

Обзорная статья

УДК 616.728.3-089.843-77-035

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2026-32-3-419-432>

Сравнительный анализ эффективности квадрицепс-сберегающих доступов при тотальном эндопротезировании коленного сустава

А.Д. Аль-Мамури¹, И.А. Редько^{1,2}, Б.С. Домбаанай³¹ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия² Клиническая больница № 1 (Волынская) Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия³ Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента, Москва, Россия**Автор, ответственный за переписку:** Байыр Сергеевич Домбаанай, dombaanay@mail.ru

Аннотация

Введение. Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) является ведущим методом хирургического лечения терминальных стадий гонартроза. В условиях широкого внедрения протоколов ускоренного послеоперационного восстановления выбор оптимального хирургического доступа приобретает особую значимость.

Цель работы — оценка эффективности субвастусного (СВ) и мидвастусного доступов (МВ) в сравнении с медиальным парапателлярным доступом (МП) с точки зрения конечных результатов и скорости функционального восстановления после ТЭКС.

Материалы и методы. Систематический обзор выполнен в соответствии с рекомендациями PRISMA 2020. Поиск источников, опубликованных за период 2020–2025 гг., проведен в базах PubMed, Science Direct, Google Scholar и eLibrary. В обзор включены оригинальные клинические исследования (рандомизированные контролируемые исследования, проспективные и ретроспективные когортные) первичного ТЭКС у пациентов с гонартрозом. Из 607 первично идентифицированных публикаций в итоговый анализ вошли 12 исследований.

Результаты. СВ и МВ обеспечивают достоверно более раннее восстановление активного подъема прямой ноги (на 1,3–1,8 сут), снижение интенсивности болевого синдрома по ВАШ в первые трое суток и более широкий диапазон движений в первые три–шесть недель по сравнению с МП ($p < 0,05$). Частота интраоперационного латерального релиза значимо ниже при СВ и МВ. Применение СВ сопряжено с увеличением продолжительности операции на 10–13 минут. К третьему–шестому месяцам наблюдения межгрупповые различия по шкалам KSS, WOMAC и OKS нивелируются, а при сроке наблюдения 10–15 лет группы полностью эквивалентны.

Обсуждение. Полученные данные согласуются с результатами крупных метаанализов, подтверждающих временный характер функциональных преимуществ квадрицепс-сберегающих доступов. Неоднородность данных по кровопотере и длительности госпитализации обусловлена вариативностью реабилитационных протоколов и критериев выписки.

Заключение. Выбор хирургического доступа определяет темп, но не конечный результат восстановления. СВ предпочтителен в рамках протоколов ускоренного восстановления. Индивидуализированный подход с учётом клинических особенностей пациента и хирургической подготовки остаётся наиболее обоснованной стратегией.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование коленного сустава, субвастусный доступ, мидвастусный доступ, медиальный парапателлярный доступ, систематический обзор, ускоренное послеоперационное восстановление

Для цитирования: Аль-Мамури А.Д., Редько И.А., Домбаанай Б.С. Сравнительный анализ эффективности квадрицепс-сберегающих доступов при тотальном эндопротезировании коленного сустава. *Гений ортопедии*. 2026;32(3):419-432. doi: 10.18019/1028-4427-2026-32-3-419-432.



Comparative analysis of the efficacy of quadriceps-sparing approaches in total knee arthroplasty

A.J. Al-Mamoori¹, I.A. Red'ko^{1,2}, B.S. Dombaanai³✉

¹ Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

² Clinical Hospital No. 1 (Volynskaya) of the Property Management Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

³ Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Baiyr S. Dombaanai, dombaanay@mail.ru

Abstract

Introduction Total knee arthroplasty (TKA) is the gold-standard surgical intervention for end-stage knee osteoarthritis. With the widespread adoption of Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) protocols, the selection of an optimal surgical approach has become increasingly relevant to achieving rapid functional recovery.

The **aim** of this study was to evaluate the efficacy of the subvastus (SV) and midvastus (MV) approaches compared to the medial parapatellar approach (MP) in terms of the rate and ultimate outcomes of functional recovery following TKA.

Materials and Methods This systematic review was conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines. A literature search was performed across PubMed, Science Direct, Google Scholar, and eLibrary for the period 2020–2025. Eligible studies included original clinical investigations of primary TKA in patients with knee osteoarthritis. Of 607 initially identified publications, 12 studies were included in the final analysis.

Results SV and MV were associated with significantly earlier achievement of active straight leg raise (by 1.3–1.8 days), reduced pain intensity on the VAS during the first 1–3 postoperative days, and greater ROM during the first 3–6 weeks compared with the MP approach ($p < 0.05$). The rate of intraoperative lateral release was significantly lower in the SV and MV groups. Use of the SV approach was associated with longer operative time by 10–13 minutes. By 3–6 months of follow-up, intergroup differences in KSS, WOMAC, and OKS scores were no longer significant, and at 10–15 years the groups demonstrated full functional equivalence.

Discussion These findings are consistent with the conclusions of major meta-analyses confirming the transient nature of the functional advantages associated with quadriceps-sparing approaches. Heterogeneity in outcomes related to blood loss and length of hospital stay is largely attributable to variability in rehabilitation protocols and discharge criteria across institutions.

Conclusion The choice of surgical approach determines the rate, but not the ultimate outcome, of functional recovery. The SV approach is preferable within ERAS frameworks; however, an individualised strategy accounting for patient-specific anatomy, surgical expertise, and institutional rehabilitation capacity remains the most evidence-based strategy.

Keywords: total knee arthroplasty, subvastus approach, midvastus approach, medial parapatellar approach, systematic review, fast postoperative recovery

For citation: Al-Mamoori AJ, Red'ko IA, Dombaanai BS. Comparative analysis of the efficacy of quadriceps-sparing approaches in total knee arthroplasty. *Genij Ortopedii*. 2026;32(3):419-432. doi: 10.18019/1028-4427-2026-32-3-419-432.

ВВЕДЕНИЕ

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) в настоящее время признают наиболее эффективным методом хирургического лечения терминальных стадий остеоартроза коленного сустава. Данная операция обеспечивает не только значительное улучшение качества жизни пациентов, но и демонстрирует экономическую эффективность в долгосрочной перспективе [1, 2]. Согласно современным данным, ежегодно в разных странах выполняют около 1,3–1,5 миллиона операций по замене коленного сустава, причем исследователи отмечают устойчивую тенденцию к росту этого показателя в связи с увеличением продолжительности жизни населения и повышением требований к качеству жизни в пожилом возрасте [1, 3, 4].

В условиях современной системы здравоохранения особую актуальность приобретают вопросы оптимизации хирургических технологий, направленных на сокращение сроков госпитализации, ускорение реабилитации и снижение общих затрат на лечение. Программы ускоренного восстановления после операции (*англ.*: Enhanced Recovery After Surgery, ERAS) становятся стандартом оказания медицинской помощи, что предъявляет новые требования к выбору хирургических методик при ТЭКС [5–6]. В этом контексте выбор оптимального хирургического доступа приобретает большое значение для достижения наилучших функциональных результатов в кратчайшие сроки.

Несмотря на высокую эффективность ТЭКС, выбор оптимального хирургического доступа остается предметом активных дискуссий в ортопедическом сообществе. Различные варианты хирургических доступов существенно отличаются по степени травматичности, влиянию на анатомические структуры и, что особенно важно, на скорость восстановления функциональной активности пациентов в послеоперационном периоде [7].

Классический медиальный парapatеллярный доступ (МП), впервые описанный В. Langenbeck в 1879 году, длительное время считался «золотым стандартом» при выполнении ТЭКС [8]. Однако в 1970–1980-ые годы параллельно с развитием новых концепций эндопротезирования начался активный поиск альтернативных хирургических методик, направленных на модификацию и совершенствование доступов к коленному суставу [1].

В качестве альтернативы были разработаны квадрицепс-сберегающие методики, — субвастусный доступ (СВ), впервые описанный А.А. Hofmann в 1991 г., и мидвастусный доступ (МВ), предложенный G.A. Engh в 1997 г. [8]. Их принципиальное отличие состоит в сохранении целостности сухожилия четырехглавой мышцы бедра. СВ предполагает L-образную артротомию ниже нижнего края медиальной широкой мышцы бедра без её рассечения, что обеспечивает раннее восстановление разгибательной функции и лучшее кровоснабжение надколенника [9]. МВ предусматривает тупое расщепление мышечных волокон МШМБ по ходу их направления на 2–5 см от верхне-медиального угла надколенника, что позволяет улучшить операционную экспозицию по сравнению с СВ при меньшей травматизации разгибательного механизма в сравнении со стандартным парapatеллярным доступом [10, 11].

В свете современных тенденций к быстрой реабилитации и сокращению сроков госпитализации, сравнительный анализ различных хирургических доступов при ТЭКС приобретает особую актуальность. Растущие требования пациентов к качеству медицинской помощи, необходимость снижения нагрузки на систему здравоохранения и экономические факторы диктуют потребность в методиках, обеспечивающих максимально быстрое и безопасное восстановление функции коленного сустава [12, 13].

Особое значение имеет тот факт, что даже незначительные различия в хирургической технике могут оказывать существенное влияние на скорость восстановления пациентов, выраженность болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде, сроки начала активной реабилитации и общую продолжительность лечения [6, 14]. В этой связи детальное изучение данных о преимуществах и недостатках различных хирургических доступов, накопленных в мировой литературе за последние пять лет, представляется крайне актуальным для современной ортопедической практики.

Цель работы — оценка эффективности субвастусного и мидвастусного доступов в сравнении с медиальным парapatеллярным доступом с точки зрения конечных результатов и скорости функционального восстановления после тотального эндопротезирования коленного сустава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящий систематический обзор литературы выполнен в соответствии с рекомендациями PRISMA (*англ.*: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 2020 года [15]. Протокол исследования разработан до начала поиска литературы. Одобрения локального этического комитета не требовалось.

Сформулирован исследовательский вопрос по модели PICOS: «Каковы данные оригинальных клинических исследований за последние пять лет (2020–2025 гг.) о сравнительной эффективности медиального парapatеллярного, субвастусного и мидвастусного хирургических доступов при первичном тотальном эндопротезировании коленного сустава у взрослых пациентов с гонартрозом с точки зрения функциональных исходов, периоперационных показателей и частоты осложнений?»

Поиск литературы, опубликованной в период 2020–2025 гг., проводили два независимых исследователя в базах PubMed, Science Direct, Google Scholar и eLibrary.

Строка запроса для PubMed: ("total knee arthroplasty"[MeSH] OR "total knee replacement"[MeSH]) AND ("subvastus"[tiab] OR "midvastus"[tiab] OR "parapatellar"[tiab]) AND ("randomized controlled trial"[pt] OR "prospective study"[pt] OR "cohort study"[tiab] OR "comparative study"[tiab]).

Аналогичные запросы применяли в Science Direct, Google Scholar и eLibrary (на русском языке). Дополнительно выполняли ручной поиск по спискам литературы отобранных публикаций.

При анализе литературных источников оценивали следующие показатели:

1) Функциональные исходы:

- время до первого самостоятельного подъема выпрямленной ноги (ПВН);
- амплитуда движений в коленном суставе;
- оценка по функциональным шкалам:
 - KSS (*англ.*: Knee Society Score — шкала Американского общества хирургии коленного сустава);
 - индекс WOMAC (*англ.*: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index — индекс остеоартрита университетов Западного Онтарио и МакМастера);
 - OKS (*англ.*: Oxford Knee Score — Оксфордская шкала коленного сустава);
 - KSFS (*англ.*: Knee Society Functional Score — функциональная шкала Американского общества хирургии коленного сустава);
 - HSS (*англ.*: Hospital for Special Surgery Knee Score — шкала оценки функции коленного сустава, разработанная в Госпитале специальной хирургии (Нью-Йорк)).

2) Периоперационные показатели:

- продолжительность операции;
- объем кровопотери;
- частота латерального релиза (ЛР) и интраоперационных осложнений.

3) Ранние послеоперационные результаты:

- выраженность болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ);
- продолжительность госпитализации;
- время начала активной реабилитации;
- частота ранних послеоперационных осложнений.

4) Отдаленные результаты:

- функциональное состояние через 6–12 месяцев;
- частота поздних осложнений.

Критерии отбора представлены в таблице 1.

Таблица 1

Критерии включения по модели PICOS

Компонент PICOS	Критерии
P — Популяция	Взрослые пациенты (≥ 18 лет) с верифицированным диагнозом гонартроза, которым выполняли первичное ТЭКС; минимальный размер выборки — не менее 15 пациентов в каждой группе сравнения
I — Вмешательство	ТЭКС с применением квадрицепс-сберегающих хирургических доступов: СВ (включая его модификацию мини-СВ) и/или МВ (включая мини-МВ)
C — Сравнение	ТЭКС с применением стандартного МП; допускается также прямое сравнение СВ и МВ между собой
O — Исходы	Функциональные исходы (время до первого активного ПВН, диапазон движений в коленном суставе, оценка по шкалам KSS, KSFS, WOMAC, OKS, HSS); периоперационные показатели (продолжительность операции, объем кровопотери, частота интраоперационного ЛР); ранние послеоперационные результаты (интенсивность болевого синдрома по ВАШ, длительность госпитализации, частота ранних осложнений); отдаленные результаты (функциональное состояние через 6–12 месяцев и более, удовлетворенность пациентов, частота поздних осложнений и ревизионных вмешательств)
S — Дизайн	Оригинальные клинические исследования на английском или русском языках: рандомизированные контролируемые исследования (РКИ), проспективные и ретроспективные сравнительные когортные исследования; минимальный период наблюдения — 3 месяца; период публикации — 2020–2025 гг.

Критерии исключения: метаанализы, систематические обзоры, нарративные обзоры, единичные клинические наблюдения (их не включали в основной анализ и использовали для сравнения и обсуждения результатов); ТЭКС по поводу ревматоидного артрита или других воспалительных артропатий; повторные ТЭКС, ревизионные операции; дублирование выборок из ранее включённых публикаций.

Первый этап — скрининг заголовков и абстрактов (осуществляли два независимых исследователя), второй этап — полнотекстовая оценка. Разногласия разрешали консенсусным обсуждением. Данные извлекали по унифицированной форме: авторы, год публикации, страна, дизайн исследования, выборка, оцениваемые доступы, период наблюдения и числовые значения исходов. Учитывая гетерогенность включённых исследований по дизайну и оцениваемым исходам, проведение количественного метаанализа было признано нецелесообразным и результаты синтезированы методом нарративного обзора. Блок-схема отбора публикаций представлена на рис. 1.

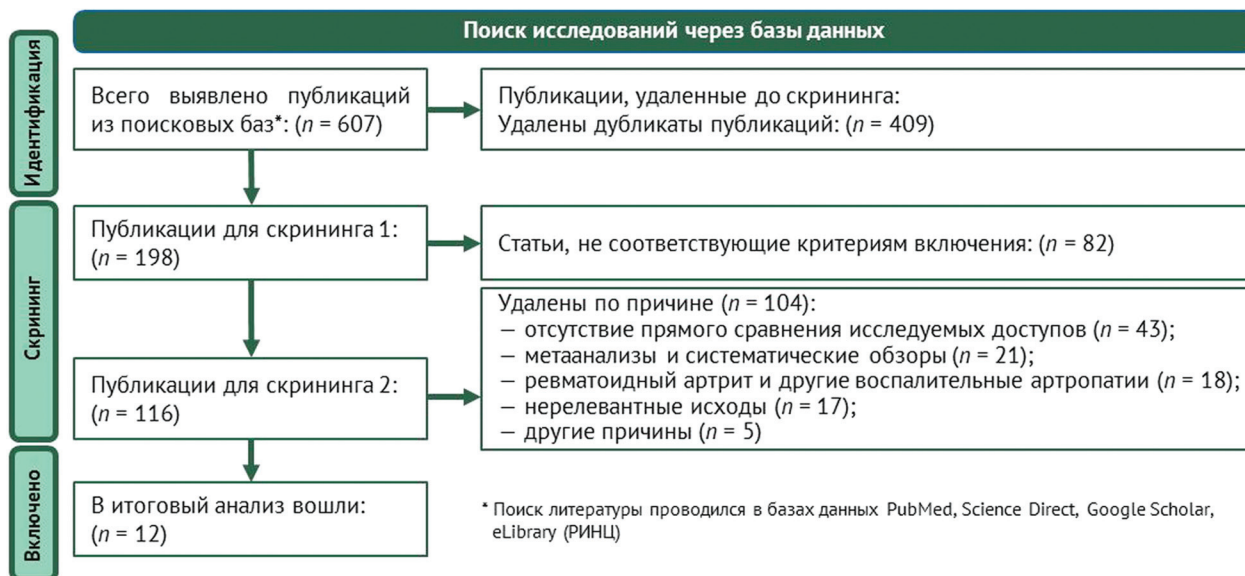


Рис. 1. Блок-схема систематического обзора литературы, проведенного по протоколу PRISMA

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты поиска

В ходе систематического поиска идентифицировано 607 публикаций. После удаления дубликатов скринингу подвергли 198 источников. На основании анализа заголовков и абстрактов исключены 82 записи как не отвечающие критериям включения. Полнотекстовую оценку прошли 116 работ, из них 104 исключены по причинам: отсутствие прямого сравнения исследуемых доступов ($n = 43$); метаанализы и систематические обзоры ($n = 21$); наличие ревматоидного артрита и других воспалительных артропатий ($n = 18$); нерелевантные исходы ($n = 17$); другие причины ($n = 5$). В окончательный анализ включены 12 оригинальных клинических исследований, опубликованных за последние пять лет. Краткая характеристика включённых в настоящий обзор исследований представлена в таблице 2.

Характеристика включённых в обзор исследований

Географическое распределение охватывает восемь стран: Индия ($n = 4$) [16–19], Китай ($n = 2$) [20–21], Саудовская Аравия ($n = 1$) [22], Сингапур ($n = 1$) [23], Иран ($n = 1$) [24], Турция ($n = 1$) [25], Египет ($n = 1$) [26] и Бразилия ($n = 1$) [27].

По дизайну среди включённых работ представлены РКИ ($n = 3$) [16, 19, 20], проспективные сравнительные или когортные исследования — ($n = 5$) [17, 22, 23, 25, 26], ретроспективные сравнительные или когортные исследования — ($n = 4$) [18, 21, 24, 27].

Совокупная выборка составила 1280 пациентов. Размер отдельных исследований варьировал от 17 [25] до 300 [19] участников.

Все включённые пациенты перенесли тотальное эндопротезирование коленного сустава по поводу го-
нартроза.

Тематическое распределение по сравниваемым хирургическим доступам: субвастусный против медиального парапателлярного — девять исследований; мидвастусный против медиального парапателлярного — три исследования. Прямых сравнений субвастусного доступа с мидвастусным среди включённых работ не представлено.

Оцениваемые исходы включали: интенсивность боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), диапазон движений в коленном суставе, время до первого активного ПВН, функциональные показатели по шкалам KSS, KSFS, KOOS, WOMAC, OKS, HSS, HFKS, длительность операции, объём интраоперационной кровопотери, длительность госпитализации, частоту ЛР и послеоперационных осложнений.

Краткая характеристика включённых в обзор исследований

Авторы, год, страна	Дизайн / выборка	Сравниваемые группы	Период наблюдения	Оцениваемые показатели	Ключевые результаты
A. Jhurani et al., 2021, Индия [16]	РКИ, $n = 186$	СВ и МП	2 года	Кровопотеря, ПВН, KSS, WOMAC, ВАШ, ЛР, амплитуда движений, ходьба, длительность госпитализации, осложнения	При СВ: — меньше кровопотеря ($p < 0,05$); — выше частота расхождения краёв раны при СВ ($p = 0,03$); Значимых различий по ПВН, ходьбе, анальгетикам, длительности госпитализации, по шкалам KSS, WOMAC, ВАШ, ЛР и объёму движений не выявлено
P. Dileep et al., 2022, Индия [17]	Проспективное сравнительное, $n = 54$	СВ и МП	12 месяцев	Амплитуда движений, KSS, ВАШ, ПВН, ЛР	При СВ: — лучше объём движений на 3-и сутки ($69,3$ vs $63,7^\circ$; $p = 0,039$), в 2 нед. и 6 нед.; — выше KSS на 3-и сутки ($p < 0,00001$); — ниже ВАШ в 1–3-и сутки; — короче время до ПВН ($1,81$ vs $2,85$ дня; $p < 0,00001$); — меньше ЛР ($p = 0,024$). С 3 мес. различий нет
B. Katragadda et al., 2023, Индия [18]	Ретроспективное когортное, $n = 200$	МВ и МП	6 месяцев	ЛР, ПВН, ВАШ, амплитуда движений, KSS	При МВ: — меньше ЛР (2% vs $8,5\%$; $p = 0,03$); — короче время до ПВН ($p < 0,05$); — лучше ВАШ; — лучше объём движений и KSS в первый мес. ($p < 0,05$). Далее и по показателям надколенника (шкала Feller) различий нет
A.J. Mathew et al., 2025, Индия [19]	РКИ, $n = 300$	СВ и МП	24 месяца	Длительность операции, ПВН, длительность госпитализации, KSS, осложнения	При СВ: — длинее время операции ($108,8$ vs $96,6$ мин; $p < 0,001$); — короче время до ПВН ($5,1$ vs $6,1$ дня; $p < 0,001$); — меньше длительность госпитализации ($5,3$ vs $6,4$ дня; $p < 0,001$). KSS улучшился в обеих группах; межгрупповых различий на всех контрольных точках (до 24 мес.) не выявлено. Осложнений нет
L. Geng et al., 2022, Китай [20]	РКИ двойное слепое, $n = 58$	мСВ и МП	30 дней	Амплитуда движений, HSS, ВАШ, ПВН, ЛР	При мСВ: — больше диапазон движений ($118,9$ vs $107,6^\circ$; $p < 0,001$) и HSS ($72,0$ vs $61,2$; $p < 0,001$) на 3-и сутки; — ниже ВАШ в 1–3-и сутки; — короче время до ПВН ($1,17$ vs $3,09$ дня; $p < 0,001$); — меньше ЛР. На 30-е сутки различий нет
W. Hu et al., 2025, Китай [21]	Ретроспективное когортное, $n = 93$	СВ и МП	12 месяцев	Кровопотеря, длина разреза, длительность операции, ВАШ, амплитуда движений, WOMAC, OKS	При СВ: — меньше кровопотеря ($p = 0,005$); — короче разрез ($p < 0,001$); — длиннее операция ($p < 0,001$); — ниже ВАШ на 3-и сутки; — лучше диапазон движений до 7-х суток; — лучше WOMAC до 1 мес., OKS до 3 мес. ($p < 0,05$). Различий в отдалённые сроки и по рентгенологическим параметрам нет

Таблица 2 (продолжение)

(продолжение) Краткая характеристика включённых в обзор исследований

Авторы, год, страна	Дизайн / выборка	Сравниваемые доступы	Период наблюдения	Оцениваемые показатели	Ключевые результаты
A.A. Aladrafi et al., 2024, Саудовская Аравия [22]	Проспективное когортное, $n = 98$	СВ и МП	12 месяцев	WOMAC, OKS, осложнения	При МП: — лучше WOMAC (15,3 vs 25,1; $p = 0,002$) и OKS (20,5 vs 27,6; $p = 0,001$) в 3 мес.; — различия сохраняются в 6 мес. ($p < 0,001$). В 12 мес. значимых различий нет. Осложнений в обеих группах нет
E.S.H. Quah et al., 2025, Сингапур [23]	Проспективное когортное, $n = 72$	МВ и МП	4–6 недель	Ходьба, ПВН, длительность госпитализации, длительность операции, осложнения	При МВ: — больше дистанция ходьбы на 1-е сутки (30 vs 18 м; $p < 0,001$); — короче время до ПВН (0 vs 1 день; $p = 0,016$). Различий по длительности госпитализации, времени операции и осложнениям нет
P. Hosseini-Monfared et al., 2024, Иран [24]	Ретроспективное когортное, $n = 60$	СВ и МП	10–15 лет	ПВН, WOMAC, KSFS, KSS, ВАШ, длительность операции, кровопотеря, длительность госпитализации, осложнения	При СВ: — короче время до ПВН (1,8 vs 3,6 дня; $p < 0,001$); — лучше WOMAC и KSFS через 1 год ($p < 0,05$). Через 10–15 лет различий по WOMAC, KSS и ВАШ нет. Длительность операции, кровопотеря, госпитализация и осложнения не различались
M.F. Güven et al., 2024, Турция [25]	Проспективное сравнительное, $n = 17$	СВ и МП	3 месяца	WOMAC, KSS, ПВН	Через 3 мес. значимых межгрупповых различий по WOMAC и KSS нет ($p < 0,05$). Тенденция к более раннему ПВН при СВ (0,8 vs 1,4 дня; $p = 0,053$). По данным УЗ-эластографии жёсткость m. vastus medialis и lateralis восстанавливалась одинаково в обеих группах.
I. Badawi et al., 2024, Египет [26]	Проспективное сравнительное, $n = 60$	СВ и МП	6 месяцев	KSS, WOMAC, ВАШ, длительность операции, кровопотеря, длительность госпитализации, осложнения	В обеих группах значимое улучшение функциональных показателей ($p < 0,001$). Значимых различий по KSS, WOMAC, ВАШ, длительности операции, кровопотере, госпитализации и осложнениям между группами не выявлено
R.R.D. Silva et al., 2025, Бразилия [27]	Ретроспективное сравнительное, $n = 82$	МВ и МП	15–60 дней	ВАШ, ходьба	При МВ: — выше сила квадрицепса на 60-й день (78,7 vs 68,3 Нм; $p = 0,006$); — тенденция к меньшему дефициту разгибания на 30-й день (–2,6 vs –4,7°; $p = 0,092$); — чаще достигался комбинированный благоприятный исход (50 % vs 26,2 %; $p = 0,026$). Различий по ВАШ, ходьбе и лестнице нет

Сравнительный анализ периоперационных показателей

Предоперационные характеристики. Во всех 12 включённых исследованиях группы сравнения были сопоставимы по основным исходным демографическим и клиническим параметрам, — возрасту, индексу массы тела и предоперационным функциональным показателям ($p > 0,05$), за единственным исключением. В исследовании M.F. Güven et al. [25] исходный балл KSS был значимо выше в группе СВ, — ($46,6 \pm 7,6$) против ($38,1 \pm 7,9$) ($p = 0,045$), хотя различий по WOMAC в той же работе не выявлено ($p = 0,352$).

Длительность операции. Данный показатель был достоверно больше в группе СВ по сравнению с МП в двух исследованиях. A.J. Mathew et al. [19] зафиксировали разницу ($108,79 \pm 7,36$) мин против ($96,64 \pm 5,30$) мин ($p < 0,001$), а W. Hu et al. [21] также подтвердили значимое увеличение времени вмешательства при СВ ($p < 0,001$). В остальных работах значимых межгрупповых различий по этому параметру не выявлено.

Интраоперационная кровопотеря. По данному показателю результаты были неоднородны. В двух исследованиях [16, 21] отмечено значимо меньший объём кровопотери в группе СВ по сравнению с МП ($p < 0,05$), тогда как в других работах [24, 26] межгрупповых различий по кровопотере не установлено ($p > 0,05$).

Частота латерального релиза. В ряде исследований доступы, не предусматривающие выворот надколенника, ассоциировались со снижением потребности в интраоперационном ЛР. P. Dileep et al. [17] зафиксировали шесть случаев ЛР при СВ против 14 при МП ($p = 0,024$). L. Geng et al. [20] также показали значимо меньшую частоту ЛР в группе СВ. В другом исследовании [18] авторы констатировали достоверно более низкую частоту ЛР при МВ по сравнению с МП (2 % против 8,5 %; $p = 0,03$). A. Jhurani et al. [16] в своем исследовании статистически значимых различий по данному показателю не выявили.

Ранние послеоперационные результаты

Болевой синдром. Большинство исследователей, которые проводили оценку боли по ВАШ в раннем послеоперационном периоде, отметили преимущество альтернативных доступов перед традиционным МП. L. Geng et al. [20] показали значимо меньшую интенсивность боли в покое и при движении на первые и третьи сутки в группе СВ. P. Dileep et al. [17] сообщили о более низких показателях ВАШ в группе СВ на первые–третьи сутки ($p < 0,05$), а W. Hu et al. [21] — на третьи сутки ($p < 0,001$), тогда как к седьмым суткам различия нивелировались. В исследованиях, сравнивавших МВ с МП, значимых различий по болевому синдрому не выявлено [18, 27]. В работах A. Jhurani et al. [16] и I. Badawi et al. [26] межгрупповых различий по ВАШ ни на одном из сроков не обнаружено.

Подъём выпрямленной ноги. Время до первого активного ПВН является косвенным маркером сохранности функции разгибательного аппарата бедра. Данный клинически значимый показатель был значимо короче при доступах без выворота надколенника в большинстве включённых работ. Так, L. Geng et al. [20] выявили разницу ($1,17 \pm 0,38$) против ($3,09 \pm 0,76$) дней в пользу СВ ($p < 0,001$), P. Hosseini-Monfared et al. [24] — ($1,8 \pm 1,3$) против ($3,6 \pm 1,5$) дней в пользу СВ ($p < 0,001$), P. Dileep et al. [17] — ($1,81 \pm 0,88$) против ($2,85 \pm 0,91$) дней в пользу СВ ($p < 0,00008$). В своем исследовании E.S.H. Quah et al. [23] показали, что медианное время до первого ПВН составило 0 дней в группе МВ против одного дня в группе МП ($p = 0,016$), а другое исследование [18] подтвердило аналогичное преимущество МВ ($p < 0,05$). M.F. Güven et al. [25] зафиксировали лишь тенденцию к более раннему восстановлению ПВН при СВ, — ($0,8 \pm 0,6$) против ($1,4 \pm 0,5$) дня; $p = 0,053$.

Диапазон движений. В раннем послеоперационном периоде преимущество альтернативных доступов по объёму движений в суставе носило временный характер. L. Geng et al. [20] продемонстрировали значимо больший диапазон движений в группе СВ на третьи сутки, — ($118,91 \pm 8,21$)° против ($107,60 \pm 7,99$)°; $p < 0,001$, но к 30-ым суткам различия исчезали. P. Dileep et al. [17] выявили преимущество СВ на третьи сутки, через две и шесть недель ($p < 0,05$), тогда как с третьего месяца различия нивелировались. W. Hu et al. [21] подтвердили значимо больший диапазон движений при СВ на третьи и седьмые сутки ($p < 0,05$), без различий в более поздние сроки. В других исследованиях [16, 26] межгрупповых различий по данному показателю не обнаружено ни на одном из сроков.

Функциональные показатели по шкалам. По шкале KSS ряд исследований зафиксировали значимое преимущество альтернативных доступов в первые дни и недели с последующим нивелированием различий [17, 20]. B. Katragadda et al. [18] констатировали более высокие показатели KSS при МВ в первый месяц ($p < 0,05$). A.J. Mathew et al. [19], M.F. Güven et al. [25] и I. Badawi et al. [26] межгрупповых различий по KSS не выявили ни в одной контрольной точке. По индексу WOMAC W. Hu et al. [21] обнаружили преимущество СВ через один месяц ($p < 0,05$), а другое исследование [22], напротив, зарегистрировали значимо лучшие показатели WOMAC и шкалы OKS в группе МП на сроках три и шесть месяцев ($p \leq 0,002$),

тогда как к 12 месяцам различия в обоих случаях нивелировались. R.R.D. Silva et al. [27] выявили значительно большую силу квадрицепса в группе MB через 60 дней, — ($78,7 \pm 13,1$) против ($68,3 \pm 12,1$); $p = 0,006$, и более высокую частоту достижения комбинированного благоприятного функционального исхода (50 % против 26,2 %; $p = 0,026$).

Длительность госпитализации. A.J. Mathew et al. [19] констатировали значительно меньшую длительность госпитализации в группе СВ, — ($5,29 \pm 0,61$) против ($6,36 \pm 0,74$) дней; $p < 0,001$. В остальных исследованиях значимых межгрупповых различий по данному показателю не выявлено [16, 18, 23, 24, 26].

Послеоперационные осложнения. Профиль осложнений в целом был сопоставим между группами. A. Jhurani et al. [16] зафиксировали значительно более высокую частоту расхождения краёв раны и замедленного заживления в группе СВ ($p = 0,03$). В исследованиях A.J. Mathew et al. [19] и A.A. Aladrai et al. [22] послеоперационных осложнений, таких как тромбоз глубоких вен, контрактура, нестабильность сустава, не зафиксировано ни в одной исследуемой группе. Прочие работы значимых межгрупповых различий по частоте осложнений не выявили.

Анализ отдалённых результатов

Данные об отдалённых результатах свидетельствуют о том, что функциональные преимущества альтернативных доступов при ТЭКС, выявляемые в раннем послеоперационном периоде, нивелируются по мере увеличения срока наблюдения. Так, наиболее длительный период наблюдения представлен в работе P. Hosseini-Monfared et al. [24], где спустя 10–15 лет после ТЭКС значимых различий между группами СВ и МП по показателям WOMAC ($(6,3 \pm 1,3)$ против ($6,2 \pm 1,2$); $p = 0,69$), KSS ($(95,0 \pm 3,2)$ против ($93,1 \pm 6,8$); $p = 0,42$) и ВАШ ($(2,5 \pm 0,3)$ против ($2,5 \pm 0,4$); $p = 0,33$) не обнаружено. При этом те же авторы отметили значимое преимущество СВ на сроке один год по показателям WOMAC (суммарный балл: $(14,5 \pm 5,5)$ против ($18,4 \pm 5,3$); $p = 0,008$) и KSFS ($(93,8 \pm 7,1)$ против ($83,7 \pm 2,3$); $p < 0,001$), что указывает на более быстрое функциональное восстановление в среднесрочной перспективе без сохранения различий в долгосрочном периоде.

A.J. Mathew et al. [19] при двухлетнем наблюдении подтвердили сопоставимость показателей KSS в группах СВ и МП на всех контрольных точках, — от пятых суток до 24 месяцев ($p > 0,05$). A.A. Aladrai et al. [22] показали, что преимущество МП по индексу WOMAC и шкале OKS, выявленное на третьем и шестом месяцах, полностью нивелировалось к 12 месяцам ($p > 0,05$). P. Dileep et al. [17] отметили отсутствие различий по диапазону движений и показателям KSS между группами СВ и МП, начиная с третьего месяца и на протяжении одного года наблюдения. L. Geng et al. [20] продемонстрировали, что преимущество СВ по диапазону движений и шкале HSS, очевидное на третьи сутки, исчезало уже к 30-ым суткам.

W. Hu et al. [21], применявшие модифицированный минимально инвазивный субвастусный доступ, констатировали отсутствие межгрупповых различий по WOMAC, OKS и рентгенологическим показателям, начиная с шестого месяца и при наблюдении в течение одного–двух лет. B. Katragadda et al. [18] показали, что преимущества MB по ВАШ, объёму движений и шкале KSS, выявленные в первый месяц, не сохранялись при последующих контрольных визитах, также показатели функции надколенника по шкале Feller и рентгенологические параметры не различались на всех сроках наблюдения. Рентгенологические результаты во всех исследованиях, где оценивали этот показатель, не продемонстрировали межгрупповых различий.

Таким образом, совокупность данных включённых исследований свидетельствует о том, что альтернативные хирургические доступы обеспечивают более раннее функциональное восстановление в первые дни и недели после ТЭКС по сравнению с традиционным медиальным парapatellarным доступом. Вместе с тем, в среднесрочной и долгосрочной перспективе клинически и статистически значимых различий по функциональным исходам между сравниваемыми группами не выявляется, что согласуется с концепцией о том, что выбор хирургического доступа определяет, прежде всего, темп восстановления, но не его конечный результат.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные в целом согласуются с результатами ранее опубликованных работ и метаанализов. Альтернативные хирургические доступы (СВ и MB) обеспечивают достоверно более быстрое функциональное восстановление в ранние сроки после ТЭКС по сравнению с традиционным медиальным парapatellarным доступом, однако данное преимущество носит временный характер и нивелируется к 6–12 месяцам наблюдения [28–32].

Раннее функциональное преимущество альтернативных доступов, выявленное в настоящем обзоре, согласуется с выводами крупнейших метаанализов в данной области. J.R. Berstock et al. [33] в систематическом обзоре и метаанализе 20 РКИ показали, что СВ обеспечивает снижение интенсивности боли по ВАШ на 0,8 балла (95 % ДИ 0,22–1,35) на первые сутки и ускорение восстановления возможности

ПВН на 1,7 дня (95 % ДИ 1,0–2,3). Эти данные согласуются с результатами нашего обзора, в котором аналогичное преимущество составило 1,3–1,9 дня [17, 20], а в исследовании P. Hosseini-Monfared et al. [24] этот показатель достигал 1,8 дня. Метаанализ B.G. Stubnya et al. [34], включивший 33 РКИ, позволил уточнить приведённые данные и установить, что СВ снижает интенсивность болевого синдрома по ВАШ на 1,98 балла в первые сутки после операции и обеспечивает прирост диапазона движений на 7–27° в ранние сроки после вмешательства. Сопоставимые результаты были получены и в нашем обзоре, где L. Geng et al. [20] выявили разницу в диапазоне движений в суставе между СВ и МП в 11,3° на третьи сутки, а P. Dileep et al. [17] отметили различие в 5,6° на протяжении первых шести недель наблюдения.

Наиболее весомый вклад в сравнительную оценку отдалённых результатов применения различных хирургических доступов при ТЭКС внес метаанализ P.A. Bouché et al. [35], объединивший 60 РКИ. Ключевой вывод этого исследования об отсутствии значимых различий между разными доступами по функциональным шкалам KSS и WOMAC спустя шесть месяцев после эндопротезирования коленного сустава полностью подтверждается результатами нашего обзора. Вместе с тем авторы отметили сохранение преимущества СВ над парапателлярным доступом по диапазону движений на шестом месяце наблюдения, разница которого составила 7,3° в пользу СВ (95 % ДИ от –14,1 до –0,1) [35], что несколько расходится с данными нашего обзора, в котором большинство включённых работ фиксировало нивелирование межгрупповых различий уже к третьему месяцу послеоперационного периода [17, 20, 21]. Данное расхождение, по всей видимости, обусловлено различиями в пороговых сроках проведения измерений в РКИ, включённых в метаанализ, а также вариабельностью применявшихся реабилитационных протоколов.

В части снижения частоты интраоперационного ЛР полученные данные согласуются с результатами ряда предшествующих исследований [33, 36, 37]. Метаанализ J.R. Berstock et al. [33] продемонстрировал достоверное снижение частоты ЛР при использовании СВ с отношением шансов 0,4 (95 % ДИ 0,2–0,7), тогда как в метаанализе X. Peng et al. [37] относительный риск для СВ составил 0,37 (95 % ДИ 0,17–0,81). В настоящем обзоре указанное преимущество подтверждено в трёх работах из четырёх, в которых сообщали о низкой ЛР при СВ по сравнению с МП [17, 18, 20]. Выявленная закономерность может быть объяснена сохранением анатомической целостности волокон *m. vastus medialis obliquus* при СВ, что обеспечивает нативный медиальный вектор тяги надколенника и снижает потребность в дополнительной хирургической балансировке пателлофemorального сочленения [38–40].

Многие исследования и метаанализы не выявляют статистически значимых различий в объёме интраоперационной кровопотери и её косвенных маркерах, включая частоту гемотрансфузий, динамику уровня гемоглобина и объём отделяемого по раневому дренажу, при сравнении СВ, МВ и традиционного МП доступов при ТЭКС [33, 37, 41, 42]. Данные, представленные в настоящем обзоре, отличаются существенной неоднородностью, поскольку в двух включённых исследованиях был зафиксирован меньший объём кровопотери при СВ по сравнению с МП [16, 21], тогда как остальные работы значимых различий не выявили. Метаанализы J.R. Berstock et al. [33] и F. Migliorini et al. [43] показали снижение кровопотери при СВ в среднем на 58–77 мл по сравнению с традиционным МП доступом, однако подобная величина различия представляется клинически малозначимой и, по всей видимости, нивелируется большей продолжительностью оперативного вмешательства при использовании альтернативных доступов, что отчасти объясняет противоречивость результатов в отдельных исследованиях. Увеличение длительности операции при СВ в среднем на 10 минут, по данным J.R. Berstock et al. [33], находит подтверждение и в нашем обзоре, где в двух исследованиях [19, 21] отмечено статистически значимое увеличение времени вмешательства на 12–13 минут при использовании СВ.

Основной механизм увеличения продолжительности операции при СВ, вероятно, обусловлен технической сложностью данного доступа, требующего тщательной мобилизации мышц квадрицепса и аккуратного обращения с мягкими тканями в сравнении с классическим разрезом [44–46]. Статистически это проявляется в виде значимого удлинения времени операции, выявляемого как в РКИ, так и в метаанализах [20, 33]. Однако следует отметить противоречивость ряда данных, поскольку в исследовании G. Gupta et al. [47] СВ оказался менее продолжительным по сравнению с МП, что авторы связывают с высоким уровнем хирургической подготовки и индивидуальными особенностями применяемой техники. Помимо этого, необходимо принимать во внимание, что СВ сопряжён со значимыми ограничениями при отборе пациентов, поскольку ожирение с индексом массы тела более 30 кг/м², выраженные деформации сустава и предшествующие артротомии существенно затрудняют его выполнение [48–50].

На сегодняшний день широкое применение гемостатических препаратов и методик управляемой артериальной гипотензии в ходе тотального эндопротезирования коленного сустава позволяет существенно снизить объём интраоперационной кровопотери, оптимизировать условия выполнения вмешательства и способствовать сокращению его общей продолжительности [51, 52].

В отношении длительности госпитализации настоящий обзор выявил лишь единичные статистически значимые различия, в частности сокращение сроков пребывания в стационаре на 1,07 суток при СВ по сравнению с МП ($p > 0,001$) [19]. При этом метаанализы демонстрируют неоднородную картину, поскольку Z. Liu et al. [53] и F. Migliorini et al. [43] отметили сокращение длительности госпитализации при СВ на 0,9–1,3 суток, тогда как J.R. Berstock et al. [33] значимых различий по этому показателю не обнаружили. Подобная неоднородность результатов может быть обусловлена существенными межцентровыми различиями в институциональных протоколах ускоренного послеоперационного восстановления и критериях выписки из стационара, которые в значительной мере нивелируют влияние хирургического доступа на продолжительность стационарного лечения [54–56].

Что касается сравнения МВ и МП доступов, настоящий обзор включил три работы, продемонстрировавшие преимущество МВ по ранним функциональным показателям [18, 23, 27], что согласуется с результатами метаанализа S.Z. Xu et al. [57], обобщившего данные 18 РКИ и установившего значимо более низкие показатели болевого синдрома по ВАШ и диапазону движений при МВ в первые одну–две недели послеоперационного периода. Вместе с тем указанный метаанализ не выявил различий между МВ и МП по объёму кровопотери и длительности госпитализации, что соответствует результатам нашего обзора. Исследование J.R. Onggo et al. [58], проводивших сравнение мини-МВ и мини-МП доступов, не обнаружило значимых различий ни по одному из анализируемых исходов, что свидетельствует о том, что потенциальные преимущества МВ могут уменьшаться при использовании стандартизированного минимально инвазивного хирургического подхода.

Среди данных долгосрочного наблюдения особого внимания заслуживает регистровое исследование A.W. Blom et al. [59], проанализировавших 875 166 случаев ТЭКС из Национального регистра суставов Великобритании. Его ключевым результатом стало снижение риска ревизионных вмешательств на 20 % при МВ в сравнении с МП (ОШ = 0,80; 95 % ДИ 0,65–0,98; $p = 0,03$), что представляет собой одно из немногих в современной литературе свидетельств возможного долгосрочного преимущества одного из альтернативных доступов. Тем не менее, регистровый дизайн исследования не позволяет в полной мере устранить влияние систематических ошибок отбора, поскольку МВ применяли лишь примерно в 3 % операций по эндопротезированию коленного сустава, а хирурги, отдававшие ему предпочтение, возможно, обладали специфическими мануальными навыками и работали с определённой категорией пациентов. Данные настоящего обзора не позволяют ни подтвердить, ни опровергнуть указанную находку вследствие отсутствия соответствующих исходов и достаточного периода наблюдения в большинстве включённых работ. Единственное исследование с периодом наблюдения 10–15 лет, включённое в наш обзор [24], свидетельствует о полной эквивалентности сравниваемых хирургических доступов по показателям WOMAC, KSS и ВАШ, что согласуется с ранее опубликованными данными.

Отдельного внимания заслуживают данные о раневых осложнениях. В настоящем обзоре, по данным A. Jhurani et al. [16], при СВ отмечена более высокая частота расхождения краёв раны ($p = 0,03$), однако это наблюдение не нашло подтверждения в ранее опубликованных исследованиях, поскольку ни один из крупных метаанализов не выявил значимых различий по частоте раневых осложнений. Вместе с тем G.S. Kazarian et al. [60] указали на повышенный риск нарушения компонентной ориентации эндопротеза при наиболее ограничивающих квадрицепс-сберегающих техниках. Результаты единственной работы, зафиксировавшей раневые осложнения, не позволяют формулировать обобщающих выводов, однако свидетельствуют о необходимости соблюдения осторожности при использовании СВ у пациентов с высоким риском нарушения заживления послеоперационной раны.

Существенным ограничением как настоящего обзора, так и преобладающей части мировой литературы остаётся отсутствие прямых сравнений СВ и МВ доступов между собой в публикациях последних пяти лет. Большинство метаанализов, применявших сетевой дизайн [35, 61], воспроизводят этот пробел, строя косвенные сравнения через общий контроль, а не на основе непосредственного сопоставления двух доступов друг с другом. Выявленные в метаанализе P.A. Bouché et al. [35] данные о преимуществе СВ над МВ по диапазону движений (+7,3°; 95 % ДИ от –14,1 до –0,1) нуждаются в подтверждении в рамках рандомизированных исследований. Помимо этого, важным методологическим ограничением большинства имеющихся работ остаются относительно небольшой размер выборок и недостаточная продолжительность периода наблюдения. В наиболее актуальном систематическом обзоре J.P. Rainey et al. [62], объединившем данные 27 РКИ за период с 2010 по 2024 гг., приведено заключение о том, что ни один из хирургических доступов, применяемых при эндопротезировании коленного сустава, не демонстрирует стабильного превосходства над остальными по диапазону движений, исходам, частоте повторных операций, что полностью согласуется с выводами нашего обзора.

Таким образом, настоящий систематический обзор расширяет доказательную базу в исследуемой области, объединяя актуальные данные авторов из различных стран за последние пять лет. Полученные результаты согласуются с практическим консенсусом, сложившимся в мировой литературе, согласно

которому СВ доступ является предпочтительным в рамках протоколов ускоренного послеоперационного восстановления (ERAS), который обеспечивает преимущества в раннем послеоперационном периоде, тогда как традиционный МП доступ демонстрирует сопоставимые, хотя и несколько менее выраженные преимущества, при меньших технических ограничениях. Вместе с тем в среднесрочной и долгосрочной перспективе выбор хирургического доступа не оказывает определяющего влияния на конечный функциональный результат. С практической точки зрения это свидетельствует о том, что индивидуализированный подход, учитывающий анатомо-клинические особенности пациента, уровень хирургической подготовки врача и институциональные возможности реабилитации, остаётся наиболее обоснованной стратегией выбора доступа при выполнении ТЭКС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый систематический обзор литературы подтверждает, что квадрицепс-сберегающие хирургические доступы, а именно субвастусный и мидвастусный, обеспечивают достоверно более быстрое функциональное восстановление в раннем послеоперационном периоде по сравнению с традиционным медиальным парапателлярным доступом. Данные преимущества выражаются в снижении интенсивности болевого синдрома в первые трое суток, более раннем восстановлении активного подъёма выпрямленной ноги, большем диапазоне движений в первые три–шесть недель и значимо меньшей частоте интраоперационного латерального релиза. Вместе с тем принципиально важным является вывод о временном характере указанных преимуществ, поскольку к третьему–шестому месяцу после операции показатели функциональных шкал (KSS, WOMAC, OKS) и диапазон движений в сравниваемых группах становятся сопоставимыми, а при наблюдении сроком до 10–15 лет — полностью эквивалентными. Таким образом, выбор хирургического доступа определяет темп, но не конечный результат восстановления. С практической точки зрения субвастусный доступ представляется предпочтительным в рамках протоколов ускоренного послеоперационного восстановления, однако его применение сопряжено с увеличением продолжительности операции на 10–13 минут и, по данным ряда исследований, с повышенным риском длительного заживления раны. Для окончательного определения роли каждого из рассматриваемых доступов в современной хирургии ТЭКС необходимо проведение крупных многоцентровых рандомизированных контролируемых исследований с длительным периодом наблюдения и стандартизированными реабилитационными протоколами и критериями выписки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении данной работы.

Соответствие принципам этики. В связи с выбранным дизайном исследования разрешения локального этического комитета не требуется.

Информация об использовании генеративного искусственного интеллекта. Авторы заявляют, что при написании и подготовке данной рукописи не использовали инструменты генеративного искусственного интеллекта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кавалерский Г.М., Лычагин А.В., Сметанин С.М. и др. Историческое развитие концепции эндопротезирования коленного сустава. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2016;(3):16–19.
2. Цзяньлу Т., Фэн Л., Вэньтао Ч. и др. Сравнение лечебного эффекта тотального эндопротезирования коленного сустава в разных возрастных группах. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2024;(6):45–50. doi: 10.17116/hirurgia202406145.
3. Kim YB, Choi HS, Kang EM, et al. Trends of Total Knee Arthroplasty According to Age Structural Changes in Korea from 2011 to 2018. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(24):13397. doi: 10.3390/ijerph182413397.
4. Stubnya BG, Schulz M, Váncsa S, et al. Global Trends in Joint Arthroplasty: A Systematic Review and Future Projections. *J Clin Med*. 2025;14(22):8214. doi: 10.3390/jcm14228214.
5. Morrell AT, Layon DR, Scott MJ, et al. Enhanced Recovery After Primary Total Hip and Knee Arthroplasty: A Systematic Review. *J Bone Joint Surg Am*. 2021;103(20):1938–1947. doi: 10.2106/JBJS.20.02169.
6. Маневский А.А., Свиридов С.В., Мелехов А.В. и др. Ускоренное восстановление при эндопротезировании коленного и тазобедренного суставов: необходимость национальных рекомендаций. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2022;19(6):86–96. doi: 10.21292/2078-5658-2022-19-6-86-96.
7. Yuan FZ, Zhang JY, Jiang D, Yu JK. Quadriceps-sparing versus traditional medial parapatellar approaches for total knee arthroplasty: a meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):117. doi: 10.1186/s12891-019-2482-7.
8. Sukeik M, Sohail MZ, Hossain FS, et al. Comparing the sub-vastus and medial parapatellar approaches in total knee arthroplasty: a meta-analysis of short-term outcomes. *Dr Sulaiman Al Habib Med J*. 2021;3:66–73. doi:10.2991/dsahmj.k.210203.001.
9. Elkabbani M, Adi M, Osman A, et al. Subvastus approach improves intraoperative patellofemoral tracking in total knee arthroplasty for varus deformities – An in vivo study. *J Musculoskelet Surg Res*. 2024;8. doi: 10.25259/JMSR_170_2024.
10. Poon KB, Chou JZX, Ow ZGW, et al. The Low Mini-Midvastus Approach for Minimally Invasive Total Knee Arthroplasty. *Arthroplast Today*. 2025;33:101686. doi: 10.1016/j.artd.2025.101686.
11. Wang Y-C, Wu S-H, Chen C-A, et al. Compare the Quadriceps Activity between Mini-Midvastus and Mini-Medial Parapatellar Approach in Total Knee Arthroplasty with Electromyography. *J Clin Med*. 2024;13(10):2736. doi: 10.3390/jcm13102736.
12. Dutta S, Ambade R, Wankhade D, Agrawal P. Rehabilitation Techniques Before and After Total Knee Arthroplasty for a Better Quality of Life. *Cureus*. 2024;16(2):e54877. doi: 10.7759/cureus.54877.
13. Thwin L, Chee BRK, Yap YM, Tan KG. Total knee arthroplasty: does ultra-early physical therapy improve functional outcomes and reduce length of stay? A retrospective cohort study. *J Orthop Surg Res*. 2024;19(1):288. doi: 10.1186/s13018-024-04776-y.

14. Chareancholvanich K, Pornrattanamaneewong C, Udompanich R, et al. A comparative study of early postoperative pain: robotic-assisted versus conventional total knee arthroplasty. *Int Orthop*. 2025;49(6):1359-1364. doi: 10.1007/s00264-025-06451-1.
15. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71.
16. Jhurani A, Agarwal P, Aswal M, et al. Subvastus Exposure Compared to Parapatellar Approach in Navigated Sequential Bilateral Total Knee Arthroplasty (SBTKA): A Prospective Randomized Study. *J Knee Surg*. 2021;34(6):635-643. doi: 10.1055/s-0039-1700496.
17. Dileep P, Padmanabhan V, Krishnaraj CP. Subvastus approach versus medial parapatellar approach in total knee arthroplasty – a prospective comparative study of functional outcome. *J Orthop Assoc South Indian States*. 2022;19(1):2-6. doi: 10.4103/joasis.joasis_5_22.
18. C Katragadda B, Kumar S, Suresh A, V K. Midvastus Versus Medial Parapatellar Approach in Simultaneous Bilateral Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2023;38(11):2301-2306. doi: 10.1016/j.arth.2023.05.043.
19. Mathew AJ, Hugh C, Philip SG, et al. Comparative study with 2 years follow up on the functional outcome of subvastus versus medial parapatellar approach in total knee arthroplasty in a tertiary care center in South India. *Int J Res Orthop*. 2025;12(1):152-156. doi: 10.18203/issn.2455-4510.IntJResOrthop20254221.
20. Geng L, Fu J, Xu C, et al. The Comparison between Mini-Subvastus Approach and Medial Parapatellar Approach in TKA: A Prospective Double-Blinded Randomized Controlled Trial. *Orthop Surg*. 2022;14(11):2878-2887. doi: 10.1111/os.13494.
21. Hu W, Nie Y, Li Y, et al. A modified minimally invasive subvastus approach shows superior early postoperative clinical outcomes compared to the medial parapatellar approach in total knee arthroplasty for osteoarthritis patients: a comparative study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2025;26(1):1117. doi: 10.1186/s12891-025-09428-8.
22. Aladrai AA, Allehaibi LZ, Fattani AA, et al. Functional Outcome of Subvastus versus Medial Parapatellar Approaches for Total Knee Replacement in Patients with Knee Osteoarthritis: A Prospective Cohort Study. *Saudi J Med Med Sci*. 2024;12(1):35-39. doi: 10.4103/sjmms.sjmms_237_23.
23. Quah ESH, Chee BRK, Thwin L, Yam MGJ. Comparing early functional outcomes between the midvastus and medial parapatellar approach for total knee arthroplasty: A prospective cohort study in an Asian population. *J Clin Orthop Trauma*. 2025;67:103033. doi: 10.1016/j.jcot.2025.103033.
24. Hosseini-Monfared P, Mirahmadi A, Amiri S, et al. Comparable long-term functional outcomes of subvastus and medial parapatellar approach in total knee arthroplasty: A 10-year follow-up study. *J Exp Orthop*. 2024;11(4):e70035. doi: 10.1002/jeo2.70035.
25. Güven MF, Özer M, Özşahin MK, et al. Comparison of early outcomes of primary total knee arthroplasties performed using subvastus and medial parapatellar approaches and evaluation of quadriceps muscle elastography. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2024;144(11):4839-4847. doi: 10.1007/s00402-024-05570-5.
26. Badawi I, Ismail A, Waly A, Khalkaf M. Prospective comparative study of medial parapatellar and medial subvastus approaches in total knee arthroplasty. *Genij Ortopedii*. 2024;30(4):511-521. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-4-511-521.
27. Silva RRD, Matos MA, Badaró DA, et al. A Comparative Study of the Medial Parapatellar and Midvastus Surgical Approaches for Total Knee Arthroplasty. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2025;60(1):s00441800945. doi: 10.1055/s-0044-1800945.
28. Liu HW, Gu WD, Xu NW, Sun JY. Surgical approaches in total knee arthroplasty: a meta-analysis comparing the midvastus and subvastus to the medial parapatellar approach. *J Arthroplasty*. 2014;29(12):2298-2304. doi: 10.1016/j.arth.2013.10.023.
29. Khan MNH, Abbas K, Faraz A, et al. Total knee replacement: A comparison of the subvastus and medial parapatellar approaches. *Ann Med Surg (Lond)*. 2021;68:102670. doi: 10.1016/j.amsu.2021.102670.
30. Аль-Мамури А.Д., Редько И.А., Домбаанай Б.С. Преимущества субвастусного доступа при первичном эндопротезировании коленного сустава. *Якутский медицинский журнал*. 2025;4(4):64-69. doi: 10.25789/УМЖ.2025.92.13.
31. Соколовский С.Е., Зыкин А.А., Рукина Н.Н., Малышев Е.Е. Минимально травматичный доступ (epivastus) для тотального эндопротезирования коленного сустава. *Современные технологии в медицине*. 2023;15(4):23-29. doi: 10.17691/stm2023.15.4.02.
32. Sinha S, Ehsan MN, Muhammed MN, et al. Comparison of functional outcome after total knee arthroplasty by medial parapatellar approach versus midvastus approach: a prospective observational study. *J Orthop Res Ther*. 2022;7:1218. doi:10.29011/2575-8241.001218.
33. Berstock JR, Murray JR, Whitehouse MR, et al. Medial subvastus versus the medial parapatellar approach for total knee replacement: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *EFORT Open Rev*. 2018;3(3):78-84. doi: 10.1302/2058-5241.3.170030.
34. Stubnya BG, Kocsis K, Váncsa S, et al. Subvastus Approach Supporting Fast-Track Total Knee Arthroplasty Over the Medial Parapatellar Approach: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *J Arthroplasty*. 2023;38(12):2750-2758. doi: 10.1016/j.arth.2023.06.004.
35. Bouché PA, Corsia S, Nizard R, Resche-Rigon M. Comparative Efficacy of the Different Surgical Approaches in Total Knee Arthroplasty: A Systematic-Review and Network Meta-Analysis. *J Arthroplasty*. 2021;36(3):1187-1194.e1. doi: 10.1016/j.arth.2020.09.052.
36. Teng Y, Du W, Jiang J, et al. Subvastus versus medial parapatellar approach in total knee arthroplasty: meta-analysis. *Orthopedics*. 2012;35(12):e1722-1731. doi: 10.3928/01477447-20121120-16.
37. Peng X, Zhang X, Cheng T, et al. Comparison of the quadriceps-sparing and subvastus approaches versus the standard parapatellar approach in total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16:327. doi: 10.1186/s12891-015-0783-z.
38. Авдеев А.И., Кузнецов И.А., Шулепов Д.А., Салихов М.Р. Хроническая нестабильность надколенника: анатомические предпосылки и подходы к хирургическому лечению. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017;24(3):73-80. doi: 10.17816/vto201724373-80.
39. Хоминец В.В., Конокотин Д.А., Рикун О.В. и др. Современные подходы к диагностике и лечению нестабильности надколенника: обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2023;29(2):130-143. doi:10.17816/2311-2905-2355.
40. Stephen J, Alva A, Lumpaopong P, et al. A cadaveric model to evaluate the effect of unloading the medial quadriceps on patellar tracking and patellofemoral joint pressure and stability. *J Exp Orthop*. 2018;5(1):34. doi: 10.1186/s40634-018-0150-8.
41. Bilekli AB, Akti S, Zeybek H, et al. The influence of the approach for blood loss and transfusion in total knee arthroplasty: medial parapatellar vs subvastus. *Med Sci*. 2023;12(1):259-263. doi: 10.5455/medscience.2022.12.263.
42. Vasilidis AV, Chatziravdeli V, Metaxiotis D, Beletsiotis A. A Prospective Randomized Comparative Study Between Midvastus and Standard Medial Parapatellar Approaches for Total Knee Replacement Regarding the Peri-Operative Factors. *Cureus*. 2022;14(10):e29889. doi: 10.7759/cureus.29889.
43. Migliorini F, Eschweiler J, Baroncini A, et al. Better outcomes after minimally invasive surgeries compared to the standard invasive medial parapatellar approach for total knee arthroplasty: a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021;29(11):3608-3620. doi: 10.1007/s00167-020-06306-9.
44. Masjudin T, Kamari Zh. A comparison between subvastus and midvastus approaches for staged bilateral total knee arthroplasty: a prospective, randomised study. *Malays Orthop J*. 2012;6(3):31-36. doi: 10.5704/MOJ.1207018.
45. Hampton M, Garneti N. Modified subvastus approach with improved exposure during total knee arthroplasty: a surgical technique. *Tech Orthop*. 2021;36(4):520-522. doi:10.1097/BTO.0000000000000496.
46. Quinn J, Jones P, Randle R. A Reliable Surgical Approach to Revision Total Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Surg*. 2022;14(2):213-219. doi: 10.4055/cios20207.

47. Gupta G, Gupta AR, Aggarwal S, Raghuraj A. A comparative study between Sub-vastus and medial parapatellar approaches in total knee arthroplasty: A prospective study. *J Clin Orthop Trauma*. 2025;70:103209. doi: 10.1016/j.jcot.2025.103209.
48. Daghistani M, Alharbi S, Almohammadi T, Sayed A. The subvastus approach for total knee arthroplasty in obese patients: a systematic review. *J Health Sci*. 2025;5(1):13-23. doi:10.52533/JOHS.2025.50102.
49. Bhattacharjee SK, Kundu Choudhury A, Priyadarshi S, et al. Functional Outcome in Obese Patients Undergoing Image-Based Cruciate Retaining Robotic-Assisted Total Knee Arthroplasty Using the Subvastus Approach: A Short-Term Study. *Cureus*. 2024;16(9):e68430. doi: 10.7759/cureus.68430.
50. Shah NA, Patil HG, Vaishnav VO, Savale A. Total knee arthroplasty using subvastus approach in stiff knee: A retrospective analysis of 110 cases. *Indian J Orthop*. 2016;50(2):166-171. doi: 10.4103/0019-5413.177582.
51. Филь А.С., Тараканов В.Н., Куляба Т.А., Корнилов Н.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: схож ли наш путь? *Гений ортопедии*. 2020;26(4):476-483. doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-4-476-483.
52. Накопия В.Б., Каземирский А.В., Преображенский П.М., Рябинин М.В. Возможности использования транексамовой кислоты при эндопротезировании коленного сустава. *Современные проблемы науки и образования*. 2019;(6):180. doi: 10.17513/spno.29485.
53. Liu Z, Yang H. Comparison of the minimally invasive and standard medial parapatellar approaches for total knee arthroplasty: systematic review and meta-analysis. *J Int Med Res*. 2011;39(5):1607-1617. doi: 10.1177/147323001103900503.
54. Ishii Y, Noguchi H, Sato J, et al. Patient-Centered Discharge and Postoperative Length of Hospital Stay in Primary Total Knee Arthroplasty. *Cureus*. 2024;16(12):e76271. doi: 10.7759/cureus.76271.
55. Oliveira FM, Costa LAV, Bastos AMPA, et al. Assessment of the Risk Factors Related to the Length of Hospital Stay and Postoperative Complications in Patients Undergoing Primary Total Knee Arthroplasty. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2022;58(3):435-442. doi: 10.1055/s-0042-1753534.
56. Hirani R, Podder D, Stala O, et al. Strategies to Reduce Hospital Length of Stay: Evidence and Challenges. *Medicina (Kaunas)*. 2025;61(5):922. doi: 10.3390/medicina61050922.
57. Xu SZ, Lin XJ, Tong X, Wang XW. Minimally invasive midvastus versus standard parapatellar approach in total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2014;9(5):e95311. doi: 10.1371/journal.pone.0095311.
58. Onggo JR, Onggo JD, Hau R. Comparable outcomes in mini-midvastus versus mini-medial parapatellar approach in total knee arthroplasty: a meta-analysis and systematic review. *ANZ J Surg*. 2020;90(5):840-845. doi: 10.1111/ans.15719.
59. Blom AW, Hunt LP, Matharu GS, et al. The effect of surgical approach in total knee replacement on outcomes. An analysis of 875,166 elective operations from the National Joint Registry for England, Wales, Northern Ireland and the Isle of Man. *Knee*. 2021;31:144-157. doi: 10.1016/j.knee.2021.04.009.
60. Kazarian GS, Lawrie CM, Barrack TN, et al. The Impact of Surgeon Volume and Training Status on Implant Alignment in Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(19):1713-1723. doi: 10.2106/JBJS.18.01205.
61. Zhao JL, Zeng LF, Pan JK, et al. Comparisons of the Efficacy and Safety of Total Knee Arthroplasty by Different Surgical Approaches: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Orthop Surg*. 2022;14(3):472-485. doi: 10.1111/os.13207.
62. Rainey JP, Radtke LE, Gililland JM, Mont MA. The Influence of Total Knee Arthroplasty Surgical Approach on Range of Motion, Patient-Reported Outcome Measures, and Reoperation Rates: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *J Arthroplasty*. 2025;S0883-5403(25)01438-X. doi: 10.1016/j.arth.2025.11.013.

Статья поступила 12.03.2026; одобрена после рецензирования 16.03.2026; принята к публикации 06.04.2026.

The article was submitted 12.03.2026; approved after reviewing 16.03.2026; accepted for publication 06.04.2026.

Информация об авторах:

Ахмед Джавад Аль-Мамури — врач-травматолог, аспирант кафедры, ahmedalmamoori30@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-4112-4290>;

Игорь Александрович Редько — доктор медицинских наук, профессор кафедры, заведующий отделением, redkoi@list.ru, <https://orcid.org/0009-0005-4463-9134>;

Байыр Сергеевич Домбаанай — кандидат медицинских наук, аналитик, dombaanay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5887-6545>.

Information about the authors:

Ahmed J. Al-Mamoori — Traumatologist, Postgraduate Student, ahmedalmamoori30@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-4112-4290>;

Igor A. Red'ko — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department, Head of the Department, redkoi@list.ru, <https://orcid.org/0009-0005-4463-9134>;

Baiyr S. Dombaana — Candidate of Medical Sciences, Analyst, dombaanay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5887-6545>.

Вклад авторов:

Аль-Мамури А.Д. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста.

Редько И.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование и утверждение окончательного варианта статьи.

Домбаанай Б.С. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование и утверждение окончательного варианта статьи.