертлужной впадины. Но при их использовании требуется дополнительная обработка кости фрезами, что уменьшает запас костной ткани. Кроме того, ориентация винтов в аугментах параллельна, что не позволяет менять направление винтов для лучшей фиксации. Поэтому в некоторых случаях ревизионного эндопротезирования использование аугментов не позволяет полноценно восполнить костный дефект [8]. В нашем исследовании мы наблюдали 6,6% случаев асептического расшатывания компонентов при использовании аугментов.

Еще одним вариантом лечения пациентов со значительными костными дефектами вертлужной впадины являются опорные антипротрузионные кольца. Основным преимуществом данного метода является его низкая стоимость. Однако невозможность биологической фиксации не дает надежды на долговременную стабильность конструкции [27]. Поэтому использовать данный метод не рекомендуется у активных и молодых пациентов. В нашем исследовании средний возраст больных, которым имплантировали антипротрузионные кольца, составлял 72,4 года, что по классификации ВОЗ является пожилым возрастом.

При комбинированном дефиците передней и задней колонн вертлужной впадины ни один из стандартных ревизионных имплантатов не позволяет восстановить истинный центр ротации

головки бедренной кости. Единственным методом реконструкции обширного костного дефекта вертлужной впадины являются трехфланцевые индивидуально изготовленные 3D-конструкции, которые позволяют осуществить персонализированный подход к каждому случаю. Хотя этот метод более дорогостоящим по сравнению с использованием стандартных имплантатов [28], он часто бывает единственным возможным вариантом лечения [29]. Кроме того, наличие пористой поверхности имплантата в области его контакта с костным ложем способствует биологической фиксации и остеоинтеграции, что напрямую влияет на долговременную стабильность [30]. М. J. Taunton с соавторами продемонстрировали, что стоимость трехфланцевого индивидуально изготовленного компонента сопоставима со стоимостью бесцементной чашки с аугментами [31]. Р. М. Тихилов с соавторами считают, что при обширных дефектах использование индивидуальных вертлужных конструкций с экономической точки зрения является более эффективной стратегией лечения, чем имплантация серийных вертлужных компонентов [32].

А. А. Корыткин с соавторами выявили прямую корреляционную взаимосвязь между отклонением центра ротации после операции и последующей ревизией вертлужного компонента, что подтверждает важность восстановления анатомии тазобедренного сустава [33]. Имплантированный 3D-компонент позволяет восстановить предварительно спланированный центр анатомически правильной ротации.

Основными недостатками индивидуального изготовления вертлужных компонентов являются сложность предоперационного планирования и длительное изготовление конструкции [33]. С другой стороны, этот метод упрощает выполнение операции: нет необходимости имплантировать аллотрасплантаты, моделировать опорное кольцо, подбирать аугменты, кейджи и гемисферы для достижения адекватной фиксации [8, 34]. Однако в нашем исследовании на имплантацию персонализированного компонента было затрачено на 39,2 мин. больше, чем на установку аугмента с гемисферой, и на 34,0 мин. больше, чем на установку антипротрузионного кольца и чашки.

Частота осложнений после ревизионного эндопротезирования с применением индивидуальных конструкций достигает 26% [35]. А. С. Kawalkar с соавторами продемонстрировали, что при ис-

пользовании индивидуальных трехфланцевых конструкций количество вывихов, по разным данным, варьируется от 0% до 30%. В нашем исследовании частота вывихов составила 6,6% (2 из 30 пациентов) [36].

Многие авторы указывают на улучшение результатов по шкале Harris Hip Score с 25 баллов до операции до 75 и более после оперативного вмешательства при использовании персонализированных имплантатов [6, 9, 38, 39]. В нашем исследовании средний балл по Harris Hip Score увеличился с 27 [25,5; 29,2] до 78 [36,9; 90,1], что сопоставимо с данными литературы. Относительно невысокие показатели оценочных шкал после оперативного лечения свидетельствуют об изначально тяжелом состоянии пациентов, а также об объеме и сложности проведенного ревизионного эндопротезирования [6].

В нашем исследовании результаты в группе пациентов, которым имплантировали персонализированные конструкции, были в 1,08 раза выше по Harris Hip Score, чем в группе с аугментами, и в 1,10 раза выше, чем в группе с антипротрузионными кольцами. Аналогичные результаты мы получили по шкале WOMAC: результат был лучше в 1,95 раза, чем у пациентов с аугментами, и в 2,32 раза лучше, чем у пациентов с антипротрузионными кольцами. Количество осложнений в послеоперационном периоде у пациентов с индивидуальными конструкциями было в 1,83 раза меньше, чем у пациентов второй группы, и в 1,66 раза меньше, чем в третьей группе.

Ограничения исследования

Данное исследование было ограничено недостаточно длительным сроком наблюдения — средний срок 42 мес. Периоды послеоперационного наблюдения были различными, что также могло повлиять на результаты сравнения этих трех групп.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изготовленные с использованием 3D-технологий индивидуальные конструкции являются приоритетным вариантом при выполнении ревизионного эндопротезирования у пациентов с дефектами типа IIIВ по классификации W.G. Paprosky, особенно сопровождающихся диссоциацией костей таза. Однако при использовании персонализированных компонентов не стоит рассчитывать на снижение продолжительности самой операции.

DISCLAIMERS

Author contribution

Murylev V.Yu. — study concept and design, literature search and analysis, data analysis and interpretation, writing and drafting the article.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Мурьев В.Ю. — дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание и редактирование текста статьи.

Куковенко Г.А. — дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста статьи.

Елизаров П.М. — дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор и анализ данных.

Рукин Я.А. — сбор и анализ данных, написание и редактирование текста статьи.

Музыченков А.В. — сбор и анализ данных, написание и редактирование текста.

Руднев А.И. — сбор и анализ данных, редактирование текста статьи.

Жучков А.Г. — сбор и анализ данных, редактирование текста статьи.

Алексеев С.С. — сбор и анализ данных, редактирование текста статьи.

Бобров Д.С. — сбор и анализ данных, редактирование текста статьи.

Германов В.Г. — сбор и анализ 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 пациентов на участие в исследовании и публикацию результатов.

Kukovenko G.A. — study concept and design, literature search and analysis, data analysis and interpretation, writing the article.

Elizarov P.M. — study concept and design, literature search and analysis, data collection and processing.

Rukin Ya.A. — data collection and processing, writing and drafting the article.

Muzychenkov A.V. — data collection and processing, writing and drafting the article.

Rudnev A.I. — data collection and processing, drafting the article.

Zhuchkov A.G. — data collection and processing, drafting the article.

Alekseev S.S. — data collection and processing, drafting the article.

Bobrov D.S. — data collection and processing, drafting the article.

Germanov V.G. — data collection and processing, drafting 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.

Consent for publication. The authors obtained written consent from patients to participate in the study and publish the results.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Yoon P.W., Lee Y.K., Ahn J., Jung E.J., Kim Y., Kwak H.S. et al. Epidemiology of hip replacements in Korea from 2007 to 2011. *J Korean Med Sci.* 2014;29(6):852-858. doi: 10.3346/jkms.2014.29.6.852.
2. Telleria J.J., Gee A.O. Classifications in brief: Paprosky classification of acetabular bone loss. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(11):3725-3730. doi: 10.1007/s11999-013-3264-4.
3. 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. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141.
4. Parvizi J., Tan T.L., Goswami K., Higuera C., Della Valle C., Chen A.F. et al. The 2018 Definition of Periprosthetic Hip and Knee Infection: An Evidence-Based and Validated Criteria. *J Arthroplasty.* 2018;33(5): 1309-1314.e2. doi: 10.1016/j.arth.2018.02.078.
5. Dall'Ava L., Hothi H., Henckel J., Di Laura A., Shearing P., Hart A. Comparative analysis of current 3D printed acetabular titanium implants. *3D Print Med.* 2019;5(1):15. doi: 10.1186/s41205-019-0052-0.
6. Короткин А.А., Новикова Я.С., Морозова Е.А., Герасимов С.А., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М. Индивидуальные трехфланцевые вертлужные компоненты при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава у пациентов со значительными дефектами вертлужной впадины: планирование, хирургическая техника, результаты. *Травматология и ортопедия России.* 2020;26(2):20-30. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-20-30. Korytkin A.A., Novikova Ya.S., Morozova E.A., Gerasimov S.A., Kovaldov K.A., El moudni Yo.M. Custom Triflange Acetabular Components for Revision Hip Arthroplasty in the Patients with Severe Acetabular Defects: Planning, Surgical Technique, Outcomes. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2020;26(2):20-30. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-20-30.
7. Bozic K.J., Kamath A.F., Ong K., Lau E., Kurtz S., Chan V. et al. Comparative Epidemiology of Revision Arthroplasty: Failed THA Poses Greater Clinical and Economic Burdens Than Failed TKA. *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473(6):2131-2138. doi: 10.1007/s11999-014-4078-8.

8. 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.
9. Berend M.E., Berend K.R., Lombardi A.V., Cates H., Faris P. The patient-specific triflange acetabular implant for revision total hip arthroplasty in patients with severe acetabular defects: planning, implantation, and results. *Bone Joint J*. 2018;100-B (1 Suppl A):50-54. doi: 10.1302/0301-620X.100B1.BJJ-2017-0362.R1.
10. Zampelis V., Flivik G. Custom-made 3D-printed cup-cage implants for complex acetabular revisions: evaluation of pre-planned versus achieved positioning and 1-year migration data in 10 patients. Observational Study. *Acta Orthop*. 2021;92(1):23-28. doi: 10.1080/17453674.2020.1819729.
11. Yao A., George D.M., Ranawat V., Wilson C.J. 3D Printed Acetabular Components for Complex Revision Arthroplasty. *Indian J Orthop*. 2021;55(3):786-792. doi: 10.1007/s43465-020-00317-x.
12. Wyatt M.C. Custom 3D-printed acetabular implants in hip surgery – innovative breakthrough or expensive bespoke upgrade? *Hip Int*. 2015. 25(4):375-379. doi: 10.5301/hipint.5000294.
13. Aprato A., Giachino M., Bedino P., Mellano D., Piana R., Massè A. Management of Paprosky type three B acetabular defects by custom-made components: early results. *Int Orthop*. 2019;43(1):117-122. doi: 10.1007/s00264-018-4203-5.
14. DeLee J.G., Charnley J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res*. 1976;(121):20-32. doi: 10.1097/00003086-197611000-00003.
15. Jeong M., Kim H.J., Lim S.J., Moon Y.W., Park Y.S. Revision total hip arthroplasty using tantalum augmentin patients with Paprosky III or IV acetabular defects: a minimum 2-year follow up study. *Hip Pelvis*. 2016;28(2):98-103. doi: 10.5371/hp.2016.28.2.98.
16. Shi H.F., Xiong J., Chen Y.X., Wang J.f., Wang Y.H. Radiographic analysis of the restoration of hip joint center following open reduction and internal fixation of acetabular fractures: a retrospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;15(1):277. doi: 10.1186/1471-2474-15-277.
17. Weber M., Renkawitz T., Voellner F., Craiovan B., Greimel F., Worlicek M. et al. Revision Surgery in Total Joint Replacement Is Cost-Intensive. *Biomed Res Int*. 2018;2018:8987104. doi: 10.1155/2018/8987104.
18. The National Joint Register. 15th Annual report; 2018. <https://www.hqip.org.uk/resource/national-joint-registry-15th-annual-report-2018/#.Y9FWQpZn2Uk>.
19. Durand-Hil M., Henckel J., Di Laura A., Hart A. Can custom 3D printed implants successfully reconstruct massive acetabular defects? A 3D-CT assessment. *J Orthop Res*. 2020;38(12):2640-2648. doi: 10.1002/jor.24752.
20. Тихилов Р.М., Джавадов А.А., Коваленко А.Н., Денисов А.О., Демин А.С., Ваграмян А.Г. и др. Какие особенности дефекта вертлужной впадины влияют на выбор ацетабулярного компонента при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава? *Травматология и ортопедия России*. 2020;26(2):31-49. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-31-49.
21. Tikhilov R.M., Dzhavadov A.A., Kovalenko A.N., Denisov A.O., Demin A.S., Vahramyan A.G. et al. What Characteristics of the Acetabular Defect Influence the Choice of the Acetabular Component During Revision Hip Arthroplasty? *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(2):31-49. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-31-49.
22. Ibrahim M.S., Raja S., Haddad F.S. Acetabular impaction bone grafting in total hip replacement. *Bone Joint J*. 2013;95-B (11 Suppl A):98-102. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.32834.
23. Lee P.T., Raz G., Safir O.A., Backstein D.J., Gross A.E. Long-term results for minor column allografts in revision hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(12):3295-3303. doi: 10.1007/s11999-010-1591-2.
24. 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. doi: 10.1007/s11999-008-0442-x.
25. Lakstein D., Backstein D., Safir O., Kosashvili Y., Gross A.E. Trabecular Metal cups for acetabular defects with 50% or less host bone contact. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(9):2318-2324. doi: 10.1007/s11999-009-0772-3.
26. Mancino F., Cacciola G., Di Matteo V., De Marco D., Greenberg A., Perisano C. et al. Reconstruction options and outcomes for acetabular bone loss in revision hip arthroplasty. *Orthop Rev (Pavia)*. 2020;12(Suppl 1):8655. doi: 10.4081/or.2020.8655.
27. 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):521-527. doi: 10.1007/s11999-014-3861-x.
28. Hansen E., Shearer D., Ries M.D. Does a cemented cage improve revision THA for severe acetabular defects? *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(2):494-502. doi: 10.1007/s11999-010-1546-7.
29. Eltorai A.E., Nguyen E., Daniels A.H. Three-Dimensional Printing in Orthopedic Surgery. *Orthopedics*. 2015;38(11):684-687. doi: 10.3928/01477447-20151016-05.
30. Gruber M.S., Jesenko M., Burghuber J., Hochreiter J., Ritschl P., Ortmaier R. Functional and radiological outcomes after treatment with custom-made acetabular components in patients with Paprosky type 3 acetabular defects: short-term results. Clinical Trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):835. doi: 10.1186/s12891-020-03851-9.
31. Berasi C.C. 4th, 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(2):528-535. doi: 10.1007/s11999-014-3969-z.
32. 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):428-434. doi: 10.1007/s11999-011-2126-1.
33. Тихилов Р.М., Джавадов А.А., Денисов А.О., Чилилов А.М., Черкасов М.А., Билик С.С. и др. Анализ экономической эффективности использования индивидуальных и серийных вертлужных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Гений ортопедии*. 2022;28(2):234-240. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-234-240.

- Tikhilov R.M., Dzhavadov A.A., Denisov A.O., Chililov A.M., Cherkasov M.A., Bilyk S.S. et al. Cost-effectiveness analysis of custom-made and serial acetabular components in revision hip arthroplasty. *Orthopaedic Genius*. 2022;28(2):234-240. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-234-240.
33. Короткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М. Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):101-111. doi:10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111. Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Ya.S., Gorbатов R.O., Kovaldov K.A., El Moudni Y.M. Custom Triflange acetabular components in Revision Hip Replacement (Experience Review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2017;23(4):101-111. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111.
34. Goodman G.P., Engh C.A.Jr. The custom triflange cup: build it and they will come. *Bone Joint J*. 2016;98-B (1 Suppl A):68-72. doi: 10.1302/0301-620X.98B.36354.
35. Van Eemeren A., Vanlommel J., Vandekerckhove M. Acetabular reconstruction with a custom-made triflange acetabular component through direct anterior approach - A case report. *J Clin Orthop Trauma*. 2020;11(Suppl 2):S211-S213. doi: 10.1016/j.jcot.2020.02.006.
36. Kawalkar A.C., Kalanie A., Neil M.J. Excellent Midterm Results of Triflange Patient Matched Implants for Extensive Acetabular Bone Defect. *Hip Pelvis*. 2021;33(2):87-95. doi: 10.5371/hp.2021.33.2.87.
37. Berasi C.C. 4th., 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(2):528-535. doi: 10.1007/s11999-014-3969-z.
38. Citak M., Kochsiek L., Gehrke T., Haasper C., Suero E.M., Mau H. Preliminary results of a 3D-printed acetabular component in the management of extensive defects. *Hip Int*. 2018;28(3):266-271. doi: 10.5301/hipint.5000561.
39. 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):835-840. doi: 10.2106/JBJS.F.00313.

Сведения об авторах

✉ **Мурьев Валерий Юрьевич** — д-р мед. наук, профессор
Адрес: Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубетская, д. 8, стр. 2
<https://orcid.org/0000-0001-5753-8926>
e-mail: nmuril@yandex.ru

Куконенко Григорий Андреевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0001-6700-0222>
e-mail: gkukovenko@gmail.com

Елизаров Павел Михайлович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-0217-2434>
e-mail: elizarov_07@mail.ru

Рукин Ярослав Алексеевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0001-7355-8556>
e-mail: yar.rukin@gmail.com

Музыченков Алексей Владимирович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-3933-672X>
e-mail: amuzychenkov@inbox.ru

Руднев Александр Игоревич
<https://orcid.org/0000-0003-4490-2922>
e-mail: ruda310895@gmail.com

Жучков Александр Геннадьевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-6486-4567>
e-mail: Nas1674249@yandex.ru

Алексеев Семен Сергеевич
<https://orcid.org/0000-0001-7599-7472>
e-mail: semen.alekseev.92@mail.ru

Бобров Дмитрий Сергеевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-1190-7498>
e-mail: dsbmed@mail.ru

Германов Валерий Григорьевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-1639-0555>
e-mail: valgers@mail.ru

Authors' information

✉ **Valery Yu. Murylev** — Dr. Sci. (Med.), Professor
Address: 8-2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia
<https://orcid.org/0000-0001-5753-8926>
e-mail: nmuril@yandex.ru

Grigory A. Kukovenko — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0001-6700-0222>
e-mail: gkukovenko@gmail.com

Pavel M. Elizarov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-0217-2434>
e-mail: elizarov_07@mail.ru

Yaroslav A. Rukin — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0001-7355-8556>
e-mail: yar.rukin@gmail.com

Aleksey V. Muzychenkov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-3933-672X>
e-mail: amuzychenkov@inbox.ru

Alexander I. Rudnev
<https://orcid.org/0000-0003-4490-2922>
e-mail: ruda310895@gmail.com

Aleksandr G. Zhuchkov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-6486-4567>
e-mail: Nas1674249@yandex.ru

Semen S. Alekseev
<https://orcid.org/0000-0001-7599-7472>
e-mail: semen.alekseev.92@mail.ru

Dmitry S. Bobrov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-1190-7498>
e-mail: dsbmed@mail.ru

Valery G. Germanov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-1639-0555>
e-mail: valgers@mail.ru