

ТОПОГРАФО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ИМПРЕССИОННЫХ ПЕРЕЛОМОВ И ДЕФОРМАЦИЙ ПРОКСИМАЛЬНОГО ЭПИФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

Р.С. Ягфаров¹, И.А. Воронкевич¹, Д.А. Старчик², А.Ю. Кочиш¹

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

TOPOGRAPHIC AND ANATOMICAL BASIS OF A NOVEL SURGICAL TECHNIQUE FOR THE TREATMENT OF DEPRESSION FRACTURES AND DEFORMITIES OF THE PROXIMAL TIBIAL EPIPHYSIS

R.S. Yagfarov¹, I.A. Voronkevich¹, D.A. Starchik², A.Yu. Kochish¹

¹R.R. Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Saint Petersburg, Russia

²I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russia

Для цитирования: Ягфаров Р.С., Воронкевич И.А., Старчик Д.А., Кочиш А.Ю. Топографо-анатомическое обоснование нового способа хирургического лечения импрессионных переломов и деформаций проксимального эпифиза большеберцовой кости. Саратовский научно-медицинский журнал. 2026; 22 (1): 102-110. EDN: TIQMYN. <https://doi.org/10.15275/ssmj2201102>

Аннотация. *Цель:* обосновать с топографо-анатомических позиций рациональность и безопасность нового способа хирургического лечения пациентов с импрессионными переломами и деформациями заднелатерального отдела проксимального эпифиза большеберцовой кости. *Материал и методы.* Исследование проведено на 11 нефиксированных препаратах нижних конечностей, полученных от 6 умерших в возрасте от 52 до 64 лет лиц. Эксперимент выполнен в 2 серии. В первой серии на 3 препаратах моделировали предложенную операцию с последующим препарированием для оценки риска повреждения анатомических структур. Во второй серии на 8 препаратах после операции изготавливали горизонтальные распилы с эпоксидной пластинацией по методике Д.А. Старчика и проводили морфометрию. *Результаты.* В первой серии экспериментов отработана техника предложенного способа лечения, подтверждено отсутствие риска повреждения важных сосудисто-нервных образований. Во второй серии установлены кратчайшие расстояния от винта до сосудисто-нервных структур. Подколенная вена находилась на удалении 20,1–24,8 мм, подколенная артерия – 16,2–23,2 мм, большеберцовый нерв – 17,8–24,5 мм, общий малоберцовый нерв – 13,2–24,1 мм. *Заключение.* Экспериментально отработана эффективная техника предложенного способа. Подтверждена анатомическая безопасность вмешательства: большеберцовый нерв и подколенные сосуды располагаются вне зоны риска. Выявленный риск повреждения общего малоберцового нерва при мобилизации головки малоберцовой кости минимизируется корректным выполнением методики.

Ключевые слова: проксимальный эпифиз большеберцовой кости, головка малоберцовой кости, импрессионные переломы и деформации латерального мыщелка большеберцовой кости

For citation: Yagfarov RS, Voronkevich IA, Starchik DA, Kochish AYU. Topographic and anatomical basis of a novel surgical technique for the treatment of depression fractures and deformities of the proximal tibial epiphysis. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2026; 22 (1): 102-110. (In Russ.) EDN: TIQMYN. <https://doi.org/10.15275/ssmj2201102>

Abstract. *Objective:* to provide a topographical-anatomical rationale for the safety and efficacy of a new surgical technique for treating patients with impression fractures and deformities of the posterolateral aspect of the proximal tibial epiphysis. *Material and methods.* The study was conducted on 11 non-fixed preparations of the lower extremities, obtained from 6 corpses that died at the age of 52 to 64 years. The experimental study was conducted in two series. In the first series, the proposed surgical technique was simulated on 3 cadaveric specimens, followed by dissection to assess the risk of damage to anatomical structures. In the second series, the procedure was performed on 8 specimens, after which horizontal sections were made and processed using epoxy platination according to the established method, followed by morphometric analysis. *Results.* In the first experimental series, the technique of the proposed treatment method was refined, confirming the absence of risk to major neurovascular structures. In the second series, the shortest distances from the fixation screw to the neurovascular structures were determined. The popliteal vein was located at a distance of 20.1–24.8 mm, the popliteal artery at 16.2–23.2 mm, the tibial nerve at 17.8–24.5 mm, and the common peroneal nerve at 13.2–24.1 mm. *Conclusion.* An effective technique for the proposed method was experimentally developed. The anatomical safety of the intervention was confirmed: the tibial nerve and popliteal vessels are situated outside the risk zone. The identified risk of injury to the common peroneal nerve during mobilization of the fibular head is minimized by the correct execution of the technique.

Keywords: proximal tibial epiphysis, fibular head, impression fractures and deformities of the lateral tibial plateau

Введение. Импрессионные переломы и деформации латерального мыщелка большеберцовой кости (ББК) представляют собой сложную и актуальную проблему современной травматологии и ортопедии [1–3]. Переломы, локализованные в этой области, наблюдаются в 55–70% случаев, а доля

изолированных повреждений заднелатерального отдела мыщелка составляет 8% от всех внутрисуставных переломов ББК [3–5].

Известно, что данный тип переломов чаще всего возникает при сложных высокоскоростных травмах, таких как падения при катании на горных лыжах или падения с высоты с вальгизацией коленного сустава, что часто сочетается с повреждениями его связочного аппарата [5, 6]. При этом топографо-анатомические особенности зоны рассматриваемых переломов,

Ответственный автор – Рамиль Салаватович Ягфаров
Corresponding author – Ramil S. Yagfarov
E-mail: yagfarovramilsalavatovich@mail.ru

включающие близкое расположение общего малоберцового нерва и его ветвей, подколенного сосудистого пучка, а также сложный рельеф суставных поверхностей коленного сустава, создают значительные трудности при хирургическом лечении [6].

Неудовлетворительная репозиция и фиксация костных отломков при переломах заднелатерального отдела плато ББК приводят к серьезным нежелательным последствиям: нестабильности коленного сустава, посттравматическому остеоартриту, хроническому болевому синдрому, а в итоге – к значительному снижению функции пострадавшей нижней конечности [3, 7, 8]. Известные хирургические доступы и методики остеосинтеза (использование латеральных или задних пластин с винтами, а также отдельных винтов) часто не обеспечивают надежной фиксации отломков ввиду ограниченного обзора операционного поля, рисков повреждений крупных сосудов и нервов, а также из-за недостаточной механической поддержки импрессионного суставного фрагмента [2, 7–10]. Именно поэтому поиск новых – более эффективных и безопасных способов стабильного остеосинтеза при импрессионных переломах заднелатерального отдела плато ББК, учитывающих топографо-анатомические особенности области повреждения, – сохраняет свою актуальность.

В настоящее время в профильной научной литературе подробно описаны классические и модифицированные хирургические доступы к заднелатеральному отделу плато ББК (по D.A. Carlson [11] и K.H. Frosch и соавт. [9]). Имеются также работы, посвященные анализу результатов применения для остеосинтеза различных металлоконструкций [1, 5–7, 10]. Однако вопросы, связанные с оптимизацией точек фиксации латерального мыщелка ББК с учетом индивидуальной анатомической изменчивости костей, сосудистых и нервных структур, освещены недостаточно. Отсутствует также единое мнение специалистов в отношении выбора способа фиксации костных отломков, снижающего риски повреждения этих важных анатомических структур.

В ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России разработана методика оперативного лечения пациентов с импрессионными переломами и посттравматическими деформациями в области заднелатерального отдела проксимального эпифиза ББК с использованием заднелатерального доступа и субхондральной остеотомии с отделением межберцового сустава от латерального мыщелка ББК, которая обеспечивает полноценный визуальный контроль операционного поля и костную пластику с надежной фиксацией [12, 13]. При этом костный ауто-трансплантат выступает в качестве основного опорного элемента, а малоберцовая кость (МБК) играет роль конгруэнтной поддерживающей структуры, которую фиксируют одним винтом, проводимым через головку МБК в латеральный мыщелок ББК.

Для экспериментального обоснования безопасности предложенной новой методики проведено это прикладное топографо-анатомическое исследование.

Цель – обосновать с топографо-анатомических позиций рациональность и безопасность нового способа хирургического лечения пациентов с импрессионными переломами и деформациями заднелатерального отдела проксимального эпифиза ББК.

Материал и методы. Прикладное топографо-анатомическое исследование проведено на базе кафедры морфологии человека ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России на 11 нефиксированных препаратах нижних конечностей,

полученных от 6 трупов (возраст умерших пациентов – от 52 до 64 лет).

Анатомический материал, использованный в настоящем исследовании, был получен и использован в соответствии с требованиями Федерального закона от 12.01.1996 №8-ФЗ «О погребении и похоронном деле», а также постановления Правительства Российской Федерации от 21.07.2012 №750 «Об утверждении Правил передачи невостробованного тела, органов и тканей умершего человека для использования в медицинских, научных и учебных целях, а также использования невостробованного тела, органов и тканей умершего человека в указанных целях» (выписка из протокола этического комитета ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России №3 от 21.11.2023).

Исследование включало две последовательно выполненные серии экспериментов с использованием различных методик. Критериями включения в эксперимент являлись нормостенический тип телосложения, отсутствие в анамнезе перенесенных травм или оперативных вмешательств на суставах нижней конечности.

В первой серии на 3 препаратах проведено моделирование предложенного способа костной аутопластики заднелатерального отдела латерального мыщелка ББК с отработкой деталей рациональной хирургической техники. Проекция расположения костных ориентиров, определенная пальпаторно, представлена на рис. 1. Схемы позиционирования костного ауто-трансплантата и фиксирующего винта продемонстрированы на рис. 2.

Предложенным способом оперативного лечения, на который были получены патенты Российской Федерации: на изобретение №2830403 [12] и полезную модель №220201 [13], выполняли вмешательство с латеральной поверхности коленного сустава в положении анатомического препарата медиальной поверхностью к столу. Вначале на коже препарата выполняли разметку маркером, где отмечали важные анатомические ориентиры и проекцию оперативного доступа (см. рис. 1). Далее производили кожный разрез в проекции головки МБК длиной 10–12 см, а затем выполняли послойное рассечение мягких тканей с тщательным выделением и мобилизацией общего малоберцового нерва, после чего брали его на резиновые держалки. При помощи спицы Киршнера определяли линию проксимального межберцового сустава. Далее широким тонким остеотомом выполняли субхондральную остеотомию ББК с формированием плоскости остеотомии параллельно суставной поверхности межберцового сустава с отделением костно-хрящевого фрагмента толщиной от 3 до 4 мм.

Следует отметить, что межберцовый сустав отделяли от ББК вместе с его капсульно-связочным аппаратом, что обеспечивало мобилизацию проксимального отдела МБК, который отводили в заднемедиальном направлении ретрактором Hohmann. При этом межкостная мембрана оставалась неповрежденной. Затем специальным предложенным нами ретрактором для заднего отдела ББК [13] приподнимали поврежденный латеральный мыщелок этой кости, обеспечивая достаточный обзор от заднего до переднего края предполагаемого импрессионного фрагмента латерального мыщелка ББК. Далее репозиционный остеотом проводили параллельно плоскости суставной поверхности вдавленного (импрессионного) фрагмента латерального мыщелка ББК, мобилизовали его этим остеотомом и как рычагом поднимали задний край этого фрагмента до уровня устранения деформации суставной поверхности ББК с последующей фиксацией спицей Киршнера.

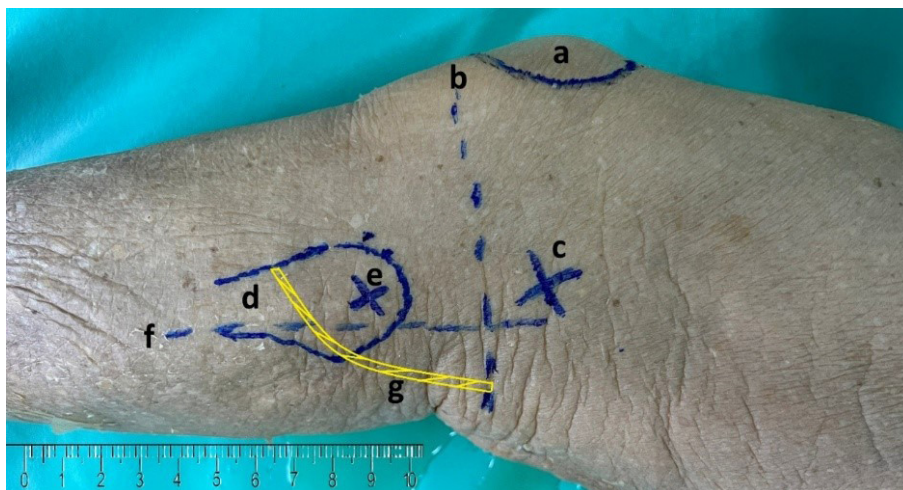


Рис. 1. Анатомические структуры на препарате левого коленного сустава, вид снаружи:
 а – надколенник; b – проекционная линия суставной поверхности большеберцовой кости; с – латеральный мыщелок бедренной кости (X); d, e – шейка и головка (X) малоберцовой кости; f – проекция кожного разреза для выполнения хирургического доступа; g – проекция на кожу общего малоберцового нерва

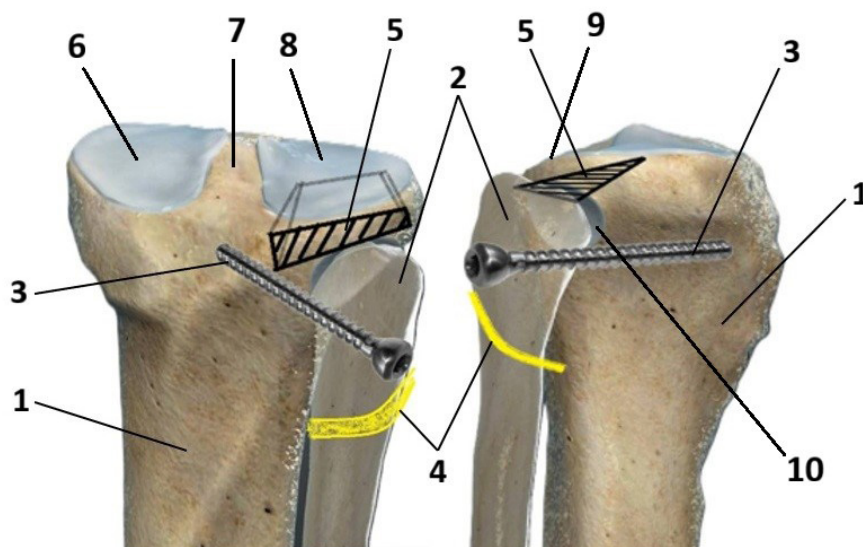


Рис. 2. Схема позиционирования костного аутотрансплантата и фиксирующего винта при выполнении предложенного способа фиксации заднелатерального отдела плато большеберцовой кости при импрессионных переломах, виды спереди (слева) и сзади (справа):

- 1 – большеберцовая кость; 2 – головка малоберцовой кости; 3 – винт, фиксирующий проксимальный межберцовый сустав;
 4 – общий малоберцовый нерв; 5 – костный аутотрансплантат из гребня подвздошной кости; 6 – медиальный мыщелок;
 7 – межмыщелковое возвышение; 8 – латеральный мыщелок; 9 – заднелатеральный отдел мыщелка большеберцовой кости; 10 – проксимальный межберцовый сустав

Далее производили измерение высоты, ширины и глубины образовавшегося костного дефекта треугольно-трапециевидной формы. В качестве костного трансплантата при выполнении анатомических экспериментов использовали губчатую кость из крыла подвздошной кости трупов, моделируя ее по размерам костного дефекта. Такой костный трансплантат помещали далее посредством импакции под отрепонируемый импрессионный костный фрагмент, а после удаляли ранее установленную спицу. Выполняли репозицию межберцового сустава, который фиксировали одним кортикальным винтом диаметром 4,5 мм через головку МБК на безопасном расстоянии от общего малоберцового нерва. Этапы выполнения представленной операции представлены на рис. 3.

После моделирования оперативного вмешательства выполняли последующее послойное препарирование мягких тканей для визуальной оценки близости расположения к области выполнения хирургической операции важных анатомических структур и риска их повреждения в ходе таких операций. При этом особое внимание уделяли точному определению пространственных топографо-анатомических взаимоотношений установленного фиксирующего винта с близко расположенными важными анатомическими структурами. В качестве таковых рассматривали подколенные артерию и вену, а также большеберцовый и общий малоберцовый нервы. Разные этапы препарирования фотографировали и документировали. Результат выполненного препарирования на препарате левой нижней конечности представлен на фотографии (рис. 4).

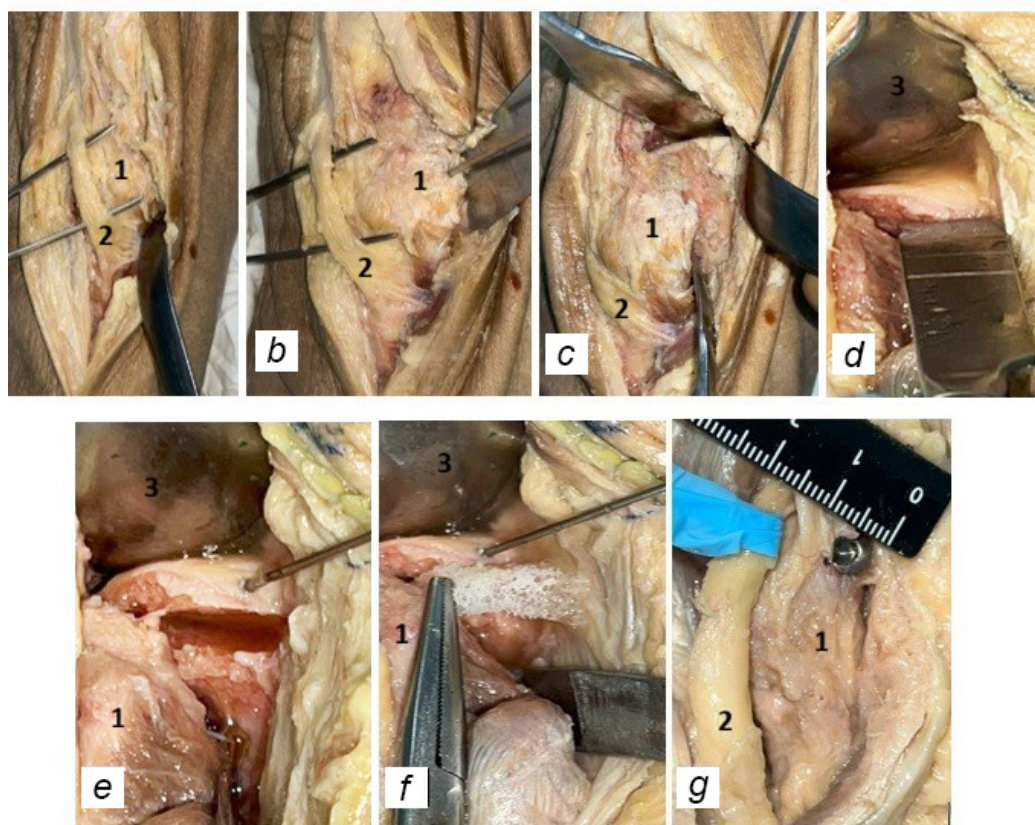


Рис. 3. Этапы выполнения предложенного способа на нефиксированном анатомическом материале: 1 – головка малоберцовой кости; 2 – общий малоберцовый нерв; 3 – ретрактор для заднего отдела мыщелка большеберцовой кости [13]; а – доступ, выделение и мобилизация общего малоберцового нерва; б – остеотомия в области проксимального межберцового сустава параллельно его суставной поверхности; с – отведение кзади ретрактором Hohmann отделенного проксимального отдела малоберцовой кости с частью костно-хрящевым фрагментом заднелатерального отдела плато большеберцовой кости; д – остеотомия и элевация импрессионного костно-хрящевым фрагмента плато большеберцовой кости; е – сформировавшийся треугольно-трапециевидный костный дефект после элевации импрессионного костно-хрящевым фрагмента; ф – пластика отмоделированным костным трансплантатом; г – фиксация проксимального отдела малоберцовой кости винтом

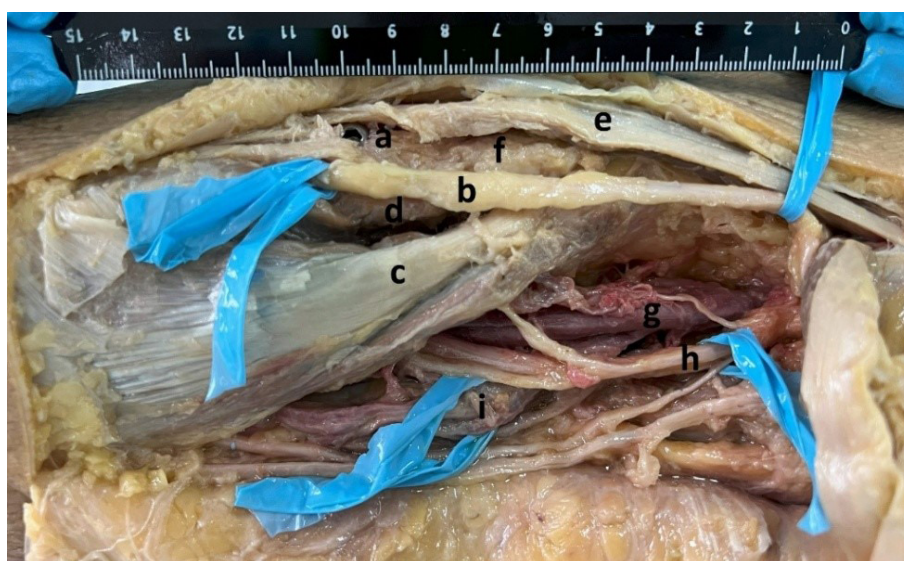


Рис. 4. Результат препарирования нефиксированного препарата левой нижней конечности после моделирования предложенного способа хирургического лечения при импрессионной деформации заднелатерального отдела плато большеберцовой кости:

а – головка малоберцовой кости, фиксированная винтом после остеотомии в области проксимального межберцового сустава; б – общий малоберцовый нерв; с – латеральная головка икроножной мышцы; д – камбаловидная мышца; е – подвздошно-большеберцовый тракт; ф – малоберцовая коллатеральная связка; г – подколенная артерия; h – большеберцовый нерв и его ветви; i – подколенная вена

Во второй серии анатомических экспериментов на 8 препаратах после выполнения разработанной операции по описанной выше методике проводили распиливание и пластинацию фрагментов нефиксированных анатомических препаратов, на которых моделировалась операция по методике Д.А. Старчика [14]. В частности, для детального анализа пространственных взаимоотношений костного трансплантата и фиксирующего винта с окружающими тканями был применен метод эпоксидной пластикации Д.А. Старчика с последующим изготовлением прозрачных гистотопограмм [14–17].

После моделирования хирургического вмешательства биологический объект подвергали быстрой криофиксации в парах жидкого азота. Затем с помощью ленточной пилы с алмазным покрытием область коленного сустава была сегментирована на 3 анатомических блока, соответствующих вершухе (*apex*), телу (*caput*) и шейке (*collum*) головки МБК. Полученные блоки последовательно проходили этапы дегидратации и обезжиривания в ацетоне, форсированной вакуумной импрегнации эпоксидным составом (ЭД-20:YD-128=5:1) при постепенном снижении давления от 300 до 3 мм рт. ст. в течение 20–24 ч и последующим отверждением смолы (3 сут при комнатной температуре с последующей выдержкой в термостате при 45–48°C на протяжении 12–14 сут).

Далее пластинированные блоки подвергали серийной поперечной макротомии на ленточной пиле с алмазным покрытием с получением 8–10 топографических распилов (гистотопограмм) толщиной 3–4 мм, инклюзивовавших металлический имплантат (фиксирующий винт). Срезы промывали, подвергали повторной импрегнации и отверждению в плоских полиметилакрилатных камерах для стабилизации. Изготовленные гистотопограммы оцифровывали на планшетном сканере высокого разрешения и проводили измерения в программе Adobe Photoshop CC 2018 с точностью до 0,1 мм [14, 15].

Проведенное в дальнейшем мезоскопическое исследование (при увеличении до 20 раз) в проходящем свете обеспечило высокодетальную визуализацию и дифференциацию всех интересовавших нас анатомических структур, включая сосудистые сети и нервные стволы малого калибра, что превосходило разрешающую способность классических методов анатомического препарирования. Помимо этого, на приготовленных препаратах был выполнен прицельный анализ пространственных соотношений с измерениями кратчайших расстояний между установленным фиксирующим винтом и изучавшимися важными анатомическими структурами: подколенной артерией и веной, большеберцовым и общим малоберцовым нервами.

Результаты измерений были подвергнуты статистической обработке с определением средних значений (*M*) и их ошибки (*m*) и внесены в соответствующую итоговую таблицу.

Результаты. По результатам проведенного прикладного топографо-анатомического исследования в первой серии экспериментов на 3 анатомических препаратах удалось отработать рациональную технику предложенной операции, исключаящую при правильном ее использовании реальные риски повреждения важнейших анатомических структур в области вмешательства: подколенной артерии и вены, а также большеберцового и общего малоберцового нервов. Установлено, что при корректном выполнении предложенного способа отсутствует риск прямого

контакта и, соответственно, ятрогенного повреждения указанных анатомических образований. Проведенное послойное препарирование показало, что фиксирующий винт, обеспечивающий стабильность остеотомированного костно-хрящевого фрагмента, включающего межберцовый сустав, после его репозиции располагался внутри латерального мыщелка ББК и не выходил за его пределы, что гарантировало сохранность прилежащих крупных сосудистых и нервных структур, а также сухожильно-связочного комплекса коленного сустава.

В ходе второй серии анатомических экспериментов, проведенной на 8 нефиксированных препаратах нижней конечности, определены кратчайшие расстояния от элементов фиксирующего винта до крупных кровеносных сосудов и нервов на пластинированных распилах на 3 уровнях области коленного сустава: на уровне вершухи, средней части головки, а также на уровне шейки МБК. В частности, на пластинированных горизонтальных распилах на уровне вершухи головки МБК оценивали расположение проксимальной части винта по отношению к проходящим здесь подколенной артерии, подколенной вене, большеберцовому и общему малоберцовому нервам. На представленной фотографии одного из таких распилов (рис. 5) видно, что все указанные образования располагаются на достаточных расстояниях от фиксирующего винта. Дальнейшие измерения на изготовленных гистотопограммах, результаты которых представлены в таблице, показали, что подколенная вена располагается в среднем на удалении $24,8 \pm 3,3$ мм, подколенная артерия – на среднем расстоянии $22,5 \pm 3,7$ мм, общий малоберцовый нерв – на среднем расстоянии $13,2 \pm 2,7$ мм, а большеберцовый

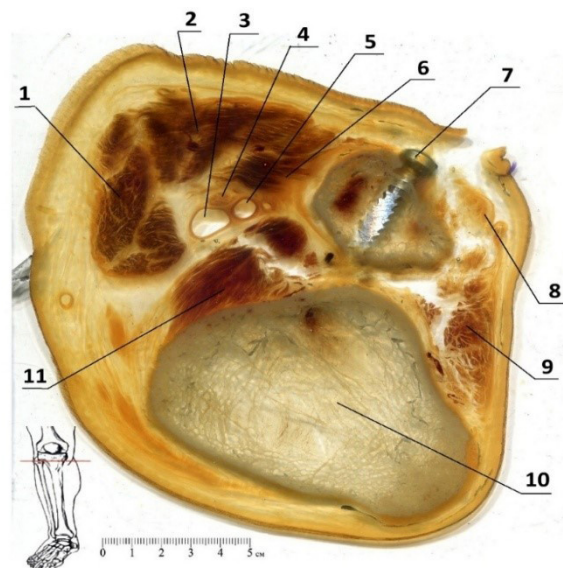


Рис. 5. Пластинированный горизонтальный распил левого коленного сустава на уровне вершухи головки малоберцовой кости после экспериментального выполнения предложенной операции:

1 – медиальная головка икроножной мышцы; 2 – латеральная головка икроножной мышцы; 3 – подколенная вена; 4 – большеберцовый нерв; 5 – подколенная артерия; 6 – камбаловидная мышца; 7 – проксимальная часть винта (точка измерения); 8 – общий малоберцовый нерв; 9 – передняя большеберцовая мышца; 10 – большеберцовая кость; 11 – подколенная мышца

нерв отстоит в среднем на $23,2 \pm 2,9$ мм от проксимальной части фиксирующего винта.

На пластинированных горизонтальных распилах на уровне средней части головки МБК оценивали расположение средней части фиксирующего винта по отношению к 4 проходящим здесь важнейшим сосудистым и нервным структурам: подколенной артерии, подколенной вене, большеберцовому и общему малоберцовому нервам. Представленная фотография одного из таких распилов (рис. 6) подтверждает проведенные нами измерения, которые позволили установить, что подколенная вена располагается на удалении в среднем на $20,1 \pm 2,4$ мм, подколенная ар-

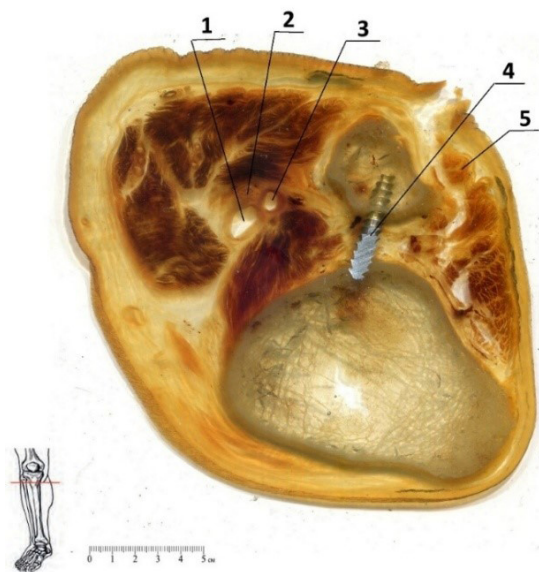


Рис. 6. Пластинированный горизонтальный распил левого коленного сустава на уровне средней части головки малоберцовой кости после экспериментального выполнения предложенной операции: 1 – подколенная вена; 2 – большеберцовый нерв; 3 – подколенная артерия; 4 – средняя часть фиксирующего винта (точка измерения); 5 – общий малоберцовый нерв

терия – на $16,2 \pm 4,4$ мм, общий малоберцовый нерв – на $17,9 \pm 2,2$ мм, а большеберцовый нерв – в среднем на кратчайшем расстоянии $17,8 \pm 4,2$ мм от средней части фиксирующего винта.

На пластинированных горизонтальных распилах (гистотопограммах), выполненных на уровне шейки МБК (рис. 7), также оценивали расположение и измеряли кратчайшие расстояния от дистальной части фиксирующего винта до проходящих на этом уровне подколенных артерии и вены, большеберцового и общего малоберцового нервов. Представленная фотография гистотопограммы левого коленного сустава на указанном уровне подтверждает сделанные нами измерения, суммированные далее в таблице. В частности, установлено, что подколенная вена располагается на среднем удалении $21,2 \pm 3,7$ мм, подколенная артерия – на среднем расстоянии $23,2 \pm 3,6$ мм, общий малоберцовый нерв – на среднем удалении $24,1 \pm 4,2$ мм, а большеберцовый нерв отстоит в среднем на $24,5 \pm 2,2$ мм от дистальной части фиксирующего винта. Следует отметить, что предложенный способ лечения пациентов с изученной травмой обеспечивает при правильном его выполнении сохранность важных анатомических образований в

области операции, в частности – общего малоберцового и большеберцового нервов, подколенных сосудов и связочного аппарата коленного сустава.

Обсуждение. В рамках проведенного нами прикладного топографо-анатомического исследования была отработана рациональная хирургическая техника и обоснована безопасность выполнения предложенной нами реконструктивной операции остеосинтеза с костной аутопластикой из заднелатерального хирургического доступа при импрессионных переломах и деформациях заднелатерального отдела проксимального эпифиза ББК. При этом в экспериментах на нефиксированном анатомическом материале была подтверждена реальность и удобство производства оригинального хирургического доступа к задним отделам латерального мыщелка ББК, выполняемого с отделением посредством остеотомии межберцового сустава и смещением его латерально вместе с проксимальным отделом малоберцовой кости. Была также проверена и отработана оригинальная техника элевации импрессионного костно-хрящевого фрагмента суставной поверхности плато ББК, замещения образовавшегося костного дефекта костным аутотрансплантатом и последующей его фиксации с использованием проксимального отдела МБК, через головку которой проводится один фиксирующий винт [12, 13].

Следует подчеркнуть, что в среде травматологов вопрос о безопасности заднелатерального доступа к латеральному мыщелку проксимального эпифиза ББК остается дискуссионным [8–10, 18–20], поскольку традиционно ассоциируется с риском повреждения общего малоберцового нерва, его ветвей, а также передней большеберцовой возвратной артерии, что требует от хирурга высокой точности при работе с мягкими тканями. Наше топографо-анатомическое исследование показало, что при корректном

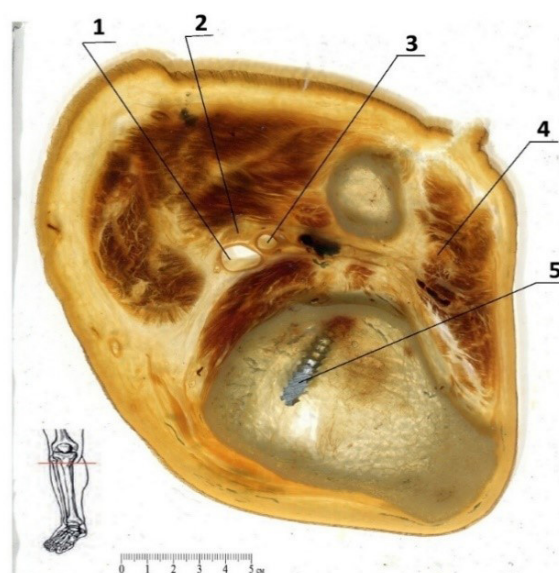


Рис. 7. Пластинированный горизонтальный распил левого коленного сустава на уровне шейки малоберцовой кости после экспериментального выполнения предложенной операции: 1 – подколенная вена; 2 – большеберцовый нерв; 3 – подколенная артерия; 4 – общий малоберцовый нерв; 5 – дистальная часть винта (точка измерения).

Средние значения расстояний (мм) от различных частей фиксирующего винта до крупных сосудов и нервов после металлоостеосинтеза головки малоберцовой кости

Расстояние от элементов фиксирующего винта	Элементы фиксирующего винта	<i>M±m</i>
До большеберцового нерва	Проксимальная часть	23,2±2,9
	Средняя часть	17,8±4,2
	Дистальная часть	24,5±2,2
До подколенной артерии	Проксимальная часть	22,5±3,7
	Средняя часть	16,2±4,4
	Дистальная часть	23,2±3,6
До подколенной вены	Проксимальная часть	24,8±3,3
	Средняя часть	20,1±2,4
	Дистальная часть	21,2±3,7
До общего малоберцового нерва	Проксимальная часть	13,2±2,7
	Средняя часть	17,9±2,2
	Дистальная часть	24,1±4,2

выполнении разработанной техники расстояние до значимых анатомических структур в области оперативного вмешательства достаточно велико и практически исключает их повреждение. Однако общий малоберцовый нерв для обеспечения должного уровня безопасности требует небольшой мобилизации на уровне шейки МБК и постоянного визуального контроля, которое возможно из-за его поверхностного расположения. Эта особенность была отмечена как при традиционном препарировании в первой серии наших экспериментов, так и во второй серии на пластинированных срезах, выполненных в области вмешательства на 3 уровнях, на которых хирурги работают специальными инструментами [1, 2, 5, 7, 18, 19].

Необходимо также отметить, что сочетание традиционного (анализ анатомо-топографических взаимоотношений фиксатора и анатомических образований в операционной ране посредством препарирования) и инновационного (анализ пластинированных распилов голени на уровнях оперативного вмешательства) значительно повысил точность и практическую ценность полученных результатов. Это позволило, в частности, получить более полную и целостную картину топографо-анатомических взаимоотношений фиксатора и важных анатомических структур в области предложенного нами вмешательства и повысило точность расчетов и действий хирурга в ходе предоперационного планирования и выполнения предложенной операции.

В работах, посвященных остеосинтезу при переломах плато ББК из заднелатеральных хирургических доступов, авторы, как правило, изучают возможности позиционирования накостной поддерживающей пластины в пределах проксимальной трети ББК [1, 5–9, 18, 22]. Одним из известных технических решений для визуализации заднелатерального костного фрагмента плато ББК является заднелатеральный хирургический доступ с остеотомией на уровне шейки МБК, детально описанный L.B. Solomon и соавт. [19]. Однако данная методика сопряжена с двумя существенными потенциальными опасностями: риском несращения (псевдоартроза) шейки МБК и угрозой ятрогенного повреждения общего малоберцового нерва, проходящего в непосредственной близости от зоны остеотомии. Стремясь минимизировать эти риски, K.H. Frosch и соавт. [9] предложили технику, предусматривающую отказ от остеотомии

и использование 2 хирургических «окон» для мобилизации и репозиции костных отломков, но данная методика повышает травматизацию мягких тканей. В первом и втором случаях авторы использовали накостные пластины для фиксации при переломах заднелатерального отдела плато ББК. В предложенной и рассмотренной нами методике эта задача решена за счет отказа от пластин и использования для фиксации репонированного костного аутооттрансплантата проксимального отдела собственной малоберцовой кости пациента [12, 13, 20].

Хотелось бы также сделать акцент на том, что проведенное топографо-анатомическое исследование выявило сразу два достоинства предложенного нами способа. Первое – это то, что высокая congruentность 2 костей обеспечивала равномерный и полный контакт при выполнении МБК своей естественной поддерживающей функции, которую мы используем уже в качестве фиксатора при остеосинтезе и костной аутопластике при импрессионных переломах заднелатерального отдела плато ББК. Второе достоинство – это возможность обойтись для фиксации всего 1 винтом, проведение которого является безопасным для прилежащих значимых анатомических образований.

Важно также выделить, что фиксирующий винт остается при этом внутри обеих берцовых костей (МБК и ББК) и не повреждает важные сосудистые и нервные структуры. При этом стабильность фиксации оказывается достаточной для начала ранних движений в коленном суставе с целью быстрого восстановления его функций. Таким образом, с топографо-анатомических позиций была экспериментально доказана выполнимость и безопасность предложенной хирургической методики для важных анатомических образований в области коленного сустава.

Заключение. Выполненный по результатам 2 серий анатомических экспериментов детальный анализ взаимоотношений костных структур, капсульно-связочного аппарата и сосудисто-нервных образований в области коленного сустава позволил обосновать рациональную технику предложенной реконструктивной операции остеосинтеза с костной аутопластикой, которая обеспечивает прямую визуализацию зоны задней импрессии латеральной суставной поверхности проксимального эпифиза ББК

при минимальном риске ятрогенного повреждения подколенных сосудов, большеберцового и общего малоберцового нервов, а также латеральных стабилизирующих структур коленного сустава.

Предложенная методика хирургической операции реконструкции заднелатерального фрагмента латерального мыщелка ББК при импрессионных переломах и деформациях, учитывающая изученные детали топографо-анатомических взаимоотношений в заднем отделе области коленного сустава и новые возможности репозиции и фиксации импрессионной суставной поверхности плато ББК, позволяет достичь как анатомичного восстановления плато ББК при импрессионных переломах, так и надежной фиксации костно-хрящевого фрагмента и пересаженного костного аутотрансплантата. Это создает предпосылки для раннего начала восстановительных движений и быстрого восстановления функции коленного сустава, замедления развития посттравматического артроза, что, как следствие, позволяет надеяться на улучшение анатомо-функциональных исходов лечения у данной сложной категории пациентов.

Представленный в настоящей статье и изученный в ходе прикладного топографо-анатомического исследования новый способ оперативного лечения при импрессионных переломах и деформациях заднелатерального отдела латерального мыщелка ББК получил достаточное топографо-анатомическое обоснование для его внедрения в клиническую практику. Однако окончательный ответ на вопрос о перспективности данной методики, безусловно, дадут только дальнейшие клинические исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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

Соответствие принципам этики. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом. Одобрение и процедуру проведения протокола получали в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации.

References (Список источников)

1. Belenky IG, Kochish AYU, Kislitsyn MA. Fractures of the tibial condyles: Modern approaches to treatment and surgical approaches (literature review). *Genij Ortopedii = Genius of Orthopedics*. 2016;4:114-22. (In Russ.) Бельский И.Г., Кочиш А.Ю., Кислицын М.А. Переломы мыщелков большеберцовой кости: современные подходы к лечению и хирургические доступы (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2016;4:114-22. DOI:10.18019/1028-4427-2016-4-114-122
2. Voronkevich IA, Tikhilov PM. Intra-articular osteotomies for the treatment of tibial condyle fractures. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2010;3(57):87-91. (In Russ.) Воронкевич И.А., Тихилов Р.М. Внутрисуставные остеотомии по поводу последствий переломов мыщелков большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2010;3(57):87-91. EDN:NBUIJYR
3. Agadzhanian VV, Tuzovsky AA. On the issue of treatment of fractures of the tibial condyles. *Polytrauma*. 2022;2:67-77. (In Russ.) Агаджанян В.В., Тузовский А.А. К вопросу о лечении переломов мыщелков большеберцовой кости. *Политравма*. 2022;2:67-77. EDN:VETRUG
4. Voronkevich IA. Features of the structure of the proximal epiphysis of the tibia and the efficiency of fixation of fragments of the impression zone of comminuted fractures of the tibial condyles (experimental study). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2013;3:57-63. (In Russ.) Воронкевич И.А. Особенности

структуры проксимального эпифиза большеберцовой кости и эффективность фиксации отломков импрессионной зоны оскольчатых переломов мыщелков большеберцовой кости (экспериментальное исследование). *Травматология и ортопедия России*. 2013;3:57-63.

5. Kochish AYU, Kislitsyn MA, Belenky IG, et al. Anatomical and clinical justification of the posterolateral transmalleolar approach for osteosynthesis of fractures of the posterolateral column of the tibial plateau. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2019;25(3):112-23. (In Russ.) Кочиш А.Ю., Кислицын М.А., Бельский И.Г. и др. Анатомо-клиническое обоснование заднелатерального трансмаллоберцового доступа для остеосинтеза переломов заднелатеральной колонны плато большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(3):112-23.

6. Gilev MV, Volokitina EA, Antoniadu YuV, Kutepov SM. New approaches to systematization and treatment of impression monocondylar fractures of the tibial plateau. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2016;23(3):16-22. (In Russ.) Гилев М.В., Волокитина Е.А., Антониади Ю.В., Кутепов С.М. Новые подходы к систематизации и лечению импрессионных монокондилярных переломов плато большеберцовой кости. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2016;23(3):16-22. DOI:10.17816/vto201623316-22

7. Malyshev EE, Zykin AA, Gorbato RO, et al. Long-term results of reconstructive surgery in posttraumatic deformities of the proximal epimetaphysis of the tibia. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2021;28(4):5-12. (In Russ.) Малышев Е.Е., Зыкин А.А., Горбатов Р.О. и др. Отдаленные результаты реконструктивных операций при посттравматических деформациях проксимального эпиметафиза большеберцовой кости. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2021;28(4):5-12. DOI:10.17816/vto20212845-12

8. Sohn HS, Yoon YC, Cho JW, et al. Incidence and fracture morphology of posterolateral fragments in lateral and bicondylar tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*. 2015;29(2):91-7. DOI:10.1097/BOT.0000000000000170

9. Frosch KH, Balcerek P, Walde T, Stürmer KM. A new posterolateral approach without fibula osteotomy for the treatment of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*. 2010;24(8):515-20. DOI:10.1097/BOT.0b013e3181e5e17d

10. Yoon YC, Sim JA, Kim DH, Lee BK. Combined lateral femoral epicondylar osteotomy and a submeniscal approach for the treatment of a tibial plateau fracture involving the posterolateral quadrant. *Injury*. 2015;46(2):422-6. DOI:10.1016/j.injury.2014.12.006

11. Carlson DA. Posterior bicondylar tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*. 2005;19(2):73-8. DOI:10.1097/00005131-200502000-00001

12. Patent No. 2830403 C1 Russian Federation, IPC A61B 17/56. Method of surgical treatment of impression deformity and fracture of the posterior part of the external condyle of the tibia: No. 2024114845: application 05/30/2024: published 11/18/2024 / I.A. Voronkevich, R.S. Yagfarov; applicant Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Harmful" by the Ministry of Health of the Russian Federation. (In Russ.) Патент №2830403 C1 Российская Федерация, МПК A61B 17/56. Способ оперативного лечения импрессионной деформации и перелома заднего отдела наружного мыщелка большеберцовой кости: №2024114845: заявл. 30.05.2024: опубл. 18.11.2024 / И.А. Воронкевич, Р.С. Ягфаров; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации. EDN:WVXFJDX

13. Utility Model Patent No. 220201 U1 Russian Federation, IPC A61B 17/02, A61B 17/56. Retractor for the posterior tibial condyle: No. 2023113576: application 05/25/2023: published 08/31/2023 / I.A. Voronkevich, R.S. Yagfarov; applicant Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after R.R. Harmful" by the Ministry of Health of the Russian Federation. (In Russ.) Патент на полезную модель №220201 U1 Российская Федерация, МПК A61B 17/02, A61B 17/56. Ретрактор для заднего отдела мыщелка большеберцовой кости: №2023113576: заявл. 25.05.2023: опубл. 31.08.2023 / И.А. Воронкевич, Р.С. Ягфаров; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский

центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации. EDN:PBSHKJ

14. Starchik DA. The methodological basis for the plastination of body sawcuts. *Morfologiya*. 2015;148(4):56-61. (In Russ.) Старчик Д.А. Методические основы пластинации распилов тела. *Морфология*. 2015;148(4):56-61. EDN:UDDTXB

15. Starchik DA, Akopov AL. Atlas of cuts of the human body. Saint Petersburg: International Morphological Center, 2020; 172 p. (In Russ.) Старчик Д.А., Акопов А.Л. Атлас распилов человеческого тела. СПб.: Междунар. морф. центр, 2020; 172 с. EDN:RCNFMV

16. Kochish AY, Starchik DA, Maiorov BA, Belen'kii IG. Topographic-anatomical validation of a new method for minimally invasive extra-cortical osteosynthesis using plastinated transverse shoulder cuts. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2020;9(1):49-55. (In Russ.) (In Russ.) Кочиш А.Ю., Старчик Д.А., Майоров Б.А., Бельский И.Г. Использование пластинированных поперечных распилов плеча для топографо-анатомического обоснования нового способа малоинвазивного на костного остеосинтеза. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2020;9(1):49-55. DOI:10.18499/2225-7357-2020-9-1-49-55

17. Busarin DN, Starchik DA, Kazantseva EV. Comparison of tomography and leaf plastination methods in morphological studies of the upper limb. Problems of sanogenic and pathogenic effects of endo- and exoecological influence on the internal environment of the body: Proceedings of the XV Eurasian Symposium dedicated to the 30th anniversary of the foundation of the Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin, Cholpon-Ata, Kyrgyzstan, July 17–20, 2023. Novosibirsk:

Novosibirsk State Medical University, 2023; p. 66-9. (In Russ.) Бусарин Д.Н., Старчик Д.А., Казанцева Е.В. Сравнение методов томографии и листовой пластинации в морфологических исследованиях верхней конечности. Проблемы саногенного и патогенного эффектов эндо- и экзоекологического воздействия на внутреннюю среду организма: материалы XV Евразийского симпозиума, посвященного 30-летию образования Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина, Чолпон-Ата, Кыргызстан, 17–20 июля 2023 г. Новосибирск: Новосибир. гос. мед. ун-т, 2023; с. 66-9. EDN:EGEHFJ

18. Kochish AY, Belen'kiy IG, Sergeev GD, Mayorov BA. Anatomical and clinical substantiation of a minimally invasive technique for installing an additional medial plate during extramedullary osteosynthesis in patients with distal femur fractures. *Genij Ortopedii = Genius of Orthopedics*. 2020;26(3):306-12. (In Russ.) Кочиш А.Ю., Бельский И.Г., Сергеев Г.Д., Майоров Б.А. Анатомо-клиническое обоснование малоинвазивной техники установки дополнительной медиальной пластины при на костном остеосинтезе у пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости. *Гений ортопедии*. 2020;26(3):306-12. DOI:10.18019/1028-4427-2020-26-3-306-312

19. Solomon LB, Stevenson AW, Lee YC, et al. Posterolateral and anterolateral approaches to unicondylar posterolateral tibial plateau fractures: A comparative study. *Injury*. 2013;44(11):1561-8. DOI:10.1016/j.injury.2013.04.024

20. Jiang WB, Sun SZ, Li C, et al. Anatomical basis of the support of fibula to tibial plateau and its clinical significance. *J Orthop Surg Res*. 2021;16(1):346. DOI:10.1186/s13018-021-02500-8

Статья поступила в редакцию 09.02.2026; одобрена после рецензирования 24.02.2026; принята к публикации 06.03.2026. The article was submitted 09.02.2026; approved after reviewing 24.02.2026; accepted for publication 06.03.2026.

Информация об авторах:

Рамиль Салаватович Ягфаров – аспирант кафедры травматологии и ортопедии, врач – травматолог-ортопед, yagfarovramilalavovich@mail.ru, ORCID 0009-0001-2371-1716; **Игорь Алексеевич Воронкевич** – профессор кафедры травматологии и ортопедии, врач – травматолог-ортопед, доктор медицинских наук, dr_voronkevich@inbox.ru, ORCID 0000-0001-8471-8797; **Дмитрий Анатольевич Старчик** – заведующий кафедрой морфологии человека, профессор, доктор медицинских наук, starchik@mail.ru, ORCID 0000-0001-9535-4503; **Александр Юрьевич Кочиш** – главный научный сотрудник, профессор, доктор медицинских наук, auk1959@mail.ru, ORCID 0000-0002-2466-7120.

Information about the authors:

Ramil S. Yagfarov – Post-graduate Student of the Department of Traumatology and Orthopedics, Orthopedic Traumatologist, yagfarovramilalavovich@mail.ru, ORCID 0009-0001-2371-1716; **Igor A. Voronkevich** – Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Orthopedic Traumatologist, DSc, dr_voronkevich@inbox.ru, ORCID 0000-0001-8471-8797; **Dmitry A. Starchik** – Head of the Department of Human Morphology, Professor, DSc, starchik@mail.ru, ORCID 0000-0001-9535-4503; **Alexander Yu. Kochish** – Chief Researcher, Professor, DSc, auk1959@mail.ru, ORCID 0000-0002-2466-7120.