

## Эндопротезирование коленного сустава у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе: стандартная операция или сложный случай?

А.Н. Цед, Н.Е. Муштин, А.К. Дулаев, А.В. Шмелев

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова»  
Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Хронический гемодиализ существенно увеличивает риски при эндопротезировании коленного сустава (ЭП КС). Среди поздних осложнений ЭП КС у пациентов, находящихся на гемодиализе, чаще встречаются глубокая перипротезная инфекция (ППИ) и асептическое расшатывание. Частота ревизионных вмешательств у пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек (ХБП) существенно выше по сравнению с пациентами без патологии почек.


**Цель исследования** — на основании оценки периоперационных показателей и среднесрочных результатов первичного эндопротезирования коленного сустава у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, обосновать необходимость отнесения данной категории операций к сложным случаям.

**Материал и методы.** Проведено ретроспективное рандомизированное одноцентровое когортное исследование, в которое вошли 62 пациента с различными формами гонартроза. Пациенты были разделены на две группы: группа 1 — 29 (46,8%) пациентов с терминальной стадией ХБП, находящихся на диализе, группа 2 — 33 (53,2%) пациента без патологии почек. Средний период наблюдения в обеих группах составил 3,7 года (min — 1, max — 6). Оценивали следующие показатели: возраст пациентов, длительность нахождения в стационаре, морфо-кортикальный индекс, индекс массы тела (ИМТ), длительность гемодиализа, функциональные показатели коленного сустава в баллах по шкале KSS Function Score и шкале забытого сустава (FJS-12), рентгенологические результаты по шкале KRESS, частоту различных осложнений.

**Результаты.** У пациентов группы 1 ИМТ был значимо ниже по сравнению с пациентами группы 2. Сроки госпитализации в группе 1 были выше в 1,7 раза. По шкале KSS Function Score в первые 36 мес. после операции значимых различий между группами не выявлено, однако к 4-му году наблюдения в группе 1 средние показатели по KSS Function Score снизились до 77,3 баллов, что обусловлено инфекционными осложнениями. По шкале FJS-12 в группе 2 показатели были хуже — в среднем 68,7 балла. В сроки более трех лет после операции статистически значимой разницы между группами выявлено не было, что связано с увеличением количества осложнений у пациентов в группе 1. Результаты по шкале KRESS через 43 мес. между группами не отличались и составили в среднем 4,8 балла. В группе 1 было больше ортопедических осложнений и случаев ППИ — 7 из 37.

**Заключение.** Возрастные и конституционные характеристики пациентов, находящихся на гемодиализе, существенно отличаются от больных обычной популяцией. Частота ортопедических осложнений в этой группе составила 23,5%. Им необходимо имплантировать более связанные компоненты эндопротезов и модульные системы. Поэтому первичное эндопротезирование коленного сустава у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, можно отнести к категории сложных.

**Ключевые слова:** эндопротезирование коленного сустава, хронический гемодиализ, хроническая болезнь почек.

 **Для цитирования:** Цед А.Н., Муштин Н.Е., Дулаев А.К., Шмелев А.В. Эндопротезирование коленного сустава у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе: стандартная операция или сложный случай? *Травматология и ортопедия России.* 2023;29(4):101-112. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-16495>.

 *Муштин Никита Евгеньевич*; [mushtin.nikita@yandex.ru](mailto:mushtin.nikita@yandex.ru)

Рукопись получена: 28.09.2023. Рукопись одобрена: 24.11.2023. Статья опубликована онлайн: 29.11.2023.

© Цед А.Н., Муштин Н.Е., Дулаев А.К., Шмелев А.В., 2023



## Total Knee Arthroplasty in Hemodialysis Patients: Routine or Complex Surgery?

Alexander N. Tsed, Nikita E. Mushtin, Alexander K. Dulaev, Anton V. Schmeljew

*Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Department of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russia*

### Abstract

**Background.** Chronic hemodialysis significantly increases the risks associated with knee replacement. Among the late complications of knee arthroplasty in hemodialysis patients, deep periprosthetic joint infection (PJI) and aseptic loosening are more frequent. The frequency of revision interventions in patients with end-stage kidney disease (ESKD) is substantially higher compared to patients with normal kidney function.

**The aim of the study** — based on the perioperative parameters and midterm outcomes to justify the primary knee replacement in chronic hemodialysis patients as complex case of arthroplasty.

**Methods.** A retrospective randomized single-center cohort study was conducted, including 62 patients with various forms of knee osteoarthritis. Patients were divided into two groups: Group 1 — 29 (46.8%) patients with end-stage renal disease (ESRD) undergoing dialysis, Group 2 — 33 (53.2%) patients without kidney pathology. The average follow-up period in both groups was 3.7 years (min — 1, max — 6). The following parameters were assessed: patient age, length of hospital stay, morphocortical index, body mass index (BMI), duration of hemodialysis, functional assessment of the knee joint using the KSS Function Score and Forgotten Joint Score-12 (FJS-12), radiological results on the KRESS, and the frequency of various complications.

**Results.** In Group 1, patients had significantly lower BMI compared to Group 2. Length of hospital stay in Group 1 were 1.7 times longer. According to the KSS Function Score, no significant differences were observed between the groups in the first 36 months after the operation. However, by the 4th year of follow-up, average KSS Function Score in Group 1 decreased to 77.3 points, which was due to infectious complications. The FJS-12 showed worse scores in Group 2, averaging 68.7 points. After more than three years post-operation, no statistically significant differences were observed between the groups, which was associated with an increase in the number of complications in Group 1. Results on the KRESS after 43 months did not differ between the groups and averaged 4.8 points. Group 1 had more orthopedic complications and cases of PJI, accounting for 7 out of 37.

**Conclusion.** Age and constitutional characteristics of patients undergoing hemodialysis significantly differ from the normal population. The frequency of complications in Group 1 was 23.5%. These patients require the implantation of more constrained implant components and modular systems. Therefore, primary knee replacement in hemodialysis patients can be classified as a complex case of arthroplasty.

**Keywords:** knee arthroplasty, chronic hemodialysis, chronic kidney disease.

---

**Cite as:** Tsed A.N., Mushtin N.E., Dulaev A.K., Schmeljew A.V. Total Knee Arthroplasty in Hemodialysis Patients: Routine or Complex Surgery? *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(4):101-112. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-16495>.

✉ Nikita E. Mushtin; mushtin.nikita@yandex.ru

Submitted: 28.09.2023. Accepted: 24.11.2023. Published Online: 29.11.2023.

© Tsed A.N., Mushtin N.E., Dulaev A.K., Schmeljew A.V., 2023

## ВВЕДЕНИЕ

Эндопротезирование коленного сустава (ЭП КС) является самым эффективным хирургическим способом лечения всех этиологических форм гонартроза II–III степеней. Современные зарубежные и отечественные публикации указывают на ежегодное увеличение количества имплантируемых эндопротезов КС с хорошими долгосрочными показателями выживаемости компонентов [1, 2, 3, 4, 5].

Наличие у пациента терминальной стадии хронической болезни почек (ХБП) существенно увеличивает риски развития осложнений оперативного вмешательства, таких как кровотечения, острые сердечно-сосудистые нарушения (пароксизмы мерцательной аритмии, инфаркт миокарда, отек легких, ТЭЛА и пр.) и интраоперационные перипротезные переломы [6, 7, 8]. Среди поздних осложнений тотальной артропластики КС у гемодиализных пациентов отмечаются: глубокая перипротезная инфекция (ППИ) — до 18% [9, 10, 11] и асептическое расшатывание — 16% [12, 13]. В отечественных публикациях данная проблема освещена недостаточно.

Частота распространения терминальной стадии ХБП возрастает во всех странах экспоненциально [14]. С учетом ежегодно увеличивающейся потребности в выполнении ЭП КС, в том числе и у пациентов гемодиализного профиля, возможно в ближайшей перспективе увеличение ревизионных хирургических вмешательств. В связи с этим возрастает необходимость более тщательного анализа результатов первичного ЭП КС у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, и разработки схем предоперационной подготовки, заключающихся в коррекции нарушений кальций-фосфорного обмена, кислотно-основного состояния организма, анемии, минеральной плотности костной ткани, тромбопрофилактики и снижения рисков инфекционных осложнений.

*Цель исследования* — на основании оценки перипротезных показателей и среднесрочных результатов первичного эндопротезирования коленного сустава у пациентов, находящихся на хроническом гемодиализе, обосновать необходимость отнесения данной категории операций к сложным случаям.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено ретроспективное рандомизированное одноцентровое когортное исследование, в которое

вошли 62 пациента с различными патогенетическими формами гонартроза, которым в клинике ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова в период с 2016 по 2022 г. было выполнено ЭП КС одной хирургической бригадой.

*Критерии включения* в исследование:

- 2–3 стадии деформирующего артроза КС по классификации Н.С. Косинской [15];
- костные дефекты 1–2А типа по классификации AORI [16];
- отсутствие предшествующих операций на КС в анамнезе;
- отсутствие тяжелых травм КС с наличием гемартроза;
- сроки полноценной осевой нагрузки не ранее 4 нед. с момента операции.

*Критерии невключения* в исследование:

- 1 стадия деформирующего артроза КС по классификации Н.С. Косинской;
- тяжелые варусные/вальгусные деформации КС;
- наличие в анамнезе разрывов/повреждений латеральной или медиальной коллатеральной связки, приведших к нестабильности КС;
- наличие активного инфекционного процесса в области КС в предоперационном периоде.

Все пациенты были разделены на две группы исследования: группу 1 составили 29 (46,8%) пациентов (34 операции ЭП КС) с терминальной стадией ХБП 5Д степени (хронический гемодиализ), в группу 2 вошли 33 (53,2%) пациента (37 операций) с различными формами гонартроза без патологии почек. Средний период наблюдения в обеих группах составил 3,7 года (min — 1, max — 6). Основные характеристики пациентов представлены в таблице 1.

Пациенты обеих групп были сопоставимы по тяжести деформирующего артроза КС, объему предоперационного обследования, а также послеоперационному ведению. В выборку обеих групп исследования рандомизированно были включены пациенты, которым имплантировались эндопротезы одного производителя (Zimmer NexGen, Warsaw, США), но с различными вариантами степени связанности: от CR (cruciate retaining) до VVC (varus-valgus constrained). Полностью связанные системы (RHK — rotational hinge knee) из исследования исключались на этапе выборки групп исследования (табл. 2).

В обеих группах исследования для фиксации компонентов эндопротеза применялся костный цемент с гентамицином (Synicem 1G, 40 г).

Таблица 1

## Характеристика пациентов, включенных в исследование

Показатель	Группа 1 (n = 29) 34 операции	Группа 2 (n = 33) 37 операции	p
Пол, n (%)			
муж.	6 (20,6)	9 (27,7)	–
жен.	23 (79,4)	24 (72,3)	
Средний возраст, лет, M±SD; Me (Q1–Q3)	57,1±8,7; 58 (53,25–63,00)	66,7±9,5; 64 (60,00–76,00)	0,00002
ИМТ, M±SD	23,8±3,1	30,9±4,3	0,00001
Сторона поражения, n (%)			
правая	19 (55,9)	18 (48,6)	–
левая	15 (44,1)	19 (51,4)	
Деформация КС, n (%)			
варусная	30 (88,3)	34 (91,9)	–
вальгусная	4 (11,7)	3 (8,1)	
Средний срок стационарного лечения, койко-дней; Me (min/max)	15,3; 14 (8/33)	8,8; 9 (5/15)	0,00001
Морфокортикальный индекс большеберцовой кости (Бернарда–Лавала–Жентета)*, ед.; Me (min/max)	35,3; 33 (21/57)	40,8; 40 (28/51)	0,002

\* Маркс В.О. Ортопедическая диагностика. Минск: Наука и техника. 1978. С. 504–505.

Таблица 2

## Основные характеристики имплантированных эндопротезов

Характеристика имплантатов	Группа 1 (n = 34)	Группа 2 (n = 37)
Степень связанности эндопротеза:		
CR	2 (5,9%)	31 (83,8%)
PS (posterior stabilized)	28 (82,4%)	5 (13,5%)
VVC	4 (11,7%)	1 (2,7%)
Модульность тибияльного компонента:		
All Poly	7 (20,6%)	29 (78,4%)
Metal-back	24 (70,6%)	7 (18,9%)
Precoat + ножка	3 (8,8%)	1 (2,7%)
Модульность бедренного компонента:		
стандартный бедренный компонент	33 (97,1%)	37 (100%)
ревизионный компонент + ножка	1 (2,9%)	0
Замещение костного дефекта:		
цемент	4 (11,7%)	2 (5,4%)
аутокость	2 (5,9%)	3 (8,1%)
аллокость	0	0
металлический аугмент	4 (11,7%)	1 (2,7%)

Средняя продолжительность гемодиализа до операции у пациентов группы 1 составила 7,7 лет (min – 1, max – 15 лет). Процедура гемодиализа выполнялась не позднее чем за 24 ч. до эндопротезирования с целью минимизации осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы и водно-электролитной нагрузки во время операции. Оценка качества гемодиализа оценивалась посредством определения индекса  $kt/V$  (коэффициентом очищения), который у всех пациентов составлял 1,34, что свидетельствовало об адекватности использованных в предоперационном периоде диализатов.

Пациентам обеих групп перед операцией выполнялись инфузия транексамовой кислоты, а также тромбопрофилактика согласно новым методическим рекомендациям по профилактике, диагностике и лечению тромбозомболических осложнений в травматологии и ортопедии, утвержденным в 2022 г. [17]. Стандартная антибиотикопрофилактика пациентам гемодиализного профиля, утвержденная локальным приказом, предполагала использование защищенных пенициллинов в уменьшенной дозировке и в меньшей кратности введения в течение 5 дней после процедуры гемодиализа. Полноценная нагрузка разрешалась только через 4–6 нед. после операции.

Степень выраженности остеопороза у пациентов обеих групп исследования определялась рентгенометрическим методом согласно морфо-кортикальному индексу Бернарда–Лавалья–Жентета. Нормальные показатели данного индекса находятся в пределах  $48 \pm 9$  ед., при индексе менее 40 ед. устанавливался диагноз остеопороза проксимального отдела большеберцовой кости.

### Оценка результатов

В предоперационном периоде производилась оценка состояния и функции коленного сустава по шкале KSS Function Score [18]. В процессе клинического обследования выполняли тесты на варус-вальгусный стресс, Лахмана, «переднего и заднего выдвигающего ящика», оценивали степень выраженности остеопороза по стандартным рентгенограммам и при необходимости — по данным МСКТ. В процессе хирургического вмешательства оценивали среднюю продолжительность операции, объем периоперационной кровопотери, показатели стабильности гемодинамики, тип связанности эндопротеза в зависимости от степени балансировки коллатеральных связок и состоятельности задней крестообразной связки (ЗКС). Функциональные показатели по шкале KSS Function Score оценивались через 6 и 12 мес., затем ежегодно. Показатели по шкале FJS-12 после ЭП КС оценивались через 12 мес. и далее ежегодно [19]. Расчет рентгенологических критериев асептического расшатывания компонентов эндопротеза по системе KRESS (Total Knee Arthroplasty Roentgenographic Evaluation and Scoring System) производился в баллах в среднем через 43 мес. (min – 13, max – 72) [20]. Также оценивалась частота различных осложнений в течение всего периода наблюдения.

### Статистический анализ

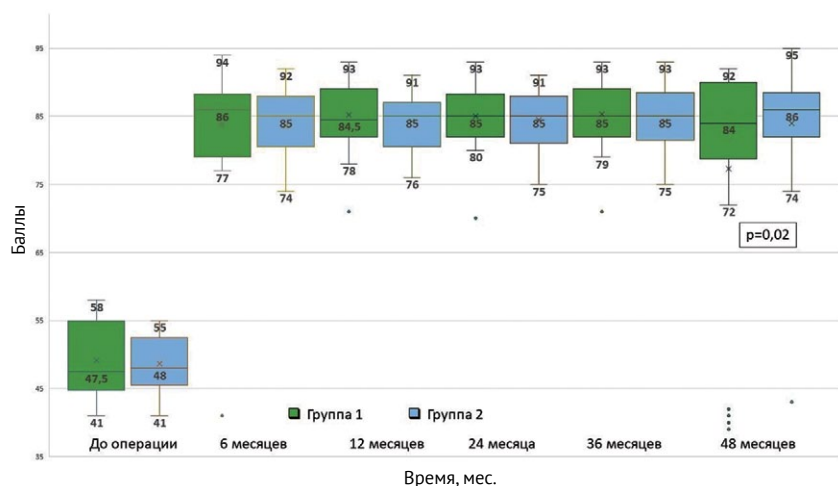
Статистическая обработка полученных данных производилась при помощи программы IBM SPSS v. 20.

Нормальность распределения количественных показателей, таких как возраст, продолжительность стационарного лечения, морфо-кортикальный индекс, ИМТ, длительность гемодиализа, функциональные характеристики коленного сустава в баллах по KSS Function Score, шкале FJS-12 и рентгенологические показатели по шкале KRESS, проводилась на основании критерия Шапиро–Уилка (в модификации J.P. Royston). При ненормальном распределении связанных выборок использовался критерий Вилкоксона, для несвязанных — критерий Манна–Уитни, при нормальном — критерий Стьюдента для связанных и несвязанных выборок. Для оценки значимости влияния вероятности развития осложнений в зависимости от наличия или отсутствия хронического гемодиализа использовался критерий  $\chi^2$  с поправкой на правдоподобие и оценкой силы связи по коэффициенту сопряженности Пирсона.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Средние сроки стационарного лечения отличались между группами. У пациентов группы 1, получавших гемодиализ 3 раза в неделю, продолжительность стационарного лечения была больше в 1,7 раза, что косвенно свидетельствует о больших экономических затратах на лечение одного пациента.

Функциональные результаты по шкале KSS Function Score в предоперационном периоде статистически не отличались между группами и в среднем составили 48 баллов (рис. 1). Через 6, 12, 24 и 36 мес. после операции статистически значимой разницы между группами по шкале KSS Function Score также не выявлено. Однако к 4-му году после первичного ЭП КС в группе пациентов, получавших гемодиализ, средние показатели по шкале KSS Function Score снизились до 77,3 баллов, что, скорее всего, обусловлено инфекционными осложнениями сразу у 5 пациентов. В группе 2 отмечено лишь одно инфекционное осложнение спустя 48 мес. после эндопротезирования.



**Рис. 1.** Средние значения показателей по шкале KSS Function Score в группах исследования за весь период наблюдения

**Fig. 1.** Knee function assessed using the KSS Function Score in the study groups over the follow-up period

Оценка по шкале FJS-12 в сроки 12–36 мес. после тотального ЭП КС у пациентов группы 1 в среднем составила 77,04 баллов (SD = 3,9) (рис. 2).

В группе 2 (без терминальной почечной патологии) показатель по шкале FJS-12 был хуже и составлял в среднем 68,72 балла (SD = 4,8). Получена статистически значимая разница ( $p < 0,0001$ ) в результатах по шкале FJS-12 между группами исследования в первые три года после эндопротезирования КС (рис. 2). Но в сроки более трех лет различия между группами уже не выявлено, что связано с увеличением количества осложнений в группе 1. Лучшие показатели по шкале FJS-12 в группе 1 на ранних сроках после операции, скорее всего, связаны с наличием тяжелых форм полинейропатии, развивающейся на поздних стадиях ХБП, что обуславливает резкое снижение порога болевой чувствительности. Поэтому любое улучшение физического и функционального статуса, а также состояния ноцицептивной системы у пациентов гемодиализного профиля приводит к лучшим показателям по шкале FJS-12.

Рентгенологические результаты по шкале KRESS через 43 мес. статистически не отличались между группами исследования (min — 12, max — 72). В таблице 3 отражены результаты в зависимости от количества баллов, полученных методом подсчета линий просветления в различных зонах на границе «кость — имплантат» по стандартным рентгенограммам в прямой и боковой проекциях. У пациентов обеих групп не выявлено миграции компонентов эндопротеза после первичного ЭП КС. Однако большое число наблюдений с пограничными значениями (Me = 3; 1–7) в группе 1 свидетельствует о возрастающем риске ревизионных вмешательств у пациентов с терминальной стадией ХБП после ЭП КС. Также необходимо отметить, что по шкале KRESS в 89% случаев линии просветления диагностированы со стороны тиббиального компонента эндопротеза.

Клиническим примером асептического расшатывания большеберцового компонента эндопротеза, приведшего к инфекционному осложнению у пациента группы 1 после первичного ЭП КС, может служить наблюдение, продемонстрированное на рисунке 3.

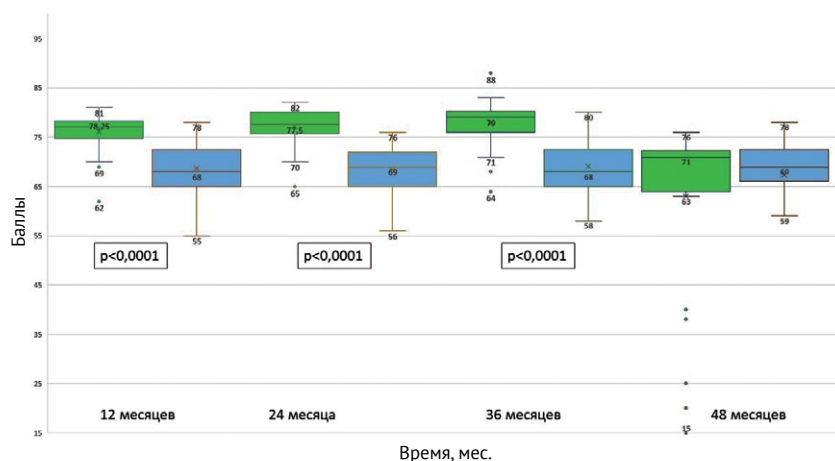


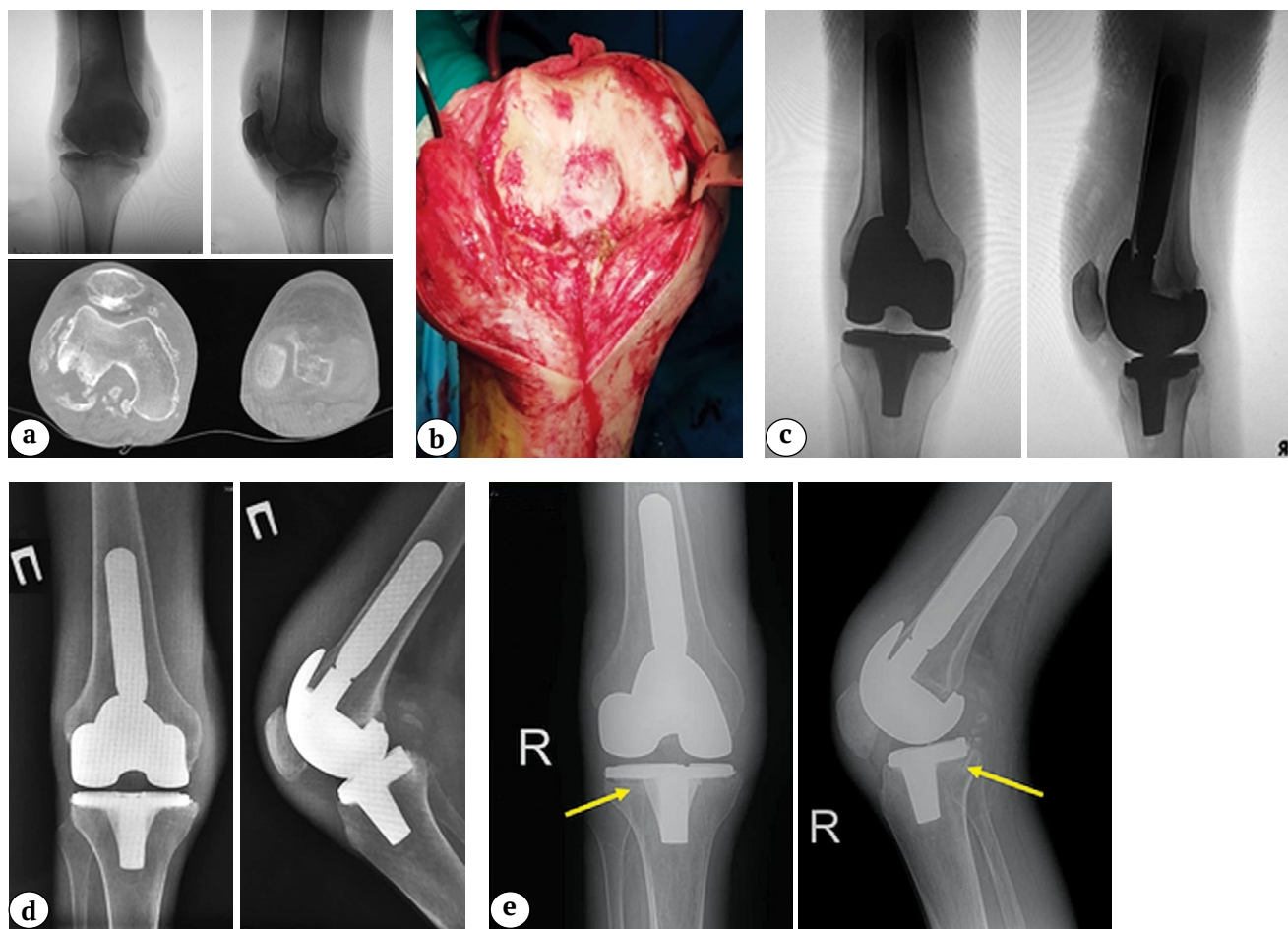
Рис. 2. Средние значения по шкале FJS-12

Fig. 2. Mean FJS-12 values

Оценка рентгенологических результатов по шкале KRESS в средние сроки наблюдения 43 мес.

Таблица 3

Линия просветления	Группа 1 (n = 34)	Группа 2 (n = 37)	p
Менее 4 баллов — незначительная	23 (67,7%)	34 (91,9%)	0,06
5–9 баллов — необходимо наблюдение в динамике	11 (32,3%)	3 (8,1%)	0,05
Более 10 баллов — миграция компонентов	—	—	—



**Рис. 3 (а, б, с, д, е).** Пациент 32 лет с вторичным деформирующим артрозом правого коленного сустава. Сопутствующий диагноз: ХБП 5Д степени, хронический гемодиализ в течение 7 лет, сахарный диабет первого типа: а — рентгенограммы в двух проекциях и МСКТ до операции: определяется костный дефект задненаружного отдела латерального мыщелка бедренной кости; б — коленный сустав после выполнения артротомии; с — рентгенограммы после тотального эндопротезирования правого коленного сустава (имплантирован эндопротез с использованием ревизионного бедренного компонента и стандартной ножки 100 мм; костный дефект замещен двумя металлическими блоками 5 и 10 мм, вкладыш заднестабилизованный; тибиаьный компонент стандартный); д — рентгенограммы через год после эндопротезирования: признаки остеолита и нестабильности компонентов эндопротеза отсутствуют; е — рентгенограммы правого коленного сустава через 3 года после эндопротезирования: отмечаются линии просветления в 3-й, 4-й и 2-й зонах тибиаьного компонента по шкале KRESS (отмечено стрелками)

**Fig. 3 (a, b, c, d, e).** A 32-year-old man with secondary osteoarthritis of the right knee. Concomitant diseases: end-stage chronic kidney disease (5D stage), chronic hemodialysis for 7 years, type 1 diabetes: a — X-rays in two projections and CT scans before surgery: a bone defect is detected in the posterolateral part of the lateral femoral condyle b — knee after arthrotomy; c — X-rays after knee replacement (a revision femoral component and a standard 100 mm stem; the bone defect was replaced with two metal blocks of 5 mm and 10 mm, posterior-stabilized insert; standard tibial component); d — X-rays one year after knee replacement: no signs of osteolysis or component instability are observed; e — X-rays of the right knee three years after arthroplasty: radiolucent lines are noted in zones 3, 4, and 2 of the tibial component according to the KRESS (indicated by arrows)



**Рис. 3 (f, g).** Пациент 32 лет с вторичным деформирующим артрозом правого коленного сустава. Сопутствующий диагноз: ХБП 5Д степени, хронический гемодиализ в течение 7 лет, сахарный диабет первого типа: f — рентгенограммы через 3 года и 7 мес. после эндопротезирования (имплантирован артикулирующий спейсер в связи с развитием глубокой перипротезной инфекции); g — рентгенограммы через 4 года и 2 мес. после первичного эндопротезирования (в связи с рецидивом инфекции артикулирующий спейсер заменен на блоковидный)

**Fig. 3 (f, g).** A 32-year-old man with secondary osteoarthritis of the right knee. Concomitant diseases: end-stage chronic kidney disease (5D stage), chronic hemodialysis for 7 years, type 1 diabetes: f — X-rays 3 years and 7 months after knee replacement (an articulating spacer was implanted); g — X-rays 4 years and 2 months after primary knee arthroplasty (an articulating spacer was replaced with a block spacer due to recurrent infection)

Таблица 4

## Структура ортопедических осложнений в группах исследования

Осложнение	Группа 1 (n = 34)	Группа 2 (n = 37)	p
Асептическое расшатывание	0	0	–
Перипротезный перелом	1 (2,9%)	0	>0,05
Глубокая перипротезная инфекция	6 (17,6%)	1 (2,7%)	>0,05
Остаточная контрактура сустава	1 (2,9%)	1 (2,7%)	>0,05
Всего	8 (23,5%)	2 (5,4%)	0,05

Ортопедических осложнений после первичного ЭП КС было прогнозируемо больше в группе 1 (табл. 4).

Необходимо отметить, что суммарное количество осложнений не отличалось между группами, но отсутствие статистической значимости свидетельствует о необходимости дальнейших исследований в этом направлении. Возможно, при увеличении выборки пациентов и на более поздних сроках наблюдения частота ортопедических осложнений будет статистически отличаться между пациентами, перенесшими ЭП КС с терминальной стадией ХБП, и пациентами без патологии почек. Тем не менее частота ППИ была существенно выше среди пациентов, получающих гемодиализ. Кроме того, у одного пациента группы 1 при имплантации тиббиального компонента произошла перфорация латеральной стенки большеберцовой кости в связи с выраженным остеопорозом. После дополнительной оценки степени тяжести перипротезного перелома было принято решение об иммобилизации КС в ортезе и ограничении осевой нагрузки сроком до 6 нед.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Анализируя средний возраст пациентов гемодиализного профиля, перенесших тотальное ЭП КС, мы обнаружили, что данный показатель ( $57,1 \pm 8,7$ ; Me — 58) был существенно ниже по сравнению со средним возрастом пациентов без терминальной стадии ХБП ( $66,7 \pm 9,5$ ; Me — 64 года). Это соответствует данным N. Venishetty с соавторами [21]. Согласно последним отчетам регистра артропластики Швеции, средний возраст пациентов, перенесших ЭП КС, составляет  $69,1 \pm 9,0$  лет, регистра артропластики Англии и Уэльса —  $70,0 \pm 7,0$  лет, регистра эндопротезирования США —  $67,2 \pm 9,4$  года [22, 23, 24].

По данным регистра эндопротезирования НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, этот показатель в 2019 г. составлял 63,4 года, увеличиваясь за предыдущие несколько лет [25]. Гендерное соотношение мужчин и женщин с дегенеративно-дистрофическими изменениями коленного сустава, получающих заместительную почечную терапию, соответствует общей популяции (мужчин — 20,6%, женщин — 79,4%; соотношение 1:5).



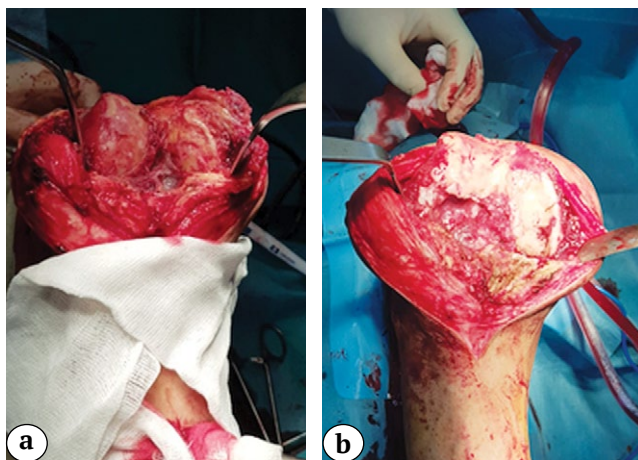
Особого внимания заслуживают данные, полученные при анализе степени связанности компонентов эндопротеза КС у пациентов гемодиализного профиля, в сравнении с пациентами группы 2 (см. табл. 2). Согласно данным регистра артропластики Англии и Уэльса за 2022 г., частота имплантации цементных эндопротезов с сохранением ЗКС составила 62,7%, заднестабилизированных (PS) — 15,3%, варус-вальгус связанных (VVC) — 1,7% [23]. Примерно такие же данные демонстрирует регистр эндопротезирования США: CR эндопротезы — 57,4%, PS — 42,5%, VVC — 0,2% с тенденцией к ежегодному увеличению частоты использования менее связанных эндопротезов, применяемых при первичном ЭП КС [24]. Несмотря на отсутствие в современной литературе сообщений об отдаленных результатах ЭП КС с применением CR и PS систем [26], в некоторых исследованиях, таких как работа G. Thuysbaert с соавторами, говорится о статистически значимых различиях в показателях по шкале FJS-12 при использовании эндопротезов CR и PS [27]. Именно этим во многом обусловлено увеличение частоты использования менее связанных систем в западноевропейских странах. Однако в нашем исследовании доля CR эндопротезов у гемодиализных пациентов составила всего 5,9%, PS — 82,4% и VVC — 11,7%.

Окончательный выбор степени связанности эндопротеза производился интраоперационно в обеих группах исследования в зависимости от состояния параартикулярных мягких тканей, эластичности коллатеральных связок и ЗКС, степени выраженности остеопороза, а также наличия и величины костных дефектов. У пациентов гемодиализного профиля в большинстве случаев отмечались слабость и гиперэластичность мягких тканей, задней капсулы, связок и мышц, окружающих КС, которые были связаны как с наличием сопутствующей

ренальной миодистрофии, так и с отложениями  $\beta$ -2 микроглобулиновых амилоидных фибрилл вокруг КС, подтвержденных гистологическими исследованиями. Кроме того, происходило формирование костных кист в мышечках бедренной и/или большеберцовой костей, также заполненных  $\beta$ -2 микроглобулиновыми амилоидными комплексами (рис. 4).

Схожие результаты были получены при анализе модульности тибиального компонента. Так, у пациентов группы 1, получавших гемодиализ, в 79% случаев имплантировали большеберцовые компоненты на металлической основе и лишь в 20,6% наблюдений — полиэтиленовые моноблоки, что отличается от показателей применения большеберцовых компонентов в группе больных без патологии почек. В работе К.А. Gustke с соавторами сообщается о более частом использовании полиэтиленовых тибиальных моноблоков у пациентов пожилого и старческого возраста [28]. V. Apostolopoulos с соавторами сообщают о лучших показателях 10-летней выживаемости эндопротезов All Poly Tibial (97,1%) в сравнении с Metal-back Tibial (93,2%) [29].

У пациентов группы 1, длительно находящихся на хроническом гемодиализе, в 29,4% случаев потребовалось применение различных методик замещения костных дефектов. Такая высокая частота компенсации дефицита костной массы обусловлена формированием костных кист в мышечках бедренной и/или большеберцовой костей, также заполненных  $\beta$ -2 микроглобулиновыми амилоидными комплексами. По данным G.F. Scheumann с соавторами, наиболее типичными локализациями формирования костных кист у пациентов, длительное время получающих гемодиализ, являются головка и шейка бедренной кости, позвоночник, дистальный метаэпифиз лучевой кости, мышечки бедра [30].



**Рис. 4.** Вид коленного сустава пациентов, получающих гемодиализ, после артротомии:

а — включения  $\beta$ -2 микроглобулиновых амилоидных фибрилл вдоль капсулы, связок, мышечных волокон; б — костный дефект латерального мышечка бедренной кости с жировой тканью и белковыми амилоидными комплексами, заместившими костную ткань на фоне хронического воспаления

**Fig. 4.** View of knee joint in patients receiving hemodialysis after arthrotomy:

a — inclusions of  $\beta$ -2 microglobulin amyloid fibrils along the capsule, ligaments, and muscle fibers; b — bone defect of the lateral femoral condyle with adipose tissue and proteinaceous amyloid complexes replacing the bone tissue in the background of chronic inflammation

Одним из наиболее частых осложнений ЭП КС является глубокая ППИ. По данным А.И. Stavrakis с соавторами, частота развития ППИ в течение 90 дней после ЭП КС у пациентов гемодиализного профиля составляет 2,66% [12]. В более поздние сроки наблюдения инфекционные осложнения у больных, находящихся на гемодиализе, достигают 18% и более [9]. В нашем исследовании частота инфекционных осложнений среди пациентов с терминальной стадией ХБП через 3,4 года составила 17,6%, что сопоставимо с данными литературы. При этом мы не наблюдали ранних инфекционных осложнений в первый год после ЭП КС, что может быть связано как с рутинным использованием цемента с антибиотиком для фиксации компонентов эндопротеза, так и с индивидуальным подходом к продленной антибиотикопрофилактике у данной категории пациентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первичное ЭП КС у пациентов, получающих лечение в виде хронического гемодиализа, можно отнести к категории первичных сложных вмешательств. Это связано с возрастными и конс-

титucionalными характеристиками пациентов гемодиализного профиля, которые существенно отличаются от пациентов без патологии почек. Средние сроки стационарного лечения пациентов с терминальной стадией ХБП больше в 1,7 раза, а частота осложнений составила 23,5% в средние сроки наблюдения 3,7 года. При этом в первые три года отмечались лучшие показатели по шкалам KSS Function Score и FJS-12, что может быть обусловлено сопутствующей ренальной полинейропатией, снижающей порог болевой чувствительности, а также менее выраженной требовательностью к результатам артропластики коленного сустава. Пациентам, получавшим гемодиализ, чаще имплантировали более связанные эндопротезы коленного сустава (PS и VVC) по сравнению с пациентами обычной популяции, а также модульные большеберцовые и бедренные компоненты, что связано как с наличием выраженного сопутствующего системного остеопороза, так и с формированием  $\beta$ -2 микроглобулиновых амилоидных комплексов вдоль капсулы сустава, связок, мышечных волокон и формированием костных кист в мышечках бедренной и большеберцовой костей.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### Заявленный вклад авторов

*Цед А.Н.* — дизайн исследования, сбор и обработка данных, поиск и анализ источников литературы, написание и редактирование текста статьи.

*Муштин Н.Е.* — статистическая обработка результатов, поиск и анализ источников литературы, редактирование текста статьи.

*Дулаев А.К.* — концепция исследования, анализ и интерпретация результатов исследования.

*Шмелев А.В.* — сбор и обработка данных, поиск и анализ источников литературы, написание текста статьи.

Все авторы прочли и одобрили финальную версию рукописи статьи. Все авторы согласны нести ответственность за все аспекты работы, чтобы обеспечить надлежащее рассмотрение и решение всех возможных вопросов, связанных с корректностью и надежностью любой части работы.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Возможный конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Этическая экспертиза.** Не применима.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациентов на участие в исследовании и публикацию его результатов и изображений.

## DISCLAIMERS

### Author contribution

*Tsed A.N.* — study design, data collection and processing, literature search and analysis, writing and drafting the article.

*Mushtin N.E.* — data statistical analysis, literature search and analysis, drafting the article.

*Dulaev A.K.* — study concept, data analysis and interpretation.

*Schmeljew A.V.* — data collection and processing, literature search and analysis, writing the article.

All authors have read and approved the final version of the manuscript of the article. All authors agree to bear responsibility for all aspects of the study to ensure proper consideration and resolution of all possible issues related to the correctness and reliability of any part of the work.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Disclosure competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Ethics approval.** Not applicable.

**Consent for publication.** The authors obtained written consent from patients to participate in the study and for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript.

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

- Преображенский П.М., Филь А.С., Корнилов Н.Н., Пантелеев А.Н., Гуацаев М.С., Каземирский А.В. и др. Эндопротезирование коленного сустава в клинической практике: анализ 36 350 наблюдений из регистра НМИЦ ТО имени Р.Р. Вредена. *Травматология и ортопедия России*. 2023;29(3):73-85. doi: 10.17816/2311-2905-9349.  
Preobrazhensky P.M., Fil A.S., Kornilov N.N., Panteleev A.N., Guatsaev M.S., Kazemirsky A.V. et al. Current State of Knee Arthroplasty in Russia: Analysis of 36,350 Cases from the Register of the Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(3): 73-85. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-9349.
- Серода А.П., Кочиш А.А., Черный А.А., Антипов А.П., Алиев А.Г., Вебер Е.В. и др. Эпидемиология эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов и перипротезной инфекции в Российской Федерации. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(3):84-93. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-84-93.  
Seroda A.P., Kochish A.A., Cherny A.A., Antipov A.P., Aliev A.G., Veber E.V., et al. Epidemiology of Hip And Knee Arthroplasty and Periprosthetic Joint Infection in Russian Federation. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021;27(3):84-93. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-84-93.
- Singh J.A. Epidemiology of knee and hip arthroplasty: a systematic review. *Open Orthop J*. 2011;5:80-85. doi: 10.2174/1874325001105010080.
- Evans J.T., Walker R.W., Evans J.P., Blom A.W., Sayers A., Whitehouse M.R. How long does a knee replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up. *Lancet*. 2019;393(10172): 655-663. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32531-5.
- Pollock M., Somerville L., Firth A., Lanting B. Outpatient Total Hip Arthroplasty, Total Knee Arthroplasty, and Unicompartmental Knee Arthroplasty: A Systematic Review of the Literature. *JBJS Rev*. 2016;4(12):e4. doi: 10.2106/JBJS.RVW.16.00002.
- Муштин Н.Е., Цед А.Н., Дулаев А.К., Леонтьева Н.В., Румянцев А.Ш. Возможности использования фракционированных и нефракционированных гепаринов после первичного эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов у пациентов, получающих программный гемодиализ. *Нефрология*. 2020;24(6): 55-64. doi: 10.36485/1561-6274-2020-24-6-55-64.  
Mushtin N.E., Tsed A.N., Dulaev A.K., Leontyeva N.V., Rummyantsev A.Sh. Comparison of using fractionated and unfractionated heparins after primary hip and knee arthroplasty in patients receiving programmed hemodialysis. *Nephrology (Saint-Petersburg)*. 2020;24(6):55-64. (In Russian). doi: 10.36485/1561-6274-2020-24-6-55-64.
- Петрова Е.Н., Полушин Ю.С., Шлык И.В., Цед А.Н. Особенности периоперационного ведения пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек при эндопротезировании тазобедренного и коленного суставов. *Альманах клинической медицины*. 2019;47(3):251-265. doi: 10.18786/2072-0505-2019-47-033.  
Petrova E.N., Polushin Yu.S., Shlyk I.V., Tsed A.N. Particulars of the perioperative management of patients with end stage renal disease during hip and knee replacement arthroplasty. *Almanac of Clinical Medicine*. 2019;47(3):251-265. (In Russian). doi: 10.18786/2072-0505-2019-47-033.
- Цед А.Н., Дулаев А.К., Муштин Н.Е., Ильющенко К.Г., Шмелев А.В. Среднесрочные результаты первичного эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(2):44-54. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-44-54.  
Tsed A.N., Dulaev A.K., Mushtin N.E., Iliushchenko K.G., Shmelev A.V. Mid-Term Outcomes of Primary Hip Replacement in Patients with End-Stage Chronic Renal Disease. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019;25(2):44-54. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-44-54
- Inoue D., Yazdi H., Goswami K., Tan T.L., Parvizi J. Comparison of Postoperative Complications and Survivorship of Total Hip and Knee Arthroplasty in Dialysis and Renal Transplantation Patients. *J Arthroplasty*. 2020;35(4):971-975. doi: 10.1016/j.arth.2019.10.038.
- Gkiatas I., Xiang W., Karasavvidis T., Windsor E.N., Sharma A.K., Sculco P.K. Total knee arthroplasty in dialysis patients: Is it safe? A systematic review of the literature. *J Orthop*. 2021;25:199-206. doi: 10.1016/j.jor.2021.05.025.
- Мурылев В.Ю., Цыгин Н.А., Шутов Е.В., Жучков А.Г., Рукин Я.А., Сорокина Г.Л. и др. Эндопротезирование крупных суставов у больных, получающих лечение программным диализом. Результаты лечения в одном центре и обзор литературы. *Нефрология и диализ*. 2019;21(2):221-233. doi: 10.28996/2618-9801-2019-2-221-233.  
Murylev V.Yu., Tsygin N.A., Shutov E.V., Zhuchkov A.G., Rukin Ya.A., Sorokina G.L. et al. Joint arthroplasty in patients treated with chronic dialysis. Results of a single center study and review. *Nephrology and Dialysis*. 2019;21(2):221-233. (In Russian). doi: 10.28996/2618-9801-2019-2-221-233.
- Stavrakis A.I., Li A.K., Uquillas C., Photopoulos C. Comparison of Total Knee Arthroplasty Outcomes Between Renal Transplant and End Stage Renal Disease Patients. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2022; 6(3):e21.00288. doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-21-00288.
- Мурылев В.Ю., Цыгин Н.А., Шутов Е.В., Жучков А.Г., Рукин Я.А. Тотальное эндопротезирование тазобедренных и коленных суставов у пациентов с хронической болезнью почек (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(2):138-145. doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-138-145.  
Murylev V.Y., Tsygin N.A., Shutov E.V., Zhuchkov A.G., Rukin Y.A. Total hip and knee arthroplasty in patients with chronic kidney disease (review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2018;24(2):138-145. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2018-24-2-138-145.
- Цед А.Н., Смирнов А.В., Дулаев А.К., Румянцев А.Ш., Ананьев А.Н. Патологические повреждения костей и суставов у больных на программном гемодиализе в Санкт-Петербурге. *Нефрология*. 2019;23(6):73-82. doi: 10.36485/1561-6274-2019-236-73-82.  
Tsed A.N., Smirnov A.V., Dulaev A.K., Rummyantsev A.S., Ananyev A.N. Pathological damage of bones and joints in patients on hemodialysis in Saint Petersburg. *Nephrology (Saint-Petersburg)*. 2019;23(6):73-82. (In Russian). doi: 10.36485/1561-6274-2019-236-73-82.
- Косинская Н.С. *Дегенеративно-дистрофические поражения костно-суставного аппарата*. Медгиз: Ленинград; 1961. с. 98.  
Kosinskaya N.S. *Degenerative-dystrophic lesions of the osteoarticular apparatus*. Medgiz: Leningrad; 1961. p. 98.

16. Engh G.A., Ammeen D.J. Classification and preoperative radiographic evaluation: knee. *Orthop Clin North Am.* 1998;29(2):205-217. doi: 10.1016/s0030-5898(05)70319-9.
17. Божкова С.А., Тихилов Р.М., Андрияшкин В.В., Ахтямов И.Ф., Белов М.В., Дианов С.В. и др. Профилактика, диагностика и лечение тромбоземболических осложнений в травматологии и ортопедии: методические рекомендации. *Травматология и ортопедия России.* 2022;28(3):136-166. doi: 10.17816/2311-2905-1993.  
Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Andriyashkin V.V., Akhtyamov I.F., Belov M.V., Dianov S.V. et al. Prevention, Diagnosis and Treatment of Thromboembolic Complications in Traumatology and Orthopedics: Methodological Guidelines. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2022;28(3):136-166. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-1993.
18. Lingard E.A., Katz J.N., Wright R.J., Wright E.A., Sledge C.B.; Kinemax Outcomes Group. Validity and responsiveness of the Knee Society Clinical Rating System in comparison with the SF-36 and WOMAC. *J Bone Joint Surg Am.* 2001; 83(12):1856-1864. doi: 10.2106/00004623-200112000-00014.
19. Behrend H., Giesinger K., Giesinger J.M., Kuster M.S. The “forgotten joint” as the ultimate goal in joint arthroplasty: validation of a new patient-reported outcome measure. *J Arthroplasty.* 2012;27(3):430-436.e1. doi: 10.1016/j.arth.2011.06.035.
20. Ewald F.C. The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(248):9-12.
21. Venishetty N., Wukich D.K., Beale J., Riley Martinez J., Toutoungy M., Mounasamy V. et al. Total knee arthroplasty in dialysis patients: a national inpatient sample-based study of perioperative complications. *Knee Surg Relat Res.* 2023;35(1):22. doi: 10.1186/s43019-023-00196-0.
22. Swedish Arthroplasty Register The Swedish arthroplasty register annual report 2021. Available from: <https://registercentrum.blob.core.windows.net/slr/r/SAR-Annual-Report-2021-SJIAFmlRI5.pdf>
23. The National Joint Registry 19-th Annual Report 2022 [Internet]. London: National Joint Registry; 2022 Oct. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK587525/>.
24. The Ninth Annual Report of the American Joint Replacement Registry on Hip and Knee Arthroplasty, 2022. Available from: <https://connect.registryapps.net/hubfs/PDFs%20and%20PPTs/2022%20AJRR%20Annual%20Report.pdf>.
25. Филь А., Тараканов В., Куляба Т., Корнилов Н. Тренды в первичной артропластике коленного сустава в Национальном медицинском исследовательском центре травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена и их сравнительный анализ с данными международных национальных регистров: схожи наш путь? *Гений ортопедии.* 2020;26(4):476-483. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-476-483.  
Fil A., Tarakanov V., Kulyaba T., Kornilov N. Primary knee joint arthroplasty trends at the Vreden National Medical Research Centre for Traumatology and Orthopedics compared with other national joint replacement registries. Is our way similar? *Genij Ortopedii.* 2020;26(4):476-483. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-476-483.
26. Li N., Tan Y., Deng Y., Chen L. Posterior cruciate-retaining versus posterior stabilized total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(3):556-564. doi: 10.1007/s00167-012-2275-0.
27. Thuysbaert G., Luyckx T., Ryckaert A., Gunst P., Noyez J., Winnock De Grave P. Reduced joint awareness after total knee arthroplasty with a cruciate retaining design. *Acta Orthop Belg.* 2020;86(3):482-488.
28. Gustke K.A., Gelbke M.K. All-polyethylene tibial component use for elderly, low-demand total knee arthroplasty patients. *J Arthroplasty.* 2017;32(8):2421-2426. doi: 10.1016/j.arth.2017.02.077.
29. Apostolopoulos V., Nachtnabl L., Mahdal M., Pazourek L., Boháč P., Janiček P. et al. Clinical outcomes and survival comparison between NexGen all-poly and its metal-backed equivalent in total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2023;47(9):2207-2213. doi: 10.1007/s00264-023-05772-3.
30. Scheumann G.F., Holch M., Nerlich M.L., Brandis A., Ostertag H., Tscherne H. Pathological fractures and lytic bone lesion of the femoral neck associated with beta 2-microglobulin amyloid deposition in long-term dialysis patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1991;110(2):93-97. doi: 10.1007/BF00393881.

#### Сведения об авторах

✉ Муштин Никита Евгеньевич — канд. мед. наук

Адрес: Россия, 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8

<https://orcid.org/0000-0002-7264-7861>

e-mail: mushtin.nikita@yandex.ru

Цед Александр Николаевич — д-р мед. наук

<https://orcid.org/0000-0001-8392-5380>

e-mail: travma1@mail.ru

Дулаев Александр Кайсинович — д-р мед. наук, профессор

<https://orcid.org/0000-0003-4079-5541>

e-mail: akdulaev@gmail.com

Шмелев Антон Владимирович

<https://orcid.org/0000-0002-1181-6545>

e-mail: schmeljew@mail.ru

#### Authors' information

✉ Nikita E. Mushtin — Cand. Sci. (Med.)

Address: 6-8, L'va Tolstogo str, St. Petersburg, 197022, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-7264-7861>

e-mail: mushtin.nikita@yandex.ru

Alexander N. Tsed — Dr. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0001-8392-5380>

e-mail: travma1@mail.ru

Alexander K. Dulaev — Dr. Sci. (Med.), Professor

<https://orcid.org/0000-0003-4079-5541>

e-mail: akdulaev@gmail.com

Anton V. Schmeljew

<https://orcid.org/0000-0002-1181-6545>

e-mail: schmeljew@mail.ru