

Гений ортопедии. 2023;29(2):173-179.

Genij Ortopedii. 2023;29(2):173-179.

Научная статья

УДК 616.728.3-089.843-77-022.1:615.28

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2023-29-2-173-179>



Обоснование выбора спейсера на первом этапе лечения поздней глубокой перипротезной инфекции коленного сустава

С.А. Линник¹, А.Г. Афиногенова², Г.Е. Афиногенов³, А.А. Спиридонова², Я.Б. Цоллоло¹, Г. Карагезов¹, В.М. Хайдаров¹, Д.В. Кравцов¹, И.О. Кучеев⁴, А.А. Хромов¹, И. Аббас¹, М.В. Марышев¹

¹ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия

³ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Госпиталь для ветеранов войн, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Станислав Антонович Линник, stanislavlinnik@mail.ru

Аннотация

Введение. Инфекционные осложнения при эндопротезировании коленного сустава в виде перипротезной инфекции составляют от 0,5 до 5,0 % случаев и являются социальной и экономической проблемой. Наиболее частой причиной развития перипротезной инфекции является метициллинрезистентный стафилококк (36 %), грамотрицательные бактерии и ассоциации микроорганизмов.

Цель. Оценить эффективность санитизирующего этапа ревизионного эндопротезирования больных с перипротезной инфекцией коленного сустава путем разработки антимикробной композиции пролонгированного действия и усовершенствование конструкций артикулирующих спейсеров коленного сустава. **Материалы и методы.** Проведен анализ лечения 121 больного с перипротезной инфекцией коленного сустава. У 9 больных наблюдали раннюю перипротезную инфекцию и у 112 – позднюю. Больные с поздней перипротезной инфекцией в зависимости от применяемого спейсера разделены на 3 группы. В первой группе 59 пациентам устанавливали артикулирующий спейсер на основе разработанной антимикробной композиции пролонгированного действия (патент RU 191236). Во второй группе 29 больным имплантировали преформированный спейсер, в третьей группе 18 пациентам устанавливали блоквидный спейсер. **Результаты.** Разработана антибактериальная антиадгезивная нетоксичная композиция на основе костного цемента с гентамицином, с антисептиками повиярголом, диоксидином и высокомолекулярным поливинилпирролидоном с пролонгированным действием. Рецидив перипротезной инфекции отмечали у 3 пациентов первой, у 9 второй и у 7 третьей групп. Сроки от момента выполнения санитизирующего этапа до второго окончательного этапа ревизионного эндопротезирования составили 3-6 (4,8 ± 1,9) месяцев. **Обсуждение.** Использование блоквидного и преформированного спейсера приводит к рецидивам инфекции и инфекционным осложнениям. Антисептики с различными механизмами действия способны воздействовать на устойчивые к антибиотикам бактерии, а полимер – пролонгировать данный эффект. **Выводы.** Применение артикулирующих спейсеров коленного сустава, в состав которых входит антимикробная композиция, позволяет сохранить функцию сустава и снизить количество инфекционных осложнений, что облегчает выполнение окончательного этапа ревизионного эндопротезирования.

Ключевые слова: коленный сустав, двухэтапное ревизионное эндопротезирование, перипротезная инфекция, антимикробная композиция, спейсер

Для цитирования: Линник С.А., Афиногенова А.Г., Афиногенов Г.Е., Спиридонова А.А., Цоллоло Я.Б., Карагезов Г., Хайдаров В.М., Кравцов Д.В., Кучеев И.О., Хромов А.А., Аббас И., Марышев М.В. Обоснование выбора спейсера на первом этапе лечения поздней глубокой перипротезной инфекции коленного сустава. *Гений ортопедии*. 2023;29(2):173-179. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-2-173-179. EIDN: NFFYZOF.

Original article

Rationale for choosing a spacer at the first treatment stage for late deep periprosthetic knee joint infection

S.A. Linnik¹, A.G. Afinogenova², G.E. Afinogenov³, A.A. Spiridonova², Ya.B. Tsolololo¹, G. Karagezov¹, V.M. Khaidarov¹, D.V. Kravtsov¹, I.O. Kucheev⁴, A.A. Khromov¹, I. Abbas¹, M.V. Maryshev¹

¹ Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

² Saint Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russian Federation

³ Saint Petersburg University, St. Petersburg, Russian Federation

⁴ Hospital for war veterans, St. Petersburg, Russian Federation

Corresponding author: Stanislav A. Linnik, stanislavlinnik@mail.ru

Abstract

Background Periprosthetic infection develops in 0.5 to 5.0 % of cases after knee replacement, which is a social and economic problem. The most common causes of periprosthetic infection are methicillin-resistant staphylococcus aureus (MRSA) (36 %), gram-negative bacteria, and microbial associations. **The study was aimed** at improving the results of the sanitizing stage of revision arthroplasty in patients with periprosthetic infection of the knee joint by a developed long-acting antimicrobial composition and improving the designs of articulating spacers of the knee joint. **Materials and Methods** The treatment results of 121 patients with knee joint periprosthetic infection were analyzed. Nine patients had an early periprosthetic infection and 112 had a late one. Patients in satisfactory condition with stable implant components who had early periprosthetic infection underwent surgical treatment of the purulent foci, replacement of a polyethylene tibial insert, thorough surgical wound washing using pulse lavage, drainage, and VAC-therapy. Patients with late periprosthetic infection were divided into 3 groups on the basis of the spacer used. An articulating spacer based on the developed antimicrobial composition of prolonged action (RU 191236 patent) was used in 59 patients of the first group. Preformed spacers were implanted in 29 patients of the second group, and 18 patients of the third group got a block-shaped spacer. **Results** An antibacterial anti-adhesive non-toxic composition with a prolonged action based on bone cement with gentamicin and such antiseptics as poviargol, dioxydine, and high-molecular polyvinylpyrrolidone has been developed. All the patients underwent the sanitizing stage of revision arthroplasty, implant removal, and spacer installation. Periprosthetic infection recurrence developed in 3 patients of the first group, 9 patients of the second group and 7 patients of the third one. The average time from the sanitizing stage to the second final stage of revision was 3-6 (4.8 ± 1.9) months. **Discussion** According to scientific data, the impregnation of new antibiotics into bone cement with gentamicin does not improve the antimicrobial effect of a spacer, especially in case of antibiotic-resistant strains. Block-shaped and preformed spacers lead to infection recurrence and complications.

© Линник С.А., Афиногенова А.Г., Афиногенов Г.Е., Спиридонова А.А., Цоллоло Я.Б., Карагезов Г., Хайдаров В.М., Кравцов Д.В., Кучеев И.О., Хромов А.А., Аббас И., Марышев М.В., 2023

Antiseptic impregnation with different mechanisms of action is able to affect antibiotic-resistant bacteria, and the polymer is able to prolong the effect. **Conclusion** The use of articulating spacers for the knee joint, which include an antimicrobial composition, allows preserving the function of the joint and reducing the number of infectious complications, which facilitates the final stage of revision arthroplasty.

Keywords: knee joint, two-stage revision arthroplasty, periprosthetic infection, antimicrobial composition, spacer

For citation: Linnik S.A., Afnogenova A.G., Afnogenov G.E., Spiridonova A.A., Tsololo Ya.B., Karagezov G., Khaidarov V.M., Kravtsov D.V., Kucheev I.O., Khromov A.A., Abbas I., Maryshev M.V. Rationale for choosing a spacer at the first treatment stage for late deep periprosthetic knee joint infection. *Genij Ortopedii*. 2023;29(2):173-179. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-2-173-179

ВВЕДЕНИЕ

Основными показаниями к эндопротезированию коленного сустава являются идиопатический гонартроз и вторичный гонартроз после остеосинтеза внутрисуставных переломов. Широкое внедрение в ортопедическую практику эндопротезирования коленного сустава (КС) позволяет улучшить функцию сустава и качество жизни пациента [1-5]. Однако, несмотря на то, что после тотального эндопротезирования (ТЭП) КС наблюдают значительное улучшение состояния пациента, существует риск развития осложнений в виде ППИ, которая встречается от 0,5 до 5,0 % случаев [6-8].

При этом стоимость лечения больных, которым выполняют ревизионные вмешательства в связи с инфекционными осложнениями, увеличивается в 8 раз по сравнению с первичным эндопротезированием. Это связано со сложностями лечения и со значительными затратами на используемые импланты.

Формирование микробных биопленок к 3-4 неделе на поверхности эндопротеза препятствует проникно-

ванию антибактериальных препаратов в область инфицированного сустава [7, 9-11].

Частые рецидивы ППИ после первого санирующего этапа (СЭ) реэндопротезирования связаны с коротким действием антибиотиков гентамицина (и ванкомицина) в составе преформированного спейсера, которые используют без учета вида выделяемых микроорганизмов и их чувствительности к антимикробным препаратам, а также конструкцией спейсера и установкой её без учета анатомических изменений в области КС [12-15]. Для усиления антимикробного эффекта применяют композиции, содержащие антибиотики (ванкомицин, гентамицин) и антисептики разного спектра действия (диоксидин, повидон-йод), которые позволяют достичь положительных исходов при выполнении санирующего этапа реэндопротезирования [1].

Цель – оценить эффективность санирующего этапа реэндопротезирования больных с ППИ КС путем разработки антимикробной композиции пролонгированного действия и усовершенствование конструкций артикулирующих спейсеров КС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клинике гнойной остеологии СЗГМУ им. И.И. Мечникова находился 121 пациент с ППИ КС в возрасте от 31 до 78 лет, женщины составили 68 %, мужчины – 32 %. Средний возраст пациентов составил 64 года (95 %, ДИ: 38–77).

Среди наших больных ППИ развилась после первичного эндопротезирования КС в сроки до 3 месяцев в 44 случаях; от 3 до 8 месяцев – в 57; позже 8 месяцев – в 20.

Критерии включения: ППИ КС после первичного и ревизионного эндопротезирования с костными дефектами метаэпифизов (типы 1 – 2А по AORI). Критерии исключения: сепсис, больные со значительными костными дефектами метаэпифизов (тип 2В, 2С, 3А-3С по AORI).

Раннюю ППИ КС согласно классификации Tsukayama [16] наблюдали у 9 пациентов (7,4 %). Остальные 112 больных с поздней ППИ разделены на 3 группы сравнения. В первую группу вошли 59 (52,7 %) больных, которым устанавливали предложенный нами артикулирующий спейсер КС (Патент RU 206668) [17] (рис. 1.) на основе разработанной антимикробной композиции (Патент RU 2707734) [1], во вторую – 29 (25,9 %) пациентов, которым устанавливали преформированный спейсер, и 18 (16,1 %) пациентов вошли в третью группу, которым применили блоковидный спейсер в связи с наличием костных дефектов.

Нестабильность компонентов эндопротеза встречалась у 23 (19,0 %) пациентов, из них у 11 (18,6 %) первой, у 8 (27,6 %) второй и у 4 (22,2 %) третьей групп.

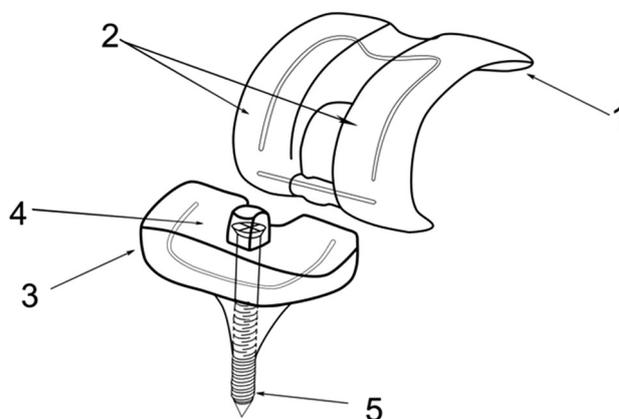


Рис. 1. Артикулирующий спейсер коленного сустава: 1 – бедренный компонент; 2 – две сопряженные полусферы; 3 – большеберцовый компонент; 4 – плато большеберцового компонента; 5 – резьбовой осевой стержень, выполненный в виде винта

По объему костных дефектов в первой группе 26 (44,1 %) пациентов соответствовали 1 типу и 33 (55,9 %) – 2А типу, во второй группе – 18 (62,1 %) и 11 (37,9 %), а в третьей – 6 (33,3 %) и 12 (66,7 %) соответственно.

Среди наших больных показаниями к первичному эндопротезированию у 95 (78,5 %) пациентов был идиопатический гонартроз, вторичный гонартроз после внутрисуставных переломов КС – у 26 (21,5 %). У пациентов этой группы чаще встречался дефект 2А стадии вследствие развития некроза дистальной части бедренной или проксимальной части большеберцовой кости после внутрисуставных переломов.

По характеру сопутствующей патологии, величине дефектов костей группы были репрезентативны. Однако у более половины больных с идиопатическим гонартрозом имелось высокое среднее значение показателя индекса массы тела, которое соответствует II степени ожирения.

Диагностика ППИ включала клинические, лабораторные, рентгенологические и бактериологические методы исследования.

Подавляющее число больных (85 %) жаловались на нарушение функции КС и наличие болей различной интенсивности от 9 до 4,5 по шкале ВАШ. Дополнительными средствами опоры (костыли, трость) пользовались 62 % пациентов. Наличие признаков местной раневой инфекции – отек, гиперемия, гипертермия – наблюдались у 53 % больных. Свищи с гнойным отделяемым имелись у 59 (48,7 %) пациентов. Из них у больных первой группы – в 31 (52,6 %) случае, во второй – в 19 (32,2 %), в третьей – в 9 (15,2 %).

У всех больных оценивали динамику показателей крови (лейкоцитоз, ЛИИ, СРБ и СОЭ) до и после СЭ операции, характерных для воспалительного процесса.

Одним из важнейших диагностических методов исследования ППИ является микробиологический [15, 18, 19]. Для этого всем пациентам осуществляли посев из свищевого хода при его наличии, или проводилась пункция сустава не менее трех раз под контролем УЗИ. Идентификация микроорганизмов и чувствительность к антибактериальным препаратам выполнялась на бактериологическом анализаторе VITEK® 2 Compact и масс-спектрометрическом приборе Triple Quad 6500+ LC-MS.

У более половины больных – 77 (63,7 %) до выполнения СЭ реэндопротезирования высевались грамположительные патогены (*S. aureus* и *S. epidermidis*). Из них в первой группе – у 38 (65,1 %), во второй – у 18 (62,8 %), в третьей – у 13 (69,7 %) пациентов. Метициллинрезистентные штаммы встречались у 8 (7,2 %) больных. На втором месте по частоте встречались микробные ассоциации (*S. aureus*, *S. epidermidis*, *P. aeruginosa*, *E. coli*), которые были у 20 (16,5 %) пациентов, а грамотрицательные микроорганизмы выделены у 8 (6,6 %) пациентов.

При выполнении санлирующей операции для выявления вида микрофлоры и гистологического исследования забирали 5 тканевых биоптатов и удаленные компоненты эндопротеза.

Лучевые методы диагностики ППИ КС в виде обзорной рентгенографии, фистулографии (при наличии свищей) выполняли всем больным, а по показаниям в 38 случаях компьютерную томографию для выявления деструкции костей. На обзорной рентгенограмме выявляли нестабильность компонентов эндопротеза, резорбцию кости, особенно на границе кость-цемент. Фистулография с двойным контрастированием (Верографин и перекиш водорода) позволяет выявить гнойные затеки и транскортикальные свищи.

Характер лечения выбирали в зависимости от этиологии, степени поражения костных и мягкотканых образований КС, вида микроорганизма и общего состояния больных. При лечении больных в удовлетво-

рительном состоянии с ранней ППИ при стабильности компонентов эндопротеза осуществляли хирургическую обработку гнойного очага, замену вкладыша, тщательное промывание операционной раны с использованием пульс-лаважа, ушивание раны и её дренирование.

Из 112 больных с поздней ППИ 106 (94,6 %) пациентам применяли двухэтапное ревизионное эндопротезирование. Первым этапом осуществляли удаление компонентов эндопротеза, костного цемента и других имеющихся инородных тел.

Нами разработан артикулирующий спейсер коленного сустава (Патент RU 206668), который изготавливали индивидуально по силиконовым формам, используя разработанную нами антимикробную композицию, состоящую из гентамицина, повидаргола, диоксида и высокомолекулярного поливинилпирролидона, обладающую пролонгированным антимикробным действием [17] (рис. 1). При значительных разрушениях суставных концов костей, образующих КС, относительно тяжелом состоянии пациентов в 16,1 % случаев устанавливали блоковидный спейсер, изготовленный из костного цемента с гентамицином с целью ликвидации гнойного процесса. При отказе больного от второго этапа реэндопротезирования 6 (5,3 %) пациентам после хирургической обработки гнойного очага осуществляли артродезирование КС с помощью аппаратов внешней фиксации. Характер операции при лечении глубокой ППИ КС зависел от типа костных дефектов, распространенности гнойного процесса и состояния пациентов. Основные методы хирургического лечения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Оперативные вмешательства на санлирующем этапе лечения больных с глубокой перипротезной инфекцией коленного сустава

Характер оперативных вмешательств	Количество наблюдений	
	абс.	%
Хирургическая обработка с установкой артикулирующего спейсера	59	48,7
Хирургическая обработка с установкой преформированного спейсера	29	24,0
Хирургическая обработка с установкой блоковидного спейсера	18	14,9
Хирургическая обработка с заменой вкладыша и применением ВАК-терапии	9	7,4
Артродез коленного сустава	6	5,0

В послеоперационном периоде устанавливали точный дренаж. Срок подбирали индивидуально, он составлял 3-6 суток в зависимости от количества отделяемого. Кроме того, в этот период всем больным проводили лечение сопутствующей терапевтической патологии и коррекцию иммунного статуса и, по показаниям, с использованием иммуномодуляторов. Пациентам с блоковидными спейсерами рекомендовали ношение ортеза и ходьбу с дозированной нагрузкой на оперированную конечность. Пациентам с артикулирующими спейсерами ношение ортеза рекомендовали только при наличии признаков нестабильности

в оперированном суставе, в течение 4-6 недель. В этот период им рекомендовали пользоваться костылями, а в дальнейшем тростью. В случаях отсутствия несостоятельности связочного аппарата КС больные перемещались без дополнительной опоры. При установке преформированных спейсеров пациентам рекомендовали ходить в течение до 6 недель с дозированной нагрузкой на оперированную конечность, используя ходунки или костыли, а далее – с тростью до выполнения окончательного этапа реэндопротезирования.

Целенаправленную антибиотикотерапию проводили в послеоперационном периоде до 6-8 недель с учетом данных антибиотикограммы. При грамположительной микрофлоре назначали Ванкомицин и Дап-

томицин. При грамотрицательной – Цефтазидим/Цефоперазон и Ципрофлоксацин/Левифлоксацин, а при обнаружении микробных ассоциаций назначали Ванкомицин и цефалоспорины 3-го поколения.

У всех больных оценивали функцию КС и качество жизни с использованием шкал WOMAC, ВАШ и KOOS перед выполнением второго (окончательного) этапа реэндопротезирования [18, 20, 21].

Статистическую обработку результатов исследования выполняли по программе «STATISTICA» для «Windows» (версия 10.0). Использовали показатели описательной статистики, в том числе медиану (Me) и квартили (Q₂₅-Q₇₅), критерий Вилкоксона. Различия между группами считали существенными при p < 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Из 106 пациентов с поздней ППИ КС, которым применяли двухэтапное реэндопротезирование, в 19 (17,9 %) случаях наблюдали рецидивы инфекции: из них у 3 больных (15,7 %) первой, 9 (47,4 %) второй и у 7 (36,9 %) третьей групп. Следовательно, из 59 пациентов первой группы, которым устанавливали артикулирующий спейсер, рецидивы ППИ наблюдались только у 3 (5,0 %) больных. Во второй группе из 29 пациентов у 9 (31,0 %), а в третьей из 18 пациентов рецидив ППИ был у 7 (38,8 %). Таким образом, число рецидивов инфекции в первой группе пациентов было статистически значимо меньше числа рецидивов во второй и в третьей группах (p < 0,05); при этом эти показатели во второй и третьей группах между собой были статистически не значимы (p > 0,05).

Из 19 случаев рецидива в 12 после повторных saniрующих операций достигнута эрадикация инфекции, выполнен окончательный этап реэндопротезирования. Шести пациентам (1 из первой, 2 из второй и 3 из третьей групп) после неоднократных и безуспешных повторных хирургических обработок гнойного очага выполнен артродез КС аппаратами внешней фиксации. Один пациент первой группы с удовлетворительной функцией сустава, опороспособной конечностью и стабильным спейсером, наличием свища со скудным отделяемым от дальнейшего хирургического лечения отказался.

В послеоперационном периоде больным с рецидивом ППИ КС осуществляли бактериологическое исследование пунктата из полости сустава. В большинстве случаев во всех трех группах высеивались грамположительные штаммы, которые в среднем составили 61,3 %. Метициллинрезистентные штаммы оказались в среднем в 9,5 % случаях. Микробные ассоциации составили в среднем 19,3 %, а грамотрицательные микроорганизмы – в 8 % случаев (рис. 2).

Представленные данные на рисунке 2 свидетельствуют, что одной из возможных причин рецидива ППИ являются метициллинрезистентные изоляты, а также ассоциации микробных клеток и грамотрицательные микроорганизмы.

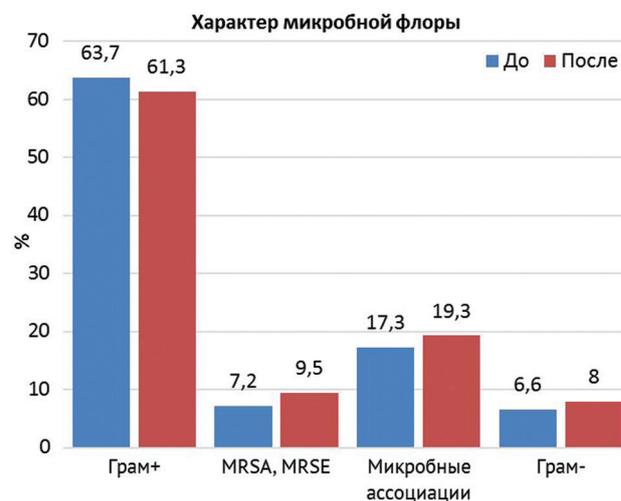


Рис. 2. Характер микробного пейзажа до и после saniрующего этапа реэндопротезирования у пациентов с рецидивом ППИ

Эффективность первого СЭ лечения достигнута у 99 (93,4 %) больных. Из них в первой группе у 57 (96,6 %), во второй – у 27 (93,1 %), а в третьей – у 15 (83,3 %) пациентов. При этом данный показатель в третьей группе статистически значимо меньше, чем у пациентов первой и второй групп (p < 0,05). Подобное различие объясняется тем, что блоковидные спейсеры с большей частотой имплантировали пациентам с ППИ после переломов костей, образующих КС, которым выполнялся остеосинтез и нередко – в случаях после ликвидации остеомиелита.

Таблица 2

Характер оперативных вмешательств при рецидиве ППИ

Характер операции	Группы больных						Всего	
	первая		вторая		третья			
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Повторная хирургическая операция с переустановкой спейсера	2	15,4	7	53,8	4	30,8	13	100
Удаление спейсера, артродез	1	16,6	2	33,4	3	50	6	100
Итого	3	15,9	9	47,3	7	36,8	19	100

Переустановка спейсера выполнена в 2-х случаях в первой, в 7 во второй группе и в 4 случаях больным третьей группы. В одном случае блоковидный спейсер был заменен на артикулирующий и, наоборот, одному пациенту артикулирующий спейсер заменен на блоковидный. Всем 9 больным с преформированными спейсерами последние заменены на артикулирующие, предложенные нами на основе разработанной антимикробной композиции пролонгированного действия. Стойкая ремиссия достигнута у 57 пациентов в первой группе, у 27 во второй и у 15 в третьей группе.

Средний койко-день после СЭ реэндопротезирования в первой группе составил $18 \pm 2,6$ суток, во второй группе – $23 \pm 8,7$ суток, в третьей – $31 \pm 6,2$ суток. Увеличение показателя койко-дня у пациентов второй и третьей группы связано с лечением осложнений в послеоперационном периоде, которые чаще встречались у больных этих групп.

До проведения СЭ реэндопротезирования гематологические показатели (лейкоцитоз, ЛИИ, СОЭ, СРБ) у пациентов всех трех групп были выше референтных значений. На 10-е сутки после СЭ реэндопротезирования в первой группе наблюдалось их статистически значимое снижение ($p < 0,05$), а к 21-м суткам пока-

затели приближались к норме. Напротив, у больных второй и третьей групп они оставались повышенными. Особенно у больных третьей группы, где применялся блоковидный спейсер. Что косвенно могло свидетельствовать о сохранении воспалительного процесса. У 3 больных этой группы в анамнезе был послеоперационный остеомиелит костей, образующих КС, который возник после остеосинтеза внутрисуставных переломов данной локализации (табл. 3).

В послеоперационном периоде через 3-6 месяцев (в среднем $4,8 \pm 1,9$) после проведенной антибиотикотерапии у 99 (89,3 %) больных выполнено окончательное реэндопротезирование КС. Показаниями к реэндопротезированию были трехкратные отрицательные результаты посева пунктата из КС.

Из 99 пациентов в 97 (97,9 %) случаях через год признаков рецидива инфекционного процесса выявлено не было. Эффективность СЭ лечения через год составила в первой группе 96,6 %, во второй – 89,6 % и в третьей – 77,8 %. Неинфекционные осложнения в виде нестабильности спейсера и его вывиха/подвывиха наблюдали у 3 больных с преформированными, у 2 больных с блоковидными и у 1 пациента с артикулирующим спейсером.

Таблица 3

Гематологические показатели до и после санирующего этапа операции

Группы больных	Показатели	Данные на срок наблюдения, Ме (Q_{25} - Q_{75})		
		до операции	10-е сутки после операции	21-е сутки после операции
Первая (n = 59)	Лейкоцитоз, $10^9/л$	10,3 (6,9-10,8)	8,8 (7,1-9,7)	5,9 (5,3-6,7)
	ЛИИ, мм/час	1,9 (1,3-2,9)	1,4 (0,8-1,5)	1,2 (0,4-0,7)
	СОЭ, мм/час	29,2 (26,7-42,1)	24,1 (15,7-21,9)	10,9 (9,1-11,8)
	СРБ, мг/л	15,9 (13,6-25,1)	13,1 (10,3-18,2)	10,8 (9,4-11,2)
Вторая (n = 29)	Лейкоцитоз, $10^9/л$	10,7 (7,6-11,8)	11,5 (8,9-13,6)	11,0 (9,2-12,0)
	ЛИИ, мм/час	2,4 (0,8-3,1)	2,1 (1,8-2,6)	1,7 (1,1-2,3)
	СОЭ, мм/час	31,2 (27,3-42,1)	24,1 (20,3-28,8)	16,1 (10,2-18,1)
	СРБ, мг/л	24,1 (15,8-28,7)	16,7 (12,9-24,5)	9,7 (8,8-13,1)
Третья (n = 18)	Лейкоцитоз, $10^9/л$	12,1 (8,9-13,3)	11,0 (9,9-15,1)	9,9 (8,8-13,7)
	ЛИИ, мм/час	2,6 (1,3-2,9)	2,8 (1,7-3,1)	1,9 (1,3-2,2)
	СОЭ, мм/час	31,3 (24,5-43,2)	24,2 (20,6-26,4)	17,2 (11,9-18,0)
	СРБ, мг/л	23,1 (17,8-28,8)	18,7 (15,5-24,9)	9,8 (8,1-19,8)

ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы двухэтапное реэндопротезирование КС у пациентов с ППИ является методом выбора и в большинстве случаев зависит от качества выполнения СЭ [10, 11, 15, 20, 22]. Сравнение результатов применения трех типов спейсеров на первом СЭ реэндопротезирования в течение года выявило преимущество артикулирующих спейсеров, в состав которых входит антимикробная композиция, над преформированными и блоковидными. Результаты этапного лечения пациентов с ППИ свидетельствует об эффективности применения всех трех типов спейсеров: артикулирующих конструкций (эффективность составила 96,6 %), преформированных (89,6 %) и блоковидных (77,8 %).

Полученные показатели совпадают с результатами публикаций других авторов, которые демонстрируют преимущество применяемых артикулирующих спейсеров над блоковидными. Артикулирующие спейсеры

позволяют сохранить подвижность в суставе между санирующими операциями, а также при их установке наблюдают уменьшение числа инфекционных и неинфекционных осложнений [9, 10, 11]. Применение артикулирующих спейсеров упрощает выполнение окончательного ревизионного эндопротезирования и улучшает функцию оперированного сустава [11, 10].

Применение разработанной нами антимикробной композиции обеспечивает усиление действия гентамицина или ванкомицина, входящих в состав костного цемента, в отношении устойчивых к нему изолятов микроорганизмов, в то время как использование преформированных и блоковидных спейсеров обуславливает увеличение числа рецидивов, удлиняет сроки лечения в связи с коротким антимикробным действием спейсеров, изготовленных из костного цемента с гентамицином [1, 18, 26].

ВЫВОДЫ

Применение индивидуального подхода к выполнению санирующего этапа реэндопротезирования ППИ КС с учетом микробного пейзажа, дефектов костной ткани, выбора применяемого спейсера и состояния пациента позволяют достигнуть положительных исходов в 97,9 % случаев с удовлетворительным восстановлением функции конечности.

При рецидиве ППИ показано применение спейсеров, в состав которых входит предложенная анти-

микробная композиция, а при второй-третьей безуспешной санирующей операции – артродезирование коленного сустава.

Применение артикулирующих спейсеров, изготовленных на основе предложенной антимикробной композиции, позволяет ликвидировать инфекцию и сохранить подвижность и опороспособность конечности, что повышает эффективность и облегчает проведение окончательного этапа реэндопротезирования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Афиногенова А.Г., Афиногенов Г.Е., Линник С.А., [и др.]. Антимикробная композиция для формирования спейсера. Патент Российской Федерации № 2707734; 2019.
2. Минасов Б.Ш., Якупов Р.Р., Хаиров Т.Э., Гафаров И.Р., Сироджов К.Х., Каримов К.К., Филимонов Г.Н., Трубин А.Р. Особенности артропластики тазобедренного сустава после редукционно-реконструктивных вмешательств на проксимальном отделе бедра. *Исследования и практика в медицине*. 2015;4:21-26. doi: 10.17709/2409-2231-2015-2-3-10-18
3. Корнилов Н.Н., Куляба Т.А. Артропластика коленного сустава. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена. 2012; 168-169.
4. Преображенский П.М., Божкова С.А., Каземирский А.В., Гончаров М.Ю. Результаты этапного лечения пациентов с перипротезной инфекцией после эндопротезирования коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):98-107. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-98-107
5. Ревизионное эндопротезирование коленного сустава : руководство для врачей; под ред. Д.Дж. Джакофски, Э.К. Хедли ; пер. с англ. под ред. Н.В. Загороднего. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. 320 с.
6. Загородний Н. В., Джалилов Ш. О., Скипенко Т. О., Ворошилов А. С. Проблема осложнений после эндопротезирования коленного сустава. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки*. 2019;(1):88-91.
7. Материалы международной согласительной конференции по перипротезной инфекции: пер. с англ. Божковой С.А., Коваленко А.Н., Шубнякова И.И. [и др.]; под общей ред. Тихилова Р.М. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2014; 180-185.
8. Преображенский П.М., Каземирский А.В., Гончаров М.Ю. Современные взгляды на диагностику и лечение пациентов с перипротезной инфекцией после эндопротезирования коленного сустава. *Гений ортопедии*. 2016;(3):94-104. doi: 10.18019/1028-4427-2016-3-94-104
9. Божкова С.А., Касимова А.Р., Тихилов Р.М., Полякова Е.М., Рукина А.Н., Шабанова В.В., Ливенцов В.Н. Неблагоприятные тенденции в этиологии ортопедической инфекции: результаты 6-летнего мониторинга структуры и резистентности ведущих возбудителей. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):20-31. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-20-31
10. Романо К.Л., Божкова С.А., Артюх В., и др. Применение имплантатов с антибактериальным покрытием в ортопедии и травматологии: современное состояние проблемы. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(4):64-74. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-64-74
11. Божкова С.А., Богданова Т.Я., Краснова М.В., Анисимова Л.О., Нетьлько Г.И., Рукина А.Н., Бо Лю. Экспериментально-клиническое исследование фенотипических особенностей штаммов *S. epidermidis* и их роль в возникновении и развитии имплантат-ассоциированной инфекции после ортопедических операций. *Травматология и ортопедия России*. 2014;20(2):68-77.
12. Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Филь А.С., Муравьева Ю.В. Данные регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2011-2013 годы. *Травматология и ортопедия России*. 2015;21(1):136-151.
13. Parvizi J, Gehrke T, Chen AF. Proceedings of the International Consensus on Periprosthetic Joint Infection. *Bone Joint J*. 2013;95-B(11):1450-1452. doi: 10.1302/0301-620X.95B11.33135
14. Patel A, Calfee RP, Plante M, Fischer SA, Arcand N, Born C. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(11):1401-1406. doi: 10.1302/0301-620X.90B11.20771
15. Parvizi J, Pawasarat IM, Azzam KA, Joshi A, Hansen EN, Bozic KJ. Periprosthetic joint infection: the economic impact of methicillin-resistant infections. *J Arthroplasty*. 2010;25(6 Suppl):103-7. doi: 10.1016/j.arth.2010.04.011
16. Tsukayama DT, Goldberg VM, Kyle R. Diagnosis and management of infection after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A Suppl 1:S75-80. doi: 10.2106/00004623-200300001-00014
17. Линник С.А., Грузинская Т.Р., Цололо Я.Б., Карагезов Г., Кравцов Д.В., Хайдаров В.М., Кучеев И.О., Захарченко А.И., Исмаел А. Спейсер коленного сустава. Патент Российской Федерации № 206668; 2021.
18. Линник С.А., Афиногенов Г.Е., Афиногенова А.Г., Квиникадзе Г.Э., и др. Выбор спейсера на первом этапе лечения поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Гений ортопедии*. 2021;27(5):548-554. doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-5-548-554
19. Достижения российской травматологии и ортопедии : материалы XI Всероссийского съезда травматологов-ортопедов: в 3-х т. СПб. 2018.
20. Мурылев В.Ю., Кукувенко Г.А., Елизаров П.М., Иваненко Л.Р., и др. Алгоритм первого этапа лечения поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2018; 24(4): 95-104. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-95-104
21. Прокопьев Н.Я., Мальчевский В.А., Козел Н.П. Гонартроз: международные системы оценки результатов реабилитационных мероприятий (обзор литературы). *Вестник ЮУрГУ. Серия Образование, здравоохранение, физическая культура*. 2007;(2):55-57.
22. Ермаков А.М., Клоушин Н.М., Абабков Ю.В., Тряпичников А.С., Коюшков А.Н. Оценка эффективности двухэтапного хирургического лечения больных с перипротезной инфекцией коленного и тазобедренного суставов. *Гений ортопедии*. 2018;24(3):321-326. doi: 10.18019/1028-4427-2018-24-3-321-326
23. Ливенцов В.Н., Божкова С.А., Кочиш А.Ю., В.А. Артюх, и др. Трудноизлечимая перипротезная инфекция тазобедренного сустава: результаты санирующих операций. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(4):88-97. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-88-97
24. Mackinnon J, Young S, Baily RA. The St Georg sledge for unicompartmental replacement of the knee. A prospective study of 115 cases. *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70(2):217-223. doi: 10.1302/0301-620X.70B2.3346291
25. Павлов В.В., Петрова Н.В., Шералиев Т.У. Среднесрочные результаты двухэтапного лечения перипротезной инфекции. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(4):109-116. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-109-116
26. Афиногенова А.Г., Квиникадзе Г.Э., Спиридонова А.А., Афиногенов Г.Е., Линник С.А., Мадаи Д.Ю. Микробиологическое обоснование создания композиции на основе костного цемента с пролонгированным антимикробным действием в отношении гентамицин-устойчивых *Staphylococcus epidermidis*. *Проблемы медицинской микологии*. 2018;20(4):49-54.

Статья поступила в редакцию 19.09.2022; одобрена после рецензирования 08.02.2023; принята к публикации 20.02.2023.

The article was submitted 19.09.2022; approved after reviewing 08.02.2023; accepted for publication 20.02.2023.

Информация об авторах:

1. Станислав Антонович Линник – доктор медицинских наук, профессор кафедры, stanislavlinnik@mail.ru;
2. Анна Геннадьевна Афиногенова – доктор биологических наук, заведующая отделом, pasteur.afinogenova@mail.ru;
3. Геннадий Евгеньевич Афиногенов – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры, gennady-afinogenov@yandex.ru;
4. Анна Геннадьевна Спиридонова – аспирант, annaasbac@mail.ru;
5. Ярослав Борисович Цололо – аспирант, yaroslav.tsololo@gmail.com;
6. Георги Русланович Карагезов – аспирант;
7. Валерий Михайлович Хайдаров – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры, drxaydarov@mail.ru;
8. Дмитрий Викторович Кравцов – кандидат медицинских наук, заведующий отделением, stanislavlinnik@mail.ru;
9. Иван Олегович Кучеев – кандидат медицинских наук, заведующий отделением;
10. Александр Анатольевич Хромов – кандидат медицинских наук, доцент кафедры;
11. Исмаел Аббас – врач ортопед-травматолог;
12. Максим Вадимович Марышев – студент.

Information about the authors:

1. Stanislav A. Linnik – Doctor of Medical Sciences, Professor, stanislavlinnik@mail.ru;
2. Anna G. Afinogenova – Doctor of Biological Sciences, pasteur.afinogenova@mail.ru;
3. Gennady E. Afinogenov – Doctor of Medical Sciences, Professor, gennady-afinogenov@yandex.ru;
4. Anna A. Spiridonova – Graduate student, annaasbac@mail.ru;
5. Yaroslav B. Tsololo – Graduate student, yaroslav.tsololo@gmail.com;
6. Giorgi Karagezov – Graduate student;
7. Valerii M. Khaidarov – Candidate of Medical Sciences;
8. Dmitry V. Kravtsov – Candidate of Medical Sciences, stanislavlinnik@mail.ru;
9. Ivan O. Kucheev – Candidate of Medical Sciences;
10. Aleksandr A. Khromov – Candidate of Medical Sciences;
11. Ismael Abbas – M.D.;
12. Maksim V. Maryshev – Student.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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.

Конфликт интересов. Не заявлено.

Источник финансирования. Не заявлено.

Этическая экспертиза. Исследование одобрено локальным этическим комитетом; его проводили в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинской декларации 1975 г., пересмотренными в 2008 г.