

## ОПЫТ АРТРОДЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

**Д. А. Шавырин**<sup>1</sup>, доктор медицинских наук,  
**С. А. Ошкуков**<sup>1\*</sup>, кандидат медицинских наук,  
**К. В. Шевырев**<sup>1</sup>, кандидат медицинских наук,  
**К. А. Шарков**<sup>1</sup>,  
**В. П. Волошин**<sup>1</sup>, доктор медицинских наук,  
**А. В. Еремин**<sup>1</sup>, доктор медицинских наук

<sup>1</sup> ГБУЗ Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», 129110, Россия, г. Москва, ул. Щепкина, д. 61/2

**РЕЗЮМЕ** *Цель* – оценить результаты артродеза коленного сустава (АКС) у пациентов с перипротезной инфекцией коленного сустава (ПИКС).

*Материал и методы.* Проанализированы результаты лечения 14 пациентов (9 женщин и 5 мужчин) в возрасте от 66 до 87 лет с перипротезной инфекцией коленного сустава, которым выполнен АКС. Оценивались результаты хирургического лечения пациентов в сроки от шести месяцев до трех лет.

*Результаты и обсуждение.* Приведены показания для выбора конкретного метода фиксации при выполнении артродеза.

Через шесть месяцев 10 (71,4 %) пациентов отметили значительное снижение интенсивности болевого синдрома в покое и при нагрузке, 13 (92,8 %) – улучшение опороспособности оперированной конечности при необходимости использования средств дополнительной опоры.

Выраженная хромота, обусловленная укорочением оперированной конечности, сохранялась у 12 (85,7 %) пациентов. Более половины больных (9 человек, 64,3 %) перешли на ситуационный прием обезболивающих препаратов. Пациенты после АКС персонифицированным имплантатом полностью отказались от приема обезболивающих препаратов.

*Заключение.* Таким образом, АКС может быть рекомендован как вариант оперативного вмешательства в рамках комплексного подхода к хирургическому лечению ПИКС у пациентов с высоким риском неудовлетворительного результата от проведения двухэтапного оперативного лечения.

**Ключевые слова:** перипротезная инфекция коленного сустава, артродез коленного сустава, аддитивные технологии.

\* Ответственный за переписку (corresponding author): skv-moniki@yandex.ru

В последние десятилетия наибольшее распространение среди ортопедических операций получило эндопротезирование тазобедренного и коленного сустава. Эндопротезирование чаще всего выполняется при выраженном первичном и вторичном артрозе коленного сустава после исчерпания всех нехирургических вариантов лечения. Увеличение продолжительности жизни

ни приводит к росту числа первичных эндопротезирований, а также количества ревизионных оперативных вмешательств после тотального эндопротезирования коленного сустава [1].

По разным данным, частота развития перипротезной инфекции составляет 1–3 % от общего количества случаев первичного тотального эн-

допротезирования коленного сустава и является наиболее опасным осложнением в ортопедической практике хирургического лечения крупных суставов, даже с учетом оптимизации хирургических тактик и повсеместной антибиотикопрофилактики во время операции [2]. Наличие перипротезной инфекции является поводом более чем для половины ревизионных вмешательств на коленном суставе после установки эндопротеза в России [3].

Выбор стратегии лечения пациентов с перипротезной инфекцией зависит от ряда факторов. Так, перипротезную инфекцию в раннем послеоперационном периоде после тотального эндопротезирования коленного сустава рассматривают как острый процесс и часто лечат согласно протоколу **DAIR** (Debridement, antibiotics and implant retention): хирургическая санация, продолжительная антибиотикотерапия с сохранением эндопротеза. Эффективность такого подхода, по разным данным, составляет 44–84 % [4–6]. В случае же наличия у пациентов хронической формы инфекции при ряде условий: удовлетворительное состояние мягких тканей, идентификация возбудителя, чувствительного к антибиотикам – производят одноэтапное ревизионное эндопротезирование [7, 8].

Однако в клинической практике врачи чаще сталкиваются с тяжелыми формами хронической инфекции, где не всегда можно определить возбудителя или имеется комбинация микроорганизмов, устойчивая к антибиотикам. В этом случае золотым стандартом лечения хронической ПИКС считается двухэтапное ревизионное эндопротезирование. В этом случае во время первой операции инфицированные имплантаты удаляют, проводят радикальную санацию тканей сустава, устанавливают цементный спейсер, импрегнированный антибиотиком [9]. Кроме того, проводится продолжительное системное лечение антибиотиками на основании микробиологического исследования интраоперационных материалов [10]. После достижения стойкой ремиссии инфекционного процесса выполняют повторную имплантацию ревизионных компонентов эндопротеза [11, 12].

По данным литературы, частота рецидивов инфекции при первых ревизионных вмешательствах возрастает до 5,9–13,6 %, при повторных, в том числе двухэтапных, – до 9–35 % [13].

Отдельная проблема, связанная с ревизионным тотальным эндопротезированием коленного сустава, состоит в том, что в этой ситуации хирурги часто сталкиваются с дефектами костной ткани, обусловленными остеолитом, разрушением тканей вследствие инфекции, септической нестабильности импланта, а также удаления компонентов протеза и спейсера [16–19]. Это может повлиять на точность установки имплантата, на состоятельность опорной функции компонентов и на восстановление биомеханики сустава [14]. Оценка костного дефекта является важным элементом предоперационного планирования, позволяющим определить возможность и целесообразность выполнения ревизионного эндопротезирования.

В случаях, когда невозможно провести имплантосохраняющее ревизионное эндопротезирование, с целью сохранения конечности (альтернативой является ампутация нижней конечности) обоснованным методом хирургического лечения пациента с ПИКС является артродез коленного сустава. Он обеспечивает полноценную опорную функцию нижней конечности, уменьшение болевого синдрома и, как следствие, существенное улучшение качества жизни [20, 21]. В литературе также имеются исследования, когда артродезирование сустава из-за меньшей травматичности операции и лучшей адаптивности пациентов выступало альтернативой двухэтапному протезированию. Так, в своем исследовании M. Gathen, M. D. Wimmer, M. M. Ploeger сравнивали результаты лечения пациентов с ПИКС двумя методами: двухэтапное ревизионное протезирование коленного сустава и АКС – и отметили более низкую частоту рецидива инфекции после проведенного артродеза, а следовательно, более быстрый и легкий для пациента период реабилитации и восстановления [24].

В настоящее время АКС может быть выполнен погружными фиксаторами (интрамедуллярным стержнем, пластинами, индивидуальным интрамедуллярным имплантатом при большом дефекте костной ткани) или методами наружной фиксации (спицевыми аппаратами наружной фиксации, комбинированными спице-стержневыми аппаратами наружной фиксации бедро-голень). Выбор фиксаторов зависит от активности инфекционного процесса, костного дефекта и соматического статуса пациента [21, 22]. Многие вопросы выбора способа фикса-

ции при артрорезировании остаются нерешенными. Например, по данным Н. М. Ключина и др. [25], АКС с использованием аппарата Илизарова позволяет ликвидировать воспалительный процесс в 73 % случаев, однако надежное формирование костного анкилоза после первой операции было зарегистрировано тоже только у 73 % больных.

Таким образом, проблема выбора метода и способа фиксации при артрорезировании в условиях инфекции остается нерешенной, что отчасти связано с относительно небольшим количеством пациентов данной категории. Более того, каждая подобная клиническая ситуация является уникальной, а о результатах лечения конкретного больного желательнее информировать врачебное сообщество.

Цель настоящего исследования – оценить результаты АКС у пациентов с некупированной ПИКС.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена в отделении травматологии и ортопедии ГБУЗ Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского». Изучены результаты лечения 14 пациентов (9 женщин и 5 мужчин) в возрасте от 66 до 87 лет с ПИКС, которым в период с 2020 по декабрь 2022 года был выполнен АКС.

Результаты хирургического лечения оперированных пациентов отслежены в сроки от шести месяцев до трех лет.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пациенты имели дополнительные факторы, которые существенно снижали вероятность благоприятного исхода при ревизионном имплантосохраняющем хирургическом лечении и определяли выбор АКС: нестабильность связочного аппарата коленного сустава (у 2 пациентов), выраженный дефект костной ткани (тип 2B, тип 3 по классификации AORI) (у 4), отсутствие стойкой ремиссии инфекционного процесса в течение более шести месяцев (у 7), наличие тяжелой коморбидной патологии (сахарный диабет 2-го типа (у 7), гипертоническая болезнь (у 8), варикозная болезнь вен нижних конечностей (у 3), хроническая болезнь почек (у 1), избыточный вес/ожирение (у 6).

У половины пациентов (7 человек) АКС выполнен методом наложения аппарата наружной фиксации (АНФ), у 5 больных – блокируемыми пластинами с костной аутопластикой, в двух случаях – интрамедуллярным штифтом с использованием персонифицированного аугмента, изготовленного с помощью аддитивных технологий. Выбор способа фиксации при артрорезе определялся следующими факторами: для АНФ – отсутствие стойкой ремиссии инфекционного процесса на фоне проводимого лечения на протяжении более месяцев, индекс массы тела (ИМТ) – менее 35 кг/м<sup>2</sup>, для артрореза блокируемыми пластинами – стойкая ремиссия инфекционного процесса (более шести месяцев) в сочетании с ИМТ более 35 кг/м<sup>2</sup> и/или дефектами костной ткани (типы 2A и 2B по классификации AORI), компенсированные хронические заболевания; для артрореза интрамедуллярным штифтом с индивидуальным аугментом – стойкая ремиссия инфекционного процесса, ИМТ – менее 35 кг/м<sup>2</sup>, дефекты костной ткани (тип 3 по классификации AORI), компенсированные хронические заболевания.

Приведенные примеры демонстрируют результаты лечения таких больных.

1. Пациентка П., 1953 г. р. Диагноз: «Состояние после внутрисуставного перелома латерального мыщелка правой большеберцовой кости». Из-за развившегося посттравматического гоноартроза выполнена первичная артропластика, впоследствии диагностирована ПИКС, нестабильность большеберцового компонента. Инфекционный процесс не купировался на протяжении восьми месяцев. ИМТ – 32 кг/м<sup>2</sup>.

Выполнено хирургическое вмешательство – удаление металлофиксаторов и компонентов эндопротеза, хирургическая санация, наложение аппарата наружной фиксации. Впоследствии достигнута стойкая ремиссия инфекционного процесса, опороспособность конечности восстановилась, болевой синдром купирован (рис. 1).

2. Пациентка П., 1952 г. р. Диагноз: «ПИКС. Состояние после удаления эндопротеза коленного сустава с установкой цементного спейсера, импрегнированного антибиотиком. Обширный костный дефект бедренной кости (тип 2B по AORI)». В послеоперационном периоде – стойкая ремиссия инфекционного процесса в течение семи месяцев. ИМТ – 38 кг/м<sup>2</sup> (рис. 2).



Рис. 1. Рентгенограммы пациентки П., 1953 г. р.: а – до операции, б – после артродеза



Рис. 2. Рентгенограммы пациентки П., 1952 г. р.: а – до операции, б – после удаления спейсеров и корригирующей остеотомии бедренной и большеберцовой костей, фиксации пластинами по передней и латеральной поверхностям бедренной и большеберцовой костей

3. Пациент Б., 1954 г. р. Диагноз: «ПИКС. Состояние после удаления эндопротеза коленного сустава с установкой цементного спейсера, импрегнированного антибиотиком. Обширный костный дефект бедренной и большеберцовой костей (тип 3 по AORI)». В послеоперационном периоде – стойкая ремиссия инфекционного процесса в течение восьми месяцев. ИМТ – 32 кг/м<sup>2</sup> (рис. 3).

При анализе результатов лечения, проведенного в сроки от 6 до 36 месяцев, ни в одном из приведенных случаев осложнений выявля-

но не было. Отмечалось значительное снижение интенсивности болевого синдрома в покое и при нагрузке у 10 из 14 (71,4 %) пациентов (из них у 5 – после выполнения АКС АНФ, у 3 – после артродеза пластинами, у 2 – индивидуальными интрамедуллярными штифтами). Более половины больных (64 %) перешли на симптоматический прием обезболивающих препаратов, в том числе 5 пациентов – после АКС АНФ, 4 – блокируемыми пластинами с костной аутопластикой. Болевой синдром сохранялся у 21 % наблюдаемых, что требовало постоянного приема



Рис. 3. Рентгенограммы пациента Б., 1954 г. р.: а – до операции, б – после удаления спейсера и корригирующей остеотомии бедренной и большеберцовой костей, установки интрамедуллярного фиксатора с индивидуальным аугментом; в – боковая проекция после оперативного вмешательства

обезболивающих препаратов, но в меньших количествах. Пациенты после АКС персонифицированным имплантатом (14 %) полностью отказались от приема обезболивающих препаратов.

Улучшение опороспособности оперированной конечности отмечали 13 (92,8 %) пациентов, но у них оставалась потребность в средствах дополнительной опоры.

Выраженная хромота, вызванная укорочением оперированной конечности, отмечена у 12 (85 %) оперированных (все – после АКС АНФ или блокируемыми пластинами). Пациенты после АКС с использованием аддитивных технологий, использовавшихся для изготовления персонифицированного импланта с целью коррекции длины конечности, не отмечали выраженной хромоты и значимого снижения качества жизни вследствие нарушения походки (табл.).

Итак, по результатам наших наблюдений, АКС позволяет восстановить опорную функцию конечности у пациентов с высокими рисками рецидива инфекционного процесса и неудовлетворительным прогнозом после двухэтапного ревизионного оперативного лечения. Лучшие результаты получены при использовании персонифицированных имплантов, позволяющих корригировать длину конечности. Во всех случаях удалось добиться купирования инфекционного процесса, сформировать костный анкилоз и восстановить опороспособность конечности.

АКС может быть рекомендован как вариант оперативного вмешательства в рамках комплексного подхода к хирургическому лечению ПИКС у пациентов с высоким риском неудовлетворительного результата от проведения двухэтапного оперативного лечения.

Таблица. Эффективность артродезирования коленного сустава

Оцениваемые критерии	Способы фиксации		
	АНФ (n = 7)	блокируемые пластины (n = 5)	персонифицированный имплант (n = 2)
Уменьшение болевого синдрома	5	3	2
Улучшение опороспособности конечности	6	3	2
Выраженная хромота	7	5	–

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Kurtz SM, Ong KL, Lau E, Bozic KJ. Impact of the economic downturn on total joint replacement demand in the United States. *J Bone Joint Surg Am.* 2014
2. Abblitt WP, Ascione T, Bini S, Bori G, Brekke AC, Chen AF, et al. Hip and knee section, outcomes: proceedings of international consensus on orthopedic infections. 2019 Feb;34(2S):S487-S495. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.09.035>.
3. 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. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2015-0-1-136-151>.
4. Ottesen CS, Troelsen A, Sandholdt H, Jacobsen S, Husted H, Gromov K. Acceptable Success Rate in Patients With Periprosthetic Knee Joint Infection Treated With Debridement, Antibiotics, and Implant Retention. *J Arthroplasty.* 2019 Feb;34(2):365-368. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.09.088>.
5. Fink B, Anagnostakos K, Winkler H. Periprosthetic Joint Infection. *Biomed Res Int.* 2019 Jan 13;2019:6834680. <https://doi.org/10.1155/2019/6834680>.
6. Shen S, Zhang Y, Zhang Q, Xiao K, Tang J. Periprosthetic joint infection after total knee arthroplasty: a bibliometrics analysis. *Ann Palliat Med.* 2021 Sep;10(9):9927-9939. <https://doi.org/10.21037/apm-21-2278>.
7. Romanò CL, Romanò D, Logoluso N, Drago L. Bone and joint infections in adults: A comprehensive classification proposal *Eur Orthop Traumatol.* 2011 May;1(6):207-217. <https://doi.org/10.1007/s12570-011-0056-8>.
8. Тихилов Р.М., Божкова С.А., Артюх В.А. Перипротезная инфекция в области крупных суставов конечностей. *Ортопедия. Клинические рекомендации; под ред. акад. РАН Миронова С.П. Москва, 2018:719-746.*
9. Lichstein P, Su S, Hedlund H. Treatment of periprosthetic knee infection with two-stage protocol using static spacers. *Clin Orthop Relat Res.* 2016 Jan;474(1):120-125. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4443-2>.
10. Gehrke T, Alijanipour P, Parvizi J. The management of an infected total knee arthroplasty. *Bone Joint J.* 2015 Oct;97-B(10 Suppl A):20-9. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.97B10.36475>.
11. Ghanem M, Zajonz D, Bollmann J, Geissler V, Prietzel T, Moche M, et al. Outcome of total knee replacement following explantation and cemented spacer therapy. *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW.* 2016 Mar 24;5:Doc12. <https://doi.org/10.3205/ipsr000091>.
12. White Christopher J., Palmer Antony J.R., Rodriguez-Merchan E. Carlos. External Fixation vs Intramedullary Nailing for Knee Arthrodesis After Failed Infected Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Arthroplasty.* 2018 Apr;33(4):1288-1295. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.10.055>.
13. Robinson M, Piconov HI, Ormseth A, Helder CW, Schwartz B, Gonzalez MH. Knee arthrodesis outcomes after infected total knee arthroplasty and failure of two-stage revision with an antibiotic cement spacer. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev.* 2018 Jan 3;2(1):e077. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-Global-D-17-00077>.
14. Lei PF, Hu RY, Hu YH. Bone Defects in Revision Total Knee Arthroplasty and Management. *Orthop Surg.* 2019 Feb;11(1):15-24. <https://doi.org/10.1111/os.12425>. Epub 2019 Feb 27.
15. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М., Лычагин А.В. Классификация дефектов костной ткани при эндопротезировании коленного сустава. *Врач.* 2017;4:70-72.
16. Mulhall KJ, Ghomrawi HM, Engh GA, Clark CR, Lotke P, Saleh KJ. Radiographic prediction of intraoperative bone loss in knee arthroplasty revision. *Clin Orthop Relat Res.* 2006 May;446:51-8. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000214438.57151.a5>.
17. Huff TW, Sculco TP. Management of bone loss in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2007 Oct;22(7 Suppl 3):32-6. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2007.05.022>.
18. Соломин Л.Н., Корчагин К.Л., Розбрух Р.С. Классификация дефектов костей, образующих коленный сустав, у пациентов с противопоказаниями к эндопротезированию. *Травматология и ортопедия России.* 2018;1:36-43.
19. Прохоренко В.М., Злобин А.В., Мамедов А.А., Баитов В.С. Лечение парапротезной инфекции коленного сустава. *Современные проблемы науки и образования.* 2015;6.
20. Balato G, Rizzo M, Ascione T, Smeraglia F, Mariconda M. Re-infection rates and clinical outcomes following arthrodesis with intramedullary nail and external fixator for infected knee prosthesis: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018 Oct 10;19(1):361. <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2283-4>.
21. Волошин В.П., Галкин А.Г., Ошкуков С.А., Санкара-нараянан А.С., Степанов Е.В., Афанасьев А. А. Аддитивные технологии у пациентов с обширными дефектами костей нижних конечностей. *Гений ортопедии.* 2021;27(2):227-231.
22. Bruno AA, Kirienko A, Peccati A, Dupplicato P, De Donato M, Arnaldi E, Portinaro N. Knee arthrodesis by the Ilizarov method in the treatment of total knee arthroplasty failure. *Knee.* 2017 Jan;24(1):91-99. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2016.11.002>.
23. Chalmers BP, Hernandez NM, Yuan BJ, Abdel MP, Lewallen DG, Perry KI. External fixator arthro-

- esis antibiotic spacer in two-stage revision total knee arthroplasty for eradication of periprosthetic joint infection. *Arthroplast Today*. 2019 Mar 27;5(3):309-313. <https://doi.org/10.1016/j.artd.2019.02.005>.
24. Gathen M, Wimmer MD, Ploeger MM. Comparison of two-stage revision arthroplasty and intramedullary arthrodesis in patients with failed infected knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2018 Oct;138(10):1443-1452. <https://doi.org/10.1007/s00402-018-3007-9>.
25. Ключин Н.М., Ермаков А.М., Абабков Ю.В., Коюшков А.Н. Истинная эффективность методики артрорезирования при лечении перипротезной инфекции коленного сустава. *Гений ортопедии*. 2019;2:156-160.

## KNEE ARTHRODESIS EXPERIENCE IN PATIENTS WITH PERIPROSTHETIC INFECTION

D. A. Shavyrin, S. A. Oshkukov, K. V. Shevryev, K. A. Sharkov, V. P. Voloshin, A. V. Eremin

**ABSTRACT** *Objective* – to evaluate the results of knee arthrodesis (KAD) in patients with knee joint periprosthetic infection (KJPI).

*Material and methods.* The results of the treatment for 14 patients (9 women and 5 men) aged from 66 to 87 years with periprosthetic infection of knee joint after knee arthrodesis (KAD) were analyzed. The results of surgical treatment for patients were estimated in terms from six months to three years.

*Results and discussion.* The indications for the selection of the certain fixation method in performing arthrodesis were presented.

In six months 10 (71,4 %) patients reported significant decrease of the intensity of pain syndrome at rest and under load, 13 (92,8 %) – improvement of the operability of the operated limb by use of additional support means if necessary.

Pronounced lameness which was stipulated by the shortening of the operated limb persisted in 12 (85,7 %) patients. More than half of the patients (9 persons, 64,3 %) switched to situational use of painkillers. The patients after KAD by personalized implant completely refused to take painkillers.

*Conclusion.* So KAD was allowed to be recommended as a variant of operative intervention within integrated approach to surgical treatment for KJPI in patients with high risk for unsatisfactory result after performing two-stage operative treatment.

**Key words:** periprosthetic infection of knee joint, knee arthrodesis, additive technologies.