Истинная эффективность методики артродезирования при лечении перипротезной инфекции коленного сустава

Н.М. Ключин, А.М. Ермаков, Ю.В. Абабков, А.Н. Коюшков

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. акад. Г.А. Илизарова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия;
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Тюмень, Россия

True efficiency of arthrodesis in the treatment of periprosthetic knee infection

N.M. Kliushin, A.M. Ermakov, Yu.V. Ababkov, A.N. Koiushkov

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation;
Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation

Введение. Частота осложнений после артродезирования инфицированного коленного сустава достигает 84 %, при этом уровень несостоятельности анкилоза варьирует от 17 до 80 %. Вместе с тем, рецидив гнойного процесса достигает 50 % случаев, и 73 % больных отмечают наличие постоянного болевого синдрома после артродезирования. **Цель.** Оценить отдаленные результаты артродезирования коленного сустава у больных с перипротезной инфекцией. **Материалы и методы.** Проведен анализ результатов лечения 63 больных с перипротезной инфекцией коленного сустава, прошедших процедуру артродезирования с использованием аппарата Илизарова в период с 2005 по 2015 год. Средний срок наблюдения $8 \pm 2,72$ года (от 3 до 13 лет). Среди пролеченных больных был 21 (33 %) мужчина и 42 женщины (67 %). Средний возраст пациентов составил $59,05 \pm 9,64$ года (от 29 до 80 лет). **Результаты.** Из 63 процедур артродезирования коленного сустава с использованием аппарата Илизарова рецидив гнойного процесса отмечен у 17 (27 %) больных. Установлено, что результаты артродезирования коленного сустава зависят от величины имеющегося дефекта костей. **Выводы.** Артродезирование коленного сустава с использованием аппарата Илизарова у больных с перипротезной инфекцией позволяет ликвидировать гнойный процесс в 73 % случаев. Вместе с тем, консолидация отломков коленного сочленения с первой попытки артродезирования наблюдалась только у 73 % больных.

Ключевые слова: эндопротезирование, коленный сустав, перипротезная инфекция, лечение, артродезирование, аппарат Илизарова

Introduction The rate of complications after arthrodesis of the infected knee joint is 84 %, while the incidence of ankylosis failure varies from 17 % to 80 % thereby. At the same time, purulent process recurs in 50 % of cases, and, moreover, 73 % of patients report permanent pain after arthrodesis. **Purpose of the study** To evaluate long-term results of arthrodesis of the knee joint in patients with periprosthetic infection. **Materials and methods** Treatment results in 63 patients with periprosthetic infection of the knee joint who underwent arthrodesis using the Ilizarov apparatus in the period from 2005 to 2015 were assessed. The mean follow-up period was 8 ± 2.72 years (range, 3 to 13 years). There were 21 males (33 %) and 42 females (67 %). Mean age of patients was 59.05 ± 9.64 years (range, 29 to 80 years). **Results** Re-infection occurred in 17 (27 %) out of 63 patients with arthrodesis procedures of the knee joint with the use of the Ilizarov apparatus. It was established that the results of arthrodesis of the knee depend on the bone defect size. **Conclusions** Arthrodesis of the knee joint with the use of the Ilizarov apparatus in patients with periprosthetic infection enables to eradicate infection in 73 % of cases. Consolidation of fragments of the knee joint from the first attempt of arthrodesis was observed in 73 % of patients.

Keywords: arthroplasty, knee, periprosthetic infection, treatment, arthrodesis, Ilizarov apparatus

ВВЕДЕНИЕ

Артродез коленного сустава используется хирургами более 100 лет и в настоящее время является вариантом лечения после неудачной артропластики, опухоли костей, последствий тяжелой травмы, а также хронической перипротезной инфекции [1, 2, 3]. При наличии рецидивирующей перипротезной инфекции и безуспешности многократных попыток ревизионных операций, направленных на сохранение имплантата, ортопеды вынуждены прибегать к артродезированию сустава [4, 5]. Частота различного рода осложнений после артродезирования инфицированного сустава достигает 84 %, при этом уровень несостоятельности анкилоза варьирует от 17 до 80 %. Последний критерий зависит от сопутствующих заболеваний, степени активности гнойного процесса и вида используемого

остеосинтеза (накостная пластина, интрамедуллярный стержень, аппарат внешней фиксации) [6]. Вместе с тем, рецидив гнойного процесса достигает 50 % случаев, и 73 % больных отмечают наличие постоянного болевого синдрома после артродезирования [7]. Шестилетняя выживаемость блокируемых интрамедуллярных стержней, используемых для анкилозирования коленного сустава, в зарубежных клиниках составляет 74,3 % [8]. Многократные рецидивы гнойно-воспалительного процесса и безуспешные попытки анкилозирования коленного сустава нередко являются причиной проведения ампутации бедра [9].

Цель. Оценить среднесрочные результаты артродезирования коленного сустава у больных с перипротезной инфекцией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов лечения 63 больных с перипротезной инфекцией коленного сустава, прошедших процедуру артродезирования с использованием аппарата Илизарова в период с 2005 по 2015 год. Среди пролеченных больных был 21 (33 %) мужчина и 42 женщины (67 %). Средний возраст пациентов составил $59,05 \pm 9,64$ года (от 29 до 80 лет).

Согласно классификации D.T. Tsukayama, у 25 (39,5 %) больных отмечалась острая послеоперационная инфекция, поздняя хроническая – у 18 (28,5 %) пациентов и острая гематогенная – у 14 (22 %). Положительная интраоперационная культура выявлена у 6 (10 %) больных. Хотелось бы отметить, что на момент поступления в нашу клинику у всех больных сроки манифестации гнойного процесса составили более 4 недель, что являлось абсолютным показанием для удаления инфицированного эндопротеза.

Всем больным выполняли клинические, гематологические, рентгенологические и микробиологические исследования с целью подтверждения наличия гнойно-воспалительного процесса и уточнения характера его течения. Вслед за этим классифицировали перипротезную инфекцию согласно D.T. Tsukayama, а дефекты костей коленного сустава – согласно AORI (Anderson Orthopaedic Research Institute, США).

Классификация AORI предусматривает следующие типы дефектов костей [10, 11, 12, 13]:

I тип (F1 и T1) – минимальный дефект губчатой костной ткани метафиза бедра и/или большеберцовой кости без повреждения коллатеральных связок;

II тип (F2A или T2A) – односторонняя потеря губчатой и кортикальной костной ткани бедра и/или большеберцовой кости; **(F2B и T2B)** – двусторонняя потеря губчатой и кортикальной костной ткани бедра и/или большеберцовой кости;

III тип (F3 и T3) – выраженная потеря губчатой и кортикальной костной ткани с повреждением коллатеральных связок.

После предоперационной подготовки больного, планирования операции и выбора необходимых технических средств для ее реализации, включая ревизионный инструментарий для удаления компонентов эндопротеза (фирма Smith&Nephew и Depuy) и набор для чрескостного остеосинтеза по Илизарову (а.с. СССР № 1055499).

В ходе операции, после спинномозговой анестезии и укладки больного, производили обработку операционного поля. При наличии ран или свищей выполняли тугое заполнение индикатором (разведенный раствор бриллиантового зеленого) последних для визуализации гнойных затеков. Известными способами осуществлялся хирургический доступ к инфицированному суставу, с помощью ревизионного инструментария бережно удалялись все элементы эндопротеза и остатки костного цемента. После чего проводилась радикальная санация гнойно-воспалительного очага, адаптация резецированных отломков костей с последующей фиксацией бедра и голени аппаратом Илизарова (рис. 1). Операцию завершали дренированием сустава и послойным ушиванием раны.

Рис. 1. Отдельные этапы выполнения методики артродезирования коленного сустава с использованием аппарата Илизарова: а – тугое заполнение индикатором свища; б – хирургический доступ к инфицированному суставу; в – удаление элементов эндопротеза; г – удаленные компоненты эндопротеза; д – адаптация резецированных костей; е – фиксация бедра и голени аппаратом Илизарова

Курс этиотропной терапии (противомикробной и/или противогрибковой) проводился в течение 2–3 недель, коррекцию которой осуществляли после получения результатов интраоперационного микробиологического исследования.

Больных активизировали на вторые сутки после операции с инструктором ЛФК. Швы удаляли на 14–17 сутки после операции. В течение всего периода фиксации в аппарате Илизарова производилась компрессия на уровне стыка резецированных отломков бедра и большеберцовой кости, средний срок фиксации составил $4,62 \pm 1,13$ месяца (от 2 до 10 месяцев). Средний срок лечения в стационаре составил $121,1 \pm 13,56$ дня.

Оценка результатов лечения больных с перипротезной инфекцией коленного сустава методикой артрорде-

зирования производилась нами на основе следующих критериев: степени подавления гнойно-воспалительного процесса и состоятельности анкилоза. Функциональное состояние резецированного сустава у большинства больных было неудовлетворительным (согласно шкале Knee Society Score) из-за отсутствия артикуляции.

Проанализированы результаты лечения 63 больных в сроки от 3 до 13 лет, средний срок наблюдения составил $8 \pm 2,72$ года. Статистическая обработка проводилась при помощи программного обеспечения “Microsoft Excel” с вычислением среднего значения и статистического отклонения. Исследование было одобрено комитетом по этике в соответствии со стандартами, изложенными в Хельсинской декларации 1975 г., пересмотренными в 2008 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ

После клинического осмотра у 56 (89 %) больных были выявлены свищи, раны – у 5 (8 %), отек и гиперемия области послеоперационного шва – у 2 (3 %) пациентов.

Дефекты костей коленного сустава классифицировали согласно AORI, при этом их оценку проводили после удаления компонентов эндопротеза и хирургической обработки для получения истинной характеристики дефицита костной ткани. Данные представлены в таблице 1.

Среди дефектов коленного сустава I тип наблюдался в 27 % случаев, односторонние и двусторонние дефекты II типа отмечались в 25 и 27 % соответственно, III тип выявлен у 27 % больных.

Микробиологическое исследование интраоперационного биоматериала было проведено 63 больным, из них у 43 (68 %) пациентов обнаружена грамположительная микрофлора в монокультуре, у 1 (2 %) пациента – грамотрицательная микрофлора в монокультуре и у 19 (30 %) больных – микробные ассоциации. Видовой состав бактерий представлен в таблице 2.

Оценка результатов лечения больных с перипротезной инфекцией коленного сустава методикой артрордезирования производилась нами на основе следующих критериев: степени подавления гнойно-воспалительного процесса и состоятельности анкилоза. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 1

Состояние костной ткани у больных с перипротезной инфекцией коленного сустава после удаления эндопротеза и хирургической санации

Типы дефектов костей коленного сустава по AORI	Абсолютное число	%
I тип (F1 и T1)	13	21
II тип (F2A и T2A)	18	28
II тип (F2B и T2B)	15	24
III тип (F3 и T3)	17	27
ВСЕГО	63	100

Таблица 2

Штаммы микроорганизмов у больных с перипротезной инфекцией после эндопротезирования коленного сустава

Семейства бактерий	Род и вид бактерий	Абсолютное число	% к общему количеству
<i>Staphylococcaceae</i>	<i>MRSA, MRSE, MRSH, MRSC</i>	16	72
	<i>S. aureus</i>	32	
	<i>S. epidermidis</i>	8	
	<i>S. hominis</i>	2	
<i>Enterococcaceae</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	8	12
	<i>Enterococcus species</i>	2	
<i>Corynebacteriaceae</i>		2	2,5
<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>	1	7
	<i>Serratia marcescens</i>	1	
	<i>Enterobacter cloacae</i> БЛРС	3	
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> БЛРС	1	
<i>Pseudomonadaceae</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	2	2,5
<i>Moraxellaceae</i>	<i>Acinetobacter baumannii</i>	3	4
ВСЕГО		81	100

Таблица 3

Оценка результатов лечения больных с перипротезной инфекцией коленного сустава методикой артрордезирования

Подавление инфекции		Результат артрордезирования		
купирование инфекции	рецидив инфекции	анкилоз	псевдоартроз	ампутация
46 (73 %)	17 (27 %)	46 (73 %)	15 (24 %)	2 (3 %)
ВСЕГО 63 (100 %)		ВСЕГО 63 (100 %)		

Из таблицы 3 видно, что после удаления инфицированного эндопротеза коленного сустава и его артродезирования с использованием аппарата Илизарова у 46 (73 %) больных удалось купировать гнойно-воспалительный процесс. Однако у 17 (27 %) отмечался рецидив инфекции, из них 12 больным с ранним рецидивом успешно выполнен дебридмент сустава без повторной резекции, одному проведено реартродезирование, двум больным – ампутация бедра (одна из которых умерла по причине сепсиса), и еще у двоих констати-

рован летальный исход по причине сепсиса через год после операции.

Консолидацию отломков коленного сочленения с первой попытки артродезирования наблюдали в 73 % случаев. Стоит отметить, что 17 (27 %) больных с псевдоартрозами коленного сочленения и ампутированными конечностями изначально имели следующие типы дефектов: I тип – у двух пациентов, II тип (F2A и T2A) – у четырех лиц, II тип (F2B и T2B) отмечен у шести больных и III тип был у пятерых.

ОБСУЖДЕНИЕ

Артродезирование сустава при лечении перипротезной инфекции является вынужденной мерой в случаях безуспешности ревизионных вмешательств, направленных на сохранение эндопротеза [2, 7, 14, 15]. В зарубежной и отечественной литературе представлены различные варианты остеосинтеза, наиболее популярные из них интрамедуллярный стержень и аппарат внешней фиксации. Успех процедуры артродезирования в условиях гнойной инфекции зависит от качества хирургической обработки, степени активности воспалительного процесса, величины дефектов костной ткани, сопутствующих заболеваний и варианта используемого остеосинтеза [4, 6, 9, 16].

Мы посчитали целесообразным сравнить результаты артродезирования коленного сустава при лечении перипротезной инфекции в зависимости от величины дефектов костной ткани, при этом всем больным в качестве остеосинтеза использовали аппарат Илизарова. Исследуемые пациенты были поделены на группы согласно AORI (табл. 4).

Представленные данные демонстрируют прямую зависимость результата артродезирования коленного сустава от величины имеющегося дефекта костей. Если величина дефектов соответствует I или II типам (F2A и T2A) по AORI, то купирование инфекции и анкилозирование коленного сочленения отмечается в 84,6 % и в 77,7 % с укорочением, не превышающим в среднем 3,6 см (рис. 2).

Таблица 4

Результаты лечения больных с перипротезной инфекцией коленного сустава методикой артродезирования при различных типах дефектов согласно AORI

Типы дефектов по AORI	Результаты лечения		
	купирование инфекции	состоятельность анкилоза	среднее значение укорочения (см)
I тип (F1 и T1)	84,6 %	84,6 %	3,6 ± 0,65 (от 3 до 5)
II тип (F2A и T2A)	77,7 %	77,7 %	3,4 ± 0,79 (от 3 до 6)
II тип (F2B и T2B)	60 %	60 %	3,9 ± 1,07 (от 3 до 6)
III тип (F3 и T3)	70,5 %	70,5 %	7,5 ± 5,15 (от 5 до 24)
Среднее значение	73 %	73 %	4,6 ± 1,91

Рис. 2. Клинический пример успешного анкилозирования коленного сустава у больного Б., 71 год, при II типе дефектов по AORI: а – фистулограммы коленного сустава; б – адаптация резецированных костей (II тип дефектов по AORI); в – рентгенограммы коленного сочленения после артродезирования; г – результат лечения (костный анкилоз), срок фиксации 4 месяца

Если же величина дефектов соответствует II (F2B и T2B) или III типам по AORI, то ликвидирование инфекции и успешное анкилозирование коленного сочленения составляет 60 % и 70,5 % с укорочением, превышающим в среднем 3,9 см (рис. 3).

Наиболее успешные результаты артродезирования коленного сустава у больных с перипротезной инфекцией в условиях чрескостного остеосинтеза отмечают-

ся при I и II типах (F2A и T2A) согласно AORI. Вероятно, при II (F2B и T2B) и III типах целесообразнее использовать артродезирующие имплантаты с диафизарной фиксацией, которые позволяют сократить период реабилитации больных и сроки стационарного лечения, а также улучшить опорную функцию конечности за счет одномоментного уравнивания длины конечностей.

Рис. 3. Клинический пример несостоятельности анкилоза (псевдоартроз) коленного сустава у больной В., 63 года, при III типе дефектов по AORI: а – фистулограммы коленного сустава; б – адаптация резецированных костей (III тип дефектов по AORI); в – рентгенограммы коленного сочленения после артродезирования; г – результат лечения (псевдоартроз), срок фиксации 4,3 месяца

ВЫВОДЫ

Артродезирование коленного сустава с использованием аппарата Илизарова у больных с перипротезной инфекцией позволяет ликвидировать гнойный процесс у 73 % пациентов с уровнем рецидива в 27 % случаев.

Вместе с тем, консолидация отломков коленного сочленения с первой попытки артродезирования наблюдалась у 73 % больных.

Конфликт интересов не заявлен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Knee arthrodesis – a review / H.S. Somayaji, P. Tsaggerides, H.E. Ware, G.S. Dowd // *Knee*. 2008. Vol. 15, No 4. P. 247-254. DOI: 10.1016/j.knee.2008.03.005.
2. Risk factors for repeat debridement, spacer retention, amputation, arthrodesis, and mortality after removal of an infected total knee arthroplasty with spacer placement / J.M. Cancienne, V.A. Granadillo, K.J. Patel, B.C. Werner, J.A. Browne // *J. Arthroplasty*. 2018. Vol. 33, No 2. P. 515-520. DOI: 10.1016/j.arth.2017.08.037.
3. Соломин Л.Н., Щепкина Е.А., Корчагин К.Л. Замещение по Илизарову обширного дефекта костей, образующих коленный сустав (клиническое наблюдение) // *Гений ортопедии*. 2017. Т. 23, № 3. С. 354-358.
4. Rodriguez-Merchan E.C. Knee fusion or above-the-knee amputation after failed two-stage reimplantation total knee arthroplasty // *Arch. Bone Jt. Surg.* 2015. Vol. 3, No 4. P. 241-243.
5. Comparison of therapeutic strategies for hip and knee prosthetic joint infection / J. Gallo, M. Smizanský, L. Radová, J. Potomková // *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.* 2009. Vol. 76, No 4. P. 302-309.
6. Wood J.H., Conway J.D. Advanced concepts in knee arthrodesis // *World J. Orthop.* 2015. Vol. 6, No 2. P. 202-210. DOI: 10.5312/wjo.v6.i2.202.
7. Unsatisfactory outcome of arthrodesis performed after septic failure of revision total knee arthroplasty / E. Röhner, C. Windisch, K. Nuetzmann, M. Rau, M. Arnhold, G. Matziolis // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2015. Vol. 97, No 4. P. 298-301. DOI: 10.2106/JBJS.N.00834.
8. Two-stage knee arthrodesis with a modular intramedullary nail due to septic failure of revision total knee arthroplasty with extensor mechanism deficiency / M.J. Friedrich, J. Schmolders, M.D. Wimmer, A.C. Strauss, M.M. Ploeger, D.C. Wirtz, S. Gravius, T.M. Randau // *Knee*. 2017. Vol. 24, No 5. P. 1240-1246. DOI: 10.1016/j.knee.2017.05.019.
9. Gottfriedsen T.B., Schröder H.M., Odgaard A. Knee arthrodesis after failure of knee arthroplasty: A Nationwide Register-based study // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2016. Vol. 98, No 16. P. 1370-1377. DOI: 10.2106/JBJS.15.01363.

10. Engh G.A., Rorabeck C.H. Revision total knee arthroplasty. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997. 459 p.
11. Mabry T.M., Hanssen A.D. The role of stems and augments for bone loss in revision knee arthroplasty // *J. Arthroplasty*. 2007. Vol. 22, No 4 Suppl. 1. P. 56-60. DOI: 10.1016/j.arth.2007.02.008.
12. Бовкис Г.Ю., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Компенсация дефектов метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей при ревизионном эндопротезировании коленного сустава – способы и результаты их применения (обзор литературы) // *Травматология и ортопедия России*. 2016. Т. 22, № 2. С. 101-113.
13. Способы компенсации костных дефектов при ревизионном эндопротезировании коленного сустава / Т.А. Куляба, Н.Н. Корнилов, А.В. Селин, В.Л. Разоренов, И.И. Кройтору, А.И. Петухов, А.В. Каземирский, Ф.Ю. Засульский, В.Л. Игнатенко, А.В. Сараев // *Травматология и ортопедия России*. 2011. № 3(61). С. 5-12.
14. The fate of spacers in the treatment of periprosthetic joint infection / M.M. Gomez, T.L. Tan, J. Manrique, G.K. Deirmengian, J. Parvizi // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2015. Vol. 97, No 18. P. 1495-1502. DOI: 10.2106/JBJS.N.00958.
15. Fungal periprosthetic joint infection in total knee arthroplasty: a systematic review / O. Jakobs, B. Schoof, T.O. Klatte, S. Schmidl, F. Fensky, D. Guenther, L. Frommelt, T. Gehrke, M. Gebauer // *Orthop. Rev. (Pavia)*. 2015. Vol. 7, No 1. P. 5623. DOI: 10.4081/or.2015.5623.
16. Баитов В.С., Мамуладзе Т.З., Базлов В.А. Возможности использования объемного моделирования и 3D печати с целью создания индивидуальных артродезирующих конструкций в ревизионном эндопротезировании коленного сустава // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016. № 12-7. С. 1189-1193.

REFERENCES

1. Somayaji H.S., Tsaggerides P., Ware H.E., Dowd G.S. Knee arthrodesis – a review. *Knee*, 2008, vol. 15, no. 4, pp. 247-254. DOI: 10.1016/j.knee.2008.03.005.
2. Cancienne J.M., Granadillo V.A., Patel K.J., Werner B.C., Browne J.A. Risk factors for repeat debridement, spacer retention, amputation, arthrodesis, and mortality after removal of an infected total knee arthroplasty with spacer placement. *J. Arthroplasty*, 2018, vol. 33, no. 2, pp. 515-520. DOI: 10.1016/j.arth.2017.08.037.
3. Solomin L.N., Shchepkina E.A., Korchagin K.L. Zameshchenie po Ilizarovu obshirnogo defekta kostei, obrazuiushchikh kolennyyi sustav (klinicheskoe nabludenie) [Filling an extensive defect of the bones forming the knee according to Ilizarov (a clinical case)]. *Genij Ortopedii*, 2017, vol. 23, no. 3, pp. 354-358. (in Russian)
4. Rodriguez-Merchan E.C. Knee fusion or above-the-knee amputation after failed two-stage reimplantation total knee arthroplasty. *Arch. Bone Jt. Surg.*, 2015, vol. 3, no. 4, pp. 241-243.
5. Gallo J., Smizanský M., Radová L., Potomková J. Comparison of therapeutic strategies for hip and knee prosthetic joint infection. *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.*, 2009, vol. 76, no. 4, pp. 302-309.
6. Wood J.H., Conway J.D. Advanced concepts in knee arthrodesis. *World J. Orthop.*, 2015, vol. 6, no. 2, pp. 202-210. DOI: 10.5312/wjo.v6.i2.202.
7. Röhrner E., Windisch C., Nuetzmann K., Rau M., Arnhold M., Matziolis G. Unsatisfactory outcome of arthrodesis performed after septic failure of revision total knee arthroplasty. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2015, vol. 97, no. 4, pp. 298-301. DOI: 10.2106/JBJS.N.00834.
8. Friedrich M.J., Schmolders J., Wimmer M.D., Strauss A.C., Ploeger M.M., Wirtz D.C., Gravius S., Randau T.M. Two-stage knee arthrodesis with a modular intramedullary nail due to septic failure of revision total knee arthroplasty with extensor mechanism deficiency. *Knee*, 2017, vol. 24, no. 5, pp. 1240-1246. DOI: 10.1016/j.knee.2017.05.019.
9. Gottfriedsen T.B., Schröder H.M., Odgaard A. Knee arthrodesis after failure of knee arthroplasty: A Nationwide Register-based study. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2016, vol. 98, no. 16, pp. 1370-1377. DOI: 10.2106/JBJS.15.01363.
10. Engh G.A., Rorabeck C.H. *Revision total knee arthroplasty*. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1997, 459 p.
11. Mabry T.M., Hanssen A.D. The role of stems and augments for bone loss in revision knee arthroplasty. *J. Arthroplasty*, 2007, vol. 22, no. 4 Suppl. 1, pp. 56-60. DOI: 10.1016/j.arth.2007.02.008.
12. Бовкис Г.Ю., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Компенсация дефектов метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей при ревизионном эндопротезировании коленного сустава – способы и результаты их применения (обзор литературы) [Reparation of the defects of femoral and tibial metaphyses when performing the knee revision arthroplasty – ways and results of the use (review of the literature)]. *Травматология и Ортопедия России*, 2016, vol. 22, no. 2, pp. 101-113. (in Russian)
13. Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Селин А.В., Разоренов В.Л., Кройтору И.И., Петухов А.И., Каземирский А.В., Засульский Ф.Ю., Игнатенко В.Л., Сараев А.В. Способы компенсации костных дефектов при ревизионном эндопротезировании коленного сустава [Ways of bone defect reparation when performing revision arthroplasty of the knee]. *Травматология и Ортопедия России*, 2011, no. 3(61), pp. 5-12. (in Russian)
14. Gomez M.M., Tan T.L., Manrique J., Deirmengian G.K., Parvizi J. The fate of spacers in the treatment of periprosthetic joint infection. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2015, vol. 97, no. 18, pp. 1495-1502. DOI: 10.2106/JBJS.N.00958.
15. Jakobs O., Schoof B., Klatte T.O., Schmidl S., Fensky F., Guenther D., Frommelt L., Gehrke T., Gebauer M. Fungal periprosthetic joint infection in total knee arthroplasty: a systematic review. *Orthop. Rev. (Pavia)*, 2015, vol. 7, no. 1, pp. 5623. DOI: 10.4081/or.2015.5623.
16. Баитов В.С., Мамуладзе Т.З., Базлов В.А. Возможности использования объемного моделирования и 3D печати с целью создания индивидуальных артродезирующих конструкций в ревизионном эндопротезировании коленного сустава [The possibilities of using volumetric modeling and 3D printing in order to create individual arthrodesing structures for the knee revision arthroplasty]. *Mezhdunarodnyi Zhurnal Prikladnykh i Fundamentalnykh Issledovaniy*, 2016, no. 12-7, pp. 1189-1193. (in Russian)

Рукопись поступила 02.07.2018

Сведения об авторах:

1. Ключин Николай Михайлович, д. м. н.,
¹ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия,
²ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Тюмень, Россия,
 Email: klyushin_nikolay@mail.ru
2. Ермаков Артем Владимирович, к. м. н.,
 ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия,
 Email: ema_cab@mail.ru
3. Абабков Юрий Владимирович, к. м. н.,
 ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
4. Коюшков Андрей Николаевич,
 ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

Information about the authors:

1. Nikolai M. Klyushin, M.D., Ph.D.,
¹Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation,
²Tyumen State Medical University, Tyumen, Russian Federation,
 Email: klyushin_nikolay@mail.ru
2. Artem M. Ermakov, M.D., Ph.D.,
 Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation,
 Email: ema_cab@mail.ru
3. Iurii V. Ababkov, M.D., Ph.D.,
 Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
4. Andrei N. Koiushkov, M.D.,
 Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation