

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto170996>

Ранние результаты ревизионного эндопротезирования вертлужной впадины с применением индивидуальных конструкций

О.А. Алексанян¹, Г.А. Чрагян¹, С.В. Каграманов¹, А.В. Иванов¹, К.Ю. Уколов¹, Е.В. Полевой²

¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация;

² Клиническая больница МЕДСИ в Боткинском проезде, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. Одним из вариантов реконструкции вертлужной впадины являются имплантаты, созданные методом 3D-печати. Популярность данной методики с каждым годом растёт.

Цель. Оценить ранние клинико-рентгенологические и функциональные результаты ревизионного эндопротезирования с применением индивидуальных вертлужных компонентов у пациентов с костными дефектами вертлужной впадины.

Материалы и методы. Ревизионное эндопротезирование выполнено 50 пациентам. Среди них было 36 женщин и 14 мужчин в возрасте 23–89 лет. Средний возраст пациентов составил $60,4 \pm 13,4$ года. По классификации Paprosky дефекты в 1 случае соответствовали типу IIC, в 12 — типу IIIA, в 37 — типу IIIB, в том числе 8 случаев с нарушением целостности вертлужной впадины. Функцию тазобедренного сустава оценивали по шкале Harris Hip Score (HHS), выраженность болевого синдрома — по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), а социальную адаптацию — по Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC).

Результаты. Значительное улучшение получено по всем оценочным шкалам. Значение по шкале HHS в среднем улучшилось с 33,6 до 87,1 балла, по шкале ВАШ — с 78,1 до 4,7 балла, WOMAC — с 75,8 до 11,6 балла. Общее количество осложнений составило 8 случаев (21%). В одном случае с нарушением целостности вертлужной впадины наблюдалась миграция седалищной кости от нижнего фланца конструкции.

Заключение. Результаты реконструкции вертлужной впадины с использованием индивидуально изготовленных вертлужных компонентов являются перспективными.

Ключевые слова: тазобедренный сустав; ревизионное эндопротезирование; дефект вертлужной впадины; индивидуальный вертлужный компонент.

Как цитировать:

Алексанян О.А., Чрагян Г.А., Каграманов С.В., Иванов А.В., Уколов К.Ю., Полевой Е.В. Ранние результаты ревизионного эндопротезирования вертлужной впадины с применением индивидуальных конструкций // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 4. С. 335–345. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto170996>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto170996>

Early results of revision acetabular endoprosthetics using individual designs

Ovakim A. Aleksanyan¹, Gamlet A. Chragyan¹, Sergey V. Kagramanov¹, Artem V. Ivanov¹, Konstantin Yu. Ukolov¹, Egor V. Polevoy²

¹ National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow, Russian Federation;

² MEDSI Clinical Hospital in Botkinsky proezd, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: One option for acetabular reconstruction is 3D printed implants. The popularity of this technique is growing every year.

AIM: To evaluate the early clinical, radiological and functional results of revision arthroplasty using individual acetabular components in patients with bone defects of the acetabulum.

MATERIALS AND METHODS: Revision arthroplasty was performed in 50 patients. Among them were 36 women and 14 men aged 23–89. The mean age of the patients was 60.4 ± 13.4 years. According to the Paprosky classification, defects in 1 case corresponded to type IIC, in 12 — type IIIA, in 37 — type IIIB, including 8 cases with violation of the integrity of the acetabulum. Hip function was assessed using the Harris Hip Score (HHS), pain severity using the Visual Analogue Scale (VAS), and social adaptation according to the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC).

RESULTS: A significant improvement was obtained on all rating scales. HHS improved on average from 33.6 to 87.1 points, VAS — from 78.1 to 4.7, WOMAC — from 75.8 to 11.6. The total number of complications was 21% (8 cases). In one case with a violation of the integrity of the acetabulum, the migration of the ischium from the lower flange of the structure was observed.

CONCLUSION: The results of acetabular reconstruction using custom-made acetabular components are promising.

Keywords: hip joint; revision arthroplasty; acetabular defect; individual acetabular component.

To cite this article:

Aleksanyan OA, Chragyan GA, Kagramanov SV, Ivanov AV, Ukolov KYu, Polevoy EV. Early results of revision acetabular endoprosthetics using individual designs. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(4):335–345. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto170996>

Received: 01.02.2023

Accepted: 27.02.2023

Published: 14.03.2023

ВВЕДЕНИЕ

При лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний и травматических повреждений тазобедренного сустава наиболее высокую эффективность показало эндопротезирование. Ежегодно во всём мире выполняется более миллиона операций по эндопротезированию тазобедренного сустава, а в ближайшие два десятилетия прогнозируется удвоение этого количества. Данная тенденция обуславливает неуклонное возрастание количества ревизионных операций [1–5]. Анализ ревизионных вмешательств, проведённых в нашей клинике в 1992–2014 гг., показал, что количество ревизий в среднем возросло в 8 раз. Наиболее частой причиной ревизионных операций является нестабильность вертлужного компонента [6–8]. Длительно протекающая нестабильность и неоднократные операции приводят к возникновению тяжёлых костных дефектов [9, 10]. Ключевую роль при выборе тактики ревизионного эндопротезирования играет именно выраженность костного дефекта [11–13]. При оценке последнего обращают внимание на несколько факторов: количество и качество оставшейся костной ткани; целостность дна и стенок вертлужной впадины; наличие или отсутствие прерывистости вертлужной впадины. Для оценки костных дефектов предложены различные классификации, среди которых наиболее распространённой является классификация по W.G. Paprosky [11].

При реконструкции вертлужной впадины используются различные конструкции и методы восстановления, к их числу относятся ревизионное эндопротезирование с установкой вертлужного компонента в высоком центре ротации [14]; установка полусферических вертлужных компонентов больших размеров (jumbo cups) [15]; классический вариант реконструкции с использованием антипротрузионных колец в сочетании с костной пластикой [16]; техника «кольцо в чашке» (cup-cage) [17]; реконструкция с применением высокопористых компонентов из трабекулярного титала [18, 19]. Однако состояние костной ткани, выраженность и геометрия дефекта требуют технических решений по адаптации ложа вертлужной впадины под серийные компоненты (чашки, аугменты) [20–22]. Поиски альтернативных вариантов реконструкций привели к внедрению в эндопротезирование аддитивных технологий, позволяющих с помощью 3D-моделирования создать и напечатать индивидуальный для каждого дефекта имплантат [9, 23–26, 27]. Имплантаты данного типа обладают рядом особенностей [9]:

- наличие от одного до трёх фланцев с отверстиями под винты для контакта с подвздошной, лонной и седалищной костями;
- возможность установки системы двойной мобильности цементной фиксации;
- оптимальная пространственная ориентация полусферической части (наклон — 40°, антеверсия — 15°);

- заданные при конструировании оптимальное направление и длина винтов, что позволяет достичь прочной первичной фиксации;
- пористая поверхность компонента, обеспечивающая дальнейшую остеоинтеграцию.

Эти особенности позволяют с максимальной точностью выполнить реконструкцию вертлужной впадины.

Цель исследования — оценить ранние клинико-рентгенологические и функциональные результаты ревизионного эндопротезирования с применением индивидуальных вертлужных компонентов у пациентов с костными дефектами вертлужной впадины.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено перспективное когортное исследование пациентов, оперированных с сентября 2017 года по сентябрь 2020 года с применением индивидуальных вертлужных компонентов.

Критерии соответствия

Критерии включения: показания к ревизионному эндопротезированию тазобедренного сустава с установкой индивидуальных вертлужных компонентов (расшатывание компонентов эндопротеза или спейсера тазобедренных суставов (ТБС), неоартроз после удаления эндопротеза ТБС); дефекты вертлужной впадины типа 2С, 3А, 3В по классификации W.G. Paprosky.

Критерии исключения: наличие противопоказаний к оперативному лечению, несогласие пациента на лечение по предложенной методике, отсутствие возможности проведения контрольных осмотров после выписки из стационара.

Условия проведения

В момент проведения исследования все пациенты, данные которых были включены в исследование, достигли минимального 12-месячного срока наблюдения.

От момента предыдущей операции до момента появления болевого синдрома в среднем прошло $6,5 \pm 5,3$ года (диапазон — от 0 до 18 лет), а с момента появления болевого синдрома до момента ревизионного эндопротезирования с установкой индивидуального вертлужного компонента — $3,2 \pm 3,5$ года (диапазон — от 1 до 17 лет).

Описание медицинского вмешательства

Всем пациентам выполняли обзорные рентгенограммы таза с захватом тазобедренных суставов. На этапе предоперационного планирования выполненные рентгенограммы позволяли оценить положение нестабильных компонентов эндопротеза, объём потери костной ткани вокруг компонентов эндопротеза. Оценку положения установленной конструкции проводили на послеоперационных рентгенограммах. Костные

дефекты оценивались по классификации W.G. Paprosky. Для создания 3D-модели и дальнейшей печати имплантата на этапе предоперационного планирования всем пациентам в обязательном порядке выполняли компьютерную томографию.

У наших пациентов дефекты вертлужной впадины разделились следующим образом: у одного пациента дефект соответствовал типу IIC, в 12 случаях наблюдались дефекты типа IIIA. Тяжёлые дефекты типа IIIB имелись у 37 пациентов (в том числе в 8 случаях — с расхождением тазовой кости).

Процесс создания и техника установки индивидуальных вертлужных компонентов ранее были тщательно описаны нами в предыдущей статье [9].

В нашей группе пациентов для установки индивидуального вертлужного компонента использовали прямой боковой доступ типа Хардинга.

В анамнезе у 21 пациента имелось от одной до нескольких ревизионных операций. У 4 пациентов были данные о лечении по поводу перипротезной инфекции.

Во время операции в обязательном порядке выполняли забор материала для дальнейшего проведения микробиологического анализа. Во всех случаях проводили базисную антибиотикопрофилактику.

Контрольный осмотр пациентов осуществляли через 3, 6 мес и 1 год после операции, в дальнейшем осмотр проводили 1 раз в год.

До- и послеоперационную оценку функции тазобедренного сустава проводили по оценочной шкале Harris Hip Score (HHS), выраженность до- и послеоперационного болевого синдрома оценивали по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), а до- и послеоперационную социальную адаптацию оценивали по Western Ontario and McMaster Universities Arthritis Index (WOMAC). Послеоперационную оценку проводили через 6 и 24 мес после операции. Все пациенты были доступны для оценки послеоперационной функции тазобедренного сустава.

Этическая экспертиза

Исследование было одобрено на заседании № 3 локального этического комитета от 2016 года и полностью соответствует этическим принципам Хельсинкской декларации в пересмотре 2013 года. Информированное добровольное согласие на участие в исследовании получено от всех пациентов.

Статистический анализ

Статистическую обработку данных выполняли в программе SPSS Statistics 22. Количественные переменные представлены как среднее и стандартное отклонение. Качественные переменные представлены как абсолютные и относительные частоты. Для сравнения показателей пред- и послеоперационных величин по шкалам HHS, ВАШ, WOMAC применяли критерий знаков для зависимых выборок. Уровень значимости был принят как 5%.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Участники исследования

В исследовании приняли участие 50 пациентов (50 ТБС), из них 36 женщин и 14 мужчин в возрасте 23–89 лет, средний возраст — $60,4 \pm 13,4$ года, оперированных с сентября 2017 года по сентябрь 2020 года с применением индивидуальных вертлужных компонентов. В момент проведения исследования все 50 пациентов, данные которых были включены в исследование, достигли минимального 12-месячного срока наблюдения.

Основные результаты исследования

Средняя продолжительность оперативного вмешательства составила $159,9 \pm 44,6$ мин (от 80 до 270 мин), интраоперационная кровопотеря в среднем — 1269 ± 802 мл (диапазон — от 300 до 5000 мл). Зависимость кровопотери от длительности операции представлена на рис. 1.

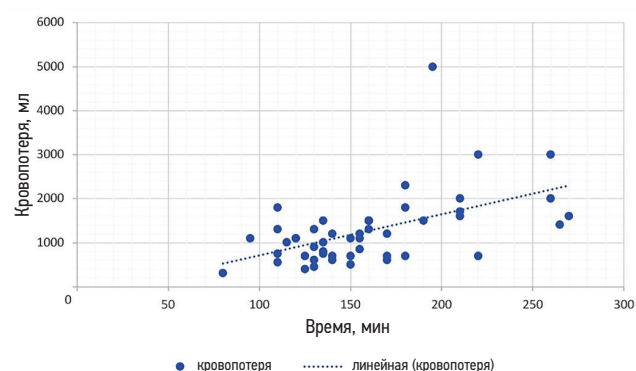


Рис. 1. Кровопотеря в зависимости от длительности операции.
Fig. 1. Blood loss depending on the operation duration.

Согласно полученным данным, при реконструкции дефектов типа IIIA в среднем понадобилось $146,7 \pm 26,7$ мин (диапазон — от 110 до 210 мин), а средняя кровопотеря составила $1045,9 \pm 495$ мл (диапазон — от 400 до 2000 мл). В случаях с дефектами типа IIIB интраоперационное время составило в среднем $164,5 \pm 48,8$ мин (диапазон — от 80 до 265 мин), а кровопотеря — в среднем $1363,5 \pm 869$ мл (диапазон — от 500 до 5000 мл).

Для фиксации индивидуальной конструкции в среднем потребовалось $7,16 \pm 1,44$ винтов (диапазон — от 4 до 11). Тотальная ревизия потребовалась в 21 случае из 50 (42%). Средняя продолжительность наблюдения составила $37,8 \pm 8,7$ мес (диапазон — от 24 до 49 мес).

Для рентгенологической оценки тазобедренного сустава выполняли стандартные переднезадние рентгенограммы таза. На рентгенограммах, сделанных сразу после операции, оценивали наклон вертлужного компонента и положение центра ротации тазобедренного сустава. Дооперационное положение центра ротации тазобедренного сустава относительно линии, соединяющей слезы, составило $53,6 \pm 9,9$ мм (диапазон — от 29 до 68 мм). На послеоперационных рентгенограммах

этот показатель составил $21,9 \pm 0,9$ мм (диапазон — от 20 до 24 мм).

Для объективной оценки результатов выполняли контрольные рентгенограммы в сроки 3, 6, 12 мес, далее — ежегодно и выборочно проводили КТ. При сравнении серии рентгенограмм признаков нестабильности не наблюдалось, миграции компонентов не отмечено.

При сравнении до- и послеоперационных показателей длины конечности выявлено, что дооперационное укорочение конечности на поражённой стороне в среднем составляло $3,4 \pm 1,1$ см (от 2 до 6 см в длину). После операции разница между конечностями в среднем составила $0,6 \pm 0,2$ см (от 0 до 1 см в длину).

До- и послеоперационную оценку функции тазобедренного сустава выполняли по шкале NHS. Послеоперационную оценку проводили через 6 и 24 мес после операции (табл. 1).

Для большей достоверности полученных данных мы провели статистический анализ. Согласно двухвыборочному t-критерию для зависимых выборок (paired samples t-test), разница между средними пред- и послеоперационными величинами шкал NHS статистически значима при уровне достоверности 99% ($p < 0,01$).

При сравнении функциональных до- и послеоперационных результатов через 6 мес и через 2 года между

группами получена статистически значимая разница. Статистически значимая разница также получена при сравнении послеоперационных функциональных результатов через 6 мес и через 2 года после операции.

До- и послеоперационную оценку выраженности болевого синдрома выполняли по шкале ВАШ. Послеоперационную оценку осуществляли через 6 и 24 мес после операции (табл. 2).

Согласно двухвыборочному t-критерию для зависимых выборок (paired samples t-test), разница между средними пред- и послеоперационными величинами шкал ВАШ статистически значима при уровне достоверности 99% ($p < 0,01$).

При сравнении результатов оценки выраженности до- и послеоперационного болевого синдрома через 6 мес и через 2 года между группами получена статистически значимая разница. Статистически значимая разница также получена при сравнении результатов послеоперационного болевого синдрома через 6 мес и через 2 года после операции.

До- и послеоперационную оценку социальной адаптации выполняли по шкале WOMAC. Послеоперационную оценку выполняли через 6 и 24 мес после операции (табл. 3).

Согласно двухвыборочному t-критерию для зависимых выборок (paired samples t-test), разница между средними

Таблица 1. До- и послеоперационная оценка функции тазобедренного сустава по шкалам NHS, $n=50$

Table 1. Pre- and postoperative assessment of hip joint function using NHS scales, $n=50$

Шкала NHS	Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднеквадратичная ошибка среднего
До операции	33,660	15,7643	2,2294
Через 6 мес после операции	87,120	5,2940	0,7487
Через 2 года после операции	91,780	3,8135	0,5393

Таблица 2. До- и послеоперационная выраженность болевого синдрома по шкалам ВАШ, $n=50$

Table 2. Pre- and postoperative severity of pain syndrome according to VAS scales, $n=50$

Визуально-аналоговая шкала	Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднеквадратичная ошибка среднего
До операции	78,180	8,3145	1,1758
Через 6 мес после операции	4,660	2,5040	0,3541
Через 2 года после операции	2,240	1,6728	0,2366

Таблица 3. До- и послеоперационная социальная адаптация по шкалам WOMAC, $n=50$

Table 3. Pre- and postoperative social adaptation according to WOMAC scales, $n=50$

Шкала WOMAC	Среднее значение	Стандартное отклонение	Среднеквадратичная ошибка среднего
До операции	75,860	11,8028	1,6692
Через 6 мес после операции	11,620	11,1555	1,5776
Через 2 года после операции	4,960	1,7723	0,2506

пред- и послеоперационными величинами шкалы WOMAC статистически значима при уровне достоверности 99% ($p < 0,01$).

При сравнении результатов оценки до- и послеоперационной социальной адаптации пациентов через 6 мес и через 2 года между группами получена статистически значимая разница. Статистически значимая разница также получена при сравнении результатов социальной адаптации через 6 мес и через 2 года после операции.

Проведённая сравнительная оценка между до- и послеоперационными данными через 6 мес доказала значительное статистическое улучшение исследуемых показателей. Аналогичные результаты получены при сравнении до- и послеоперационных данных через 2 года. При сравнении показателей через 2 года и через 6 мес после операции также имеется значительное статистическое улучшение показателей.

Нежелательные явления

В одном случае наблюдалось повреждение верхней ягодичной артерии у пациентки с дефектом типа IIIB, что было связано с необходимостью мобилизации подвздошной кости для установки верхнего фланца. Визуализировать и перевязать сосуд было невозможно. Выполнена тампонада гемостатической губкой, после чего кровотечение остановилось.

В трёх случаях после операции у пациентов с дефектами типа IIIB по классификации Paprosky развился парез малоберцовой порции седалищного нерва. Данное осложнение, на наш взгляд, связано с травматичностью доступа и тракционной ишемией седалищного нерва. Пациенты получали соответствующее лечение. На контрольном осмотре через 3 мес у двух пациентов наблюдалось полное восстановление функции малоберцовой порции седалищного нерва, у одного неврологическая симптоматика сохранялась.

Вывих эндопротеза отмечен в трёх случаях (7,9%). В двух случаях из трёх наблюдали рецидивирующий вывих, для устранения которого выполнили ревизию с установкой чашки двойной мобильности. В третьем случае информация о вывихе была получена по телефону, и по месту жительства пациенту выполнено закрытое вправление.

У одной пациентки с изначальным диагнозом «нестабильность вертлужного компонента с нарушением целостности вертлужной впадины» через 3 мес после операции на рентгенограммах выявили миграцию седалищной кости относительно имплантата, однако рентгенологически имплантат был стабилен (данный клинический случай будет подробно описан в следующей статье).

Случаев глубокой инфекции, лёгочной эмболии и смерти в этой группе не отмечено.

У обследуемых, преодолевших минимальный 6-месячный срок наблюдения, при последующем наблюдении

(12 мес после операции и более) отрицательной динамики не выявлено, функцией сустава и качеством жизни пациенты оставались довольны.

ОБСУЖДЕНИЕ

Реконструкция тяжёлых костных дефектов вертлужной впадины при ревизионном эндопротезировании остаётся большой проблемой. Существуют различные варианты реконструкции вертлужной впадины. Создание эндопротеза методом 3D-печати с помощью аддитивных технологий — один из них. Первые упоминания об индивидуальных вертлужных компонентах встречаются в литературе с 1992 года. В те годы для изготовления данной конструкции использовали метод фрезерования [20]. Первые операции с применением индивидуальных конструкций в России начали проводить лишь в 2015 году [28]. В отделении эндопротезирования крупных суставов Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова мы начали выполнять ревизионные операции с применением индивидуальных вертлужных конструкций с 2017 года. Исходя из полученных результатов, мы считаем данное направление весьма перспективным.

Использование индивидуальных конструкций показало хорошие результаты в отношении как послеоперационной функции сустава, так и фиксации имплантата. В нашей группе наблюдений осложнений, связанных с асептической нестабильностью эндопротезов, не наблюдалось. В исследованиях зарубежных и отечественных авторов также отмечаются хорошие результаты фиксации имплантатов данного типа, где количество осложнений, связанных с асептической нестабильностью, не превышает 4% [29–32].

Количество послеоперационных вывихов в нашей группе составило 7,9%. В работах других авторов осложнения данного типа разнятся, достигая 33% [26, 29, 30, 32, 33]. По мнению М. Citak и соавт. [26], большое количество послеоперационных вывихов связано с значительным количеством предыдущих операций на тазобедренном суставе (среднее количество — 5). Прямая связь между количеством послеоперационных вывихов (6,4%) и предыдущих операций (в среднем 1,6 (от 1 до 3)) наблюдается и в публикации М.Е. Berend с соавт. [30]. По мнению М.Д. Taunton и соавт. [33], фактором риска развития рецидивирующих вывихов головки эндопротеза может служить миграция большого вертела по причине выраженного остеолита или травмы, приводящей к перипротезному перелому. Для устранения данной проблемы авторы предлагали выполнять дополнительную пластику отводящих мышц бедра либо использовать компоненты двойной мобильности или системы constrained. В.Т. Barlow с соавт. [31] считали, что причиной возникновения вывиха было неправильное позиционирование вертлужного компонента, а именно избыточная вертикализация из-за выраженного

дефицита анатомических ориентиров. С точки зрения А.А. Корыткина и соавт. [32], большое количество данных осложнений (17%) связано с ошибками, допущенными на этапе предоперационного планирования, а именно с проектированием индивидуальной конструкции с маленьким размером полусферической части. Использование компонентов диаметром 46 мм в последующем ограничивало варианты применения артикулирующей пары. В нашей серии наблюдений для устранения рецидивирующих вывихов в двух случаях из трёх мы использовали компоненты двойной мобильности.

Основным инструментом для оценки функции тазобедренного сустава являются оценочные шкалы. Наиболее часто используются шкалы NHS, ВАШ, WOMAC. Сравнительные результаты оценочных шкал, полученных до и через 6 мес после операции, показали значительное улучшение функции тазобедренного сустава, что сопоставимо с результатами других авторов [25, 26, 29, 30, 32, 34, 35].

Оценка точности позиционирования индивидуальных конструкций после установки, проведённая в группе из 20 пациентов со средним возрастом 53 года (от 22 до 72 лет), показала, что при ревизионном эндопротезировании с применением данных имплантатов велика вероятность отклонения положения имплантата от планируемого, однако такое отклонение в период наблюдения не привело к негативным последствиям [36].

Основной задачей ревизионного эндопротезирования является надёжная и прочная фиксация компонентов в анатомически правильном положении для максимально полного восстановления. Особенность индивидуально изготовленных вертлужных компонентов — наличие у них дополнительных точек фиксации в виде опорных фланцев с отверстиями под винты, с пористым покрытием контактирующих поверхностей. Использование данных конструкций даёт преимущество для реконструкции дефектов типа III по W.G. Paprosky, позволяя более точно восстановить анатомию вертлужной впадины и улучшить результаты. Свидетельством этому служат статистическое улучшение функции сустава, снижение или отсутствие болевого синдрома и социальная адаптация пациентов. Дополнительное преимущество применения данных конструкций — в том, что нет необходимости в костной пластике вертлужной впадины. Это минимизирует риски инфекционных осложнений и ранней нестабильности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При сравнении дооперационных функциональных результатов тазобедренного сустава с аналогичными результатами, полученными через 6 мес и через 2 года после операции, выявлено статистически значимое улучшение функции тазобедренного сустава по всем оценочным шкалам. Аналогичные данные получены при сравнении послеоперационных результатов, полученных

через 6 мес, с результатами через 2 года после операции. По данным рентгенологических исследований, выполненных в сроки 3, 6, 12 мес, далее ежегодно признаков нестабильности не выявлено, миграции компонентов не отмечено, наблюдалась лишь остеоинтеграция индивидуальных конструкций. Широкие возможности 3D-моделирования позволяют создать имплантаты для дефектов любой сложности и дают возможность наиболее точно восстановить анатомический центр ротации тазобедренного сустава, минимизировать риски инфекционных осложнений, связанные с применением аллотрансплантатов, также позволяют достичь первичной прочной фиксации и стабилизации тазовой кости при тазовом разрыве. Вышеперечисленные характеристики данных конструкций приводят к улучшению послеоперационных функциональных результатов и качества жизни пациентов. Индивидуально изготовленные вертлужные конструкции могут эффективно использоваться при реконструкции дефектов вертлужной впадины. Полученные ранее результаты с применением данных конструкций при ревизионном эндопротезировании весьма обнадеживающие. При условии сохранения положительных результатов в среднесрочные и отдалённые сроки наблюдений можно будет говорить о том, что реконструкция вертлужной впадины с использованием индивидуальных компонентов является методом выбора.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов: *О.А. Алексанян* — написание обзора литературы, ведение больных, выполнение оперативного лечения, проведение статистического анализа; *Г.А. Чрагян* — написание обзора литературы, ведение больных, выполнение оперативного лечения, проведение статистического анализа; *С.В. Каграманов* — ведение больных, выполнение оперативного лечения, проведение статистического анализа; *А.В. Иванов* — коррекция текста, ведение больных; *К.Ю. Уколов* — проведение статистического анализа, обеспечение анестезиологического пособия; *Е.В. Полевой* — написание текста, ведение больных. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Источник финансирования. Не указан.

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

ADDITIONAL INFO

Authors' contribution: *O.A. Aleksanyan* — literature review, case management, surgical treatment, statistical analysis; *G.A. Chragyan* — literature review, case

management, surgical treatment, statistical analysis; S.V. Kagramanov — case management, surgical treatment, statistical analysis; A.V. Ivanov — text correction, case management; K.Yu. Ukolov — statistical analysis, provision of anesthetic support; E.V. Polevoy — writing the text, case management. Thereby, all authors made a substantial

contribution to the conception of the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Funding source. Not specified.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gwam C.U., Mistry J.B., Mohamed N.S., et al. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013 // *J Arthroplasty*. 2017. Vol. 32, N 7. P. 2088–2092. doi: 10.1016/j.arth.2017.02.046
2. 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. Vol. 97-B, N 8. P. 1076–1081. doi: 10.1302/0301-620X.97B8.35170
3. Kowalik T.D., DeHart M., Gehling H., et al. The epidemiology of primary and revision total hip arthroplasty in teaching and nonteaching hospitals in the United States // *J Am Acad Orthop Surg*. 2016. Vol. 24, N 6. P. 393–398. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00596
4. Yoon P.W., Lee Y.K., Ahn J., et al. Epidemiology of hip replacements in Korea from 2007 to 2011 // *J Korean Med Sci*. 2014. Vol. 29, N 6. P. 852–858. doi: 10.3346/jkms.2014.29.6.852
5. Pivec R., Johnson A.J., Mears S.C., Mont M.A. Hip arthroplasty // *Lancet*. 2012. Vol. 380, N 9855. P. 1768–1777. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60607-2
6. 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. Vol. 76, N 6. P. 863–869. doi: 10.2106/00004623-199406000-00010
7. Goodman S.B., Adler S.J., Fyhrie D.P., Schurman D.J. The acetabular teardrop and its relevance to acetabular migration // *Clin Orthop Relat Res*. 1988. N 236. P. 199–204.
8. Emerson R.H. Jr, Head W.C., Berklaich F.M., Malinin T.I. Noncemented acetabular revision arthroplasty using allograft bone // *Clin Orthop Relat Res*. 1989. N 249. P. 30–43.
9. Загородний Н.В., Чрагян Г.А., Алексанян О.А., и др. Применение 3D-моделирования и прототипирования при первичном и ревизионном эндопротезировании // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2018. № 2. С. 21–29. doi: 10.32414/0869-8678-2018-2-21-29
10. Коваленко А.Н., Джавадов А.А., Шубняков И.И., и др. Среднесрочные результаты использования индивидуальных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава // *Травматология и ортопедия России*. 2019. Т. 25, № 3. С. 37–46. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46
11. Paprosky W.G., Perona G.P., Lawrence M.J. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty, a 6 year follow-up evaluation // *J Arthroplasty*. 1994. Vol. 9, N 1. P. 33–43. doi: 10.1016/0883-5403(94)90135-x
12. Gross A.E., Blackley H., Wong P., et al. The use of allografts in orthopaedic surgery. Part II: the role of allografts in revision arthroplasty of the hip // *J Bone Joint Surg Am*. 2002. Vol. 84-A, N 4. P. 655–667.
13. Cabanela M.E., Trousdale R.T., Berry D.J. Impacted cancellous graft plus cement in hip revision // *Clin Orthop Relat Res*. 2003. N 417. P. 175–182. doi: 10.1097/01.blo.0000096817.78689.ac
14. Bozic K.J., Freiberg A.A., Harris W.H. The high hip center // *Clin Orthop Relat Res*. 2004. N 420. P. 101–105. doi: 10.1097/00003086-200403000-00014
15. Moon J.K., Ryu J., Kim Y., et al. Acetabular revision arthroplasty using press-fitted jumbo cups: an average 10-year follow-up study // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2019. Vol. 139, N 8. P. 1149–1160. doi: 10.1007/s00402-019-03214-7
16. Gibon E., Kerboull L., Courpied J., Hamadouche M. Acetabular reinforcement rings associated with allograft for severe acetabular defects // *Int Orthop*. 2019. Vol. 43, N 3. P. 561–571. doi: 10.1007/s00264-018-4142-1
17. Hipfl C., Janz V., Löchel J., et al. Cup-cage reconstruction for severe acetabular bone loss and pelvic discontinuity: mid-term results of a consecutive series of 35 cases // *Bone Joint J*. 2018. Vol. 100-B, N 11. P. 1442–1448. doi: 10.1302/0301-620X.100B11.BJJ-2018-0481.R1
18. Загородний Н.В., Алексанян О.А., Чрагян Г.А., и др. Реконструкция вертлужной впадины с использованием компонентов из трабекулярного металла // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019. № 1. С. 5–10. doi: 10.17116/vto20190115
19. Тихилов П.М., Шубняков И.И., Чиладзе И.Т., и др. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава с использованием аугментов из трабекулярного металла при последствиях переломов вертлужной впадины // *Травматология и ортопедия России*. 2011. № 1. С. 76–81.
20. Christie M.J., Barrington S.A., Brinson M.F., et al. Bridging massive acetabular defects with the triflange cup: 2- to 9-year results // *Clin Orthop Relat Res*. 2001. N 393. P. 216–227. doi: 10.1097/00003086-200112000-00024
21. Волокитина Е.А., Хабиб М.С.С. Эндопротезирование тазобедренного сустава при деформациях и дефектах вертлужной впадины (обзор литературы) // *Уральский медицинский журнал*. 2018. № 1. С. 56–63.
22. Holt G.E., Dennis D.A. Use of custom triflanged acetabular components in revision total hip arthroplasty // *Clin Orthop Relat Res*. 2004. N 429. P. 209–214. doi: 10.1097/01.blo.0000150252.19780.74
23. Li H., Qu X., Mao Y., et al. Custom acetabular cages offer stable fixation and improved hip scores for revision THA with severe bone defects // *Clin Orthop Relat Res*. 2016. Vol. 474, N 3. P. 731–740. doi: 10.1007/s11999-015-4587-0
24. Myncke I., van Schaik D., Scheerlinck T. Custom-made triflanged acetabular components in the treatment of major acetabular defects.

Short-term results and clinical experience // *Acta Orthop Belg*. 2017. Vol. 83, N 3. P. 341–350.

25. Gladnick B.P., Fehring K.A., Odum S.M., et al. Midterm survivorship after revision total hip arthroplasty with a custom triflange acetabular component // *J Arthroplasty*. 2018. Vol. 33, N 2. P. 500–504. doi: 10.1016/j.arth.2017.09.026

26. Citak M., Kochsiek L., Gehrke T., et al. Preliminary results of a 3D-printed acetabular component in the management of extensive defects // *Hip Int*. 2018. Vol. 28, N 3. P. 266–271. doi: 10.5301/hipint.5000561

27. Садовой М.А., Павлов В.В., Базлов В.А., и др. Возможно-сти 3D-визуализации дефектов вертлужной впадины на этапе предоперационного планирования первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017. № 3. С. 37–42.

28. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., и др. Применение индивидуальной трехфланцевой конструкции при ревизионном эндопротезировании с нарушением целостности тазового кольца (клинический случай) // *Травматология и ортопедия России*. 2016. Т. 22, № 1. С. 108–116.

29. Berasi C.C., Berend K.R., Adams J.B., et al. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? // *Clin Orthop Relat Res*. 2014. Vol. 473, N 2. P. 528–535. doi: 10.1007/s11999-014-3969-z

30. Berend M.E., Berend K.R., Lombardi A.V., et al. 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. Vol. 100-B, 1 suppl A. P. 50–54. doi: 10.1302/0301-620X.100B1.BJJ-2017-0362.R1

31. Barlow B.T., Oi K.K., Lee Y.Y., et al. Outcomes of custom flange acetabular components in revision total hip arthroplasty and predictors of failure // *J Arthroplasty*. 2016. Vol. 31, N 5. P. 1057–1064. doi: 10.1016/j.arth.2015.11.016

32. Корыткин А.А., Новикова Я.С., Морозова Е.А., и др. 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. Т. 26, № 2. С. 20–30. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-20-30

33. Taunton M.J., Fehring T.K., Edwards P., et al. Pelvic discontinuity treated with custom triflange component: a reliable option // *Clin Orthop Relat Res*. 2012. Vol. 470, N 2. P. 428–434. doi: 10.1007/s11999-011-2126-1

34. Fröschén F.S., Randau T.M., Hischebeth G.T.R., et al. Mid-term results after revision total hip arthroplasty with custom-made acetabular implants in patients with Paprosky III acetabular bone loss // *Arch Orthop Trauma Surg*. 2020. Vol. 140, N 2. P. 263–273. doi: 10.1007/s00402-019-03318-0

35. Kieser D.C., Ailabouni R., Kieser S.C.J., et al. The use of an Ossis custom 3D-printed tri-flanged acetabular implant for major bone loss: minimum 2-year follow-up // *Hip Int*. 2018. Vol. 28, N 6. P. 668–674. doi: 10.1177/1120700018760817

36. Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Билык С.С., и др. Позиционирование индивидуальных вертлужных компонентов при ревизиях тазобедренного сустава: действительно ли они подходят как «ключ к замку»? // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017. № 4. С. 31–37.

REFERENCES

1. Gwam CU, Mistry JB, Mohamed NS, 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

2. Patel A, Pavlou G, Mújica-Mota RE, Toms AD. 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

3. Kowalik TD, DeHart M, Gehling H, et al. The epidemiology of primary and revision total hip arthroplasty in teaching and nonteaching hospitals in the United States. *J Am Acad Orthop Surg*. 2016;24(6):393–398. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00596

4. Yoon PW, Lee YK, Ahn J, 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

5. Pivec R, Johnson AJ, Mears SC, Mont MA. Hip arthroplasty. *Lancet*. 2012;380(9855):1768–1777. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60607-2

6. Sullivan PM, MacKenzie JR, Callaghan JJ, Johnston RC. 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):863–869. doi: 10.2106/00004623-199406000-00010

7. Goodman SB, Adler SJ, Fyhrie DP, Schurman DJ. The acetabular teardrop and its relevance to acetabular migration. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;(236):199–204.

8. Emerson RH Jr, Head WC, Berklaich FM, Malinin TI. Noncemented acetabular revision arthroplasty using allograft bone. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(249):30–43.

9. Zagorodniy NV, Chragyan GA, Aleksanyan OA, et al. 3D modelling and printing in primary and revision arthroplasty. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2018;(2):21–29. (In Russ). doi: 10.32414/0869-8678-2018-2-21-29

10. Kovalenko AN, Dzhabadov AA, Shubnyakov II, et al. Mid-term outcomes of using custom-made implants for revision hip arthroplasty. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019;25(3): 37–46. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46

11. Paprosky WG, Perona GP, Lawrence MJ. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty, a 6 year follow-up evaluation. *J Arthroplasty*. 1994;9(1):33–43. doi: 10.1016/0883-5403(94)90135-x

12. Gross AE, Blackley H, Wong P, et al. The use of allografts in orthopaedic surgery. Part II: the role of allografts in revision arthroplasty of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(4):655–667.

13. Cabanela ME, Trousdale RT, Berry DJ. Impacted cancellous graft plus cement in hip revision. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(417):175–182. doi: 10.1097/01.blo.0000096817.78689.ac

14. Bozic KJ, Freiberg AA, Harris WH. The high hip center. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(420):101–105. doi: 10.1097/00003086-200403000-00014

15. Moon JK, Ryu J, Kim Y, et al. Acetabular revision arthroplasty using press-fitted jumbo cups: an average 10-year follow-

up study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019;139(8):1149–1160. doi: 10.1007/s00402-019-03214-7

16. Gibon E, Kerboul L, Courpied J, Hamadouche M. Acetabular reinforcement rings associated with allograft for severe acetabular defects. *Int Orthop.* 2019;43(3):561–571. doi: 10.1007/s00264-018-4142-1

17. Hipfl C, Janz V, Löchel J, et al. Cup-cage reconstruction for severe acetabular bone loss and pelvic discontinuity: mid-term results of a consecutive series of 35 cases. *Bone Joint J.* 2018;100-B(11):1442–1448. doi: 10.1302/0301-620X.100B11.BJJ-2018-0481.R1

18. Zagorodny NV, Alexanyan OA, Cragan GA, et al. Reconstruction of a hip socket using trabecular metal components. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2019;(1):5–10. (In Russ). doi: 10.17116/vto20190115

19. Tikhilov RM, Shubnyakov II, Chiladze IT, et al. Total hip joint endoprosthesis using augments from trabecular metal in consequences of Fractures of the acetabulum. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2011;(1):76–81. (In Russ).

20. Christie MJ, Barrington SA, Brinson MF, et al. Bridging massive acetabular defects with the triflange cup: 2- to 9-year results. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(393):216–227. doi: 10.1097/00003086-200112000-00024

21. Volokitina EA, Khabib MSS. Total hip replacement in cases of acetabular bone defects and deformations (review). *Ural Medical Journal.* 2018;(1):56–63. (In Russ).

22. Holt GE, Dennis DA. Use of custom triflanged acetabular components in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(429):209–214. doi: 10.1097/01.blo.0000150252.19780.74

23. Li H, Qu X, Mao Y, et al. Custom acetabular cages offer stable fixation and improved hip scores for revision THA with severe bone defects. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474(3):731–740. doi: 10.1007/s11999-015-4587-0

24. Myncke I, van Schaik D, Scheerlinck T. Custom-made triflanged acetabular components in the treatment of major acetabular defects. Short-term results and clinical experience. *Acta Orthop Belg.* 2017;83(3):341–350.

25. Gladnick BP, Fehring KA, Odum SM, et al. Midterm survivorship after revision total hip arthroplasty with a custom triflange acetabular component. *J Arthroplasty.* 2018;33(2):500–504. doi: 10.1016/j.arth.2017.09.026

26. Citak M, Kochsiek L, Gehrke T, et al. 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

27. Sadovoy MA, Pavlov VV, Bazlov VA, et al. Potentialities of 3D-visualization in preoperative planning of primary and revision total hip arthroplasty. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2017;3:37–42. (In Russ).

28. Tikhilov RM, Shubnyakov II, Kovalenko AN, et al. Using custom triflange implant in revision hip arthroplasty in patient with pelvic discontinuity (case report). *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2016;22(1):108–116. (In Russ).

29. Berasi CC, Berend KR, Adams JB, et al. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;473(2):528–535. doi: 10.1007/s11999-014-3969-z

30. Berend ME, Berend KR, Lombardi AV, et al. 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

31. Barlow BT, Oi KK, Lee YY, et al. Outcomes of custom flange acetabular components in revision total hip arthroplasty and predictors of failure. *J Arthroplasty.* 2016;31(5):1057–1064. doi: 10.1016/j.arth.2015.11.016

32. Korytkin AA, Novikova YaS, Morozova EA, et al. 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 Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-20-30

33. Taunton MJ, Fehring TK, Edwards P, et al. 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

34. Fröschén FS, Randau TM, Hischebeth GTR, et al. Mid-term results after revision total hip arthroplasty with custom-made acetabular implants in patients with Paprosky III acetabular bone loss. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020;140(2):263–273. doi: 10.1007/s00402-019-03318-0

35. Kieser DC, Ailabouni R, Kieser SCJ, et al. The use of an Ossis custom 3D-printed tri-flanged acetabular implant for major bone loss: minimum 2-year follow-up. *Hip Int.* 2018;28(6):668–674. doi: 10.1177/1120700018760817

36. Kovalenko AN, Tikhilov RM, Bilyk SS, et al. Positioning of individual acetabular components during hip revisions: do they really fit like a “key to a lock”? *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2017;(4):31–37. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Алексанян Оваким Аргамович**, к.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, д. 10;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6909-6624>;
e-mail: Hovakim1992@mail.ru

Чрагян Гамлет Ашотович, к.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6457-3156>;
eLibrary SPIN: 5580-8152;
e-mail: chragyan@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Ovakim A. Aleksanyan**, MD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
address: 10 Priorova street, 127299 Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6909-6624>;
e-mail: Hovakim1992@mail.ru

Gamlet A. Chragyan, MD, Cand. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6457-3156>;
eLibrary SPIN: 5580-8152;
e-mail: chragyan@gmail.com

Каграманов Сергей Владимирович, д.м.н.,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8434-1915>;
eLibrary SPIN: 4670-7747;
e-mail: kagramanov2001@mail.ru

Иванов Артем Владимирович,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6689-8947>;
e-mail: dr.tomson@inbox.ru

Уколов Константин Юревич, к.м.н.,
врач анестезиолог-реаниматолог;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5479-3208>;
e-mail: ukolov_doc@mail.ru

Полевой Егор Викторович,
врач травматолог-ортопед;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-5410>;
e-mail: poleegor@yandex.ru

Sergey V. Kagramanov, MD, Dr. Sci. (Med.),
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8434-1915>;
eLibrary SPIN: 4670-7747;
e-mail: kagramanov2001@mail.ru

Artem V. Ivanov, MD,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6689-8947>;
e-mail: dr.tomson@inbox.ru

Konstantin Yu. Ukolov, MD, Cand. Sci. (Med.),
anesthesiologist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5479-3208>;
e-mail: ukolov_doc@mail.ru

Egor V. Polevoy, MD,
traumatologist-orthopedist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-5410>;
e-mail: poleegor@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author