

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРСониФИЦИРУЮЩИХ АРТИКУЛИРУЮЩИХ СПЕЙСЕРОВ, СОЗДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ 3D ПЕЧАТИ

Карякин Н.Н.¹, Митрофанов В.Н.¹, Комаров Р.Н.¹, Горбатов Р.О.¹, Преснов Д.В.¹

¹*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Н. Новгород, e-mail: bagsnn@gmail.com*

Цель исследования – оценить результаты хирургического лечения пациентов с использованием персонифицированных артикулирующих спейсеров тазобедренного сустава. Проведен анализ результатов лечения 67 пациентов с перипротезной инфекцией после эндопротезирования тазобедренного сустава, лечившихся в отделении гнойной хирургии (остеологии) Университетской клиники ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России в 2015–2017 гг. Больные были включены в 2 группы: группа сравнения – 33 больных, лечение которых проводилось по стандартным алгоритмам ревизионного эндопротезирования, основная группа – 34 пациента, в лечении которых применялось двухэтапное ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава с использованием персонифицированного подхода в изготовлении спейсера. Частота повторных вмешательств на суставе с заменой спейсера после ревизии составила 6,7% (2 случая) в основной группе и 13,3% (4 случая) в группе сравнения ($p>0,05$). Оценка функционального состояния пациентов основной группы через 3 месяца после первого этапа ревизионного эндопротезирования показала более высокие функциональные результаты по шкале Харриса по сравнению с соответствующими показателями у больных, в лечении которых используются стандартные подходы. Разработанная методика установки артикулирующего спейсера с использованием индивидуального вертлужного компонента позволила обеспечить стабильность и артикуляцию без участия кости в зоне установленного спейсера. Обеспечение полноценной артикуляции и сохранности активных движений в области установленного спейсера является залогом функционального успеха второго этапа эндопротезирования. Проведенный в рамках нашего исследования анализ частоты выполнения повторных операций по замене спейсера после проведения ревизии показал статистически значимое снижение рецидива нагноения после эндопротезирования тазобедренного сустава.

Ключевые слова: эндопротезирование тазобедренного сустава, инфекционные осложнения, костный дефект, спейсер, 3D печать, аддитивные технологии

THE SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH PERIPROSTHETIC INFECTION AFTER ARTHROPLASTY OF A HIP JOINT WITH THE USE OF PERSONIFIED ARTICULATING SPACERS, CREATED WITH A 3D PRINTING

Karyakin N.N.¹, Mitrofanov V.N.¹, Komarov R.N.¹, Gorbatov R.O.¹, Presnov D.V.¹

¹*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, e-mail: bagsnn@gmail.com*

The purpose of the investigation is to assess the results of the surgical treatment with the use of personified articulating hip joint spacers. The results of treatment of 67 patients with periprosthetic infection after hip joint arthroplasty, who was receiving therapy at the purulent surgery department of FSBEI HE PRMU MOH Russia, were analyzed. The patients were classified into 2 groups: 33 patients (23 men and 10 women) were included into the 1st (comparative group). Their treatment was carried out in 2015–2016 years according to the standard algorithms of the two-step hip joint revision arthroplasty methodology. 34 patients (24 men and 10 women) were included into the 2d (basic) group. Two-step hip joint revision arthroplasty methodology with the use of personified approach in the space production was used in their treatment since 2016 year. Hip joint re-surgery with the change of the spacer after the revision was performed to 2 patients (6,7 %) from the basic group and 4 patients (13,3 %) from the comparative group ($p>0,05$). The functional state of the patients of the basic group 3 months after the first step of re-arthroplasty about peri-implant infection is characterized by better functional results on the Harris scale in comparison with patients who were treated with standard approaches. The developed methodology of the articulating spacer installation, using an individual acetabular component, allowed to provide stability and articulation without the involvement of a bone in the area of the installed spacer. The full articulation and the retention of active movements in the installed spacer area is the recipe for success of

the 2d step of arthroplasty. The frequency analysis of re-surgery on the joint with the spacer replacement after the revision showed a statistically significant decrease in the recurrence of suppuration after hip joint arthroplasty.

Keywords: hip joint arthroplasty, infectious complications, bone defect, spacer, 3D printing, additive technologies

Регистрируемое в последние годы увеличение частоты инфекционных осложнений после эндопротезирования тазобедренного сустава связано с увеличением количества оперативных вмешательств, нарушениями иммунного статуса пациентов, появлением большого количества антибиотикоустойчивых штаммов возбудителей этих осложнений [1–3]. До 40% случаев ревизионного эндопротезирования заканчивается развитием перипротезной инфекции [4, 5]. Вышеизложенное способствовало активному поиску подходов к решению этих проблем.

Большинство методов лечения гнойных осложнений, развившихся в поздние сроки после установки имплантата, недостаточно эффективны, положительные результаты отмечаются не более чем в 27–30% случаев [6]. В связи с вышеизложенным в качестве оптимальной тактики лечения хронической перипротезной инфекции рассматривается сочетание рациональной антимикробной терапии и выполнения радикальной хирургической обработки гнойного очага с удалением элементов эндопротеза и костного цемента, длительного дренирования, постановки спейсера с антибактериальными препаратами [7–9]. Спейсеры из костного цемента, насыщенного антибиотиками, применяются на первом этапе лечения при инфицировании эндопротеза тазобедренного сустава, непосредственно после удаления имплантата [10–12]. Применение этих устройств обеспечивает необходимую концентрацию антимикробных средств в зоне воспаления, позволяет заполнить пустоты в области вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости. По данным ряда авторов, эффективность спейсеров составляет 89–100% [13].

По данным Н. Li и соавторов показаны хорошие результаты их использования у 26 пациентов [14]. С.С. Verasi сообщает о 28 операциях с применением индивидуальных вертлужных компонентов. Во всех случаях авторы отмечают хорошие результаты лечения, отсутствие нестабильности и миграции имплантатов [15]. Прецизионная трехмерная печать в производстве имплантатов обеспечивает их высокую персонифицированность и возможность создания абсолютно любой формы.

Цель исследования – оценить результаты хирургического лечения пациентов с использованием персонифицированных артикулирующих спейсеров тазобедренного сустава.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ данных 67 пациентов с перипротезной инфекцией после эндопротезирования тазобедренного сустава, проходивших лечение в отделении гнойной хирургии (остеологии) ФГБУ «ПФМИЦ» Минздрава России в 2015–2017 гг. Была использована двухэтапная методика ревизионного эндопротезирования с

установкой спейсера. Критерием включения в исследование явилось наличие дефекта вертлужной впадины. Пациенты были разделены на две группы.

Группу сравнения составили 33 пациента, в том числе 23 мужчины и 10 женщин. Лечение этих больных проводили на основании стандартных алгоритмов двухэтапного ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава.

В основную группу были включены 34 пациента (24 мужчины и 10 женщин), в лечении которых был использован метод ревизионного эндопротезирования с применением индивидуально подобранного и изготовленного спейсера.

Средний возраст больных составил $62,4 \pm 12,1$ и $63,6 \pm 13,2$ года в основной группе и группе сравнения соответственно, межгрупповых различий распределения пациентов по полу выявлено не было ($p > 0,05$).

У всех пациентов наблюдались клинические и лабораторные признаки нагноения после эндопротезирования, наличие свищевой раны с гнойным отделяемым, рост патогенной микрофлоры при пункции сустава. Микробиологическое исследование пунктата либо раневого отделяемого проводили в лаборатории бактериологии ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России.

При изучении этиологической структуры возбудителей инфекции выявлено, что грамположительные микроорганизмы чаще выделялись в обеих группах, чем грамотрицательные. Абсолютное количество случаев обнаружения грамположительных микроорганизмов составили стафилококки, при этом метициллинрезистентные штаммы среди *S.aureus* (MRSA) составили 52,2% (54,5% в группе сравнения и 50% в основной группе), коагулазонегативные стафилококки (MRSE) – 28,4% (в группе сравнения 27,3%, в основной группе 29,4%). Значимых различий характеристик микробиологического спектра в группах обследуемых отмечено не было ($p > 0,05$).

Рентгенологическое обследование выполняли в отделении рентгенологической диагностики ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России с использованием аппарата «Diga-RC» в прямой и боковой проекциях, обзорную рентгенографию таза – в переднезадней проекции. При этом изучали положение компонентов эндопротеза, наличие костных дефектов, стабильность имплантата.

Костные дефекты вертлужной впадины были выявлены у всех пациентов в обеих группах, оценивались при помощи международной классификации, предложенной W.Paproski (табл. 1).

Таблица 1

Варианты костных дефектов вертлужной впадины по классификации W.Paprosky

| Показатель | Группа сравнения (n=33) | | Основная группа (n=34) | | Всего: | |
|------------|-------------------------|------|------------------------|------|--------|------|
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| II B | 18 | 54,5 | 17 | 50 | 35 | 52,2 |
| II C | 9 | 27,3 | 10 | 29,4 | 19 | 28,4 |
| III A | 5 | 15,2 | 6 | 17,7 | 11 | 16,4 |
| III B | 1 | 3 | 1 | 2,9 | 2 | 3 |

Таким образом, по наличию костных дефектов вертлужной впадины состав групп был однородным ($p > 0,05$).

При наличии признаков костного дефекта вертлужной впадины большинству пациентов группы сравнения (21 из 33) и всем пациентам из основной группы выполнялась компьютерная томография. Наличие информации о размерах, анатомических особенностях дефекта позволяло в предоперационном периоде планировать вариант используемого спейсера.

В группе сравнения при наличии костного дефекта вертлужной впадины использовали различные варианты спейсеров (собственно артикулирующий, официальный спейсер «Тесрес» и разработанный нами биполярный (патент № 142311 от 21.05.2014)) (рис. 1).



Рис. 1. Биполярный спейсер тазобедренного сустава

Следует отметить, что согласно разработанной собственной тактике оперативного лечения на первом этапе реэндопротезирования существует главная цель – по возможности исключить из артикулирующих поверхностей кость. При создании пары трения «цемент – кость» часто возникают вторичные дефекты костной ткани, что усложняет выполнение второго этапа оперативного лечения. Поэтому мы всегда стремимся установить истинный артикулирующий спейсер, артикуляция в котором осуществляется без участия костных

структур. К сожалению, в группе сравнения, учитывая наличие костных дефектов, этого избежать не удалось (табл. 2).

Таблица 2

Варианты устанавливаемых спейсеров в группе сравнения

| Вид спейсера | Артикуляция в системе «цемент – кость» | Отсутствие кости в артикуляции |
|----------------|--|--------------------------------|
| Артикулирующий | 0 | 17 |
| Официальный | 5 | 0 |
| Биполярный | 11 | 0 |
| Всего | 16 | 17 |

Недостаточная клиническая эффективность применения официальных и биполярных спейсеров проявляется прогрессированием костных дефектов, наличием дислокаций кости перед выполнением второго этапа реэндопротезирования. В связи с этим нами был разработан новый способ установки спейсера тазобедренного сустава при дефектах вертлужной впадины (патент РФ № 2632525 от 05.10.2017). Использование подобного устройства дает возможность исключить кость из артикуляции и снизить выраженность пролабирования элементов спейсера в полость малого таза, уменьшив тем самым риск повреждений анатомических структур.

Установку разработанного варианта спейсера осуществляли следующим образом. После подтверждения клинико-рентгенологического диагноза производили компьютерную томографию таза, из массива полученных данных с помощью специальной программы отбирали информацию, на основе которой осуществляли восстановление образа костных структур, коэффициент градиента интенсивности задавали эмпирически от 0 до 225 (рис. 2).

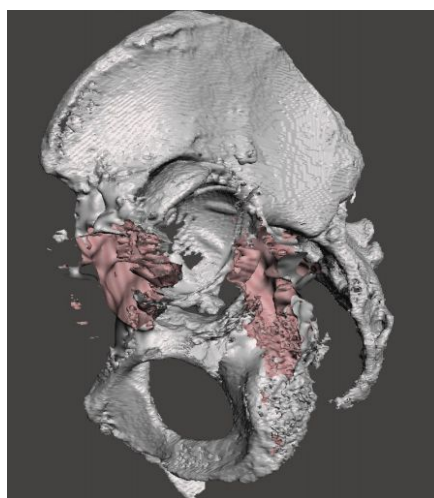


Рис. 2. Компьютерная 3D модель области вертлужной впадины

Затем производили отсеивание вокселей с информацией об имевшемся у пациента имплантате (рис. 3).

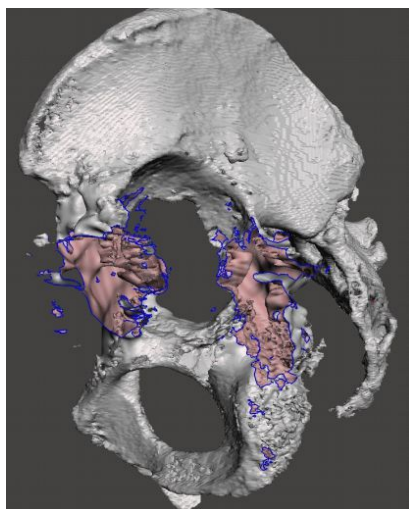


Рис. 3. Этап компьютерного моделирования. Вертлужный компонент эндопротеза виртуально убран

На основании полученных данных осуществляли гибридное параметрическое моделирование поврежденного тазобедренного сустава. При наличии костного дефекта выполнялась его реконструкция, в том числе с использованием зеркальной копии контрлатеральной вертлужной впадины. В области истинного центра ротации располагали полусферу с толщиной стенок от 0,5 до 1 см для интраоперационной установки на костный цемент стандартной чашки цементного эндопротеза.

Далее на основе полученных объемных параметров отмоделированного вертлужного компонента спейсера создавали компьютерную модель формы, которую отправляли дистанционно или через жесткий носитель на FDM 3D принтер для ее производства из материала Nips. 3D печать форм производилась на FDM 3D принтерах Makerbot replicator 2x (США) и Ultimaker 2+ (Нидерланды).

Изготовленную форму стерилизовали, интраоперационно заполняли костным цементом с антибиотиком, а после его отвердения демонтировали (рис. 4).

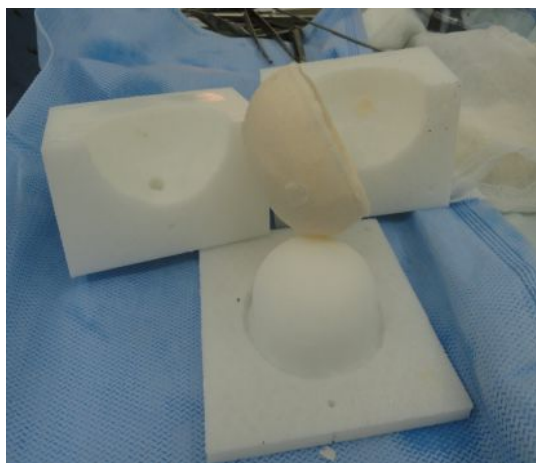


Рис. 4. Сформированный интраоперационно вертлужный компонент спейсера и форма для его изготовления

Изготовленный персонафицированный спейсер вертлужной впадины имплантировали в имеющийся дефект на костный цемент с антибиотиком (рис. 5).

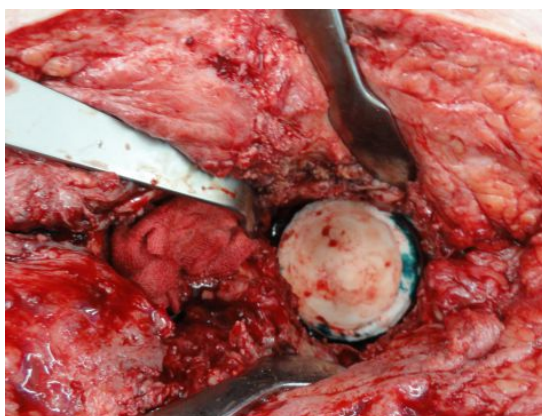


Рис. 5. Имплантированный персонафицированный спейсер вертлужной впадины

В установленный индивидуальный спейсер импактировали полиэтиленовый ацетабулярный компонент эндопротеза в правильном положении, который также фиксировали костным цементом с добавлением антибиотика (рис. 6).

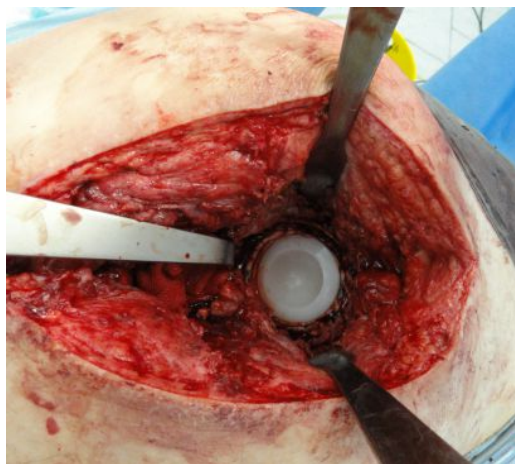


Рис. 6. Установленный полиэтиленовый ацетабулярный компонент эндопротеза

Дальнейшие этапы операции были стандартными и включали установку на костный цемент бедренного компонента эндопротеза, его вправление, рентгеноконтроль, шов раны.

Таким образом, при применении персонифицированного вертлужного компонента спейсера удалось осуществить главную цель оперативного вмешательства – исключить кость из артикуляции в большинстве случаев (табл. 3).

Таблица 3

Варианты устанавливаемых спейсеров в основной группе

| Вид спейсера | Артикуляция в системе «цемент – кость» | Отсутствие кости в артикуляции |
|----------------|--|--------------------------------|
| Артикулирующий | 0 | 29 |
| Официальный | 3 | 0 |
| Биполярный | 2 | 0 |
| Всего | 5 | 29 |

К сожалению, полностью избежать установки артикулирующего и официального спейсеров не удалось. Однако показания к их применению, по нашему мнению, резко сузились. В настоящее время официальный спейсер на длинной ножке мы устанавливаем лишь в случае сопутствующего выраженного дефекта проксимальной части бедренной кости при тип 3,4 по W.Paprosky (рис. 7).



Рис. 7. Установленный официальный спейсер тазобедренного сустава при дефекте проксимальной части бедренной кости (тип 4 по W.Paprosky)

Биполярный спейсер тазобедренного сустава в основной группе в настоящее время устанавливается лишь в случаях разобщения таза и признаках наличия инфекции в полости малого таза (рис. 8).



Рис. 8. Установленный биполярный спейсер тазобедренного сустава при разобщении таза

После выполнения вмешательства пациентам обеих групп проводилась антибактериальная терапия в соответствии с результатом антибиотикограммы, а также антикоагулянтная терапия для профилактики тромбэмболических осложнений.

В зависимости от результатов оценки состояния параартикулярных тканей, наличия признаков воспаления и типа примененного спейсера на 5–7-е сутки после оперативного вмешательства проводили активацию больных. При этом дренаж удаляли до момента вертикализации. Пациентам рекомендовали ходьбу с костылями с частичной нагрузкой на оперированную конечность. В обязательном порядке рекомендовались занятия изометрической гимнастикой с целью сохранения параартикулярного мышечного баланса.

В дальнейшем в ходе наблюдения больных проводили изучение локального статуса, оценку результатов лабораторных исследований, осуществляли пункцию оперированного сустава с последующим бактериологическим исследованием. При отсутствии признаков манифестации воспаления пациента направляли на второй этап ревизионного эндопротезирования.

После установки спейсера выполняли клинично-функциональную характеристику пациентов через 1 и 3 месяца после установки спейсера с помощью общепринятой шкалы

Харриса, а также проводили опрос больных о приеме ими обезболивающих лекарственных средств, характере трудовой деятельности и использовании ими средств опоры.

Статистический анализ полученных данных был выполнен с помощью программы STATISTICA for Windows 8,0.

Результаты исследования. Установлено, что повторные вмешательства с заменой спейсера после ревизии выполнялись двум пациентам (6,7%) основной группы и в 4 случаях (13,3%) в группе сравнения, при этом статистически значимых различий не было ($p>0,05$). В качестве показаний к их выполнению рассматривали повторное нагноение области установленного спейсера, выявленное при бактериологическом исследовании. Контрольными сроками считали 30, 60, 90 суток после оперативного вмешательства.

Оценка функционального состояния пациентов с использованием шкалы Харриса свидетельствовала об отсутствии статистически значимых межгрупповых отличий исходных показателей (табл. 4). Спустя 1 месяц после операции в основной группе значения ряда показателей были несколько выше, чем в группе сравнения (показатели шкал «боль», «функция» и «амплитуда движений»), достоверных отличий установлено не было. Лишь спустя 3 месяца после операции показатель общей суммы баллов по шкале Харриса у пациентов основной группы был значимо выше ($p<0,05$) относительно уровня в группе сравнения.

Таблица 4

Оценка функционального состояния пациентов до операции (шкала Харрис)

| Показатели шкалы | Группа сравнения (n=33) | Основная группа (n=34) |
|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| До операции | | |
| Боль (max. 44 балла) | 23,1±3,2 | 25,2±4,7 |
| Функция (max. 47 баллов) | 26,8±4,6 | 28,4±3,0 |
| Деформация (max. 5 баллов) | 1,4±0,4 | 1,8±0,5 |
| Амплитуда движений (max. 4 балла) | 1,1±0,2 | 1,2±0,3 |
| Общая сумма (max. 100 баллов) | 52,4±3,9 | 56,6±5,1 |
| Через 1 месяц после операции | | |
| Боль (max. 44 балла) | 35,2±3,8 | 38,8±2,6 |
| Функция (max. 47 баллов) | 36,4±3,3 | 41,5±3,0 |
| Деформация (max. 5 баллов) | 2,1±0,9 | 3,1±1,2 |
| Амплитуда движений (max. 4 балла) | 1,8±0,3 | 2,1±0,2 |
| Общая сумма (max. 100 баллов) | 80,4±3,2 | 86,5±2,8 |
| Через 3 месяца после операции | | |
| Боль (max. 44 балла) | 39,1±4,1 | 29,4 ±4,2 |
| Функция (max. 47 баллов) | 41,4±3,7 | 45,7±3,1 |

| | | |
|-----------------------------------|----------|-----------|
| Деформация (max. 5 баллов) | 2,6±0,6 | 3,2±0,5 |
| Амплитуда движений (max. 4 балла) | 2,4±0,4 | 2,8±0,2 |
| Общая сумма (max. 100 баллов) | 85,5±3,9 | 96,3±3,6* |

Примечание: * – различия достоверны (при $p < 0,05$) при сравнении с соответствующим значением в группе 1

Следует отметить, что доли лиц, которые принимали обезболивающие препараты, составили в группе сравнения и основной группе соответственно 39,4% и 29,4%, относительные количества пациентов этих групп, имеющих ограничение активности, соответственно 42,2% и 50% ($p > 0,034$).

Обсуждение результатов. В настоящее время медико-социальная значимость патологии тазобедренного сустава существенно возросла, что обусловлено увеличением контингента пациентов пожилого и старческого возраста во многих странах мира [3, 5, 13]. Широко применяемое сегодня эндопротезирование тазобедренного сустава представляет собой высокоэффективный метод лечения, который способствует уменьшению функционального дефицита конечностей у этой категории больных [9]. Однако нередко желаемый результат протезирования не достигается, в достаточно короткие сроки после его выполнения развиваются инфекционные осложнения, что требует осуществления ревизии сустава.

Учитывая возросшее количество пациентов с перипротезной инфекцией, увеличились диагностические находки выраженных дефектов вертлужной впадины, требующие неординарного подхода в ходе оперативного вмешательства.

Разработанная методика установки артикулирующего спейсера с использованием индивидуального вертлужного компонента позволила обеспечить стабильность и артикуляцию без участия кости в зоне установленного спейсера у 29 из 34 пациентов в основной группе против 17 из 33 в группе сравнения.

Обеспечение полноценной артикуляции и сохранности активных движений в области установленного спейсера является залогом функционального успеха второго этапа эндопротезирования, что подтвердил анализ функционального состояния пациентов через 3 месяца после выполнения первого этапа реэндопротезирования. В этот срок уровни оценки по шкале Харриса были значимо выше при использовании предложенного нами подхода.

Проведенное в рамках нашего исследования изучение частоты повторных вмешательств на искусственном суставе с выполнением замены спейсера после ревизии выявило, что в группе сравнения значение этого показателя составило 13,3%, в основной группе – 6,7 %.

В целом полученные данные свидетельствовали, что предложенная система лечения,

включающая определение объема костного дефекта и алгоритм подбора антибактериального спейсера, является эффективной методикой и приводит к купированию хронического гнойно-воспалительного процесса и улучшению функционального результата.

Конфликт интересов: не заявлен.

Список литературы

1. Ежов И.Ю., Корыткин А.А., Бобров М.И., Загреков В.И., Шебашев А.В. Проблема гнойно-некротических и ранних гнойно-септических осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 2010. Т. 5. № 1. С.22-25.
2. Engesaeter L.B., Dale H., Schrama J.C., Hallan G., Lie S.A. Surgical procedures in the treatment of 784 infected THAs reported to the Norwegian arthroplasty register. *Acta Orthop.* 2011. Vol. 82 (5). P. 530-537.
3. Вырва О.Е., Бурлака В.В., Малык Р.В., Озеров К.И. Инфекционные осложнения первичного тотального эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов // Ортопедия, травматология и протезирование. 2011. № 3. С.60–67.
4. Fink B., Schlumberger M., Oremek D. Single-stage Acetabular Revision During Two-stage THA Revision for Infection is Effective in Selected Patients. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2017. V. 475. Is. 8. P. 2063–2070. DOI: 10.1007/s11999-017-5334-5.
5. Kahlenberg C.A., Hernandez-Soria A., Cross M.B. Poor Prognosis of Patients Treated for Periprosthetic Joint Infection. *HSS J.* 2017. Vol. 13 (1). P. 96-99. DOI: 10.1007/s11420-016-9507-7.
6. Cooper H.J., Della Valle C.J. The two-stage standard in revision total hip replacement. *Bone Joint J.* 2013. Vol. 95-B (11 Suppl A). P. 84-87.
7. Пичхадзе И.М., Кузьменков К.А., Жадин А.В. Лечение больных с гнойно-воспалительными осложнениями после эндопротезирования тазобедренного сустава // Вестник травматологии и ортопедии. 2011. № 2. С.20-25.
8. Kim Y., Katsura Y., Kasahara N., Kasahara T., Kanamura M., Kawanabe K. Temporary total hip arthroplasty-like spacer for treating an infected periprosthetic femoral fracture using a long stem: A case report. *Int. J. Surg. Case. Rep.* 2017. Vol. 34. P. 115-118. DOI: 10.1016/j.ijscr.2017.03.026.
9. Kini S.G., Gabr A., Das R., Sukeik M., Haddad F.S. Two-stage Revision for Periprosthetic Hip and Knee Joint Infections. *Open Orthop. J.* 2016. Vol. 10. P. 579-588. DOI: 10.2174/1874325001610010579.

10. Ben-Lulu O., Farno A., Gross A.E., Backstein D.J., Kosashvili Y., Safir O.A. A modified cement spacer technique for infected total hip arthroplasties with significant bone loss. *J. Arthroplasty*. 2012. Vol. 27 (4). P.613-619.
11. Mariconda M., Ascione T., Balato G., Rotondo G., Smeraglia F., Costa G.G., Conte M. Sonication of antibiotic-loaded cement spacers in a two-stage revision protocol for infected joint arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord*. 2013.Vol. 24. P. 14:193. DOI: 10.1186/1471-2474-14-193.
12. Newman J.M., George J., Klika A.K., Hatem S.F., Barsoum W.K., Trevor North W., Higuera C.A. What is the Diagnostic Accuracy of Aspirations Performed on Hips With Antibiotic Cement Spacers? *Clin. Orthop. Relat. Res*. 2017. Vol. 475(1). P. 204-211. DOI: 10.1007/s11999-016-5093-8.
13. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Билык С.С., Цыбин А.В., Денисов А.О. Применение индивидуальной трехфланцевой конструкции при ревизионном эндопротезировании с нарушением целостности тазового кольца (клинический случай) // *Травматология и ортопедия России*. 2016. № (1). С. 108-116. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-108-116.
14. Li H., Qu X., Mao Y., Dai K., Zhu Z. Custom Acetabular Cages Offer Stable Fixation and Improved Hip Scores for Revision THA With Severe Bone Defects. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 2015. Vol. 474 (3). P. 731-740. DOI: 10.1007/s11999-015-4649-3.
15. Berasi C.C., Berend K.R., Adams J.B., Ruh E.L., Lombardi A.V. Are custom triflange acetabular components effective for reconstruction of catastrophic bone loss? *Clin. Orthop. Relat. Res*. 2014. Vol. 473 (2). P. 528-535. DOI: 10.1007/s11999-014-3969-z.