УДК 16.718.51-009.7-089.8

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИСХОДОВ ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ ЛАТЕРАЛЬНОГО МЫЩЕЛКА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

Ягфаров Р. С. ORCID ID 0009-0001-2371-1716,
Воронкевич И. А. ORCID ID 0000-0001-8471-8797,
Кочиш А. Ю. ORCID ID 0000-0002-2466-7120,
Авдеев А. И. ORCID ID 0000-0002-1557-1899,
Стафеев Д. В. ORCID ID 0009-0001-4332-2574

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р. Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Российская Федерация, e-mail: yagfarovramilsalavatovich@mail.ru

Частота неудовлетворительных исходов лечения переломов мыщелков большеберцовой кости при стандартном переднелатеральном доступе – 54 % вследствие трудностей визуализации и репозиции импрессионной деформации в задних отделах мыщелка. Цель исследования – провести сравнительный анализ среднесрочных рентгенологических и клинических исходов оперативного лечения пациентов с посттравматическими деформациями латерального мыщелка большеберцовой кости в зависимости от передней или задней локализации импрессионной деформации при использовании традиционного переднелатерального хирургического доступа, а также оценить частоту послеоперационных осложнений. Выполнено одноцентровое ретроспективное когортное исследование 120 пациентов с посттравматическими деформациями латерального мыщелка большеберцовой кости в период с 2011 по 2021 г. На основании четырехквадрантной классификации S. M. Chang et al. (2014) пациенты разделены на две группы: группа 1 (n = 80) – деформация переднелатерального квадранта, группа 2 (n = 40) – деформация заднелатерального квадранта. Всем выполнен переднелатеральный доступ. Средний срок наблюдения составил 18,7 ± 3,7 месяца. Оценивали болевой синдром (визуально-аналоговая шкала боли), функцию по шкалам (Knee Society Score, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), остаточную импрессию (рентгенография, компьютерная томография) и частоту осложнений. В группе 2 выявлены статистически значимо худшие результаты по сравнению с группой 1: медиана боли (2,0 против 0,0 балла, p < 0,001), медиана Knee Society Score (69,5 против 90,0 балла, p < 0,001), медиана Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (37,0 против 9,5 балла, p < 0,001). Величина остаточной импрессии по компьютерной томографии в группе 2 составила 4,0 мм против 0,0 мм в группе 1 (p < 0,001). Частота осложнений в группе 2 оказалась в 5 раз выше (25,0 % против 5,0 %, p = 0,002). Стандартный переднелатеральный доступ эффективен при передней локализации импрессионной деформации, однако при заднелатеральной ассоциирован с худшими функциональными и рентгенологическими исходами и более высокой частотой осложнений.

Ключевые слова: плато большеберцовой кости, латеральный мыщелок, посттравматическая деформация, переднелатеральный доступ.

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF SURGICAL TREATMENT OUTCOMES IN PATIENTS WITH POST-TRAUMATIC DEFORMITIES OF THE LATERAL TIBIAL CONDYLE

Yagfarov R. S. ORCID ID 0009-0001-2371-1716,
Voronkevich I. A. ORCID ID 0000-0001-8471-8797,
Kochish A. Yu. ORCID ID 0000-0002-2466-7120,
Avdeev A. I. ORCID ID 0000-0002-1557-1899,
Stafeev D. V. ORCID ID 0009-0001-4332-2574

Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R. R. Vreden" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russian Federation, e-mail: yagfarovramilsalavatovich@mail.ru

The rate of unsatisfactory outcomes in the treatment of tibial condyle fractures using the standard anterolateral approach is 54%, due to difficulties in visualization and reduction of impression deformities located in

the posterior parts of the condyle. Objective – to perform a comparative analysis of mid-term radiological and clinical outcomes of surgical treatment in patients with posttraumatic deformities of the lateral tibial condyle, depending on the anterior or posterior localization of the impression deformity when using the traditional anterolateral surgical approach, as well as to assess the rate of postoperative complications. A single-center retrospective cohort study was conducted on 120 patients with posttraumatic deformities of the lateral tibial condyle treated between 2011 and 2021. Based on the four-quadrant classification by Chang S.M. et al. (2014), patients were divided into two groups: Group 1 (n = 80) deformity of the anterolateral quadrant; Group 2 (n = 40) - deformity of the posterolateral quadrant. All patients underwent an anterolateral approach. The mean follow-up period was 18.7±3.7 months. Pain (Visual Analog Scale), knee function (Knee Society Score, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), residual impression (radiography, computed tomography), and complication rate were assessed. Group 2 showed statistically significantly worse outcomes compared to Group 1: median pain score (2.0 vs. 0.0, p <0.001), median Knee Society Score (69.5 vs. 90.0, p <0.001), median Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (37.0 vs. 9.5, p <0.001). The amount of residual impression on computed tomography in Group 2 was 4.0 mm vs. 0.0 mm in Group 1 (p <0.001). The complication rate in Group 2 was five times higher (25.0% vs. 5.0%, p = 0.002). The standard anterolateral approach is effective for anterior localization of the impression deformity; however, in posterolateral localization, it is associated with worse functional and radiological outcomes and a higher complication rate.

Keywords: tibial plateau, lateral condyle, posttraumatic deformity, anterolateral approach.

Введение

Внутрисуставные переломы проксимального эпифиза – плато большеберцовой кости (ББК) относятся к тяжелым повреждениям коленного сустава. По имеющейся информации в литературных источниках их доля составляет 2–5 % в структуре травм скелета, 7–13 % среди переломов длинных костей нижней конечности и 8–10 % от всех внутрисуставных повреждений крупных суставов [1–3]. Изолированные переломы латерального мыщелка плато ББК встречаются в 55–70 % наблюдений, а медиального или обоих мыщелков ББК – в 10–30 % [4, 5]. Основной контингент при переломах латерального мыщелка ББК составляют пациенты трудоспособного возраста (30–49 лет), а наиболее частыми механизмами травмы являются: дорожно-транспортные происшествия и мотоциклетная травма [6, 7].

Ежегодное число пострадавших рассматриваемого профиля в РФ может достигать 5–15 тысяч, а лечение сопряжено с высокими экономическими затратами и длительной реабилитацией: восстановление трудоспособности занимает 130–280 дней и более [8]. Актуальность проблемы переломов мыщелков большеберцовой кости обусловлена не только их значительной распространенностью, но и высоким уровнем неудовлетворительных исходов лечения, который, по данным литературы, варьирует от 10 до 54 % [3, 9]. В исследовании Huang et al. (2012), посвященном анализу причин неудач после оперативного лечения переломов плато большеберцовой кости, среди 25 ревизионных пациентов неправильное сращение (malunion) отмечено в 72 % случаев [10]. Основные их причины: несвоевременная диагностика импрессионных деформаций, сложность анатомической локализации (особенно в задних отделах мыщелков ББК), ошибки при открытой репозиции и внутренней фиксации костных отломков [10–12].

Неправильное сращение нередко приводит к хроническому болевому синдрому, нестабильности коленного сустава и прогрессированию посттравматического остеоартроза. В связи с этим ранняя ревизионная коррекция приобретает особую значимость, особенно у пациентов молодого и активного возраста [13].

При планировании операции одним из важных факторов для хирурга, определяющих исход оперативного лечения, является локализация зоны импрессионной деформации латерального мыщелка ББК. По данным литературы, традиционный переднелатеральный доступ рассматривается как универсальный при переломах и деформациях латерального мыщелка ББК, но хорошая визуализация из данного доступа существенно различается в зависимости от локализации импрессионной деформации. Передний отдел латерального мыщелка доступен для полноценной визуализации и репозиции [14], тогда как задние и заднелатеральные отделы остаются в значительной степени «слепой зоной» [15]. Анатомические исследования (Krause et al., 2019) показали, что стандартный переднелатеральный доступ позволяет увидеть лишь 36,6 % суставной поверхности, и даже при выполнении остеотомии места прикрепления латеральной коллатеральной связки этот показатель увеличивается только до 65–80 % [16]. Это создает предпосылки для потенциально различных исходов лечения у пациентов с передней и задней локализацией зоны импрессионной деформации при использовании традиционного переднелатерального хирургического доступа.

Поэтому, на взгляд авторов, актуальной и клинически востребованной является задача выполнить сравнительный анализ клинических и рентгенологических результатов, достигаемых при использовании традиционного переднелатерального доступа, в зависимости от передней или задней локализации импрессионных деформаций, а также оценку частоты послеоперационных осложнений.

Цель исследования – провести сравнительный анализ среднесрочных рентгенологических и клинических результатов оперативного лечения пациентов с посттравматическими деформациями латерального мыщелка большеберцовой кости в зависимости от передней или задней локализации импрессионной деформации при использовании традиционного переднелатерального хирургического доступа, а также оценить частоту послеоперационных осложнений.

Материал и методы исследования

Проведено одноцентровое ретроспективное когортное исследование хирургического лечения пациентов с посттравматическими деформациями латерального мыщелка плато ББК, прооперированных в клинике ФГБУ «НМИЦ ТО им. Р. Р. Вредена» Минздрава России в период с 2011 по 2021 г. В анализ включена последовательная выборка из 120 пациентов. Источниками данных послужили: архивные медицинские карты, электронная база данных информационной системы «Medialog», а также результаты анкетирования и инструментального обследования пациентов в среднесрочном периоде наблюдения (12–24 месяца после операции).

Сбор данных осуществляли с применением комбинированного подхода. Пациентам, проживающим в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, было предложено явиться на контрольный визит в клинику. Из них 53 пациента (44,2 % от общего числа) дали согласие на личный осмотр, в рамках которого проводили клиническое тестирование функции коленного сустава, стандартную рентгенографию и спиральную компьютерную томографию (СКТ) оперированной области.

Для остальных 67 пациентов (55,8 %), не имевших возможности личной явки, использовали дистанционный метод сбора данных. Через мессенджер (MAX) им направляли стандартизированные анкеты для оценки боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) и функционального статуса по шкалам KSS (Knee Society Score) и WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index). Все материалы были представлены без идентификации личности с применением кодирования. После заполнения анкет пациенты направляли видео- и фотоматериалы, позволяющие оценить амплитуду движений в коленном суставе (съемка производилась в положении стоя и сидя, в прямой и боковой проекциях), а также предоставляли данные выполненных по месту жительства рентгенографии и СКТ.

Все первичные данные систематизировали и вносили в электронную таблицу Excel Microsoft Office (Microsoft, США) для последующего статистического анализа.

Исследование было выполнено в рамках ретроспективной части научной работы, посвященной совершенствованию хирургического лечения пациентов с посттравматическими деформациями латерального мыщелка ББК (протокол одобрен Локальным этическим комитетом, выписка из протокола № 3 от 21.11.2023).

На основании данных предоперационной спиральной компьютерной томографии (СКТ), интерпретированных согласно четырехквадрантной классификации S. M. Chang et al. (2014) [17], все изученные клинические наблюдения были разделены на две группы в зависимости от преимущественной локализации деформации (рис. 1):

– группа 1 (n = 80) – деформация преимущественно в переднем отделе латерального мыщелка проксимального эпифиза ББК (переднелатеральный квадрант);

– группа 2 (n = 40) – деформация преимущественно в заднем отделе латерального мыщелка проксимального эпифиза ББК (заднелатеральный квадрант).

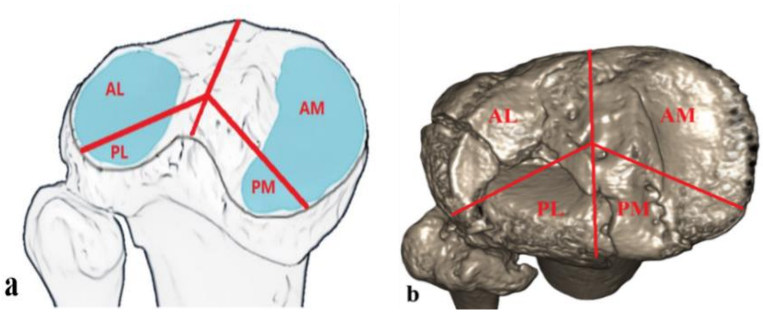

Рис. 1. Применение четырехквадрантной классификации переломов плато большеберцовой кости при планировании операции остеосинтеза у профильного пациента:
a) схема четырехквадрантной классификации переломов плато большеберцовой кости (по Chang S. M. et al., 2014). Рисунок с публикации Chang S. M., Hu S. J., Zhang Y. Q., Yao M. W., Ma Z., Wang X., Dargel J., Eysel P. A surgical protocol for bicondylar four-quadrant tibial plateau fractures. Int Orthop. 2014. Dec. Vol. 38 (12). P. 2559–2564. DOI: 10.1007/s00264-014-2487-7. Epub 2014 Aug 30. PMID: 25172362;
b) применение классификации S. M. Chang, et al., 2014 к предоперационной 3D-модели, созданной на основании спиральной компьютерной томографии (СКТ).
AL – переднелатеральный квадрант; AM – переднемедиальный квадрант;
PL – заднелатеральный квадрант; PM – заднемедиальный квадрант.
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Всем пациентам обеих групп выполняли операцию по единой стандартной методике одним хирургом: открытая репозиция, замещение костного дефекта аллогенной губчатой костью и внутренняя фиксация анатомической латеральной большеберцовой пластиной из переднелатерального хирургического доступа. Все оперативные вмешательства выполняли под комбинированной анестезией в положении пациента на спине со сгибанием коленного сустава до 30° на кремальерной шине. Использовался стандартный переднелатеральный доступ длиной 10–12 см с артротомией по линии разреза, мобилизацией латерального мениска и визуализацией зоны импрессионной деформации плато ББК. Репозицию деформированного участка суставной поверхности плато ББК осуществляли по методике «передней открытой книги»: фронтальную остеотомию выполняли широким остеотомом с формированием костной створки, которую отводили латерально; узким остеотомом производили элевацию деформации суставного фрагмента до уровня здорового хряща с временной фиксацией спицами Киршнера. Костный дефект заполняли аллогенной губчатой костной тканью. Окончательную фиксацию осуществляли анатомической латеральной большеберцовой пластиной с кортикальными и блокируемыми винтами. При наличии технической возможности одномоментно выполняли репозицию и фиксацию заднелатеральных отделов плато ББК.

Послеоперационная реабилитация была идентичной для изученных групп пациентов. В течение первых трех суток им применяли иммобилизацию задней гипсовой лонгетой в положении полного разгибания в коленном суставе, затем начинали пассивные и активные ассистированные движения без осевой нагрузки. Разгрузка конечности продолжалась три месяца, после чего под контролем реабилитолога нагрузку прогрессивно увеличивали до полной при отсутствии болевого синдрома и наличии рентгенологических признаков консолидации перелома.

Далее представлено описание методик исследования и порядка сравнения полученных результатов обследования пациентов двух ретроспективных групп.

Оценку клинико-функциональных и рентгенологических исходов проводили в среднесрочном периоде: через 12–24 месяца после операции, а средний срок наблюдения составил 18,7 ± 3,7 месяцев. Результаты заносили в индивидуальную карту наблюдения. Сравнительный анализ между группами выполняли по следующим параметрам: интенсивность болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) боли, функциональные исходы по шкалам Knee Society Score (KSS) и Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), величина остаточной импрессионной деформации суставной поверхности по данным рентгенографии и СКТ, а также частота и структура послеоперационных осложнений.

Функциональные исходы оценивали с использованием валидированных русскоязычных версий шкал KSS (отличный – 85–100 баллов, хороший – 70–84 баллов, удовлетворительный – 60–69 баллов, неудовлетворительный – менее 60 баллов), WOMAC (отличный – 0–14 баллов, хороший – 15–28 баллов, удовлетворительный – 29–38 баллов, неудовлетворительный – более 38 баллов) и ВАШ (0–10 баллов). Качество репозиции суставной поверхности и величину остаточной импрессионной деформации (в миллиметрах) определяли по данным рентгенографии в прямой и боковой проекциях, а также по данным СКТ, выполненной в среднесрочном периоде. Регистрировали все нежелательные явления и осложнения, связанные с хирургическим вмешательством.

Критерии включения пациентов в группы: возраст старше 18 лет, наличие посттравматической деформации латерального мыщелка плато ББК, оперативное лечение в объеме реконструктивной внутрисуставной остеотомии с костной пластикой и накостным остеосинтезом в клинике НМИЦ ТО им. Р. Р. Вредена в изученный период, наличие подписанного информированного добровольного согласия на участие в исследовании и обработку персональных данных.

Критерии невключения: декомпенсированные хронические соматические и аутоиммунные заболевания в стадии обострения, активный инфекционный процесс в области планируемого оперативного вмешательства, онкологические заболевания в активной фазе на момент включения в ретроспективный анализ, а также отказ пациента от участия в исследовании.

Критерии исключения: недостатки клинико-анамнестических данных в медицинской документации, препятствующие объективной оценке исходов, отказ от участия в оценке среднесрочных результатов.

Статистический анализ

Статистическую обработку полученных количественных данных проводили в программе SPSS Statistics v.27.0.1 (IBM, США). Характер распределения количественных переменных проверяли критерием Шапиро – Уилка. При нормальном распределении данные представляли в виде среднего арифметического и стандартного отклонения (M ± SD), при отличном от нормального – в виде медианы, межквартильного размаха и минимального/максимального значений (Me [Q1; Q3] (min-max)). Качественные показатели описывали абсолютными и относительными частотами (%). Межгрупповые сравнения количественных переменных выполняли с помощью U-критерия Манна – Уитни, качественных – с использованием критерия χ^2 Пирсона или точного критерия Фишера (при малых ожидаемых частотах). Различия считали статистически значимыми при $p < 0{,}05$. Графическое представление данных выполнено в GraphPad Prism 10 с использованием горизонтальных столбчатых диаграмм, линейных графиков динамики показателей и ящичных диаграмм размаха.

Результаты исследования и их обсуждение

На первом этапе статистической обработки результатов исследования была проведена оценка характера распределения количественных переменных с использованием критерия Шапиро – Уилка. Распределение анализируемых количественных показателей статистически значимо отличалось от нормального по крайней мере в одной из сравниваемых групп. Учитывая выявленное несоответствие закону нормального распределения, дальнейший статистический анализ выполнялся с применением методов непараметрической статистики.

Для оценки репрезентативности выборки и корректности последующего анализа проведено сравнение двух групп пациентов ретроспективного исследования (группа 1 – пациенты с переднелатеральной локализацией деформации, n = 80; группа 2 – пациенты с заднелатеральной локализацией деформации, n = 40) по основным клинико-демографическим показателям.

При оценке возрастных характеристик авторы выявили, что в группе 1 пациентов медиана возраста составила 41,0 года (полный возрастной диапазон: от 19 до 68 лет). В группе 2 медиана возраста равнялась 39,5 года (возрастной диапазон: от 21 до 73 лет). Сравнение возрастных распределений с использованием U-критерия Манна – Уитни не выявило статистически значимых различий между группами (p = 0,719), что свидетельствует о сопоставимости групп по возрастному составу.

При распределении пациентов по полу было установлено, что в группе 1 мужчины составили 42 чел. (52,5 %), женщины – 38 чел. (47,5 %). В группе 2 преобладание мужчин было более выраженным: 25 мужчин (62,5 %) против 15 женщин (37,5 %). При сравнении частотных распределений с помощью критерия χ^2 Пирсона различия не достигли уровня статистической значимости (p = 0,298), что позволяет считать группы сопоставимыми по половому составу.

При оценке частоты встречаемости сопутствующих заболеваний было установлено, что в группе 1 сопутствующая патология имелась у 35 из 80 пациентов (43,8 %), тогда как в группе 2 – у 12 из 40 пациентов (30,0 %). Статистический анализ с применением критерия χ^2 Пирсона не выявил значимых межгрупповых различий по данному показателю (p = 0,146), что указывает на сопоставимость групп по наличию коморбидной патологии.

Анализ распределения пациентов по механизму травмы также не выявил статистически значимых различий между двумя группами пациентов с помощью точного критерия Фишера – Фримана – Холтона, значение которого составило p = 0,078.

Данные результаты, свидетельствующие о гомогенности сформированных выборок, позволили проводить в дальнейшем сравнительный анализ клинико-функциональных исходов лечения. Результаты оценки сопоставимости двух групп пациентов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сведения о сопоставимости двух ретроспективных групп по изученным параметрам

Изученные параметры	**1 группа, n = 80**	**2 группа, n = 40**	**Значение p**	**Все пациенты, n = 120**
Возраст, лет	41,0 [33,3; 52,8] (19,0–68,0)	39,5 [33,3; 49,8] (21,0–73,0)	0,719*	40,0 [33,3; 52,0] (19,0–73,0)
Пол (%):				
Женщины	38 (47,5)	15 (37,5)	0,298**	53 (44,2)
Мужчины	42 (52,5)	25 (62,5)	0,298**	67 (55,8)
Наличие сопутствующих заболеваний	35 (43,8)	12 (30,0)	0,146**	47 (39,2)
Механизм травмы (%)				
Падение с собственного роста с вальгусной нагрузкой	60 (75,0)	24 (60,0)	0,078***	84 (70,0)
Лыжный спорт	10 (12,5)	7 (17,5)		17 (14,2)
ДТП	5 (6,3)	7 (17,5)		12 (10,0)
Кататравма (падение с высоты)	2 (2,5)	0		2 (1,7)
Мотоциклетная травма	0	2 (5,0)		2 (1,7)

Самокатная травма	2 (2,5)	0		2 (1,7)
Велосипедная травма	1 (1,3)	0		1 (0,8)

Примечание: * – критерий Манна – Уитни, ** – критерий χ^2 Пирсона, *** – точный критерий Фишера – Фримана – Холтона.

Составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Интенсивность болевого синдрома является одним из ключевых субъективных показателей. В группе 1 пациентов медиана интенсивности болевого синдрома составила 0,0 балла (диапазон от 0,0 до 4,0 баллов). В группе 2 медиана боли оказалась статистически значимо выше и составила 2,0 балла (диапазон от 0,0 до 4,0). При сравнении показателей с помощью критерия Манна – Уитни установлено, что выраженность болевого синдрома была статистически значимо выше у пациентов с задней локализацией импрессионной деформации на латеральном мыщелке плато ББК ($p < 0,001$) (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2

Распределение пациентов по интенсивности болевого синдрома (ВАШ) с указанием медианы

Показатели	Группа 1 (AL), n = 80	Группа 2 (PL), n = 40
Медиана (Me), баллы	0,0	2,0
Межквартильный размах [Q1; Q3]	[0,0; 1,0]	[1,0; 3,0]
Диапазон (min-max)	0–4	0–4
Распределение по баллам, n (%):		
0 баллов	68 (85,0 %)	5 (12,5 %)
1 балл	8 (10,0 %)	9 (22,5 %)
2 балла	2 (2,5 %)	10 (25,0 %)
3 балла	1 (1,25 %)	8 (20,0 %)
4 балла	1 (1,25 %)	8 (20,0 %)
Всего	**80 (100%)**	**40 (100 %)**

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

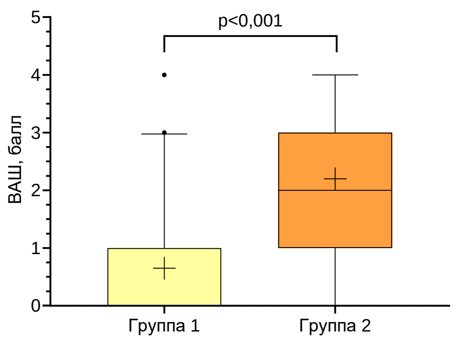

Рис. 2. Среднесрочные результаты лечения по шкале ВАШ

после операций в двух группах ретроспективного исследования.

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

В группе 1 медиана KSS составила 90,0 баллов (65,0–100,0), что соответствует хорошим и отличным результатам у большинства пациентов. В группе 2 медиана равнялась 69,5 балла (40,0–90,0). Различия оказались статистически значимыми ($p < 0,001$ по критерию Манна – Уитни), что указывает на существенно лучшие функциональные исходы лечения у пациентов группы 1 (рис. 3).

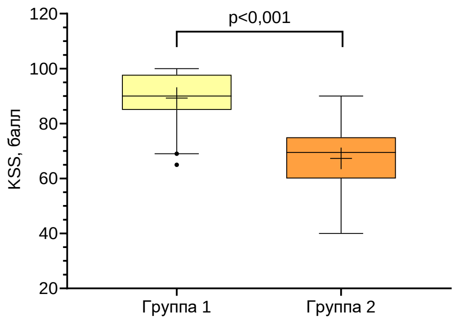

Рис. 3. Среднесрочные результаты лечения по шкале KSS после операций в двух группах ретроспективного исследования.

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

В группе 1 медиана показателя по шкале WOMAC составила 9,5 балла (0,0–40,0), что свидетельствует о минимальных жалобах и высоком качестве жизни. В группе 2 медиана достигла 37,0 балла (10,0–45,0). Выявленные различия были статистически значимыми ($p < 0,001$ по критерию Манна – Уитни), что подтвердило сравнительно лучшие функциональные исходы лечения у пациентов группы 1 по сравнению с группой 2 (рис. 4).

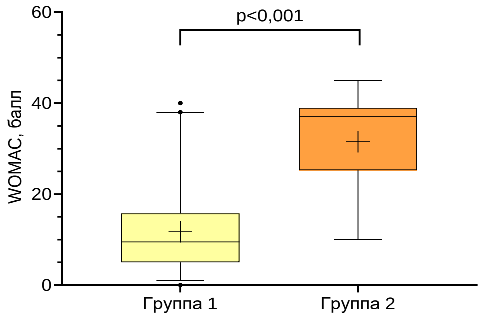

Рис. 4. Среднесрочные результаты лечения по шкале WOMAC после операций в двух группах ретроспективного исследования.

Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

В группе 1 медиана остаточной импрессионной деформации латерального мыщелка плато ББК по данным рентгенографии составила 0,0 мм (0,0–4,0), в группе 2 – 1,0 мм (0,0–6,0).

При этом выявленные различия оказались статистически значимыми ($p < 0,001$ по критерию Манна – Уитни). Это свидетельствует о практически полном восстановлении конгруэнтности суставной поверхности плато ББК у большинства пациентов группы 1 в отличие от группы 2.

По данным СКТ, наиболее точно отражающим состояние суставной поверхности плато ББК, медиана остаточной импрессионной деформации в группе 1 составила 0,0 мм (0,0–5,0), а в группе 2 – 4,0 мм (0,0–9,0); при этом различия были статистически достоверными ($p < 0,001$ по критерию Манна – Уитни).

При сравнении величин остаточной импрессионной деформации суставной поверхности плато большеберцовой кости, оцененных по данным рентгенограмм и спиральной компьютерной томографии (СКТ), было установлено, что в общей когорте из 120 пациентов значения импрессии, измеренные по СКТ, были статистически значимо больше, чем при рентгенологической оценке (критерий Уилкоксона: $p < 0,001$). Аналогичный сравнительный анализ, проведенный в каждой из двух клинических групп, показал, что указанная тенденция сохраняется. При сравнении внутри групп величина остаточной импрессионной деформации, выявленная по данным СКТ, также оказалась статистически значимо больше, чем по данным рентгенографии, в обеих группах (критерий Уилкоксона): для группы 1 – $p = 0,017$; для группы 2 – $p < 0,001$.

В группе 1 изученные послеоперационные осложнения были зарегистрированы у 4 пациентов (5,0 %), а в группе 2 – у 10 пациентов (25,0 %). Следует также отметить, что указанное различие оказалось статистически значимым (точный критерий Фишера, $p = 0,002$) (рис. 5).

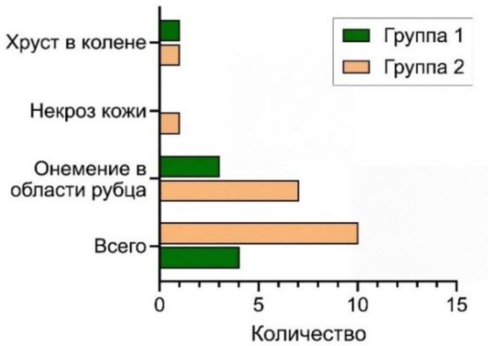

Рис. 5. Осложнения после операций в двух группах ретроспективного исследования.
Примечание: составлен авторами по результатам данного исследования

Проведенный сравнительный анализ убедительно продемонстрировал наличие статистически значимых различий между группами по всем изученным параметрам. У пациентов группы 2 были выявлены достоверно более выраженный болевой синдром ($p < 0,001$), худшие функциональные исходы по шкалам KSS и WOMAC ($p < 0,001$ для обоих показателей), большая величина остаточной импрессионной деформации по данным рентгенографии и СКТ ($p < 0{,}001$), а также более высокая частота послеоперационных осложнений ($p = 0{,}002$). Детальные результаты статистического анализа суммированы ниже в табл. 3.

Таблица 3

Среднесрочные результаты хирургического лечения пациентов двух ретроспективных групп

Изученный параметр	**1 группа, n = 80**	**2 группа, n = 40**	**Значение p**
Осложнения (%)	4 (5,0)	10 (25,0)	0,002**
Онемение в области рубца	3 (3,8)	7 (17,5)	
Краевой некроз кожи	1 (1,3)	1 (2,5)	
Хруст в коленном суставе	0	1 (2,5)	
Шкала боли (ВАШ)	0,0 [0,0; 1,0] (0,0–4,0)	2,0 [1,0; 3,0] (0,0–4,0)	< 0,001***
Шкала KSS, баллы	90,0 [85,0; 97,8] (65,0–100,0)	69,5 [60,0; 75,0] (40,0–90,0)	< 0,001***
Шкала WOMAC, баллы	9,5 [5,0; 15,8] (0,0–40,0)	37,0 [25,3; 39,0] (10,0–45,0)	< 0,001***
Рентгенограммы (импрессия), мм	0,0 [0,0; 0,0] (0,0–4,0)	1,0 [0,0; 2,0] (0,0–6,0)	< 0,001***
СКТ (импрессия), мм	0,0 [0,0; 1,0] (0,0–5,0)	4,0 [1,3; 6,0] (0,0–9,0)	< 0,001***

Примечание: ** – точный критерий Фишера, *** – критерий Манна – Уитни.

Составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования

Проведенное ретроспективное когортное исследование, включившее 120 пациентов с посттравматическими деформациями латерального мыщелка большеберцовой кости, позволило объективно оценить влияние локализации импрессионной деформации на исходы стандартного остеосинтеза из переднелатерального хирургического доступа. Полученные результаты свидетельствуют о том, что при изученном стандартном подходе к хирургическому лечению пациенты с преимущественной деформацией заднелатерального отдела (группа 2) имеют статистически значимо худшие клинико-функциональные и рентгенологические результаты по сравнению с пациентами, у которых деформация локализована в переднем отделе (группа 1).

Наиболее выраженные различия были выявлены при сравнительной оценке выраженности болевого синдрома: медиана по шкале ВАШ в группе задней локализации импрессионной деформации составила 2,0 балла против 0,0 балла в группе передней деформации ($p < 0{,}001$) латерального мыщелка ББК. Функциональные шкалы KSS и WOMAC также продемонстрировали достоверно худшие значения в группе 2: медиана показателя KSS – 69,5 балла против 90,0 баллов, а медиана показателя WOMAC – 37,0 баллов против 9,5 балла (p < 0,001 в обоих случаях). Полученные функциональные исходы в группе передней локализации импрессии были сопоставимы с данными других авторов, сообщающих о 80–90 % хороших и отличных исходов после остеосинтеза переломов плато ББК из переднелатерального доступа [18]. Напротив, показатели группы с заднелатеральной деформацией соответствуют нижней границе опубликованных результатов для сложных переломов, локализующих в заднем квадранте, где доля неудовлетворительных исходов может достигать 54 % [3, 9, 19].

Особого внимания, по мнению авторов, заслуживает анализ качества восстановления суставной поверхности плато ББК. Несмотря на то, что по данным рентгенографии медиана остаточной импрессии в группе задней деформации была относительно невелика (1,0 мм), компьютерная томография выявила значительную (p < 0,001) величину остаточной деформации – медиана 4,0 мм и достоверное различие (p < 0,001) при сравнении с группой 1.

Достоверным является также факт статистически значимого расхождения между рентгенологическим и томографическим методами оценки остаточной импрессионной деформации как в общей когорте (p < 0,001), так и внутри каждой из двух клинических групп. Эти данные согласуются с работами, демонстрирующими ограниченную чувствительность стандартной рентгенографии при визуализации задних отделов плато ББК, и подчеркивают необходимость выполнения СКТ для объективной оценки качества устранения костной импрессионной деформации [20, 21]. Известно, что наличие даже минимальной остаточной ступеньки (более 2–3 мм) по данным СКТ рассматривается многими авторами как предиктор быстрого прогрессирования посттравматического гонартроза и ухудшения функциональных исходов в отдаленном периоде [22–24].

Частота послеоперационных осложнений в группе заднелатеральной деформации плато ББК оказалась в 5 раз выше, чем в группе передней импрессии (25,0 % против 5,0 %, p = 0,002). В структуре осложнений преобладали нейропатические нарушения в виде онемения в области послеоперационного рубца (17,5 %), что, вероятно, связано с тракцией мягких тканей и ветвей кожных нервов при попытке расширенной визуализации задних отделов плато ББК из переднего доступа. Полученные данные соотносятся с результатами систематического обзора J. W. Cho et al. (2017), которые указывают на повышенный риск ятрогенных повреждений при фиксации заднелатеральных фрагментов плато ББК из неадаптированных доступов [25].

Совокупность выявленных различий позволяет утверждать, что стандартный переднелатеральный доступ, будучи высокоэффективным при лечении деформаций переднего квадранта с импрессионной деформацией в переднем отделе плато ББК, не обеспечивает адекватной визуализации и, как следствие, точной репозиции импрессионных деформированных фрагментов в заднелатеральном отделе [26]. Данное ограничение носит принципиальный характер и обусловлено анатомическими особенностями области: близостью малоберцовой кости, общего малоберцового нерва и задней возвратной большеберцовой артерии, а также ограниченным операционным пространством, не позволяющим корректно позиционировать стандартные латеральные пластины для фиксации задних отделов плато ББК [27]. Попытки визуализации заднего квадранта из переднего доступа путем избыточной мобилизации мягких тканей не только не решают проблему полноценной репозиции, но и увеличивают частоту осложнений.

Таким образом, результаты проведенного сравнительного ретроспективного анализа показали, что локализация импрессионной деформации в заднелатеральном отделе латерального мыщелка ББК статистически ассоциирована с худшими исходами при использовании стандартной методики остеосинтеза из традиционного переднелатерального доступа. Полученные данные обосновывают необходимость разработки и внедрения альтернативных хирургических доступов, обеспечивающих прямую визуализацию заднего квадранта и возможность точной (анатомичной) репозиции импрессионных деформированных фрагментов плато ББК, локализующихся в заднелатеральных его отделах.

Заключение

Проведенный сравнительный ретроспективный анализ 120 клинических случаев хирургического лечения пациентов с посттравматическими импрессионными деформациями латерального мыщелка большеберцовой кости с использованием традиционной методики накостного остеосинтеза из переднелатерального хирургического доступа продемонстрировал зависимость среднесрочных исходов лечения от локализации импрессионной деформации. Было установлено, что при преимущественной локализации деформации в заднелатеральном отделе плато ББК эта методика обеспечивает достижение сравнительно худших рентгенологических и клинических результатов, чем при аналогичных деформациях в передних отделах латерального мыщелка ББК. В частности, при передних деформациях по сравнению с задними были получены достоверно лучшие показатели выраженности болевого синдрома по шкале ВАШ, а также по шкалам функциональной оценки коленного сустава KSS и WOMAC. Кроме того, в группе с задней локализацией импрессионной деформации суставной поверхности латерального мыщелка ББК была зафиксирована большая величина остаточной деформации по данным СКТ и более высокая частота послеоперационных осложнений.

Полученные данные, по мнению авторов, свидетельствуют о недостаточной эффективности стандартного переднелатерального хирургического доступа при реконструктивных операциях по поводу импрессионных деформаций в задних отделах латерального мыщелка ББК. На взгляд авторов, это обусловлено неадекватной визуализацией, а также сложностями точной репозиции импрессионных деформированных фрагментов и замещения костных дефектов посредством костной пластики в заднелатеральном отделе плато большеберцовой кости. Выявленные ограничения традиционной хирургической техники обосновывают необходимость разработки новых оперативных доступов и приемов, обеспечивающих необходимые условия для точной репозиции суставной поверхности задних отделов латерального мыщелка ББК, качественного замещения костных дефектов после устранения деформации и стабильной фиксации с минимальным риском ятрогенных повреждений прилежащих важных анатомических структур.

Ограничения исследования. Данное исследование имеет ретроспективный одноцентровый дизайн без рандомизации, что ограничивает возможность устранения систематических ошибок и создает риск selection bias. В работе отсутствует контрольная группа пациентов, оперированных через альтернативные хирургические доступы, а также не проводилась формальная оценка межэкспертной воспроизводимости при интерпретации классификации Chang et al. и измерении остаточной импрессии. Сбор данных был смешанным (очный и дистанционный), что могло повлиять на точность оценки функциональных исходов. Средний срок наблюдения (18,7 ± 3,7 месяца) недостаточен для оценки долгосрочных исходов, в частности прогрессирования посттравматического гонартроза и отдаленной функции коленного сустава. Таким образом, полученные выводы требуют подтверждения в проспективном исследовании.

Список литературы

1. Беленький И. Г., Кочиш А. Ю., Кислицын М. А. Переломы мыщелков большеберцовой кости: современные подходы к лечению и хирургические доступы (обзор литературы) // Гений ортопедии. 2016. № 4. С. 114–122. DOI: 10.18019/1028-4427-2016-4-114-122. EDN: XEJKBH.
2. Ягфаров Р. С., Воронкевич И. А., Стафеев Д. В. Варианты хирургических доступов при оперативном лечении пациентов с переломами и посттравматическими деформациями латерального мыщелка большеберцовой кости. Обзор литературы // Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе. 2024. № 3(16). С. 170–183. DOI: 10.54866/27129632_2024_3_170. EDN: PKVYON.
3. Шаповалов В. М., Хоминец В. В., Рикун О. В., Гладков Р. В. Хирургическое лечение переломов мыщелков большеберцовой кости // Травматология и ортопедия России. 2011. № 1. С. 53–60.
4. Sanmugam K. R., Keating J. F. Epidemiology and outcomes of tibial plateau fractures involving the medial plateau: a comparative analysis of AO type B and C injuries. Bone Jt Open. 2026 Mar 9. Vol. 7 (3). P. 340–347. DOI: 10.1302/2633-1462.73.BJO-2025-0261.R1. PMID: 41795888; PMCID: PMC12967442.

5. Агаджанян В. В., Тузовский А. А. К вопросу о лечении переломов мыщелков большеберцовой кости // Политравма. 2022. № 2. С. 67–77. DOI: 10.24412/1819-1495-2022-2-67-77. EDN: VETRUG.

6. Reátiga Aguilar J., Rios X., González Edery E. et al. Epidemiological characterization of tibial plateau fractures // J Orthop Surg Res 17. 2022. Vol. 106. DOI: https://doi.org/10.1186/s13018-022-02988-8.

7. Qiu Q., Zhang Z., Lin Z., Wen X., Su S., He B. A systematic analysis assessing epidemiological characteristics and surgical outcomes of posterolateral tibial plateau fractures // Eur J Med Res. 2025. Aug 29. Vol. 30 (1). P. 823. DOI: 10.1186/s40001-025-03058-5. PMID: 40883781; PMCID: PMC12395846.

8. Егиазарян К. А., Черкасов С. Н., Аттаева Л. Ж. Анализ социально-экономических детерминант, определяющих уровень травматизма среди взрослого населения в субъектах Российской Федерации // Общественное здоровье и здравоохранение. 2017. № 1. С. 7–13.

9. Толедо К. В. Лечение внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости (обзор литературы) // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2016. № 3. С. 60–69. EDN: WKXKRR.

10. Huang P.-H., Cheng C.-Y., Chen Y.-J., Chao-Yu Chen A., Hsu K.-Y., Chan Y.-S., Chen W.-J. Reasons for Failure of Surgical Treatment in 25 Tibial Plateau Fractures Formosan // Journal of Musculoskeletal Disorders 2012. Vol. 3 (1). P. 14–18. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fjmd.2012.01.002.

11. Van Nielen D. L., Smith C. S., Helfet D. L., Kloen P. Early Revision Surgery for Tibial Plateau Non-union and Mal-union // HSS J. 2017 Feb. Vol. 13 (1). P. 81–89. DOI: 10.1007/s11420-016-9529-1. Epub 2016 Nov 8. PMID: 28167879; PMCID: PMC5264578.

12. Den Berg J. V., Reul M., Vinckier O., Derksen R. J., Nijs S., Verhofstad M., Hoekstra H. Posterior tibial plateau fracture treatment with the new WAVE posterior proximal tibia plate: feasibility and first results // Eur J Trauma Emerg Surg. 2022 Apr. Vol. 48 (2). P. 1285–1294. DOI: 10.1007/s00068-021-01639-7. Epub 2021 Mar 12. PMID: 33710401.

13. Krettek C., Hawi N., Jagodzinski M. Intrakondyläre Segmentosteotomie: Korrektur intraartikulärer Fehlstellungen nach Tibiakopffraktur [Intracondylar segment osteotomy: correction of intra-articular malalignment after fracture of the tibial plateau] // Unfallchirurg. 2013 May. Vol. 116 (5). P. 413–426. German. DOI: 10.1007/s00113-013-2377-2. PMID: 23681487.

14. Reul M., Johnscher F., Nijs S., Hoekstra H. Offene Reposition und interne Fixation lateraler Tibiaplateaufrakturen mit freien subchondralen 2,7-mm-Schrauben [Open reduction and internal fixation of lateral tibial plateau fractures with free subchondral 2.7 mm screws]. Oper Orthop Traumatol. 2017 Oct. Vol. 29 (5). P. 431–451. German. DOI: 10.1007/s00064-017-0502-z. Epub 2017 Jun 9. PMID: 28600588.

15. Alessio-Mazzola M., Placella G., Conca M., Salini V. Posterolateral tibia plateau fractures: pros and cons of different surgical approaches // EFORT Open Rev. 2025 Jun 2. Vol. 10 (6). P. 416–423. DOI: 10.1530/EOR-2025-0037. PMID: 40459152; PMCID: PMC12139710.

16. Krause M., Krüger S., Müller G., Püschel K., Frosch K. H. How can the articular surface of the tibial plateau be best exposed? A comparison of specific surgical approaches // Arch Orthop Trauma Surg. 2019 Oct. Vol. 139 (10). P. 1369–1377. DOI: 10.1007/s00402-019-03200-z. Epub 2019 May 17. PMID: 31101980.

17. Chang S. M., Hu S. J., Zhang Y. Q., Yao M. W., Ma Z., Wang X., Dargel J., Eysel P. A surgical protocol for bicondylar four-quadrant tibial plateau fractures // Int Orthop. 2014 Dec. Vol. 38 (12). P. 2559–2564. DOI: 10.1007/s00264-014-2487-7. Epub 2014 Aug 30. PMID: 25172362.

18. Lobenhoffer P. Intraartikuläre Korrekturosteotomien des Tibiakopfes bei posteromedialer und posterolateraler Fehlheilung // Oper Orthop Traumatol. 2020. Vol. 32. P. 367–384. DOI: https://doi.org/10.1007/s00064-020-00671-x.

19. Giordano V., Pires R. E., Pimenta F. S., Campos T. V. O., Andrade M. A. P., Giannoudis P. V. Posterolateral Fractures of the Tibial Plateau Revisited: A Simplified Treatment Algorithm // J Knee Surg. 2022 Jul. Vol. 35 (9). P. 959–970. DOI: 10.1055/s-0040-1721026.

20. Fleming T. A., Torrie P. A. G., Murphy T. A., Dodds A. L., Engelke D. M., Curwen C. H. M., Gosal H. S., Pegrum J. The influence of pre-operative Computed Tomography (CT) on surgical approach and fixation for fractures of the tibial plateau // J Orthop. 2023 Jul 8. Vol. 42. P. 50–53. DOI: 10.1016/j.jor.2023.07.004. PMID: 37502121; PMCID: PMC10368533.

21. Van der Linden L. R., Vaartjes T. P., Kramer C. J. S. A., Hoekstra H., Doornberg J. N., Assink N., IJpma F. F. A. What is the impact of the fracture location on patient-reported functional outcomes in patients with lateral tibial plateau fractures? // Injury. 2025 Nov. Vol. 56 (11). P. 112720. DOI: 10.1016/j.injury.2025.112720. Epub 2025 Aug 26. PMID: 40913857.

22. Frosch K. H., Krause M., Frings J., Drenck T., Akoto R., Müller G., Madert J. Posttraumatische Deformitäten am Kniegelenk: Intraartikuläre Korrekturosteotomien nach fehlverheilter Tibiakopffraktur [Posttraumatic deformities of the knee joint: Intra-articular osteotomy after malreduction of tibial head fractures] // Unfallchirurg. 2016 Oct. Vol. 119 (10). P. 859–876. German. DOI: 10.1007/s00113-016-0234-9. PMID: 27655027.

23. Madi S., Chotta S., Fadel P. A., Fares M. Y., Zeichen J. Association between articular surface depression and functional outcomes after ORIF of tibial plateau fractures: a retrospective cohort study // Eur J Trauma Emerg Surg. 2025 Dec 11. Vol. 51 (1). P. 357. DOI: 10.1007/s00068-025-03027-x. PMID: 41379207; PMCID: PMC12698747.

24. Privalov M., Euler F., Keil H., Swartman B., Beisemann N., Franke J., Grützner P. A., Vetter S. Y. Influence of reduction quality on functional outcome and quality of life in treatment of tibial

plafond fractures: a retrospective cohort study // BMC Musculoskelet Disord. 2019 Nov 13. Vol. 20 (1). P. 534. DOI: 10.1186/s12891-019-2932-2. PMID: 31722696; PMCID: PMC6854804.
25. Cho J. W., Kim J., Cho W. T., Kim J. K., Samal P., Gujjar P. H., Kent W. T., Oh J. K. Approaches and fixation of the posterolateral fracture fragment in tibial plateau fractures: a review with an emphasis on rim plating via modified anterolateral approach // Int Orthop. 2017 Sep. Vol. 41 (9). P. 1887–1897. DOI: 10.1007/s00264-017-3563-6.
26. Li J., Ali K.A., Xia C., Zhu M., Zhang W., Huang H. Anterolateral approach for posterolateral tibial plateau fractures // Acta Orthop Belg. 2023 Jun. Vol. 89 (2). P. 354–361. DOI: 10.52628/89.2.11211. PMID: 37924554.
27. Ren W., Zhang W., Jiang S., Peng J., She C., Li L., Mao Y., Zhou H., Xu W. The Study of Biomechanics and Clinical Anatomy on a Novel Plate Designed for Posterolateral Tibial Plateau Fractures via Anterolateral Approach // Front Bioeng Biotechnol. 2022 Mar 8. Vol. 10. P. 818610. DOI: 10.3389/fbioe.2022.818610.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.
Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.
Financing: The research was performed without external funding.