

Научная статья

УДК 616.728.3-089.844-089.15

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-3-327-336>

Анализ причин ревизионных артропластик коленного сустава

М.В. Гиркало[✉], И.Н. Щаницын, В.В. Островский

Научно-исследовательский институт травматологии, ортопедии и нейрохирургии
Саратовского государственного медицинского университета им. В.И. Разумовского, Саратов, Россия

Автор, ответственный за переписку: Михаил Владимирович Гиркало, girkalo@mail.ru

Аннотация

Введение. Существующие разночтения в регистрах артропластики коленного сустава при определении показаний к ревизионному тотальному эндопротезированию коленного сустава (ТЭКС) приводят к путанице в отношении выявления ведущей патологии. Во многих работах указывают не одну причину ревизии, а несколько, что затрудняет сравнение. Таким образом, вопрос категоризации показаний к ревизионной артропластике после ТЭКС является слабым местом существующих регистров, как и любой большой ретроспективной серии.

Цель работы — систематизация этиологии патологических состояний, приводящих к необходимости ревизионного эндопротезирования коленного сустава.

Материалы и методы. В исследование включена 361 операция ревизионной артропластики коленного сустава. Проведен сравнительный анализ этиологии осложнений первичной артропластики с данными национальных регистров эндопротезирования и клинических исследований.

Результаты. Основные показания к ревизионному эндопротезированию коленного сустава: инфекция — в 48,2 % случаев (174/361), асептическая нестабильность эндопротеза (остеолиз) — в 38,2 % (138/361), нестабильность связочного аппарата — в 4,2 % (15/361). Только один тип осложнения определен в 98 (27,1 %) случаях, более одного — в 263 (85,2 %). Среди ранних осложнений преобладали инфекционные (126/234, 54 %), тогда как среди поздних — асептическое расшатывание (остеолиз) (69/127, 54 %).

Обсуждение. Показания к ревизионной артропластике можно разделить на три основных этиологических группы. Предложенная нами систематизация причин ревизионных артропластик может помочь в проведении дальнейших исследований и будет полезной при создании национального регистра эндопротезирования в России.

Заключение. Патологические состояния, приводящие к необходимости ревизионного эндопротезирования коленного сустава: I группа — перипротезная инфекция; II группа — состояния, связанные с ответом на продукты износа полиэтилена (остеолиз); III группа — биомеханические нарушения, к которым можно отнести нарушения пространственной ориентации, размеров эндопротеза и все виды нестабильности.

Ключевые слова: коленный сустав, эндопротезирование, осложнения, ревизионная артропластика, регистр, инфекция, нестабильность, остеолиз

Для цитирования: Гиркало М.В., Щаницын И.Н., Островский В.В. Анализ причин ревизионных артропластик коленного сустава. *Гений ортопедии*. 2024;30(3):327-336. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-3-327-336. EDN: DJLVUP.



Analysis of knee arthroplasty revision causes

M.V. Girkalo , I.N. Shchanitsyn, V.V. Ostrovskij

Research Institute of Traumatology, Orthopaedics and Neurosurgery at the Razumovsky Saratov State Medical University, Saratov, Russian Federation

Corresponding author: Mikhail V. Girkalo, girkalo@mail.ru

Abstract

Introduction Existing discrepancies in knee arthroplasty registries regarding the definition of indications for revision TKA lead to confusion related to the identification of the leading pathology. Many works indicate not only one but several reasons for revision which makes comparison difficult. Therefore, the issue of categorizing indications for revision TKA is a weak point of the available registries and of any large retrospective series.

Purpose To systematize the etiology of pathological conditions leading to revision knee arthroplasty.

Materials and methods The study included 361 revision knee arthroplasties. A comparative analysis of the etiology of complications of primary arthroplasty was carried out with data from national arthroplasty registries and clinical studies.

Results The main indications for revision knee arthroplasty were infection in 48.2 % of cases (174/361), aseptic implant instability (osteolysis) in 38.2 % (138/361), and instability of the ligamentous apparatus in 4.2 % (15/361). In 98 cases (27.1 %), only one type of complication was identified, and in 263 (85.2 %) more than one. Infection prevailed among early complications (126/234, 54 %) and aseptic loosening (osteolysis) (69/127, 54 %) predominated among late complications.

Discussion In our opinion, the indications for revision arthroplasty can be divided into three main etiological groups: periprosthetic infection (group 1); conditions associated with a response to polyethylene wear products (osteolysis) (group 2); and biomechanical disorders, which include spatial malposition, incorrect implant sizes and all types of instability (group 3).

Conclusion Our systematization of revision arthroplasty causes can help in further research and will be useful in creating a national registry of arthroplasties in Russia.

Keywords: knee joint, joint replacement, complications, revision arthroplasty, registry, infection, instability, osteolysis

For citation: Girkalo MV, Shchanitsyn IN, Ostrovskij VV. Analysis of knee arthroplasty revision causes. *Genij Ortopedii*. 2024;30(3):327-336. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-3-327-336

ВВЕДЕНИЕ

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) является наиболее часто используемым и эффективным методом лечения пациентов с остеоартрозом (ОА), который позволяет избавиться от болевого синдрома и улучшить функциональный статус [1]. Тем не менее, у части пациентов не отмечается улучшение в связи с развивающимися осложнениями, что требует выполнения повторного оперативного вмешательства на суставе. Ревизионное вмешательство на коленном суставе представляет собой сложную лечебно-диагностическую задачу с повышенным риском осложнений по сравнению с первичной хирургией [2]. Это требует ответственного подхода к определению показаний к ревизионной артропластике коленного сустава, что определяет необходимость детального анализа причин неудачного исхода первичной операции. Точное выделение ведущей патологии в оперированном коленном суставе и целенаправленное устранение её причины обеспечивает благоприятный исход лечения больных с осложнением после первичной артропластики.

Общее представление обо всех причинах неудач ТЭКС и абсолютных показаниях к ревизионному эндопротезированию можно составить, изучив данные национальных регистров и многоцентровых исследований. Однако данные регистров разнятся в силу специфики заполнения форм, анализа и интерпретации полученных результатов [3]. Многоцентровые исследования дают более детализированную картину, тем не менее, результаты также не однозначны. По данным D.F. Dalury et al., на первом месте среди причин ревизионного эндопротезирования находится нестабильность эндопротеза и инфекция [4], а по данным K. Thiele et al., лидером среди показаний к ревизии является нестабильность компонентов эндопротеза, на втором месте нестабильность связочного аппарата и только на третьем месте инфекция [5]. P.F. Sharkey et al. сообщали, что износ полиэтилена был наиболее распространенной причиной ревизии, который наблюдали в 19,4 % всех ревизий в их учреждении [6]. Однако через 10 лет P.F. Sharkey et al. сообщили, что асептическое расшатывание (39,9 %) стало превосходить по частоте износ полиэтилена (3,5 %) [7]. В последнее время износ полиэтилена, в принципе, не рассматривают как изолированное показание к ревизионному эндопротезированию, так как существует мнение, что продукты износа инициируют развитие остеолита.

Существующие разночтения в регистрах артропластики коленного сустава при определении показаний к ревизионному ТЭКС приводят к путанице в отношении выявления ведущей патологии. Например, боль в коленном суставе при отсутствии доказанного наличия иного вида осложнений некоторые авторы рассматривают как отдельное показание к ревизии, в то же время причиной такого состояния могут быть неуточненные инфекции, нестабильность связочного аппарата, нарушение ориентации компонентов или прогрессирование артроза. Во многих работах указывают не одну причину ревизии, а несколько, что затрудняет сравнение. Таким образом, вопрос категоризации показаний к ревизионной артропластике после ТЭКС является слабым местом существующих регистров, как и любой большой ретроспективной серии.

Цель работы — систематизация этиологии патологических состояний, приводящих к необходимости ревизионного эндопротезирования коленного сустава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 361 клиническое наблюдение у 288 пациентов, которым в период с января 2016 года по декабрь 2019 года выполнена ревизионная артропластика. Исследование проведено на базе НИИТОН СГМУ, одобрено локальным комитетом по этике (протокол от 10.04.2018 № 8), включено в план научных исследований СГМУ им. В.И. Разумовского (номер государственного учёта НИОКТР АААА-А18-118050890023-7).

В рамках исследования проводили анализ этиологии осложнений, определивших показание к ревизионному ТЭКС, в том числе в зависимости от сроков после первичного ТЭКС; определяли частоту ревизионных вмешательств; различных демографических данных, включая возраст, пол, индекс массы тела (ИМТ), наличие сопутствующей патологии; хирургических методик, использованных для выполнения ревизионного ТЭКС.

Ревизионная операция нами определена как новая операция на ранее замененном коленном суставе, во время которой один или несколько компонентов (бедренный, большеберцовый, вкладыш, надколенник) заменяют, удаляют, переустанавливают или добавляют. Ревизионная операция может сопровождаться или не сопровождаться повторной имплантацией новых компонентов эндопротеза во время той же хирургической сессии (одноэтапная ревизия) или в более поздние сроки (многоэтапная ревизия). Все этапы одно- и многоэтапного лечения инфекции расценивали как одну ревизию. Все ревизионные вмешательства мы разделяли на первую и повторные ревизии. Повторную (вторую) ревизию определяли как вмешательство после первой ревизионной артропластики. Процедуры, при кото-

рых удаляли все компоненты эндопротеза и устанавливали цементный спейсер в связи с инфекцией, также регистрировали как отдельный случай ревизии. К ревизиям относили хирургические пособия с артротомией, направленные на улучшение баланса мягких тканей сустава (артролиз), дебридмент и ирригацию сустава, санацию сустава при хронических рецидивирующих гемартрозах; ревизии при несостоятельности одномышечковых эндопротезов вследствие прогрессирующего артроза мы также интерпретировали как отдельное ревизионное вмешательство.

Время до ревизии определяли как интервал между первичным эндопротезированием и первой ревизией, между первой ревизией и повторной ревизией. В случае двухэтапной ревизии мы использовали дату реимплантации в качестве конечной временной точки ревизии. Ввиду отсутствия в литературе последовательной и общепринятой категоризации сроков ревизии на ранние и поздние, мы придерживались предложенных P.F. Sharkey et al. временных интервалов: до двух лет — ранняя ревизия, более двух лет — поздняя ревизия [6].

Диагностику патологических состояний проводили следующим образом: для подтверждения перипротезной инфекции использованы критерии Международного консенсуса инфекции суставов [8]: наличие свища, двукратное выявление возбудителя инфекции при бактериологическом исследовании пунктата синовиальной жидкости коленного сустава и биоптата, подсчет лейкоцитов и нейтрофилов в синовиальной жидкости. Для выявления остеолита в области имплантата использовали данные рентгенографии. С целью оценки пространственной ориентации компонентов эндопротеза выполняли рентгенографию стоя с захватом тазобедренных, коленных и голеностопных суставов, а при необходимости — компьютерную томографию (КТ). Дефиницию нарушения пространственной ориентации компонентов и несостоятельность связок коленного сустава проводили интраоперационно. Полученные данные сравнивали с национальными регистрами и опубликованными исследованиями.

Статистическую обработку данных проводили с использованием SPSS 21.0. Нормальность распределения количественных признаков оценивали с применением методов Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилка. Учитывая ненормальное распределение большинства количественных признаков, применяли непараметрические методы статистики. Для описания количественных параметров использовали медиану и квартили. Анализ различий между группами по количественным признакам проводили с использованием критерия U Манна – Уитни. Для качественных признаков применяли критерий Хи квадрат Пирсона. Достоверным считали результаты при $p < 0,05$, для всех критериев оценивали двустороннюю значимость.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За период 2016–2019 гг. в НИИТОН СГМУ выполнено 7 877 артропластик коленного сустава, из них 7 516 первичных и 361 ревизионная. Ревизионные вмешательства составили 4,58 % от общего количества артропластик. В 175 случаях из 361 (48 %) первичное эндопротезирование также выполнено в НИИТОН СГМУ, 186 пациентов из 361 (52 %) направлены в наш центр из других медицинских учреждений. Среди всех случаев ревизионного эндопротезирования коленного сустава первую ревизию выполняли в 64,5 % (233/361). Вторая ревизия выполнена в 27,7 % (100/361). Третья и четвертая ревизии выполнены в 6,4 % (23/361) и 1,4 % (5/361) соответственно. По гендерному распределению ревизионные вмешательства преобладали у женщин, что составило 75 % (270/361). Медиана возраста составила 65 лет (59–71; IQR — межквартильный интервал), ИМТ — 34 (29–37; IQR). В подавляющем большинстве случаев показанием к первичной артропластике был остеоартроз (82 %).

Среди первых ревизий 139 операций (59,7 %) пришлось на срок менее двух лет после первичной имплантации. Медиана составила 19 месяцев (IQR: 11–36 месяцев). В 128 случаях (35,4 %) на одном суставе выполняли две и более ревизии. В срок до двух лет выполнено 74 % (95/128) всех повторных ревизий. Что касается возрастных групп, у пациентов в возрасте от 65 до 74 лет чаще проводили ревизионную артропластику (43 %), за ними следуют пациенты в возрасте от 55 до 64 лет (38 %).

Среди показаний к ревизионному эндопротезированию инфекцию встречали в 48,2 % (174/361) случаев, асептическую нестабильность эндопротеза — в 38,2 % (138/361), нестабильность связочного аппарата — в 4,2 %, контрактуру/артрофиброз — в 3,9 %, проблемы с надколенником — в 1,7 %, перипротезный перелом — в 1,4 %, нарушение пространственной ориентации — в 1,1 %, износ имплантата — в 0,6 %, другие причины (длительное заживление раны, отхождение гематомы в трех случаях) — в 0,8 %. Только один тип осложнения имели 98 пациентов (27,1 %), более одного — 263 (85,2 %).

Ранние осложнения в срок до двух лет отмечены у 234 пациентов (65 %), поздние осложнения через два года и более после первичной артропластики выявлены в 127 случаях (35 %). Структура ранних и поздних осложнений представлена в таблице 1. Среди ранних осложнений преобладали инфекционные в 126 (54 %) случаях, среди поздних — асептическое расшатывание в 69 (54 %) случаях.

Таблица 1

Осложнения первичного ТЭКС и интервал до ревизии

Причина ревизии	Всего (n = 361)		Срок ревизии, месяцы					
			Me (IQR)	ранние, < 2 лет (n = 234)		поздние, > 2 лет (n = 127)		p*
	абс.	%		абс.	%	абс.	%	
Инфекция	174	48	15 (7–27)	126	54	48	38	0,004
Асептическое расшатывание	138	38	24 (12–43)	69	30	69	54	< 0,001
Контрактура	14	3,9	10 (3–16)	13	5,6	1	0,8	0,024
Нестабильность связок	15	4,2	14 (6–19)	12	5,1	3	2,4	0,275
Проблемы с надколенником	6	1,7	17 (9–32)	4	1,7	2	1,6	0,644
Нарушение ориентации	4	1,1	16 (13–44)	3	1,3	1	0,8	0,56
Перипротезный перелом	5	1,4	13 (10–86)	3	1,3	2	1,6	0,576
Износ имплантата	2	0,6	26 (18–26)	1	0,4	1	0,8	0,58
Другие	3	0,8	5 (1–5)	3	1,3	0	0	0,271

* — расчет критерия χ^2 (точный критерий Фишера).

В большинстве случаев — 149 (64 %) — первичные ревизии выполняли после первично установленных эндопротезов с задней стабилизацией. В 70 случаях (30 %) — после установки протезов с сохранением крестообразной связки. В таблице 2 представлена характеристика выполненных ревизионных вмешательств.

Таблица 2

Характеристика выполненных ревизионных вмешательств

Ревизионное вмешательство	Все ревизии (n = 361)		Первая ревизия (n = 233)		Повторная ревизия (n = 128)		p*
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	
Одноэтапная ревизия	130	36	88	37,7	42	32,8	0,378
замена всех компонентов	99	76	66	28,3	33	25,7	0,392
замена бедренного компонента	4	3	4	1,7	0	0	
замена вкладыша	11	8	9	3,8	2	1,5	
замена вкладыша и большеберцового компонента	3	2	2	0,85	1	0,8	
замена большеберцового компонента	13	10	7	3	6	4,7	
замена одномоментного протеза	1	0,3	1	0,4	0	0	0,67
эндопротезирование надколенника	5	1,4	3	1,3	2	1,6	0,581
Двухэтапное вмешательство	193	53,5	132	56,7	61	47,6	0,101
1 этап: установка спейсера	31	16	15	6,4	16	12,5	< 0,001
2 этап: замена спейсера на протез	156	81	117	50,2	39	30,4	
переустановка спейсера	6	3	0		6	4,6	
Резекционная артропластика	3	0,8	0		3	2,3	0,044
Ревизия и санация (дебридмент, ирригация)	12	3,3	2	0,9	10	7,8	0,001
Артродезирование	3	0,8	1	0,4	2	1,6	0,287
Артротомия, артролиз	14	3,9	6	2,5	8	6,3	0,084
Пластика связки надколенника	1	0,3	1	0,4	0	0	0,645
Остеосинтез	5	1,4	2	0,9	3	2,3	0,241
Показатели	Все ревизии (n = 361)		Первая ревизия (n = 233)		Повторная ревизия (n = 128)		p*
Время операции, мин.	115 (95–135)		115 (95–135)		110 (75–125)		0,592
Кровопотеря операция, мл	200 (200–300)		200 (200–300)		200 (200–300)		0,672
Кровопотеря по дренажу, мл	300 (200–500)		300 (200–500)		300 (200–500)		0,353
Срок госпитализации, дни	8 (7–10)		8 (7–10)		9 (8–13)		0,046
Срок наблюдения, мес.	26 (11–52)		26 (14–55)		24 (11–42)		0,501

* — расчет критерия χ^2 (точный критерий Фишера) и критерия U Манна – Уитни.

Первые и повторные ревизии не отличались значимо при сравнении частоты одномоментных и двухэтапных вмешательств. Резекционную артропластику и артродез выполняли в основном при повторной ревизии. Отмечали незначимое увеличение медианы срока между этапами хирургического лечения при двухэтапном подходе в группе повторных вмешательств ($p = 0,523$). Время операции, интраоперационная и послеоперационная кровопотеря не различалась в группах первой или повторной ревизии. Медиана продолжительности пребывания в стационаре для ревизионной процедуры составила 8 дней (7–10), при этом операции артротомии были связаны с самым продолжительным пребыванием в 12 дней (10–14), а ревизия компонента надколенника связана с самым коротким пребыванием в 3 дня (3–5).

ОБСУЖДЕНИЕ

По данным национальных регистров и баз данных, мы наблюдаем ежегодное увеличение числа ревизионных артропластик коленного сустава вместе с увеличением числа его первичных эндопротезирований [9, 10, 11]. Для США в течение следующих 10 лет прогнозируют увеличение числа ревизионных ТЭКС на 78–182 % [10]. Осложнения после эндопротезирования коленного сустава встречаются нечасто, однако, по данным основных регистров артропластики, они составляют 2,0–11 %. Согласно данным австралийского регистра, процент ревизионных вмешательств составляет в среднем 8,6 % за 20 лет [12]. В регистре Англии — в среднем 6,2 % [13], в североамериканском регистре — 8,5 % [14]. Такую же картину наблюдают и в России. По данным регистра НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, с 2011 по 2019 г. выявлено увеличение числа ревизионных артропластик на 204 %, при этом практически не изменилось соотношение первичных и ревизионных артропластик [15]. В НИИТОН СГМУ ежегодная частота выполнения ревизий незначительно увеличилась с 4,8 % в 2016 г. до 5,9 % в 2019 г. Средняя ежегодная частота ревизий среди всех артропластик коленного сустава за 2016–2019 гг. составила 4,6 %.

В нашем исследовании медиана времени между первой операцией и ревизионной артропластикой составила 17 мес. (9–34, IQR). Эти данные отличаются в меньшую сторону от данных зарубежных авторов. По данным исследования A. Postler et al., в которое вошло 402 наблюдения, время между первичной артропластикой и первой ревизией составило в среднем 8,1 года [16], P.F. Sharkey et al. сообщают о семилетнем интервале до первой ревизии [7], K. Thiele et al. на серии наблюдений из 358 пациентов демонстрируют среднее время до первой ревизии в 7,9 года [5]. По нашему мнению, это может быть связано с преобладанием в нашем исследовании пациентов с ранними осложнениями. В срок до двух лет первая ревизия была выполнена в 234 случаях, что составило 65 %. У наших коллег ранние ревизии отмечены в 76 случаях из 402 наблюдений, что составляет только 19 % [16].

Структура и соотношение показаний к ревизионному эндопротезированию в большинстве зарубежных исследований неоднозначны. К примеру, по данным P.F. Sharkey et al., основной причиной ревизии был износ полиэтилена (19,4 %) [6], однако 12 лет спустя данные изменились, и ведущей причиной для повторного эндопротезирования коленного сустава стал остеолит (39,9 %) [7]. K. Thiele et al. определили ведущие показания к ревизии: остеолит (21,8 %), нестабильность связок (21,8 %) и нарушение позиционирования компонентов эндопротеза (20,7 %) [5]. В итальянском и австралийском регистрах артропластики остеолит, как основное показание к ревизии, доминирует и составляет 33 % и 27 % соответственно. Второе место, как показание к повторному вмешательству, занимает инфекция, на долю которой приходится 27 и 23 % случаев соответственно [17, 12]. Подобные результаты получены и в регистре Швейцарии: асептическое расшатывание и остеолит выявлены в 21,8 % случаев, инфекция — в 14 % [18]. По данным базы данных США, в период 2009–2013 гг. также превалировало асептическое расшатывание [19], однако в последующем регистре США (2012–2021 гг.) основной причиной ревизии стала инфекция — 28 % [14].

Структура осложнений первичной артропластики коленного сустава, как показание к повторному вмешательству, полученная в ходе нашего исследования, представлена в таблице 1. Среди ранних осложнений (до двух лет после первичного ТЭКС) преобладала инфекция (54 %), а среди поздних — асептическое расшатывание (54 %). Эти результаты повторяют данные других исследований. Так, в сроки до двух лет наиболее частыми показаниями к ревизионному эндопротезированию являются инфекция и нестабильность связочного аппарата [5, 7, 16]. Результаты исследований, в которых инфекция стоит на первом месте среди показаний к ревизии, демонстрируют преобладание пациентов с повышенным ИМТ [20, 21]. Так и в нашем исследовании среди всех ревизий преобладали вмешательства у пациентов с ожирением, медиана ИМТ составила 34 кг/м² (29–37, IQR).

По истечении двухлетнего периода после первичного эндопротезирования наиболее частыми показаниями к ревизии оказываются остеолит с нестабильностью компонентов эндопротеза и износ полиэтилена [6, 22]. В нашем исследовании среди причин ранних ревизий после инфекции следуют: асептическое расшатывание и остеолит (30 %), ограничение амплитуды движений (контрактура/артрофиброз) (5,6 %), нестабильность связочного аппарата (5,1 %), проблемы с надколенником (1,7 %),

перипротезный перелом (1,3 %), нарушение позиционирования компонентов эндопротеза (1,3 %) и износ имплантата (0,4 %). Асептическое расшатывание и остеолит, как показания к ранней ревизии, отмечены в 30 %.

Среди осложнений, возникших через два года и более после первичной артропластики, на первом месте по частоте в нашей работе зарегистрированы асептическое расшатывание (54 %) и инфекция (38 %), далее следует нестабильность связочного аппарата (2,4 %), проблемы с надколенником (1,6 %) и перипротезные переломы (1,6 %), мальпозиция компонентов эндопротеза (0,8 %) и износ имплантата (0,8 %). Эти данные не демонстрируют расхождения с результатами предыдущих исследований.

Необходимо отметить, что непрерывное изучение этиологии ревизионных ТЭКС может стать шагом на пути к улучшению результатов и уменьшению необходимости повторных ревизий в будущем. Полученные нами данные по частоте выполнения ревизионной артропластики свидетельствуют о том, что прогнозы наших зарубежных коллег сбываются [23]. Мы отметили рост доли ревизионных артропластик в структуре операций на коленном суставе с 3,1 % в 2017 г. до 5,9 % в 2019 г., в абсолютных значениях также отмечено увеличение до 116 операций. На наш взгляд, это связано с тем, что операция эндопротезирования коленного сустава является одной из самых распространенных в ортопедии и выполняется повсеместно. При этом значительное число травматологов-ортопедов выполняют менее 50 артропластик в год, а регулярность выполнения данной процедуры хирургом имеет влияние на частоту развития осложнений [24]. На наш взгляд, эта гипотеза требует проверки в будущих исследованиях и, вероятно, потребует определение минимального порога хирургической активности травматолога-ортопеда для успешного прохождения кривой обучения.

При сравнении интервала времени между первичной артропластикой и ревизионной мы отметили значительное различие между нашими данными и данными зарубежных исследований. Всего полтора года против семи лет по данным P.F. Sharkey et al. [7]. Это объясняется значительной долей ранних осложнений у пациентов в нашем исследовании. Осложнения, развившиеся в сроки до двух лет, отмечены у 234 пациентов (64,8 %), среди которых преимущественно встречались пациенты с перипротезной инфекцией (126; 54 %).

Наши данные совпадают с данными A. Postler et al. [16], где инфекция, как ведущее показание к ревизии, отмечена у 36,3 %, остеолит — у 21,6 % (в нашей работе — 48,2 % и 38,2 % соответственно). Однако ситуация в национальных регистрах Германии, Норвегии и Новой Зеландии несколько другая, и там преобладает остеолит как основная причина для ревизии [25, 26, 27]. Это можно объяснить разницей в наборе пациентов для исследования. Так, регистры учитывают все случаи ревизий на территории целого государства, и эти данные можно считать достаточно объективными и корректными. В случае с исследованиями, проводимыми в крупных ортопедических центрах, набор пациентов несколько другой. В связи с высокой ресурсоемкостью [16, 20, 21] и требованиями к квалификации медицинского персонала, необходимыми для успешного лечения инфекционных осложнений, больные с перипротезной инфекцией из других медицинских учреждений концентрируются в крупных федеральных центрах, что меняет статистику — именно это можно наблюдать в нашем исследовании и в исследовании A. Postler et al. [16]. Стоит отметить, что тенденция Североамериканского регистра системы здравоохранения свидетельствует о росте инфекционных осложнений в структуре показаний к ревизионной артропластике, особенно при ранней ревизии (в течение первых трех месяцев после первичной артропластики). При сравнении различных причин ревизий наблюдают рост частоты инфекции с 18,2 % в 2012 г. [19] до 28,4 % в 2021 г. [14]. Этот факт отличия Североамериканского регистра от европейских и Новозеландского национальных регистров заставляет предположить, что эта тенденция в скором времени может стать повсеместной. На наш взгляд, это может быть связано с ухудшающимся соматическим статусом пациентов при первичной артропластике. Результаты исследований, в которых инфекция стоит на первом месте среди показаний к ревизии, демонстрируют преобладание пациентов с повышенным ИМТ [21]. Так и в нашем исследовании среди всех ревизий преобладали пособия, выполненные пациентам с ожирением, медиана ИМТ составила 34 кг/м² (29–37, IQR).

Обращает на себя внимание тот факт, что у большинства пациентов с контрактурами коленного сустава, признаками нестабильности связочного аппарата и болевым синдромом без подтвержденного остеолита и инфекции мы обнаруживали мальпозицию компонентов эндопротеза. Нарушение ориентации компонентов идентифицировали интраоперационно в виде оверсайзинга или ротационных отклонений бедренного и большеберцового компонентов. Эти отклонения компонентов эндопротеза в большинстве случаев проявлялась клинически в виде болевого синдрома и ограничения амплитуды движений, возникших сразу после первичной артропластики.

Дело в том, что основные причины неудовлетворенности пациентов, снижающей качество жизни, — это болевой синдром, ограничение амплитуды движения и нестабильность сустава [28], но эти симптомы могут быть проявлением различных состояний и патологических процессов. В нашем исследо-

вании таковых было восемь (от инфекции и асептической нестабильности до нарушения ориентации и болевого синдрома неясной этиологии). Многие состояния имеют общую природу — к примеру, проблемы с надколенником в виде его нестабильности или болевого синдрома, равно как контрактура или артрофиброз, могут быть следствием нарушения пространственной ориентации компонентов эндопротеза [29, 30]. На наш взгляд, всё множество показаний к ревизии (осложнений первичной артропластики) можно разделить на три основных этиологических группы: I группа — перипротезная инфекция; II группа — состояния, связанные с ответом на продукты износа полиэтилена (остеолиз); III группа — биомеханические нарушения, к которым можно отнести нарушение пространственной ориентации, размеров эндопротеза и все виды нестабильности. Соответственно данной категоризации мы можем предложить объяснение причин возникновения данных осложнений. К примеру, на риск развития инфекционных осложнений влияет состояние пациента (наличие ожирения, сопутствующей патологии и иммунодефицитных состояний), для развития остеолиза важным фактором риска будет качество материалов, из которых изготавливают имплантат. В частности, высокомолекулярный полиэтилен без поперечно-сшитых молекул значительно уступает по износостойчивости полиэтилену, изготовленному по технологии crosslink или импрегнированному витамином Е. Возникновение осложнений из группы биомеханических осложнений обусловлено погрешностями в хирургической технике выполнения операции и зависит от мастерства хирурга и его оснащённости высокоточным инструментарием в виде компьютерной навигации или персональных резекторных блоков. Все вышеперечисленное предполагает проведение комплекса мероприятий по стратификации и менеджменту рисков развития данных осложнений (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика групп осложнений ТЭКС

Показатели	I группа ИНФЕКЦИЯ	II группа ОСТЕОЛИЗ	III группа БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ
Нозологические формы	Перипротезная инфекция	Асептическая нестабильность Остеолиз Миграция имплантата	Контрактура Нестабильность связок Проблемы с надколенником Дисбаланс промежутков Смещение Нарушение ориентации
Этиология	Возбудитель + состояние пациента	Продукты износа полиэтилена	Погрешности при выполнении ТЭКС
Факторы риска	Сопутствующая патология (ожирение, иммунодефицитные состояния и т.д.)	Качество материалов и дизайн эндопротеза	Кривая обучения хирурга, недостаточно точный инструментарий
Методы профилактики	Отбор и подготовка пациента к операции	Улучшение технических характеристик эндопротезов для первичного ТЭКС	Повышение точности выполнения ТЭКС за счёт использования «цифровых помощников» (КТ-планирование, навигация, персональные блоки)

Наше исследование имеет определенные ограничения. Более половины (51 %) пациентов были направлены в наш центр из других медицинских учреждений, находящихся в том же или другом субъекте РФ. Это может исказить структуру осложнений по той причине, что лечение перипротезной инфекции, как очень ресурсоёмкий раздел в травматологии и ортопедии, может быть выполнено не в каждой клинике. Это приводит к притоку пациентов с инфекционными осложнениями в наш центр и меняет распределение осложнений в сторону увеличения инфекционных. Опять же, пациенты, ранее наблюдавшиеся в других клиниках, не всегда объективно могли оценить своё состояние, что приводило к сложностям в установлении точных сроков развития осложнения после первичной артропластики. Диагностические категории оценки причин ревизий разнятся в разных базах данных и регистрах. Вопрос категоризации причин ревизионной артропластики является слабым местом в любой большой ретроспективной серии, и в нашем исследовании некоторые причины к той или иной группе могли быть отнесены ошибочно. В некоторых случаях было отмечено несколько показаний к ревизии одновременно, и не было возможности установить первопричину осложнения. Поэтому мы использовали иерархию причин ревизии, чтобы ранжировать случаи с более чем одной причиной, а таких пациентов было большинство (85 %). Учитывая небольшой срок наблюдения в нашем исследовании (2–5 лет) относительно данных некоторых регистров, осложнения, которые часто возникают вскоре после операции (инфекция), представлены чаще по сравнению с отдалёнными осложнениями (асептическое расшатывание). Несмотря на все эти ограничения, мы смогли проиллюстрировать данные по этиологии ревизионной артропластики на большой группе пациентов. Будущие исследования должны включать изучение факторов риска ревизии. Для обеспечения достоверности и мощности таких исследований необходимо внедрение национального регистра, который позволит оценивать результаты в большой когорте пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Патологические состояния, приводящие к необходимости ревизионного эндопротезирования коленного сустава: I группа — перипротезная инфекция; II группа — состояния, связанные с ответом на продукты износа полиэтилена (остеолиз); III группа — биомеханические нарушения, к которым можно отнести нарушения пространственной ориентации, размеров эндопротеза и все виды нестабильности.

Предложенная нами систематизация причин ревизионных артропластик может помочь в проведении дальнейших исследований и будет полезной при создании национального регистра эндопротезирования в России.

Конфликт интересов. Не заявлен.

Источник финансирования. Работа выполнена в соответствии с инициативным планом НИР (Регистрационный номер: АААА-А18-118050890023-7).

Этическая экспертиза. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «СГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России (протокол № 8 от 10.04.2018) и проводилось в соответствии с этическими стандартами, разработанными согласно Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации.

Информированное согласие. Все участники исследования подписали форму информированного согласия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Carr AJ, Robertsson O, Graves S, et al. Knee replacement. *Lancet*. 2012;379(9823):1331-1340. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60752-6
2. Lei PF, Hu RY, Hu YH. Bone Defects in Revision Total Knee Arthroplasty and Management. *Orthop Surg*. 2019;11(1):15-24. doi: 10.1111/os.12425
3. Belt M, Hannink G, Smolders J, et al. Reasons for revision are associated with rerevised total knee arthroplasties: an analysis of 8,978 index revisions in the Dutch Arthroplasty Register. *Acta Orthop*. 2021;92(5):597-601. doi: 10.1080/17453674.2021.1925036
4. Dalury DF, Pomeroy DL, Gorab RS, Adams MJ. Why are total knee arthroplasties being revised? *J Arthroplasty*. 2013;28(8 Suppl):120-121. doi: 10.1016/j.arth.2013.04.051
5. Thiele K, Perka C, Matziolis G, et al. Current failure mechanisms after knee arthroplasty have changed: polyethylene wear is less common in revision surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2015 6;97(9):715-720. doi: 10.2106/JBJS.M.01534
6. Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, et al. Insall Award paper. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clin Orthop Relat Res*. 2002;(404):7-13. doi: 10.1097/00003086-200211000-00003
7. Sharkey PF, Lichstein PM, Shen C, et al. Why are total knee arthroplasties failing today--has anything changed after 10 years? *J Arthroplasty*. 2014;29(9):1774-8. doi: 10.1016/j.arth.2015.07.024
8. Parvizi J, Gehrke T. International consensus on periprosthetic joint infection: let cumulative wisdom be a guide. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(6):441. doi: 10.2106/JBJS.N.00023
9. Bozic KJ, Kamath AF, Ong K, et al. Comparative Epidemiology of Revision Arthroplasty: Failed THA Poses Greater Clinical and Economic Burdens Than Failed TKA. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(6):2131-2138. doi: 10.1007/s11999-014-4078-8
10. Rupp M, Walter N, Lau E, et al. Recent trends in revision knee arthroplasty in Germany. *Sci Rep*. 2021;11(1):15479. doi: 10.1038/s41598-021-94988-7
11. Kim TW, Kang SB, Chang CB, et al. Current Trends and Projected Burden of Primary and Revision Total Knee Arthroplasty in Korea Between 2010 and 2030. *J Arthroplasty*. 2021;36(1):93-101. doi: 10.1016/j.arth.2020.06.064
12. Australian Orthopaedic Association National Joint Replacement Registry (AOANJRR). *Hip, Knee & Shoulder Arthroplasty: 2020 Annual Report*. Adelaide: AOA; 2020:219-289. Available at: <https://aoanjrr.sahmri.com/annual-reports-2020>. Accessed Nov 14, 2023.
13. Ben-Shlomo Y, Blom A, Boulton C, et al. *The National Joint Registry 17th Annual Report 2020 [Internet]*. London: National Joint Registry; 2020.
14. *The Ninth Annual Report of the AJRR on Hip and Knee Arthroplasty*. 2023;1-119. Available at: <https://orthocg.com/american-joint-replacement-registry-releases-2022-annual-report/>. Accessed Nov 14, 2023.
15. Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Тихилов Р.М. *Руководство по ревизионному эндопротезированию коленного сустава*. СПб: НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена; 2021:400.
16. Postler A, Lützner C, Beyer F, et al. Analysis of Total Knee Arthroplasty revision causes. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):55. doi: 10.1186/s12891-018-1977-y
17. Torre M, Laricchiuta P, Luzi I, et al. *Italian Arthroplasty Registry Project. Better data quality for better patient safety. Fourth Report 2017 - Addendum*. Roma: Il Pensiero Scientifico Editore. 2018. Available at: <http://www.iss.it/riap>. Accessed Nov 14, 2023.
18. *National Swiss Registry Hip & Knee Joint. Report 2022. Annual Report of the SIRIS Registry Hip & Knee, 2012–2021*. 2022:169. Available at: https://www.swiss-medtech.ch/sites/default/files/2022-12/ANQakut_SIRIS_Hips-Knee_Annual-Report_2022.pdf. Accessed Nov 14, 2023.
19. Delanois RE, Mistry JB, Gwam CU, et al. Current Epidemiology of Revision Total Knee Arthroplasty in the United States. *J Arthroplasty*. 2017;32(9):2663-2668. doi: 10.1016/j.arth.2017.03.066
20. Boelch SP, Jakuscheit A, Doerries S, et al. Periprosthetic infection is the major indication for TKA revision - experiences from a university referral arthroplasty center. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19(1):395. doi: 10.1186/s12891-018-2314-1
21. Koh CK, Zeng I, Ravi S, et al. Periprosthetic Joint Infection Is the Main Cause of Failure for Modern Knee Arthroplasty: An Analysis of 11,134 Knees. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(9):2194-2201. doi: 10.1007/s11999-017-5396-4

22. Khan M, Osman K, Green G, Haddad FS. The epidemiology of failure in total knee arthroplasty: avoiding your next revision. *Bone Joint J.* 2016;98-B(1 Suppl A):105-112. doi: 10.1302/0301-620X.98B1.36293
23. Kurtz S, Ong K, Lau E, et al. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(4):780-785. doi: 10.2106/JBJS.F.00222
24. Mohammad HR, Matharu GS, Judge A, Murray DW. The Effect of Surgeon Caseload on the Relative Revision Rate of Cemented and Cementless Unicompartamental Knee Replacements: An Analysis from the National Joint Registry for England, Wales, Northern Ireland and the Isle of Man. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102(8):644-653. doi: 10.2106/JBJS.19.01060
25. Grimberg A, Jansson V, Lützner J, et al. *The German Arthroplasty Registry. Annual Report 2021.* 2021:104. doi: 10.36186/reportepd052022
26. Gundersen T, Furnes O, Gjertsen J, et al. *Annual report 2021 Norwegian National Advisory Unit on Arthroplasty and Hip Fractures Norwegian Arthroplasty Register Norwegian Cruciate Ligament Register Norwegian Hip Fracture Register Norwegian Paediatric Hip Register.* 2021:404. doi: 10.13140/RG.2.2.34266.26566
27. McKie J, Taylor J, Devane P, et al. *The new Zealand joint registry. Twenty-three year report. January 1999 to December 2021.* 2023:237. Available at: <https://www.nzoa.org.nz/>. Accessed Nov 14, 2023.
28. Bourne RB, Chesworth BM, Davis AM, et al. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(1):57-63. doi: 10.1007/s11999-009-1119-9
29. Li CY, Ng Cheong Chung KJ, Ali OME, et al. Literature review of the causes of pain following total knee replacement surgery: prosthesis, inflammation and arthrofibrosis. *EFORT Open Rev.* 2020;5(9):534-543. doi: 10.1302/2058-5241.5.200031
30. Debbi EM, Alpaugh K, Driscoll DA, et al. Rotating Hinge Revision Total Knee Arthroplasty for Severe Arthrofibrosis. *JBJS Essent Surg Tech.* 2021;11(4):e21.00009. doi: 10.2106/JBJS.ST.21.00009

Статья поступила 29.06.2023; одобрена после рецензирования 08.11.2023; принята к публикации 08.04.2024.

The article was submitted 29.06.2023; approved after reviewing 08.11.2023; accepted for publication 08.04.2024.

Информация об авторах:

Михаил Владимирович Гиркало — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, girkalo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5847-1153>, SPIN-код: 6151-4375;

Иван Николаевич Щаницын — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, dr.green@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0565-5172>, SPIN-код: 3653-9302;

Владимир Владимирович Островский — доктор медицинских наук, врач-нейрохирург, sarniito@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8602-2715>, SPIN-код: 7078-8019.

Information about the authors:

Mikhail V. Girkalo — Candidate of Medical Sciences, traumatologist-orthopedist, girkalo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5847-1153>, SPIN-code: 6151-4375;

Ivan N. Shchanitsyn — Candidate of Medical Sciences, senior researcher, dr.green@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0565-5172>, SPIN-code: 3653-9302;

Vladimir V. Ostrovskij — Doctor of Medical Sciences, neurosurgeon, sarniito@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8602-2715>, SPIN-code: 7078-8019.

Вклад авторов:

Гиркало М.В. — концептуализация, методология, валидация, написание (рецензирование и редактирование), визуализация.

Щаницын И.Н. — формальный анализ, исследование, обработка данных, написание (первоначальный вариант), визуализация.

Островский В.В. — контроль, управление проектом.