

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭТАПНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

П.М. Преображенский, С.А. Божкова, А.В. Каземирский, М.Ю. Гончаров

ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»  
Минздрава России  
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

### Реферат

Лечение пациентов с перипротезной инфекцией (ППИ) связано с повышенным риском рецидивов, а также со значительными финансовыми затратами. Этапное реэндопротезирование пациентов с использованием артикулирующих и блоковидных спейсеров является эффективным методом лечения подобных осложнений.

**Цель исследования** – оценить влияние типа цементного антимикробного спейсера, используемого в ходе санирующего этапа, на эффективность эрадикации инфекции и интраоперационные показатели при лечении ППИ коленного сустава.

**Материал и методы.** За период с 2007 по 2015 г. этапное хирургическое лечение было выполнено 161 пациенту с ППИ коленного сустава. На этапе санации 80 пациентам был имплантирован артикулирующий спейсер, 81 – блоковидный. Средний период наблюдения составил 65 месяцев (95% ДИ: 12–91). Были проанализированы эффективность эрадикации инфекции и интраоперационные показатели (время операции, кровопотеря, используемые хирургические доступы, степень связанности имплантированных эндопротезов). С целью объективизации сравнительного анализа из исследования были исключены 57 пациентов с массивными костными дефектами типов 2В и 3 по AORI, а также рецидивами ППИ. В конечном итоге были подвергнуты анализу результаты лечения 104 пациентов, удовлетворяющих следующим критериям включения: развитие ППИ после первичного эндопротезирования коленного сустава, наличие незначительных костных дефектов метаэпифизов (типы 1 и 2А по AORI) после удаления компонентов эндопротеза, отсутствия рецидивов ППИ после санирующей операции.

**Результаты.** Эффективность санирующего этапа составила 70,1%, этапа реэндопротезирования – 90,1%. У пациентов с артикулирующими спейсерами эффективность составила 88,1% по сравнению с 59,1% у пациентов с блоковидными спейсерами. Средний интервал между этапами лечения – 196 дней. Этап санации у пациентов с артикулирующими спейсерами сопровождался статистически значимо ( $p < 0,02$ ) меньшей кровопотерей (522,6 мл, 95% ДИ: 150–1300) по сравнению с блоковидными спейсерами (727,8 мл, 95% ДИ: 300–1600). При этом время операции было сопоставимым ( $p = 0,8$ ): 140,2 (95% ДИ: 75–240) и 142,9 мин (95% ДИ: 85–210) соответственно. Реэндопротезирование после применения блоковидных спейсеров потребовало более частого применения расширенных доступов ( $p < 0,05$ ), связанных конструкций ( $p < 0,05$ ) и сопровождалось большей продолжительностью операции ( $p < 0,02$ ).

**Выводы.** Таким образом, основным преимуществом применения артикулирующих спейсеров на этапе санации является эффективная эрадикация инфекции, а поддержание подвижности и опороспособности конечности между этапами лечения значительно облегчает последующее реэндопротезирование и снижает его травматичность по сравнению с блоковидными спейсерами.

**Ключевые слова:** перипротезная инфекция коленного сустава, спейсер, двухэтапное ревизионное лечение, эрадикация инфекции.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-98-107.

## Results of Two-Stage Reimplantation in Patients with Periprosthetic Joint Infection after Total Knee Arthroplasty

P.M. Preobrazhensky, S.A. Bozhkova, A.V. Kazemirsky, M.Yu. Goncharov

Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia

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.

**Cite as:** Preobrazhensky P.M., Bozhkova S.A., Kazemirsky A.V., Goncharov M.Yu. [Results of Two-Stage Reimplantation in Patients with Periprosthetic Joint Infection after Total Knee Arthroplast]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):98-107. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-98-107.

Преображенский Петр Михайлович. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / Petr M. Preobrazhensky, 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia; e-mail: p.preobrazhensky@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 01.03.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 10.03.2017.

**Abstract**

Treatment of chronic periprosthetic joint infection (PJI) is connected with high reinfection rate and financial costs. Two stage reimplantation with the use of dynamic and static spacers on the first stage is an effective treatment algorithm of such complication.

*Purpose of the study* – to evaluate the influence of a spacer type on infection eradication and intraoperative features of two-stage surgical treatment in patients with PJI after ТКА.

*Material and methods.* From year 2007 to 2015 161 patients with PJI were treated: 80 patients with dynamic spacers and 81 – with static spacers. The mean follow up period was 65 months (95% CI: 12–91). The mean age was 62 years (95% CI: 30–84). The outcomes included analysis of infection eradication effectiveness and intraoperative features (operation time, blood loss, type of implant). We excluded 57 patients with severe bone defects (AORI 2B, 3), reinfection after the first stage and, finally, analyzed 104 patients with appropriate including criteria.

*Results.* Effectiveness of the first stage was 70,1%. The second stage demonstrated 90,1% effectiveness. There was statistically lower reinfection rate after the first stage in patients treated with dynamic spacer 88,1%, compared with 59,1% in patients with static spacers. The mean period between stages was 196 days. Sanation surgery with further implantation of dynamic spacer was followed by statistically ( $p<0,02$ ) lower blood loss – 522.6 ml (95% CI: 150–1300), compared with static spacers – 727.8 ml (698,1 ml (95% CI; 300–1600), but the operation time was comparable ( $p = 0,8$ ): 140.2 (95% CI; 75–240) и 142.9 min (95% CI: 85–210) respectively. Revision knee arthroplasty after static spacer was followed by frequent ( $p<0,05$ ) use of extended surgical approach, constrained implants ( $p<0,05$ ) and long operation time ( $p<0,02$ ) compared with dynamic constructions.

*Conclusion.* Two stage reimplantation with the use of dynamic spacers provides better infection control, knee function between stages, less traumatic sanation and revision knee arthroplasty. Inability to comply recommended interval between stages, due to specifics of financing, makes the implantation of dynamic spacers in patients with PJI on the first stage more preferable.

**Keywords:** periprosthetic knee infection, two stage reimplantation, antibiotic spacer, infection eradication.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-98-107.

**Competing interests:** the authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** the authors have no support or funding to report.

**Введение**

Среди причин ревизионного эндопротезирования коленного сустава лидирующую роль занимает перипротезная инфекция (ППИ). На ее долю, по данным регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена, приходится 58% всех ревизионных вмешательств [4]. Современные зарубежные исследования также подтверждают эту тенденцию: если раньше первое место в ряде стран занимал износ полиэтиленового вкладыша [21], то по данным I.J. Koh с соавторами, в последние 5 лет в структуре причин ревизионного эндопротезирования ППИ заняла лидирующую позицию (38%), опережая асептическое расшатывание компонентов эндопротеза (33%), износ полиэтиленового вкладыша (13%) и нестабильность капсульно-связочных структур (7%) [14]. Аналогичные результаты приводят и D.H. Le с соавторами, которые при анализе причин поздних ревизионных вмешательств в среднем через 52 мес. после первичного эндопротезирования сообщают о 25% ППИ [15].

Диагностические критерии ППИ хорошо известны [20]. Соблюдение современных алгоритмов диагностики ППИ позволяет своевременно установить окончательный диагноз и верифицировать возбудителя [1], что позволяет подобрать наиболее эффективную антибак-

териальную терапию, увеличивая вероятность успешной санации очага инфекции [2].

Консервативное лечение ППИ с назначением системной антибактериальной терапией малоэффективно и в настоящее время применяется только у пациентов, которым противопоказано выполнение хирургического вмешательства, что, как правило, обусловлено старческим возрастом и тяжестью течения сопутствующей патологии. Открытый дебридмент с сохранением компонентов эндопротеза также показывает невысокую эффективность – 36% успешных санаций – и к сегодняшнему дню имеет очень узкие показания к применению [6].

Метод одноэтапной реимплантации демонстрирует высокую эффективность (до 90%), однако требует строгих критериев отбора пациентов для его выполнения: длительность симптомов инфекции не более месяца, отсутствие свищевого хода, состоятельность разгибательного аппарата и мягких тканей, отсутствие массивных костных дефектов в зоне операции, использование костного цемента с антибиотиком. Несоблюдение указанных требований значительно снижает вероятность успешной санации очага инфекции [7].

В 1977 г. предложил J. Insall двухэтапную методику лечения ППИ, которая до настоящего времени является «золотым стандартом» лечения и широко применяется в современной ор-

топедии [12]. По данным литературы, использование данного метода позволяет купировать инфекционный процесс в 92–94% случаев [8, 17].

Традиционно в ходе первого этапа лечения в качестве saniрующих конструкций используют артикулирующие и блоковидные антимикробные спейсеры, которые, по данным J. Parvizi с соавторами, демонстрируют сопоставимую эффективность в купировании инфекции: 91,5 и 87,0% соответственно [20]. Однако артикулирующие конструкции, обеспечивая подвижность в суставе, позволяют сохранить эластичность мягких тканей и тонус разгибательного аппарата, что уменьшает частоту использования расширенных доступов при выполнении второго этапа, а также повышают качество жизни у пациентов в период между этапами хирургического лечения [5, 13].

**Цель исследования** – оценить влияние типа цементного антимикробного спейсера, используемого в ходе saniрующего этапа, на эффективность эрадикации инфекции и интраоперационные показатели при лечении ППИ коленного сустава.

#### Материал и методы

Ретроспективное исследование основано на результатах лечения 161 пациента с ППИ коленного сустава, которым за период с 2007 по 2015 г. было выполнено этапное ревизионное эндопротезирование с установкой на этапе санации

артикулирующего ( $n = 80$ ) или блоковидного ( $n = 81$ ) спейсера (рис. 1). Инфекцию считали купированной при отсутствии признаков рецидива в течение двух лет и более после выполнения реимплантации эндопротеза. Срок наблюдения составил в среднем 65 мес. (95%ДИ: 12–91).

С целью объективизации сравнительного анализа из исследования были исключены 57 пациентов с массивными костными дефектами типов 2В и 3 по AORI и рецидивами ППИ. В конечном итоге были подвергнуты анализу результаты лечения 104 пациентов (73 женщины и 31 мужчина), удовлетворяющих следующим критериям включения: развитие ППИ после первичного эндопротезирования коленного сустава, наличие незначительных костных дефектов метаэпифизов (типы 1 и 2А по AORI) после удаления компонентов эндопротеза, отсутствие рецидивов ППИ после saniрующей операции.

В зависимости от типа спейсера, имплантированного на первом этапе лечения, пациенты были разделены на две группы сравнения: 72 пациента с артикулирующими спейсерами и 32 – с блоковидными. Средний возраст пациентов на втором этапе лечения составил 62 года (95% ДИ: 30–84), группы были сопоставимы по полу и возрасту. В группе пациентов с артикулирующими спейсерами в 43,1% случаев объем костных дефектов соответствовал типу 1 и в 56,9% – типу 2А, в группе сравнения данные показатели составили 34,4 и 65,6%, соответственно.

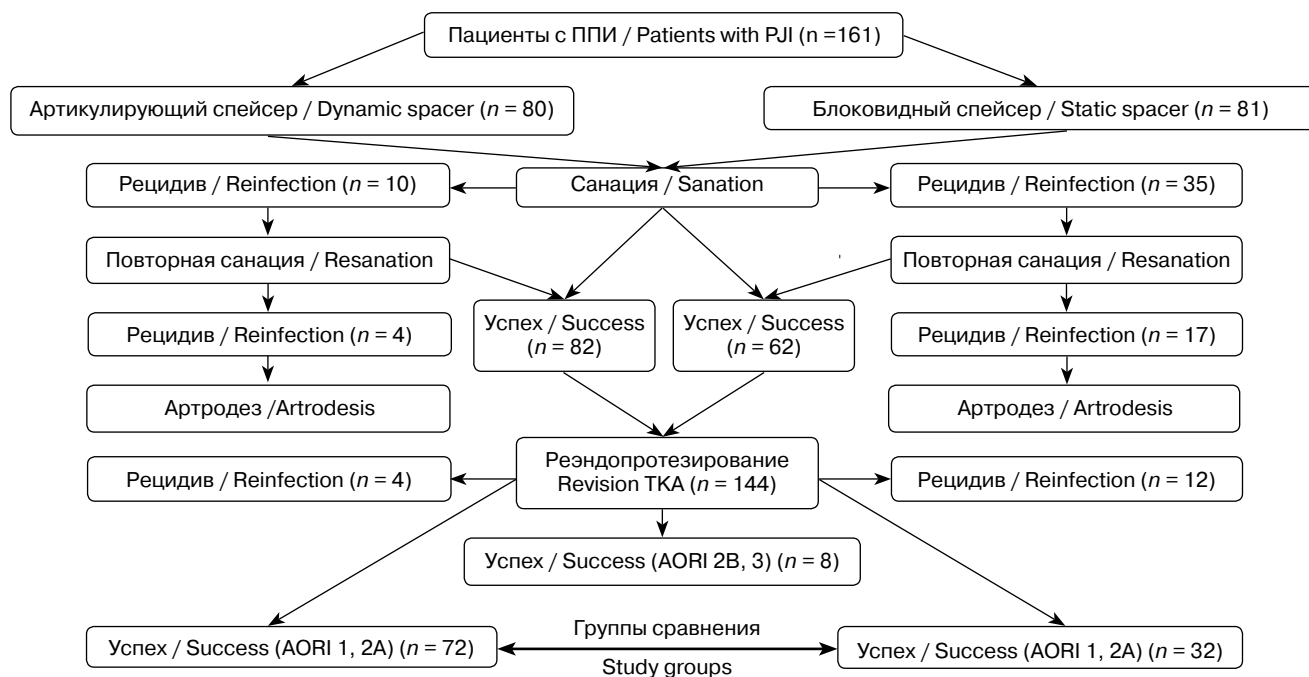


Рис. 1. Дизайн исследования / Fig. 1. Study design

У всех пациентов при включении в исследование оценивали причину эндопротезирования и тип перипротезной инфекции по классификации Coventry – Fitzgerald – Tsukayama. Также учитывали факторы, определенные на международной согласительной конференции по ППИ как факторы риска: индекс массы тела, наличие у пациента варикозной болезни вен нижних конечностей (ВБВНК), тромбоза, сахарного диабета, рожистого воспаления в анамнезе и системных заболеваний, требующих постоянного приема гормональных и/или цитостатических препаратов [20]. Кроме того, учитывали продолжительность пребывания в стационаре (койко-день), длительность хирургических вмешательств на обоих этапах лечения, интраоперационную кровопотерю, тип установленного эндопротеза (связанный или полусвязанный).

Наиболее распространенной причиной эндопротезирования в обеих группах сравнения был идиопатический гонартроз: 69,4% ( $n = 50$ ) случаев в группе с артикулирующими и 75% ( $n = 24$ ) – с блоковидными спейсерами. Доля пациентов с посттравматическими дегенеративными изменениями, в том числе после проведенных оперативных вмешательств и их последствий, была практически одинаковой в группах сравнения и составила в среднем 15,5%. В группе с артикулирующими спейсерами несколько чаще ( $p < 0,05$ ) встречались паци-

енты с системными заболеваниями, постоянно принимающие стероидные гормоны и/или цитостатики (рис. 2).

Сравнительный анализ частоты встречаемости сопутствующей патологии не выявил различий между группами сравнения по большинству показателей, за исключением инсулинозависимого сахарного диабета и ВБВНК, которые значимо чаще встречались у пациентов с блоковидными санирующими конструкциями. Обращает на себя внимание высокое среднее значение показателя ИМТ, который в обеих группах соответствует II степени ожирения (табл. 1).

Распределение пациентов по типам ППИ в группах сравнения значимо не различалось (табл. 2).

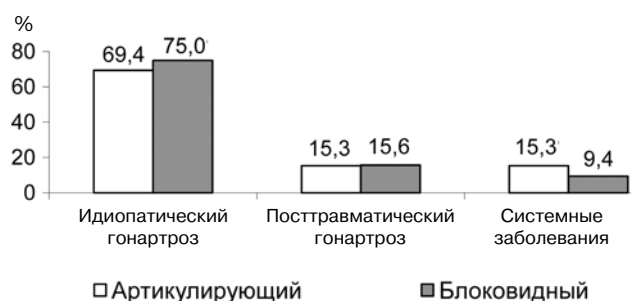


Рис. 2. Причины первичного эндопротезирования  
Fig. 2. Causes of primary total knee arthroplasty

Таблица 1/Table 1

**Факторы риска перипротезной инфекции/Risk factors of periprosthetic joint infection**

Фактор риска, % Risk factors, %	Пациенты с артикулирующими спейсерами Patients with mobile spacers ( $n = 72$ )	Пациенты с неартикулирующими спейсерами Patients with static spacers ( $n = 32$ )
ИМТ, кг/м <sup>2</sup> / BMI, kg/m <sup>2</sup>	31,2 (95% ДИ: 20,24–46,10)	31,7 (95% ДИ: 20,58–41,01)
ВБВНК/Varicose veins	19,4*	31,2
Тромбофлебит/Trombophlebitis	5,7	6,2
Прием гормональных, цитостатических препаратов Cytostatics or hormonal therapy	20,8**	9,4
Гепатит С/Virus Hepatitis	2,8	0,0
Рожистое воспаление Erysipelatous inflammation	5,6	9,4
Инфекция мочевыводящих путей Urinary tract infection	13,9	15,6
Сахарный диабет/Diabetes mellitus	8,3**	21,9

ДИ – доверительный интервал; ИМТ – индекс массы тела; ВБВНК – варикозная болезнь вен нижних конечностей; \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$  по сравнению с пациентами с неартикулирующими спейсерами.

CI – confidence interval; BMI – body mass index; \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$  compared with mobile spacer patients.

Таблица 2

**Тип выявленной перипротезной инфекции в группах сравнения, %**  
**Type of periprosthetic joint infection in study groups, %**

Группа пациентов Study groups	Тип ППИ/ Type of periprosthetic joint infection		
	I	II	III
С артикулирующим спейсером Mobile spacer	29,2	34,7	36,1
С блоковидным спейсером Static spacer	37,5	28,1	34,4

Для выявления возбудителя на дооперационном этапе пациентам выполняли диагностическую пункцию оперированного коленного сустава с последующим бактериологическим исследованием полученного аспирата. В ходе санлирующей операции забирали 5 тканевых биоптатов и удаленные компоненты эндопротеза, которые отправляли в микробиологическую лабораторию для окончательной идентификации возбудителя.

На первом этапе лечения всем пациентам выполняли санлирующую операцию с удалением компонентов эндопротеза, радикальным дебридментом мягких тканей и костных структур и последующей имплантацией компонентов антимикробного спейсера из гентамицин-содержащего костного цемента с добавлением 2–4 г ванкомицина на каждые 40 г костного цемента и активным дренированием полости сустава. Для изготовления артикулирующего спейсера использовали повторно стерилизованный бедренный компонент удаленного эндопротеза и костный цемент, из которого моделировали большеберцовый компонент спейсера. Блоковидный спейсер представлял собой интрамедуллярный стержень, имплантируемый в костномозговые каналы бедренной и большеберцовой костей в сочетании с костным цементом, импрегнированным антибиотиком. В течение 6–8 нед. со дня операции пациенты получали курс этиотропной антибактериальной терапии с учетом результатов бактериологических исследований.

Между этапами хирургического лечения пациентам с блоковидным спейсерами было рекомендовано ношение тьютора, допускалась ходьба с дополнительной опорой на костыли с частичной осевой нагрузкой на оперированную конечность.

Пациентам с артикулирующими спейсерами ношение ортеза рекомендовали только при наличии признаков нестабильности в оперированном суставе, в течение первого месяца пациенты использовали костыли, в дальнейшем – трость. Пациенты перемещались без дополнительной

опоры при отсутствии признаков несостоятельности коллатеральных связочных структур.

После выполнения реэндопротезирования пациентам рекомендовали ходьбу с дополнительной опорой на костыли до 4 нед., с тростью – до 6–8 нед.

*Статистические методы.* Полученные в процессе выполнения работы клинические результаты обрабатывали с использованием программной системы STATISTICA 10. Сопоставление частотных характеристик (пол, данные клинического осмотра, факторы риска, осложнения) качественных показателей проводили с помощью непараметрических методов  $\chi^2$ ,  $\chi^2$  Пирсона, критерия Фишера. Сравнение количественных параметров (возраст, длительность заболевания, длительность операции, объем кровопотери, показатели качества жизни) в исследуемых группах осуществляли с использованием критериев Манна – Уитни, Вальда, медианного  $\chi^2$  и модуля ANOVA.

### Результаты исследования

Из 161 пациента 118 однократно перенесли санлирующую операцию с дальнейшим успешным ревизионным эндопротезированием. В 45 случаях диагностированы рецидивы инфекции: у 35 пациентов с блоковидным спейсером, у 10 – с артикулирующим. Из 45 случаев рецидива в 24 (53,3%) в итоге достигнута эрадикация инфекции и выполнено реэндопротезирование, 21 пациенту (46,7%) после неоднократных рецидивов ППИ выполнен артродез коленного сустава, целью которого было сохранение оперированной конечности. Таким образом, эффективность первого этапа лечения составила 74,3%, при этом для артикулирующих спейсеров этот показатель составил 88,8%, а для блоковидных – 59,1% ( $p < 0,01$ ). Подобное различие объясняется тем, что блоковидные спейсеры с большей частотой имплантировались в осложненных случаях (возбудитель – полирезистентные микроорганизмы микробные ассоциации, предшествующие переломы, остео-

синтезы, многократные безуспешные попытки санлирующих операций с сохранением компонентов эндопротеза).

Из 144 пациентов, которым был выполнен этап реэндопротезирования, у 128 на момент контрольного осмотра признаков рецидива инфекционного процесса выявлено не было. Таким образом, эффективность 2-го этапа лечения составила в среднем 88,9%: 80,4% для блоковидных спейсеров и 93,1% для артикулирующих. Из 16 пациентов с рецидивами после реэндопротезирования в 3 случаях (у одного пациента с блоковидным и двух – с артикулирующим спейсерами) удалось достичь купирования инфекции при повторной санации и выполнить в последующем реимплантацию эндопротеза. Оставшимся 13 пациентам (10 с блоковидным и 3 с артикулирующим спейсерами) после очередного рецидива ППИ выполнено артродезирование коленного сустава.

Ведущими возбудителями ППИ в обеих группах были грамположительные микроорганизмы (рис. 3), однако в группе с артикулирующими спейсерами они встречались чаще, чем в группе сравнения: 68,1% и 40,7%, соответственно ( $p < 0,05$ ). При этом доля метициллинорезистентных штаммов *Staphylococcus epidermidis* (MRSE) была сопоставима между исследуемыми группами и составила в среднем 15,1%, в то время как MRSA встречались в единичных случаях. Грамотрицательные бактерии и микробные ассоциации значительно чаще выделялись у пациентов с неартикулирующими спейсерами ( $p < 0,01$ ).

Отмечено, что санация очага инфекции с установкой неартикулирующего спейсера требует значимо большей ( $p < 0,0001$ ) продолжительности пребывания в стационаре по сравнению с имплантацией артикулирующего спейсера: 24,1 (95% ДИ: 9–40) и 30,5 (95% ДИ: 18–73) койко-дней, соответственно. При этом длительность санлирующей операции была сопоставима в обеих группах и составила при установке мобильного и статичного спейсера –

140,2 (95% ДИ: 75–240) и 142,9 мин (95% ДИ: 85–210) соответственно. Однако величина кровопотери отличалась ( $p < 0,02$ ) в пользу пациентов, которым был имплантирован артикулирующий спейсер – 522,6 мл (95% ДИ: 150–1300) по сравнению с неартикулирующим – 698,1 мл (95% ДИ: 300–1600).

Период ожидания пациентами второго этапа хирургического лечения в исследуемых группах был сопоставим ( $p = 0,173$ ). Зачастую его продолжительность была обусловлена особенностями финансирования регионов и составила для пациентов с артикулирующими спейсерами в среднем 186,8 дней (95% ДИ: 59–499), с неартикулирующими – 216,4 дней (95% ДИ: 105–793).

На втором этапе хирургического лечения выявлена значительная разница ( $p < 0,003$ ) в продолжительности ревизионного эндопротезирования: 146,9 мин (95% ДИ: 70–250) после артикулирующего и 167,5 мин (95% ДИ: 120–240) после блоковидного спейсеров (рис. 4).

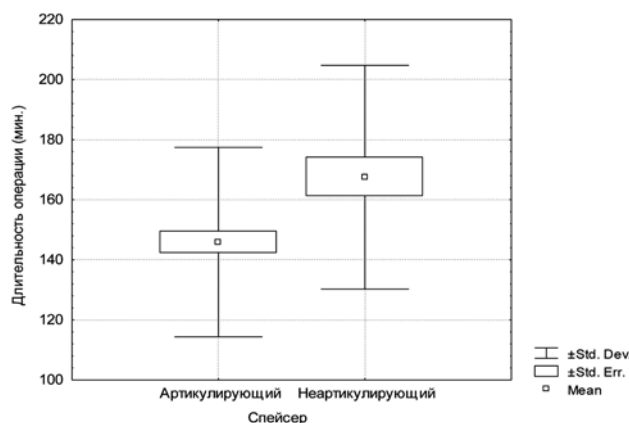


Рис. 4. Продолжительность хирургического вмешательства на втором этапе у пациентов исследуемых групп

Fig. 4. Timing of revision total knee arthroplasty in patients of compared groups

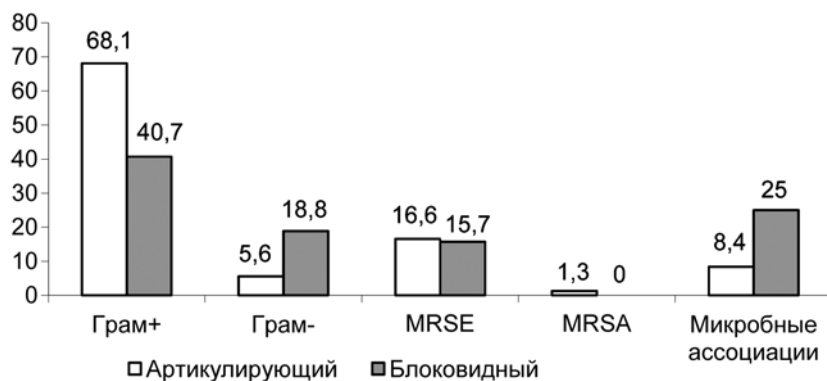


Рис. 3. Частота выделения возбудителей ППИ в сопоставляемых группах.

\* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$  по сравнению с неартикулирующими спейсерами

Fig. 3. Pathogen in compared groups \* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$  compared with static spacers

Большая длительность операции у пациентов с блоковидными спейсерами привела к увеличению объема интраоперационной кровопотери, который в среднем составил 727,8 мл (95% ДИ: 200–1900), что значимо больше по сравнению с группой пациентов, которым ревизионный эндопротез имплантировался после удаления артикулирующего спейсера – 558,5 мл (95% ДИ: 200–1500).

Наряду со стандартным медиальным парапательярным доступом, выполняемым абсолютно большинству пациентов обеих групп в ходе реэндопротезирования, в ряде случаев использовали расширенные хирургические доступы. Остеотомию бугристости большеберцовой кости и пересечение сухожилия прямой мышцы (*rectus snip*) значимо чаще ( $p < 0,05$ ) применяли для удаления компонентов блоковидного спейсера по сравнению с пациентами, которым в ходе санации был установлен артикулирующий спейсер – 2,8% и 15,6% соответственно (рис. 5).

Длительность госпитализации на этапе реэндопротезирования в группах сравнения была сопоставимой: для пациентов с артикулирующими спейсерами она составила 24,5 дня (95% ДИ: 14–56), блоковидными – 25,2 дня (95% ДИ: 18–36).

### Обсуждение

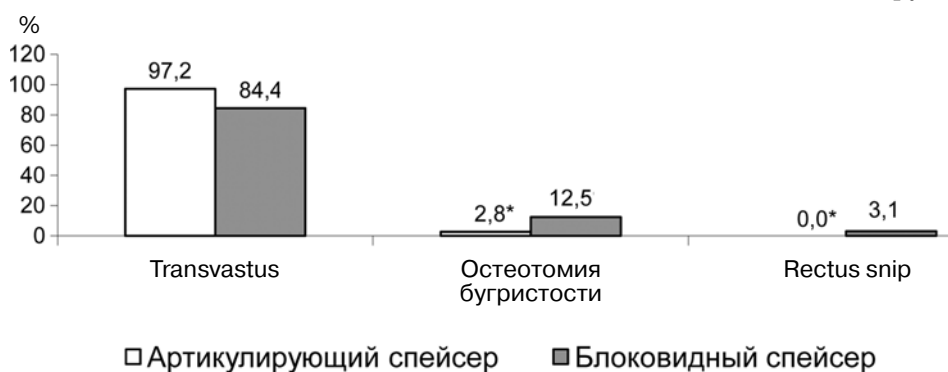
Двухэтапное реэндопротезирование коленного сустава у пациентов с ППИ в последние десятилетия демонстрирует убедительные результаты как в отношении эффективности санации очага инфекции, так и в плане функциональных результатов, давно став предпочтительным алгоритмом лечения [23]. Этот метод особенно эффективен у пациентов с поздней инфекцией, при наличии свищевого хода и в случаях, когда возбудителем ППИ являются полирезистентные штаммы микроорганизмов или микробные ассоциации [19]. Сравнение санирующей способности двух типов спейсеров на первом этапе лечения за весь период наблюдений выявило преимущество артикулирующих санирующих конструкций над блоковидными. Модификация алгоритма этапного лечения подобных паци-

ентов позволила улучшить санирующую способность обоих типов спейсеров, однако преимущество в эффективности артикулирующих конструкций (92,2%) над неартикулирующими (89,4%) сохранилось.

Наряду с эффективной санацией очага инфекции, каждый хирург ставит перед собой задачу выполнить хирургические вмешательства наименее травматично. Полученные нами данные подтверждают результаты публикаций многих исследователей из различных медицинских центров, которые считают, что достигнутое преимущество в интраоперационных показателях у пациентов с артикулирующими спейсерами над блоковидными определяется сохранением способности к артикуляции между этапами лечения. Это упрощает выполнение ревизионного вмешательства и впоследствии приводит к достижению лучшей амплитуды движений в оперированном суставе, что повышает удовлетворенность пациентов проведенным двухэтапным лечением и является важным доводом в пользу мобильных санирующих конструкций [9, 10, 11, 18].

Однако некоторые исследования демонстрируют отличные результаты и лучшую санирующую способность при двухэтапном лечении пациентов с использованием неартикулирующих спейсеров при условии соблюдения хирургами рекомендуемого интервала между этапами лечения [17, 22]. Положительный момент, в том числе обусловлен созданием относительного покоя для коленного сустава при небольшом интервале между двумя этапами лечения.

Неизбежно сравнение двух типов антимикробных спейсеров, используемых на этапе санации для достижения эффективного купирования инфекционного процесса. При этом сравнение результатов применения того или иного типа спейсера иногда может быть некорректным. Так, в случае многократных рецидивов ППИ, при значительной потере костной массы и дефиците мягких тканей хирурги предпочитают на первом этапе имплантировать блоковидные конструкции с целью иммобилизации



**Рис. 5.** Тип хирургического доступа при реэндопротезировании у пациентов исследуемых групп.  
\* –  $p < 0,05$  по сравнению с неартикулирующими спейсерами.

**Fig. 5.** Type of surgical approach during revision TKA.  
\* –  $p < 0,05$  compared with static spacers

сегмента и стабилизации коленного сустава для восстановления его опороспособности и обеспечения более эффективной доставки антибиотиков к очагу инфекции [3], в то время как артикулирующие спейсеры, по нашему опыту, чаще устанавливают в стандартных случаях ППИ. Таким образом, при лечении пациентов с рецидивирующим характером течения ППИ и при выполнении санирующей операции после впервые диагностированной инфекции невозможно достичь сопоставимых интраоперационных показателей. В этой связи в настоящее исследование были включены пациенты с впервые выявленной ППИ без дефицита мягких тканей с незначительными костными дефектами (1 и 2А по классификации AORI) после удаления компонентов спейсера в ходе реэндопротезирования и достигнутой в результате проведенного лечения эрадикацией (см. рис. 1).

Соблюдение указанных критериев позволило провести объективный сравнительный анализ интраоперационных особенностей на этапах лечения у пациентов с двумя типами спейсеров. Надо отметить, что ряд изученных нами показателей, характеризующих трудность выполнения второго этапа лечения, такие как продолжительность госпитализации, длительность операции, интраоперационная кровопотеря, в подобных исследованиях ранее не анализировали.

При одинаковой продолжительности санирующих операций в группах сравнения, в ходе ревизионного эндопротезирования хирург сталкивается меньшими техническими трудностями при выполнении хирургического доступа и удалении компонентов артикулирующего спейсера, а сохраненная эластичность капсульно-связочных структур позволяет облегчить последующую имплантацию ревизионной конструкции. Это нашло подтверждение в нашем исследовании: продолжительность операции реэндопротезирования составила 146,9 мин (95% ДИ: 70–250) после артикулирующего и 167,5 мин (95% ДИ: 120–240) после блоковидного спейсеров. При этом известно, что время, затраченное на реэндопротезирование коленного сустава, является одним из важных факторов, влияющих как на скорость восстановления двигательной активности пациента, так и на риск возможного рецидива инфекции [16].

Большая кровопотеря в ходе имплантации неартикулирующего спейсера при сопоставимом времени хирургического вмешательства может быть связана с необходимостью вскрытия костномозговых каналов бедренной и большеберцовой костей для имплантации интрамедуллярного стержня. Технические трудности при удалении остатков цемента из костномозговых

каналов в ходе реэндопротезирования у вышеупомянутой группы пациентов также значительно увеличивают кровопотерю. Необходимость гемотрансфузии в раннем послеоперационном периоде вследствие значительной кровопотери на этапе имплантации спейсера замедляет процесс ранней динамизации пациента и повышает риск рецидива ППИ.

Состоятельность одной из коллатеральных связок заднего отдела капсулы сустава при сохраненной сократительной активности разгибательного аппарата позволили имплантировать несвязанные или полусвязанные эндопротезы 91,7% ( $n = 66$ ) пациентов с артикулирующими и 75,0% ( $n = 24$ ) с блоковидными спейсерами. Тотальная нестабильность в коленном суставе, дисбаланс сгибательного и разгибательного промежутков, отсутствие активного разгибания в коленном суставе вызвали необходимость установки связанных эндопротезов в 25% случаев ( $n = 8$ ) в группе блоковидных спейсеров, что существенно ( $p < 0,05$ ) превысило данный показатель в группе артикулирующих спейсеров – 8,3% ( $n = 6$ ).

Для максимальной визуализации структур коленного сустава (коллатеральные связки, метаэпифизы бедренной и большеберцовой костей), выполнения радикального дебридмента и обеспечения безопасного удаления спейсера в ходе реэндопротезирования у большего числа пациентов с блоковидными спейсерами использовали более травматичные расширенные хирургические доступы (остеотомия бугристости, пересечение прямой мышцы). Применение подобных методик в ряде случаев может приводить к несращению остеотомированного фрагмента бугристости, а также к слабости разгибательного аппарата.

### Заключение

Таким образом, основным преимуществом применения артикулирующих спейсеров на первом этапе лечения является эффективная эрадикация инфекции. Наряду с этим возможность поддержания подвижности и опороспособности конечности между этапами лечения значительно облегчает выполнение реэндопротезирования (снижение кровопотери, времени операции, применение менее связанных конструкций). Невозможность соблюдения рекомендованных сроков ожидания у всех пациентов в связи с организационными особенностями и длительный период между этапами лечения в сочетании с вышеперечисленными преимуществами делают применение артикулирующих санирующих конструкций более предпочтительным.



**Благодарность**

Авторы статьи выражают благодарность доценту ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова О.А. Клиценко за помощь в подготовке статьи.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Литература**

- Ахтямов И.Ф., Римашевский Д.В., Курмангалиев Е.Д.Т., Молдакулов Ж.М., Еремин И.К. Профилактика инфекционных осложнений эндопротезирования коленного сустава. *Практическая медицина*. 2014;(4-2):23-28.
- Божкова С.А., Тихилов Р.М., Разоренов В.Л., Чуприс В.Г., Петрова Т.М. Микробиологические аспекты антибактериальной терапии парапротезной инфекции, вызванной грамположительными возбудителями *Инфекции в хирургии*. 2011;9(3):31-36.
- Васюк С.В. Васильчишин Я.Н., Васюк В.П., Усовершенствованная технология двухэтапного ревизионного эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов с применением цементно-антимикробных спейсеров. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*. 2013;(3):43-49.
- 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;(1):136-151.
- Мурьев В.Ю., Холодаев М.Ю., Рукин Я.А., Лычагин А.В., Карпов В.В., Римашевский Д.В., Елизаров П.М. Применение спейсеров для лечения глубокой перипротезной инфекции тазобедренного и коленного суставов. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2013;(3):18-24.
- Bengtson S., Knutson K. The infected knee arthroplasty. A 6-year follow-up of 357 cases. *Acta Orthop Scand*. 1991;62(4):301-311.
- Buechel F.F., Femino F.P., D'Alessio J. Primary exchange revision arthroplasty for infected total knee replacement: a long-term study. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2004;33(4):190-198; discussion 198.
- Castelli C.C., Gotti V., Ferrari R. Two-stage treatment of infected total knee arthroplasty: two to thirteen year experience using an articulating preformed spacer. *Int Orthop*. 2014;38(2):405-412. DOI: 10.1007/s00264-013-2241-6.
- Chen Y.-P., Wu C.-C., Ho W.-P. Autoclaved metal-on-cement spacer versus static spacer in two-stage revision in periprosthetic knee infection. *Ind J Orthop*. 2016;50(2):146-153. DOI:10.4103/0019-5413.177587.
- Emerson R.H. Jr, Muncie M., Tarbox T.R., Higgins L.L. Comparison of a static with a mobile spacer in total knee infection. *Clin Orthop Relat Res*. 2002;(404):132-138.
- Fehring T.K., Odum S., Calton T.F., Mason J.B. Articulating versus static spacers in revision total knee arthroplasty for sepsis. The Ranawat Award. *Clin Orthop Relat Res*. 2000;(380):9-16.
- Goldman R.T., Scuderi G.R., Insall J.N. 2-stage reimplantation for infected total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;(331):118-124.
- Haddad F.S., Masri B.A., Campbell D., McGraw R.W., Beauchamp C.P., Duncan C.P. The PROSTALAC functional spacer in two-stage revision for infected knee replacements. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82(6):807-812.
- Koh I.J., Cho W.S., Choi N.Y., Kim T.K. Kleos Korea Research Group. Causes, risk factors, and trends in failures after TKA in Korea over the past 5 years: a multicenter study. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(1):316-326. DOI: 10.1007/s11999-013-3252-8.
- Le D.H., Goodman S.B., Maloney W.J., Huddleston J.I. Current modes of failure in TKA: infection, instability, and stiffness predominate. *Clin Orthop Relat Res*. 2014;472(7):2197-2200. DOI: 10.1007/s11999-014-3540-y.
- Levy D.M., Wetters N.G., Levine B.R. Prevention of Periprosthetic Joint Infections of the Hip and Knee. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016;45(5):E299-307.
- Lichstein P., Su S., Hedlund H., Suh G., Maloney W.J., Goodman S.B., Huddleston J.I. 3rd. Treatment of Periprosthetic Knee Infection With a Two-stage Protocol Using Static Spacers. *Clin Orthop Relat Res*. 2016;474(1):120-125. DOI:10.1007/s11999-015-4443-2.
- Park S.J., Song E.K., Seon J.K., Yoon T.R., Park G.H. Comparison of static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the treatment of infected total knee arthroplasty. *Int Orthop*. 2010;34(8):1181-1186. DOI: 10.1007/s00264-009-0907-x.
- Parvizi J., Azzam K., Ghanem E., Austin M.S., Rothman R.H. Periprosthetic infection due to resistant staphylococci: serious problems on the horizon. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(7):1732-1739. DOI: 10.1007/s11999-009-0857-z.
- Parvizi J., Gehrke T., Chen A.F. 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.
- Sharkey P.F., Hozack W.J., Rothman R.H., Shastri S., Jacoby S.M. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clin Orthop Relat Res*. 2002;404:7-13. DOI: 10.1097/00003086-200211000-00003.
- Silvestre A., Almeida F., Renovell P., Morante E. López R. Revision of infected total knee arthroplasty: two-stage reimplantation using an antibiotic-impregnated static spacer. *Clin Orthop Surg*. 2013;5(3):180-187. DOI: 10.4055/cios.2013.5.3.180.
- Vasso M., Del Regno C., Corona K., D'Apolito R., Schiavone Panni A. Articulated spacer provides long-term knee improvement after two-stage reimplantation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(10):3100-3105. DOI: 10.1007/s00167-016-4238-3.

**References**

- Akhtyamov I.F., Rimashevskii D.V., Kurmangaliev E.D.T., Moldakulov Zh.M., Eremine I.K. [Prophylaxis of periprosthetic joint infection after total knee arthroplasty]. *Prakticheskaya meditsina* [Practice Medicine]. 2014;(4-2): 23-28. (in Russian).
- Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Razorenov V.L., Chupris V.G., Petrova T.M. [Microbiological aspects of antibacterial therapy in patients with periprosthetic joint infection caused by grampositive pathogen]. *Infektsii v khirurgii* [Infection in Surgery]. 2011;9(3):31-36. (in Russian).
- Vasyuk S.V., Vasil'chishin Ya.N., Vasyuk V.P. [Modified technology of two stage revision of hip and knee with the use of cemented antimicrobial spacers]. *Vicnik ortopedii, travmatologii ta protezuвання* [Messenger of Traumatology, Orthopedics and Arthroplasty]. 2013;(3):43-49. (in Russian).
- Kornilov N.N., Kuliaba T.A., Fil' A.S., Muraviova Ju.V. [Data of knee arthroplasty register of Vreden Russian Research

- Institute of Traumatology and Orthopedics for period 2011-2013]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia] 2015;(1):136-151. (in Russian).
5. Murylev V.Ju., Holodaev M.Ju., Rukin Ja.A., Lychagin A.V., Karpov V.V., Rimashevskij D.V., Elizarov P.M. [Antimicrobial spacers for treatment of deep periprosthetic joint infection of hip and knee]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [Reporter of Traumatology and Orthopedics named Priorov] 2013;(3):18-24. (in Russian).
  6. Bengtson S., Knutson K. The infected knee arthroplasty. A 6-year follow-up of 357 cases. *Acta Orthop Scand.* 1991;62(4):301-311.
  7. Buechel F.F., Femino F.P., D'Alessio J. Primary exchange revision arthroplasty for infected total knee replacement: a long-term study. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2004;33(4):190-198; discussion 198.
  8. Castelli C.C., Gotti V., Ferrari R. Two-stage treatment of infected total knee arthroplasty: two to thirteen year experience using an articulating preformed spacer. *Int Orthop.* 2014;38(2):405-412. DOI: 10.1007/s00264-013-2241-6.
  9. Chen Y.-P., Wu C.-C., Ho W.-P. Autoclaved metal-on-cement spacer versus static spacer in two-stage revision in periprosthetic knee infection. *Ind J Orthop.* 2016;50(2):146-153. DOI:10.4103/0019-5413.177587.
  10. Emerson R.H. Jr, Muncie M., Tarbox T.R., Higgins L.L. Comparison of a static with a mobile spacer in total knee infection. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(404):132-138.
  11. Fehring T.K., Odum S., Calton T.F., Mason J.B. Articulating versus static spacers in revision total knee arthroplasty for sepsis. The Ranawat Award. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;(380):9-16.
  12. Goldman R.T., Scuderi G.R., Insall J.N. 2-stage reimplantation for infected total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(331):118-124.
  13. Haddad F.S., Masri B.A., Campbell D., McGraw R.W., Beauchamp C.P., Duncan C.P. The PROSTALAC functional spacer in two-stage revision for infected knee replacements. Prosthesis of antibiotic-loaded acrylic cement. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82(6):807-812.
  14. Koh I.J., Cho W.S., Choi N.Y., Kim T.K. Kleos Korea Research Group. Causes, risk factors, and trends in failures after TKA in Korea over the past 5 years: a multicenter study. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(1):316-326. DOI: 10.1007/s11999-013-3252-8.
  15. Le D.H., Goodman S.B., Maloney W.J., Huddleston J.I. Current modes of failure in TKA: infection, instability, and stiffness predominate. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(7):2197-2200. DOI: 10.1007/s11999-014-3540-y.
  16. Levy D.M., Wetters N.G., Levine B.R. Prevention of Periprosthetic Joint Infections of the Hip and Knee. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016;45(5):E299-307.
  17. Lichstein P., Su S., Hedlund H., Suh G., Maloney W.J., Goodman S.B., Huddleston J.I. 3rd. Treatment of Periprosthetic Knee Infection With a Two-stage Protocol Using Static Spacers. *Clin Orthop Relat Res.* 2016;474(1):120-125. DOI:10.1007/s11999-015-4443-2.
  18. Park S.J., Song E.K., Seon J.K., Yoon T.R., Park G.H. Comparison of static and mobile antibiotic-impregnated cement spacers for the treatment of infected total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2010;34(8):1181-1186. DOI: 10.1007/s00264-009-0907-x.
  19. Parvizi J., Azzam K., Ghanem E., Austin M.S., Rothman R.H. Periprosthetic infection due to resistant staphylococci: serious problems on the horizon. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(7):1732-1739. DOI: 10.1007/s11999-009-0857-z.
  20. Parvizi J., Gehrke T., Chen A.F. 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.
  21. Sharkey P.F., Hozack W.J., Rothman R.H., Shastri S., Jacoby S.M. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clin Orthop Relat Res.* 2002;404:7-13. DOI: 10.1097/00003086-200211000-00003.
  22. Silvestre A., Almeida F., Renovell P., Morante E. López R. Revision of infected total knee arthroplasty: two-stage reimplantation using an antibiotic-impregnated static spacer. *Clin Orthop Surg.* 2013;5(3):180-187. DOI: 10.4055/cios.2013.5.3.180.
  23. Vasso M., Del Regno C., Corona K., D'Apollito R., Schiavone Panni A. Articulated spacer provides long-term knee improvement after two-stage reimplantation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24(10):3100-3105. DOI: 10.1007/s00167-016-4238-3.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

*Преображенский Петр Михайлович* – лаборант-исследователь ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Божкова Светлана Анатольевна* – д-р мед. наук, руководитель научного отделения профилактики и лечения раневой инфекции, заведующая отделением клинической фармакологии ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Каземирский Александр Викторович* – канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Гончаров Максим Юрьевич* – канд. мед. наук, заведующий отделением № 5 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Petr M. Preobrazhensky* – Assistance Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*Svetlana A. Bozhkova* – Dr. Sci. (Med.), Head of the Research Department of Prevention and Treatment of Wound Infection and Department of Clinical Pharmacology, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*Alexander V. Kazemirsky* – Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*Maxim Yu. Goncharov* – Cand. Sci. (Med.), Head of the Department N 5, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics