

Сравнительный анализ результатов применения различных модификаций малоинвазивного остеосинтеза при переломах пилона

Б.А. Майоров^{1,2,3}, И.Г. Беленький^{1,2}, Г.Д. Сергеев^{1,2}, К.К. Гадоев²,
М.А. Сергеева^{2,3}

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе»,
г. Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Россия

³ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова»
Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Актуальность. Малоинвазивная хирургическая техника позволяет снизить травматичность остеосинтеза при около- и внутрисуставных переломах пилона, однако не всегда дает возможность выполнить анатомичную репозицию суставного компонента и добиться стабильной фиксации всех колонн дистального отдела большеберцовой кости.

Цель исследования — проверить гипотезу о клинических преимуществах многоколонной фиксации при оскольчатых переломах пилона большеберцовой кости по сравнению с традиционной одноколонной фиксацией.

Материал и методы. В исследование вошли 55 пациентов с вне- и внутрисуставными переломами дистального отдела костей голени. Им был выполнен малоинвазивный накостный остеосинтез. Были сформированы две сопоставимые по полу и возрасту пациентов группы в зависимости от количества фиксированных колонн. В первой группе (28 пациентов) остеосинтез выполняли одной анатомически предызогнутой пластиной, во второй (27 пациентов) — двумя и более пластинами, расположенными по разным колоннам. Анализировали качество репозиции костных отломков по данным контрольных рентгенограмм, выполненных на следующий день после операции. Функциональный исход лечения оценивали по шкале AOFAS через 6 и 12 мес. после операции, определяли частоту ранних и отсроченных осложнений остеосинтеза.

Результаты. Между пациентами обеих групп исследования не было обнаружено статистически значимой разницы в результатах оценки качества репозиции ($p = 0,23$). Функциональный результат в первой группе исследования в срок 6 мес. составил Me = 63 балла [Q1 — 50,00; Q3 — 73,00], в срок 12 мес. — 74 балла [Q1 — 65,00; Q3 — 83,25]; во второй группе — 75 баллов [Q1 — 67,50; Q3 — 81,00] и 85 баллов [Q1 — 71,00; Q3 — 94,50] соответственно. В случае многоколонной фиксации перелома пилона на обоих сроках наблюдения оценка функционального результата была статистически значимо выше: 6 мес.: $p = 0,015$; 12 мес.: $p = 0,028$. Вероятность осложнений в первой группе была в 4,4 раза выше, чем во второй: ОШ = 4,444 (95% ДИ 1,066–18,528).

Заключение. Многоколонная фиксация при полных около- и внутрисуставных переломах пилона обеспечивает лучшие функциональные показатели по сравнению с одноколонной, снижает риск осложнений за счет повышения стабильности фиксации отломков и устойчивости системы «имплантаты — кость» к физиологическим нагрузкам.

Ключевые слова: малоинвазивная хирургия, перелом большеберцовой кости, накостный остеосинтез, многоколонная фиксация, осложнения остеосинтеза.

 **Для цитирования:** Майоров Б.А., Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Гадоев К.К., Сергеева М.А. Сравнительный анализ результатов применения различных модификаций малоинвазивного остеосинтеза при переломах пилона. *Травматология и ортопедия России*. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17589>.

 Беленький Игорь Григорьевич; e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru

Рукопись получена: 17.07.2024. Рукопись одобрена: 06.11.2024. Статья опубликована онлайн: 28.11.2024.

© Майоров Б.А., Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Гадоев К.К., Сергеева М.А., 2024



Different Modifications of Minimally Invasive Osteosynthesis in Pilon Fractures: Comparative Study Results

Boris A. Maiorov^{1,2,3}, Igor' G. Belen'kiy^{1,2}, Gennadii D. Sergeev^{1,2}, Kamoliddin K. Gadoev², Mariya A. Sergeeva²

¹ St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

² St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

³ Pavlov First State Medical University of Saint Petersburg, St. Petersburg, Russia

Abstract

Background. Minimally invasive surgical techniques can reduce the degree of surgical injury during osteosynthesis in peri- and intraarticular pilon fractures. However, these techniques do not always achieve anatomical reduction of the articular component and stable fixation of all columns of the distal tibia.

Aim of the study – to test the hypothesis regarding the clinical advantages of multicolumn fixation for comminuted pilon fractures over traditional single-column fixation.

Methods. The study enrolled 55 patients with extra- and intraarticular fractures of the distal tibia and fibula, all of whom underwent minimally invasive osteosynthesis. Patients were divided into two groups based on the number of fixed columns. These groups were comparable in terms of gender and age. The first group consisted of 28 patients who underwent osteosynthesis with one anatomically precontoured plate. The second group consisted of 27 patients who underwent osteosynthesis with two or more plates placed on different tibial columns. The quality of bone fragment reduction was analyzed using control X-rays performed the day after the operation. Functional outcomes were evaluated according to the AOFAS scale at 6 and 12 months post-operation. The incidence of early and delayed complications of osteosynthesis was also determined.

Results. No statistically significant difference was found between the two study groups in terms of quality of reduction ($p = 0.23$). The median functional outcome score in the first group at 6 months was 63 points [IQR 50.00-73.00] and at 12 months was 74 points [IQR 65.00-83.25]. In the second group, the median scores were 75 points [IQR 67.50-81.00] and 85 points [IQR 71.00-94.50], respectively. Multicolumn fixation of the pilon fracture resulted in statistically significantly higher functional outcome scores at both follow-up periods: at 6 months ($p = 0.015$) and at 12 months ($p = 0.028$). The probability of complications in the first group was 4.4 times higher than in the second group: OR = 4.444 (95% CI 1.066-18.528).

Conclusion. Multicolumn fixation of complete periarticular and intraarticular pilon fractures leads to better functional results compared to single-column fixation. It also reduces the risk of complications due to increased stability of the fragment fixation and the resistance of the implant-bone system to physiological stress.

Keywords: minimally invasive osteosynthesis, tibial fracture, pilon fracture, multicolumn fixation, complications of osteosynthesis, functional outcomes.

Cite as: Maiorov B.A., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Gadoev K.K., Sergeeva M.A. Different Modifications of Minimally Invasive Osteosynthesis in Pilon Fractures: Comparative Study Results. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. (In Russian). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17589>.

✉ Igor' G. Belen'kii; e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru

Submitted: 17.07.2024. Accepted: 06.11.2024. Published Online: 28.11.2024.

© Maiorov B.A., Belen'kii I.G., Sergeev G.D., Gadoev K.K., Sergeeva M.A., 2024

ВВЕДЕНИЕ

В современной травматологии проблема лечения около- и внутрисуставных переломов костей дистального отдела голени сохраняет свою актуальность. Несмотря на развитие диагностических возможностей, этапного хирургического лечения, малоинвазивных технологий фиксации, методик активной аппаратной реабилитации, результаты лечения этих травм не всегда являются удовлетворительными, а доля осложнений остается достаточно высокой [1, 2, 3, 4].

Стабилизацию около- и внутрисуставных переломов со строгим соблюдением принципов остеосинтеза зачастую непросто реализовать на практике, так как желание выполнить качественную репозицию и адекватную фиксацию приводит к увеличению степени хирургической агрессии, следствием которой являются осложнения со стороны мягких тканей, некрозы и инфекция [1, 5, 6].

В ряде современных публикаций сообщается о том, что решением этой проблемы может стать многоколонная фиксация дистального отдела большеберцовой кости (ББК), т.е. установка нескольких опорных пластин по медиальной, латеральной и/или задней колоннам [7, 8, 9, 10]. Это иногда не удается по причине высокой травматичности метода. Выходом из этой ситуации могло бы стать применение малоинвазивного остеосинтеза. Малоинвазивная фиксация не всегда позволяет выполнить анатомичную репозицию суставного компонента перелома, однако она не сопровождается критической девитализацией окружающих мягких тканей и кости [11, 12, 13].

Описанные вопросы послужили основанием для проведения собственного исследования и определили его актуальность.

Цель исследования — проверить гипотезу о клинических преимуществах многоколонной фиксации при оскольчатых переломах пилона большеберцовой кости перед традиционной одноколонной фиксацией.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Тип исследования — когортное проспективное нерандомизированное двухцентровое.

В исследование включено 55 пациентов с внесуставными метафизарными и полными внутрисуставными переломами дистального отдела костей голени, которым проводилось хирургическое лечение с применением малоинвазивного накостного остеосинтеза в ГБУЗ ЛО «Всеволожская КМБ» и ГБУ «НИИСП им. И.И. Джанелидзе» в период с 2018 по 2023 г.

Критерии включения пациентов в исследование:

- наличие закрытого перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости типов 43A1, A2, A3, C1, C2, C3 по классификации АО;

- возраст пациентов старше 18 лет.

Критерии невключения:

- наличие закрытого перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости типов 43B1, B2, B3 по классификации АО;

- возраст младше 18 лет;

- наличие хронических заболеваний в стадии декомпенсации, онкологических заболеваний, очага хронической инфекции, системных заболеваний, требующих постоянного приема глюкокортикоидов и цитостатиков;

- невозможность оценки результатов лечения на всех сроках наблюдения.

Мы также включили в исследование пациентов с множественной травмой и сочетанными повреждениями, если они не сопровождались травматическим шоком и развитием травматической болезни — при условии первичного показателя по ISS (Injury Severity Score — шкала тяжести повреждений) менее 16, так как считали, что сопутствующие повреждения не оказывают существенного влияния на результат лечения перелома дистального отдела костей голени.

Исключение пациентов с неполными суставными переломами типа 43B обусловлено тем, что целью исследования являлось сравнение возможностей различных вариантов малоинвазивного остеосинтеза по принципу одно- или двухколонной фиксации, что предполагает наличие полного перелома на метафизарном уровне.

Все пациенты были разделены на две группы в зависимости от количества фиксированных колонн. В первую группу вошли 28 пациентов, которым был выполнен остеосинтез ББК одной анатомичной опорной пластиной. Если имелась первичная варусная деформация, применяли медиальную пластину, при первичной вальгусной деформации использовали переднелатеральную пластину.

Во вторую группу было включено 27 пациентов, фиксация ББК которым была выполнена двумя и более пластинами, уложенными по разным колоннам (медиальной, переднелатеральной или задней) в зависимости от количества поврежденных колонн. При разделении пациентов на группы мы не учитывали выполненный в ряде случаев остеосинтез малоберцовой кости (МБК).

Группы исследования были сопоставимы по всем отраженным в таблице параметрам (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика пациентов групп исследования

Параметр	Первая группа	Вторая группа
Всего пациентов, <i>n</i> (%):	28	27
женщины	10 (36)	7 (26)
мужчины	18 (64)	20 (74)
Средний возраст, лет ($M \pm \sigma$)	49,2 \pm 13,3	47,0 \pm 15,6
Тип перелома, <i>n</i> (%):		
43A1	1 (4)	3 (11)
43A2	2 (7)	1 (4)
43A3	6 (21,5)	3 (11)
43C1	6 (21,5)	3 (11)
43C2	4 (14)	5 (19)
43C3	9 (32)	12 (44)
Перелом МБК, <i>n</i> (%)	22 (79)	23 (85)
Перелом МБК в нижней трети, <i>n</i> (% от всех случаев перелома МБК):	13 (59)	11 (47)
простой	5 (23)	4 (17)
сложный	8 (36)	7 (30)
Первичная деформация, <i>n</i> (%):		
вальгус	11 (39)	14 (52)
варус	8 (29)	9 (33)
нейтральное положение (% от всех случаев перелома МБК)	9 (32)	4 (15)
Первичная фиксация, <i>n</i> (%):		
АВФ	13 (48)	12 (43)
гипс	4 (15)	1 (4)
скелетное вытяжение	10 (37)	15 (53)

При выполнении первичной фиксации с помощью АВФ чрескостные элементы вводили в область диафиза ББК выше зоны перелома, а также в области пяточной кости, шейки таранной кости или плюсневых костей. Ни в одном случае первичной фиксации АВФ не было произведено сочетанного остеосинтеза МБК. Время окончательного остеосинтеза определялось состоянием мягких тканей, купированием отека, заживлением фликтен.

На основании первичных рентгенограмм в двух стандартных проекциях (прямой и боковой) с захватом коленного и голеностопного суставов определяли тип перелома ББК, наличие смещения отломков, первичную деформацию (варус, вальгус, анте- или ретрокурвацию), наличие, тип и локализацию перелома МБК, наличие внутрисуставных фрагментов, вывихов или подвывихов в голеностопном суставе. При планировании операции окончательного внутреннего остеосинтеза для уточнения архитектоники перелома выполняли компьютерную томографию с последующей 3D-реконструкцией и оценкой аксиальных, фронтальных и сагиттальных срезов.

Для внутрисуставных переломов оценивали вовлечение переднелатеральной, медиальной, задней колонн [1], наличие типичных фрагментов: бугорка Tillaux–Charput, фрагмента Фолькмана и медиальной лодыжки. Определяли тип повреждения колонн (компрессия или раскол), выявля-

ли области расхождения отломков на передней и задней поверхностях дистального метафиза ББК. При переломах типа 43C3 выявляли наличие и степень смещения центрального импрессированного фрагмента. Оценивали дистальный межберцовый синдесмоз, конгруэнтность положения МБК в вырезке ББК.

На основании анализа первичных рентгенограмм и КТ проводили предоперационное планирование, определяли необходимые хирургические доступы и имплантаты. Наличие перелома МБК, тип и локализация также учитывались нами в ходе предоперационного планирования.

Хирургическая техника

В зависимости от типа перелома применяли три модификации накостного остеосинтеза у пациентов обеих групп исследования.

При околосуставном переломе дистального метаэпифиза ББК (тип 43А) из положения на спине выполняли малоинвазивный остеосинтез пластиной по медиальной и/или переднелатеральной поверхности ББК [3, 11, 13]. Установку выбранной в ходе предоперационного планирования пластины осуществляли из двух мини-доступов (дистального и проксимального), формируя канал под кожей и мышцами голени. Имплантат проводили эпипериостально по медиальной или переднелатеральной поверхности. Пластины анатомичной

формы старались при этом позиционировать по контурам кости так, чтобы она лучше прилегала к восстановленной по оси, длине и ротации ББК,

а винты, вводимые в дистальный отдел пластины, проходили субхондрально, не перфорируя при этом суставную поверхность (рис. 1).

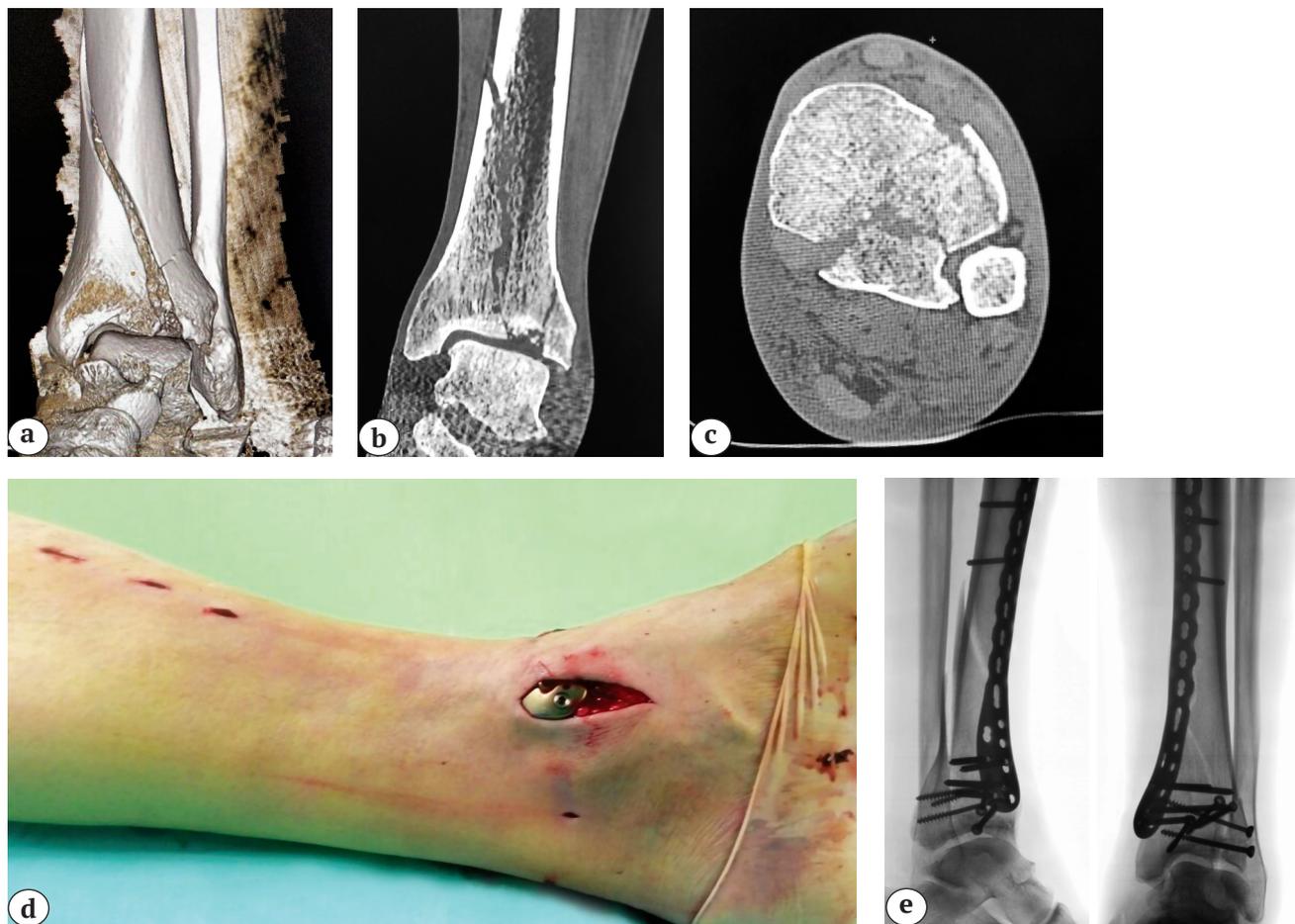


Рис. 1. Перелом пилона типа 43C1 у пациента 68 лет:
a, b, c — данные первичной СКТ, позволяющие оценить расположение основных костных фрагментов;
d — хирургические мини-доступы; e — рентгенологический результат операции

Figure 1. Type 43C1 pilon fracture in a 68-year-old patient:
a, b, c — initial CT scans showing the localization of the primary bone fragments;
d — medial mini-incisions; e — postoperative X-rays

Репозицию отломков ББК выполняли преимущественно закрытыми методами. Для осуществления тракции и контроля ротации в ряде случаев применяли стрежневой дистрактор или выполняющий его функцию аппарат наружной фиксации с установкой чрескостных стержней в область верхней трети диафиза ББК через гребень в сагиттальной плоскости и в область бугра пяточной кости во фронтальной плоскости. При переломах типов 43A1, 43C1 (простой перелом метафиза) в ряде случаев для закрытой репозиции использовали остроконечные костодержатели, располагая их таким образом, чтобы они не препятствовали имплантации пластины.

При оскольчатых околоуставных переломах типов 43A2 и 43A3 руководствовались принципом адекватной репозиции и шинирования костных отломков, выполняя тракцию и контроль ротации методами ручной репозиции или с использованием дистрактора. Во всех случаях старались максимально сохранить перифрактурную гематому.

Для установки анатомичной дистальной медиальной пластины выполняли два мини-доступа. Дистальный начинали от верхушки медиальной лодыжки и продлевали его проксимально на 3–4 см. Проксимальный доступ длиной 3 см выполняли над верхним концом пластины, ориентируя его продольно посередине между передним и зад-

ним контурами медиальной поверхности ББК. Альтернативным вариантом было выполнение нескольких отдельных проколов кожи длиной до 1 см над соответствующими отверстиями пластины. Через эти доступы устанавливали винты с угловой стабильностью: 4–5 винтов — дистально и 3–4 винта — проксимально. В ряде случаев перед установкой блокирующих винтов вводили 1–2 кортикальных винта для улучшения позиционирования пластины по контуру кости. Все этапы контролировали интраоперационной флюороскопией.

Для установки переднелатеральной пластины использовали два варианта хирургических доступов. В первом случае выполняли продольный разрез кожи и поверхностной фасции длиной 3–5 см на передней поверхности голени, направленный на 4-ю плюсневую кость, начиная от уровня щели голеностопного сустава на середине расстояния между передним краем МБК и гребнем ББК. Далее в продольном направлении рассекали удерживатель сухожилий разгибателей для отведения сухожилий медиально и обнажения переднелатеральной поверхности дистального эпифиза ББК. Через сформированное окно снизу вверх эпипериостально вводили предызогнутую анатомичную переднелатеральную пластину для дистального отдела ББК до тех пор, пока ее дистальный конец не достигал уровня субхондрального слоя ББК. После этого предварительно фиксировали пластину к кости спицей Киршнера. На уровне проксимального конца пластины на переднелатеральной поверхности голени выполняли разрез кожи и мягких тканей длиной 3 см, минимально необходимой для визуализации пластины. При необходимости выполняли окончательную репозицию отломков и позиционирование пластины под контролем ЭОП, вводя кортикальные винты в проксимальный и дистальный концы пластины или временно устанавливая костодержатели. Пластины фиксировали к кости винтами с угловой стабильностью, вводя через дистальный доступ ниже зоны перелома и через проксимальный доступ выше зоны перелома по 3–4 винта.

В ряде случаев в качестве дистального применяли поперечный доступ длиной 3–4 см, расположенный на 1–2 см выше щели голеностопного сустава, с последующей продольной диссекцией и формированием двух окон между проксимальной и дистальной порциями удерживателя сухожилий разгибателей для доступа к ББК. Первое окно располагалось между длинным разгибательным пальца стопы и длинным разгибательным пальцев стопы, второе — латеральнее длинного разгибателя пальцев стопы. Через эти окна дистальные блокирующие винты вводили в пластину. Техника вы-

полнения подобной операции подробно описана нами в ранее опубликованной работе [12].

В случаях установки добавочных опорных пластин у пациентов второй группы имплантацию осуществляли эпипериостально по медиальной или переднелатеральной поверхности, используя аналогичную хирургическую технику и ограничивая длину разрезов размерами, необходимыми для установки двух винтов с угловой стабильностью в каждом из фрагментов. В качестве добавочных опорных пластин применяли длинные версии реконструктивной, третьтрубчатой или прямой малой пластин, фиксируя их кортикальными винтами диаметром 3,5 мм, винтами для губчатой кости диаметром 4,0 мм и винтами диаметром 3,5 мм с угловой стабильностью (рис. 2).

При наличии внутрисуставного компонента перелома перед имплантацией пластин производили закрытую или ограниченную открытую репозицию отломков, содержащих суставную поверхность, и фиксировали их стягивающими винтами диаметром 4,0 мм с неполной резьбой. Винты вводились перпендикулярно плоскости внутрисуставного перелома. Для этого увеличивали длину дистальных доступов для имплантации пластины на 2–3 см или выполняли добавочные продольные доступы длиной 3–4 см таким образом, чтобы избежать конфликта с мягкотканым мостиком между доступами. При наличии импрессии до проведения стягивающих винтов устраняли импакцию и заполняли образовавшийся дефект остеокондуктивным материалом. При наличии смещенного заднего фрагмента ББК его репозицию и фиксацию осуществляли из отдельного заднелатерального или заднемедиального доступа, фиксируя задний фрагмент отдельной третьтрубчатой или реконструктивной противоскользкой пластиной. При этом остеосинтез заднего фрагмента, как правило, проводили перед выполнением передних доступов.

При наличии сочетанного перелома МБК ее остеосинтез осуществляли по следующим показаниям [14]: наличие первичной вальгусной деформации ББК с преимущественно многооскольчатый характером перелома переднелатеральной колонны пилона ББК и МБК; остаточная вальгусная деформация и/или латеральная нестабильность, выявляемая на этапах остеосинтеза в ходе интраоперационных стресс-тестов под контролем рентгеноскопии; значительное смещение отломков МБК, компрометирующее положение латеральной лодыжки в вырезке МБК на ББК. При подозрении на повреждение дистального межберцового синдесмоза устанавливали позиционный винт по общепринятой технологии [3].

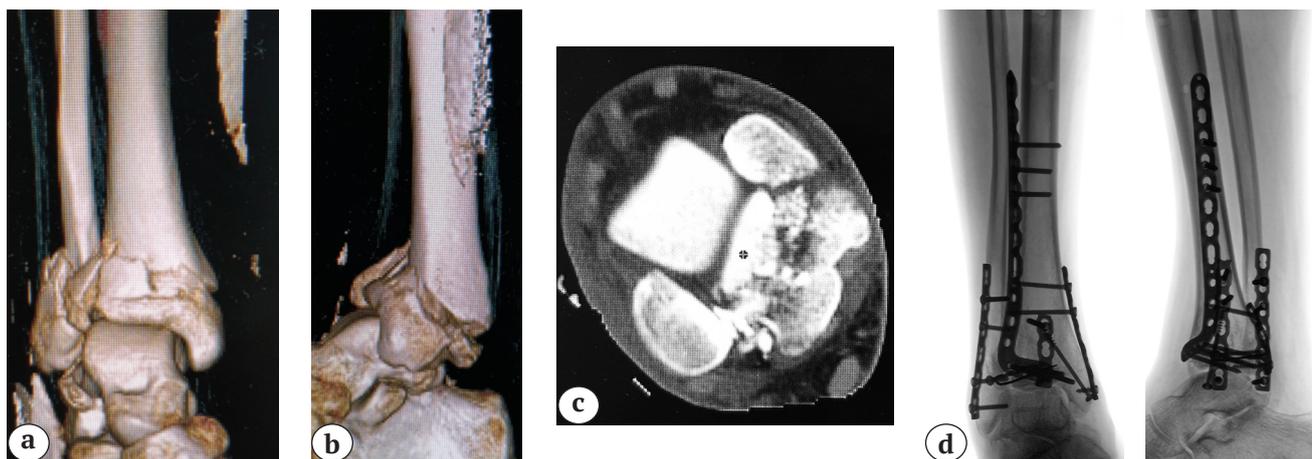


Рис. 2. Перелом дистального отдела голени типа 43C3 у пациента 19 лет:
 a, b, c — данные первичной СКТ; d — рентгенограммы в прямой и боковой проекциях через 12 мес. после операции
Figure 2. Type 43C3 distal tibial fracture in a 19-year-old patient:
 a, b, c — initial CT scans; d — X-rays in the AP and lateral views 12 months post-operation

Все операционные доступы ушивали по стандартной методике, используя атравматичный шовный материал, избегая натяжения краев операционных ран. Внешнюю иммобилизацию не выполняли. Все описанные методы репозиции и принципы остеосинтеза мы применяли в обеих группах исследования, стремясь к максимально возможному восстановлению анатомии дистального отдела голени и максимально стабильной фиксации отломков.

Со вторых суток послеоперационного периода рекомендовали активные движения в голеностопном суставе. Осевую нагрузку ограничивали до появления признаков консолидации переломов ББК и МБК. Контрольные рентгенограммы выполняли на следующий день после операции и через 6 нед., 3, 6 и 12 мес. после остеосинтеза. Позиционный винт (при его установке) удаляли через 6–8 нед. после операции.

Оценка результатов

При сравнении полученных результатов оценивали длительность предоперационного периода и качество репозиции костных отломков. Результаты репозиции оценивали по наличию остаточной угловой деформации во фронтальной и сагиттальной плоскостях, укорочения и ротации костных отломков, определяемых по стандартным рентгенограммам в прямой и боковой проекциях. В ряде случаев ориентировались по рентгенограммам контралатеральной конечности. При этом репозицию считали «отличной» при отсутствии остаточной угловой деформации, ротации и укорочения оперированной голени. Для сравнительного анализа применяли величины средних референтных

углов голени и голеностопного сустава в прямой и боковой проекциях, описанные Л.Н. Соломиным с соавторами [15]. Репозицию считали удовлетворительной (допустимой) при сохранении угловой деформации не более 5° (вальгус, варус, анте-, ретрокурвация), неудовлетворительной — при наличии угловой деформации более 5°.

Репозицию внутрисуставных фрагментов ББК оценивали в трех градациях в зависимости от остаточного смещения в виде «ступеньки» на суставной поверхности и/или расширения линии перелома на боковой рентгенограмме. Отличной (анатомичной) считали репозицию при отсутствии ступеньки, расширения линии перелома и подвывиха в голеностопном суставе, определяемого на рентгенограммах в прямой и боковой проекциях при полной конгруэнтности суставных поверхностей (одинаковое расстояние между суставными поверхностями таранной, большеберцовой и малоберцовой костей). Репозиция считалась удовлетворительной при наличии «ступеньки» суставной поверхности и/или расширении линии перелома не более 2 мм. Неудовлетворительная репозиция характеризовалась «ступенькой» суставной поверхности и/или расширением линии перелома более 2 мм и/или подвывихом в голеностопном суставе [3, 16].

Оценку сращения переломов проводили на основании контрольных рентгенограмм в указанные выше сроки. Отмечали консолидацию перелома при наличии костной мозоли или исчезновении линии перелома в прямой и боковой проекциях. Обращали внимание на признаки подвывиха в голеностопном суставе, нарастание деформации, вторичного смещения и миграции имплантатов.

Функциональный исход лечения оценивали в баллах по шкале AOFAS-AHS через 6 и 12 мес. после операции [17].

Отдельно анализировали ранние и отсроченные осложнения остеосинтеза: глубокие и поверхностные инфекционные осложнения, миграцию имплантатов, замедленную консолидацию переломов, вторичное смещение костных отломков с нарастанием угловой деформации, посттравматический остеоартрит.

Статистический анализ

При статистическом анализе данных соответствие количественных переменных закону нормального распределения проверялось с использованием критериев Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка. Для порядковых и биномиальных переменных анализировались таблицы сопряженности с расчетом критерия χ^2 , отношения шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом (95% ДИ), критерия χ^2 с поправкой на правдоподобие, точного критерия Фишера, точного критерия Фишера–Фримана–Холтона. Сравнение количественных переменных в зависимости от типа распределения данных производилось с помощью двухвыборочного t-критерия Стьюдента или критерия Манна–Уитни. Описательные статистики для переменных с нормальным распределением представлены в виде среднего значения со стандартным отклонением ($M \pm SD$), а в случае распределения отличного от нормального — в виде медианы (Me) с указанием межквартильного размаха [Q1–Q3], а также минимального и максимального значения. Относительные величины выражены в процентах.

Формирование массива данных было выполнено в табличном редакторе Excel пакета программ Microsoft Office (Microsoft, США). Статистический анализ производился в программе SPSS Statistics v. 27 (IBM, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Распределение пациентов с переломами типа 43C по вовлеченным колоннам анализировали в обеих группах. В первой группе у 8 (29%) пациентов были повреждены все три колонны: медиальная, переднелатеральная, задняя. Также имелся фрагмент центральной импресии. У 3 (11%) пациентов вовлечение трех колонн (переднелатеральной, медиальной и задней) не сопровождалось формированием фрагмента центральной импресии, еще у 8 (29%) пациентов был выявлен простой внутрисуставной перелом с одной плоскостью и с формированием отдельного заднего фрагмента.

Во второй группе у 11 (41%) пациентов были повреждены все четыре стандартных компонента перелома: медиальная, переднелатеральная, задняя колонны и фрагмент центральной импресии. У 9 (33%) пациентов вовлечение трех колонн (переднелатеральной, медиальной и задней) не сопровождалось формированием фрагмента центральной импресии.

Доли пациентов в группах по таким параметрам, как применение малоинвазивного накостного остеосинтеза из мини-доступов с закрытой репозицией отломков, открытая репозиция через ограниченные стандартные переднелатеральный или переднемедиальный доступы, остеосинтез МБК, а также репозиция по данным послеоперационных рентгенограмм представлены в таблице 2.

Мы обнаружили, что в случае многоколонной фиксации перелома пилон при наличии перелома МБК ее остеосинтез выполнялся статистически значимо реже: критерий χ^2 равен 4,148; $p = 0,042$; ОШ = 3,709 (95% ДИ: 1,021–13,472). Статистически значимых различий по частоте достижения анатомичной репозиции между группами отмечено не было: точный критерий Фишера–Фримана–Холтона равен 2,69; $p = 0,23$.

Таблица 2

Результаты сравнения качественных показателей в группах исследования

Параметр	Первая группа (n = 28)	Вторая группа (n = 27)	p
МИПО	15 (54%)	13 (48%)	0,786
ORIF	13 (46%)	14 (52%)	
Остеосинтез МБК	17 (61%)	11 (41%)	0,042
Репозиция:			0,230
анатомичная	18 (64%)	22 (81%)	
удовлетворительная	8 (29%)	5 (19%)	
неудовлетворительная	2 (7%)	0	

Жирным шрифтом выделен $p < 0,05$. МИПО — малоинвазивный накостный остеосинтез из мини-доступов с закрытой репозицией отломков; ORIF — открытая репозиция через ограниченные стандартные переднелатеральный или переднемедиальный доступы.

В послеоперационном периоде контрольные осмотры с выполнением контрольных рентгенограмм в двух стандартных проекциях проводились в срок 3, 6, 12 мес. Оценивали рентгенологические признаки сращения перелома, явления миграции и перелома имплантатов, вторичного смещения костных отломков и резорбции костной ткани вокруг винтов как признака неста-

бильности фиксации. Оценивали также рентгенологические признаки посттравматического остеоартрита (сужение суставной щели, остеофиты, формирующиеся деформации голеностопного сустава).

Количественные, в том числе функциональные, показатели, а также результаты их сравнительного анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты сравнения количественных показателей в группах исследования

Параметр	Первая группа (n = 28)	Вторая группа (n = 27)	<i>p</i>
Предоперационный койко-день	10 [9,00–14,25] min – 6, max – 27	11 [9,50–22,00] min – 7, max – 52	0,247
Длительность госпитализации, дней	16,5 [14,00–19,25] min – 12, max – 27	18 [15,00–26,00] min – 8, max – 61	0,249
AOFAS 6 месяцев, баллы	63 [50,00–73,00] min – 42, max – 84	75 [67,50–81,00] min – 59, max – 83	0,015
AOFAS 12 месяцев, баллы	74 [65,00–83,25] min – 60, max – 95	85 [71,00–94,50] min – 53, max – 99	0,028
Осложнения	10 (36%)	3 (11%)	0,029

Жирным шрифтом выделен $p < 0,05$.

Осложнения

В первой группе исследования осложнения выявлены у 10 (36%) пациентов, в том числе 2 случая глубокой инфекции, потребовавшей ревизионной операции; 1 случай поверхностной инфекции и краевого некроза послеоперационной раны; 1 случай вторичного смещения и перелома имплантата; 1 случай несращения за счет формирования метафизарного костного дефекта; 1 случай замедленного сращения; 2 случая остаточной вальгусной деформации, один из которых потребовал ревизионного остеосинтеза; 2 случая выраженного посттравматического остеоартрита.

Во второй группе исследования осложнения выявлены у 3 (11%) пациентов — все с переломами типа 43С3. Из них у одного пациента выявлена периимплантная инфекция, возникшая в срок 5 мес. после ограниченной открытой репозиции и фиксации пилона из заднемедиального доступа с установкой третьетрубчатой пластины на заднюю колонну, дистальной медиальной пластины на медиальную колонну и малоинвазивной фиксации третьетрубчатой пластиной переднелатеральной колонны. При этом явления местной инфекции в виде отека и гиперемии кожи наблюдались преимущественно в области заднемедиального доступа. На контрольных рентгенограммах признаки сращения перелома. В ходе санации удалены пластины с задней и медиальной колонн, третьетрубчатая пластина на переднелатеральной колонне сохранена. Явления местной инфекции ку-

пированы. Пациент осмотрен в срок 12 мес. после остеосинтеза — болевой синдром и другие жалобы отсутствуют, имеются умеренные ограничения движений в голеностопном суставе за счет тыльного разгибания (угол тыльного разгибания — 85°, угол подошвенного сгибания — 130°), функциональный результат — 85 баллов по шкале AOFAS.

У одного пациента второй группы в срок 1 год после травмы выявлен посттравматический остеоартрит голеностопного сустава, сопровождающийся болевым синдромом, ограничением амплитуды движений, хромотой и выраженными рентгенологическими признаками в виде сужения суставной щели и околосуставных остеофитов. При этом послеоперационная рентгенологическая оценка репозиции костных отломков была удовлетворительной с сохранением остаточного вальгуса до 5°. По поводу повторного оперативного лечения пациент не обращался.

Еще один пациент имел высокоэнергетический многооскольчатый перелом типа 43С3 со значительной центральной импрессией. После первичной фиксации циркулярным АВФ в режиме умеренной тракции с восстановлением оси и длины голени на 9-е сут. ему были выполнены ограниченная открытая репозиция и остеосинтез перелома пилона ББК через переднелатеральный доступ с фиксацией реконструктивной пластиной переднелатеральной колонны, дополнительной малоинвазивной фиксацией медиальной колонны при помощи дистальной медиальной пластины, а так-

же остеосинтез перелома 43F2A МБК третьетрубчатой пластиной. В ходе операции было достигнуто «отличное» рентгенологическое положение отломков. Послеоперационные раны зажили без осложнений, пациент приступил к ходьбе с тростью в срок 3 мес. после травмы. Однако на контрольных осмотрах в сроки 6 и 12 мес. выявлено несращение перелома из-за сформировавшегося костного дефекта в метафизарной зоне, подтвержденного КТ-исследованием и частичной миграцией медиальной опорной пластины. Выполнена костная аутопластика метафизарной области и рефиксация медиальной опорной пластиной, приведшая к консолидации перелома через 3 мес. после травмы.

В целом разница в частоте осложнений у пациентов первой и второй групп оказалась статистически значимой: критерий χ^2 с поправкой на правдоподобие равен 4,818; $p = 0,029$; ОШ = 4,444 (95% ДИ: 1,066–18,528). Таким образом, вероятность осложнений в первой группе была в 4,4 раза выше, чем во второй.

ОБСУЖДЕНИЕ

Переломы пилона, особенно тяжелые повреждения типа 43С3, требуют тщательного подхода к планированию и хирургическому лечению, и многоколонная фиксация в данном случае, с нашей точки зрения, более оправдана, так как подразумевает более прицельный подход к остеосинтезу всех поврежденных суставных фрагментов.

Наличие сопутствующего перелома МБК сопряжено с вопросом о необходимости ее фиксации. По нашему мнению, эта проблема неоднозначная и требует отдельного исследования. Остеосинтез в данном случае следует рассматривать не как фактор стабильности, а, скорее, как репозиционный маневр. В ряде случаев это облегчает репозицию пилона ББК, но только при простом характере перелома МБК, когда вероятность ошибки в восстановлении длины МБК невелика. Фиксацию МБК следует выполнять по определенным показаниям и не при всех типах переломов пилона [14].

Подобное настороженное отношение к остеосинтезу МБК высказывают многие современные авторы [18, 19, 20]. По данным В. Shafiq с соавторами, накостный остеосинтез МБК повышает риск инфекционных осложнений и необходимости удаления имплантатов. Кроме того, он удлиняет операцию, а удлинение операции на каждые 10 мин. при общей ее продолжительности более 120 мин. также значительно повышает риск инфекции [18]. Исходя из наших данных, можно отметить, что многоколонная фиксация статистически значимо снижала необходимость остеосинтеза МБК при переломах пилона типов 43А и 43С.

Рентгенологический результат репозиции отломков, оцененный нами в двух группах, прово-

дился по общепринятым критериям, описанным в литературе и применяемым другими авторами [3, 16]. В группе многоколонной фиксации доля пациентов с анатомичной репозицией была выше. Мы объясняем это возможностью более качественного пространственного восстановления положения и целостности каждой из колонн с применением комбинации хирургических доступов и имплантатов, т.е. подходом, которым мы руководствовались при выполнении операций, последовательно выполняя репозицию и фиксацию каждой из поврежденных колонн. Таких рекомендаций придерживаются многие современные авторы, занимающиеся остеосинтезом сложных переломов пилона ББК [7, 16, 21]. В то же время для выделения статистически значимых закономерностей необходимо более многочисленное мультицентровое исследование.

Различия в функциональных показателях между группами, на наш взгляд, могут быть связаны с меньшей долей осложнений в группе многоколонной фиксации, с большей долей пациентов с качественным восстановлением анатомических взаимоотношений в голеностопном суставе, а также с более высоким уровнем стабильности фиксации, способствовавшим раннему началу активных движений.

Доля осложнений в первой группе пациентов составила 36%, во второй — 11%, что соответствует данным других авторов. Так, Y. Chen с соавторами в группе из 102 пациентов с переломами пилона, прооперированных с применением современных подходов к накостному остеосинтезу, в 28 случаях (27,5%) получили 36 осложнений с преобладанием поверхностной и глубокой инфекции (по 8,8%) [22]. В исследовании С. Sommer с соавторами доля осложнений в группе из 109 пациентов с переломами типов 43В и 43С составила 36,2% [23].

В нашей работе в первой группе наблюдались следующие осложнения мягких тканей: в 7% случаев — глубокая инфекция, в 4% — замедленное заживление раны. Эти осложнения обусловлены в большей степени тяжестью самой травмы, а также высоким риском излишней травматизации мягких тканей при применении стандартных хирургических доступов, даже ограниченных по длине. Необходимость полноценной визуализации суставных фрагментов и непрямая манипуляция отдаленными фрагментами (например, задним краем ББК) могут приводить к излишней тракции краев раны с последующей их ишемией, повышая риск инфицирования.

Во второй группе при применении комбинации хирургических доступов, которые дают прямой подход к репозируемому и фиксируемому фрагменту и которые некоторые авторы называют *fragment-specific approaches* [18], инфекционные

осложнения наблюдались только у одного пациента. При этом проблем с заживлением ран не отмечено. Осложнения, связанные с замедленным сращением, несращением, остаточной вальгусной угловой деформацией, вторичным смещением отломков также встречались чаще в первой группе исследования, что можно объяснить как дополнительным нарушением кровоснабжения костных отломков за счет манипуляций с ними, так и ошибками первичной репозиции с сохранением смещения отломков и недостаточным уровнем стабильности фиксации при использовании одной пластины. Во второй группе пациентов при применении последовательной репозиции поврежденных колонн из прямых доступов и многоколонной фиксации снижается риск излишней девитализации отломков и повышается стабильность фиксации дистального метаэпифиза ББК в целом. Аналогичного мнения придерживаются многие авторы, говоря о том, что последовательное прицельное восстановление поврежденных колонн дает преимущество в плане качества репозиции суставной поверхности, функционального результата и частоты осложнений [24, 25].

Высокая доля развития посттравматического остеоартрита в обеих группах (7% — в первой и 4% — во второй) обусловлена большой долей тяжелых внутрисуставных переломов типа 43С3. В то же время, по данным литературы, доля посттравматических артрозов значительно выше. Так, Ö. Vakarı с соавторами приводят цифру 57,1% посттравматического остеоартрита голеностопного сустава 2-й степени и выше по классификации Kellgren–Lawrence. Авторы, как и в нашем исследовании, сравнивают результат накостного остео-

синтеза при переломах пилона типа 43С в двух группах с применением многоколонной и одноколонной фиксации. В группе многоколонной фиксации авторы диагностировали посттравматический остеоартрит у 40% больных, хотя к недостаткам исследования можно отнести слишком маленькое количество пациентов в группе многоколонной фиксации (10 пациентов) и отсутствие четкого описания клинических проявлений посттравматического остеоартрита у них [26]. Возможно, наша оценка частоты посттравматического остеоартрита основана на выявлении артрита более тяжелой стадии с выраженными клиническими проявлениями, однако мы можем отметить, что наши данные не превышают данные, приводимые в литературе. При этом артродезирование голеностопного сустава не было выполнено ни одному из наших пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многоколонная техника фиксации при полных около- и внутрисуставных переломах пилона обеспечивала лучшие функциональные показатели по сравнению с одноколонной, снижала риск осложнений за счет повышения стабильности фиксации отломков и устойчивости системы «имплантаты–кость» к физиологическим нагрузкам, а также реже требовала остеосинтеза малоберцовой кости. Применение комбинации хирургических доступов и имплантатов позволило в большом количестве случаев добиться анатомичной репозиции отломков, сращения перелома и восстановления функции. При этом применение комбинации коротких прямых доступов и многоколонной фиксации привело к снижению риска мягкотканых осложнений.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заявленный вклад авторов

Майоров Б.А. — концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных.

Беленький И.Г. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста рукописи.

Сергеев Г.Д. — сбор, анализ и интерпретация данных, написание и редактирование текста рукописи.

Гадоев К.К. — сбор, анализ и интерпретация данных.

Сергеева М.А. — написание и редактирование текста рукописи.

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

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

DISCLAIMERS

Author contribution

Maïorov B.A. — study concept and design, data acquisition, analysis and interpretation.

Belen'kiy I.G. — study concept and design, editing the manuscript.

Sergeev G.D. — data acquisition, analysis and interpretation, drafting and editing the manuscript.

Gadoev K.K. — data acquisition, analysis and interpretation

Sergeeva M.A. — drafting and editing the manuscript.

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

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

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

Этическая экспертиза. Исследование одобрено этическим комитетом ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», протокол № 1-11 от 15 ноября 2023 г.

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

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

Ethics approval. The study was approved by the local ethics committee of St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia, protocol No 1-11, 15.11.2023.

Consent for publication. The authors obtained written consent from patients to participate in the study and publish the results.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Беленький И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Усенов М.Б. Современные взгляды на оперативное лечение пациентов с переломами пилона. *Современные проблемы науки и образования*. 2018;(4). Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27955>. Belenkiy I.G., Mayorov B.A., Kochish A.U., Usenov M.B. Modern Views on Surgical Treatment of Pilon Fractures. *Modern Problems of Science and Education*. 2018;(4). Available from: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27955>. (In Russian).
2. Canale S.T., Beaty J.H. Campbell's Operative Orthopaedics. 12th ed. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier; 2013. 4635 p.
3. Buckley R.E., Moran C.G. Apivattthakakul Th. AO principles of fracture management. 3rd ed. Thieme; 2018. 1120 p.
4. Andalib A., Etemadifar M.R., Rafiee Zadeh A., Moshkdar P. Treatment of Pilon Fractures with Low Profile Plates. *Int J Burns Trauma*. 2021;11(6):486-493.
5. Haller J.M., Githens M., Rothberg D., Higgins T., Nork S., Barei D. Risk Factors for Tibial Plafond Nonunion: Medial Column Fixation May Reduce Nonunion Rates. *J Orthop Trauma*. 2019;33(9):443-449. doi: 10.1097/BOT.0000000000001500.
6. Viberg B., Kleven S., Hamborg-Petersen E., Skov O. Complications and Functional Outcome After Fixation of Distal Tibia Fractures with Locking Plate – A Multicentre Study. *Injury*. 2016;47(7):1514-1518. doi: 10.1016/j.injury.2016.04.025.
7. Penny P., Swords M., Heisler J., Cien A., Sands A., Cole P. Ability of Modern Distal Tibia Plates to Stabilize Comminuted Pilon Fracture Fragments: Is Dual Plate Fixation Necessary? *Injury*. 2016;47(8):1761-1769. doi: 10.1016/j.injury.2016.05.026.
8. Chen Z., Chen D., Yang H., Wu W., Dai Z. 360 Degrees Internal Fixation by Double Approaches for High-Energy Closed Pilon Fractures. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2015;29(10):1226-1229. (In Chinese).
9. Lou Z., Wang Z., Liu C., Tang X. Outcomes of tibial Pilon Fracture Fixation Based on Four-Column Theory. *Injury*. 2023;54(Suppl 2):S36-S42. doi: 10.1016/j.injury.2022.08.017.
10. Bastias C., Lagos L. New Principles in Pilon Fracture Management: Revisiting Rüedi and Allgöwer Concepts. *Foot Ankle Clin*. 2020;25(4):505-521. doi: 10.1016/j.fcl.2020.08.004.
11. Tong G.O., Bavonratanevech S. Tibia and Fibula Distal. In: AO Manual of Fracture Management. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO), Switzerland: AO Publishing; 2007. Ch. 18. P. 305-325.
12. Майоров Б.А., Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Гадоев К.К. Малоинвазивный остеосинтез закрытого перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости со смещением отломков. *Медикобиологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2023;(30):38-49. doi: 10.25016/2541-7487-2023-0-3-00-35. Maiorov B.A., Belen'kii I.G., Sergeev G.D, Gadoev K.K. Minimally invasive osteosynthesis in displaced closed metaepiphyseal fractures of the distal tibia. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2023;(30):38-49. doi: 10.25016/2541-7487-2023-0-3-00-35. (In Russian).
13. Lakhota D., Sharma G., Khatri K., Kumar G.N., Sharma V., Farooque K. Minimally Invasive Osteosynthesis of Distal Tibial Fractures Using Anterolateral Locking Plate: Evaluation of Results and Complications. *Chin J Traumatol*. 2016;19(1):39-44. doi: 10.1016/j.cjtee.2015.07.010.
14. Майоров Б.А., Беленький И.Г., Кочиш А.Ю., Григорян Ф.С. К вопросу о фиксации малоберцовой кости при ее переломах, сочетающихся с переломами пилона. *Современные проблемы науки и образования*. 2020;(6). doi: 10.17513/spno.30311. Режим доступа: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=30311>. Mayorov B.A., Belenkiy I.G., Kochish A.Y., Grigoryan F.S. To the Issue of the Fibula Fixation in Cases of Pilon Fractures in Association with Fibula Fractures. *Modern Problems of Science and Education*. 2020;(6). doi: 10.17513/spno.30311. Available from: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=30311>. (Accessed on: 15.04.2024). (In Russian).
15. Соломин, Л.Н., Щепкина Е.А., Кулеш П.Н., Виленский В.А., Корчагин К.Л., Скоморошко П.В. Определение референтных линий и углов длинных трубчатых костей : пособие для врачей. 2-е изд., перераб. и доп. СПб : РНИИТО им. Р.Р. Вредена; 2012. 48 с. Solomin L.N., Shchepkina E.A., Kulesh P.N., Vilenskii V.A., Korchagin K.L., Skomoroshko P.V. Definition of reference lines and angles of long bones. St. Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena; 2012. 48 p. (In Russian).
16. Ding W., Xu J., Zhu Y., Nian S., Lu Y., Zheng M. et al. Comparative Study on the Clinical Efficacy of Small Plate Assisted Anatomic Plate and Traditional Double Plate in the Treatment of Rüedi and Allgöwer II – III Pilon Fracture. *BMC Surg*. 2023; 23(1):352. doi: 10.1186/s12893-023-02251-9.

17. Фомичев В.А., Сорокин Е.П., Коновальчук Н.С., Пашкова Е.А., Середя А.П. Кросс-культурная адаптация и валидация русскоязычной версии шкалы Американской ортопедической ассоциации стопы и голеностопного сустава AOFAS-AHS. *Травматология и ортопедия России*. 2023;29(4):78-86. doi: 10.17816/2311-2905-16494.
Fomichev V.A., Sorokin E.P., Konovalchuk N.S., Pashkova E.A., Sereda A.P. Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Russian-Language Version of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot Scale (AOFAS-AHS). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(4):78-86. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-16494.
18. Shafiq B., Zhang B., Zhu D., Gupta D.K., Cubberly M., Stepanyan H. et al. Reducing Complications in Pilon Fracture Surgery: Surgical Time Matters. *J Orthop Trauma*. 2023;37(10):532-538. doi: 10.1097/BOT.0000000000002637.
19. Hong C.C., Tan S.H.S., Saha S., Pearce C.J. Fibula fixation in the treatment of tibial pilon fractures - Is it really necessary? *Foot Ankle Surg*. 2022;28(7):891-897. doi: 10.1016/j.fas.2021.12.007.
20. Kurylo J.C., Datta N., Iskander K.N., Tornetta P. 3rd. Does the Fibula Need to be Fixed in Complex Pilon Fractures? *J Orthop Trauma*. 2015;29(9):424-427. doi: 10.1097/BOT.0000000000000304.
21. Dai C.H., Sun J., Chen K.Q., Zhang H.B. Omnidirectional Internal Fixation by Double Approaches for Treating Rüedi-Allgöwer Type III Pilon Fractures. *J Foot Ankle Surg*. 2017;56(4):756-761. doi: 10.1053/j.jfas.2017.02.012.
22. Chen Y., Huang X., Chen Y., Shi C., Li H., Xu J. et al. Comparison of Complications of Early and Delayed Open Reduction and Internal Fixation for Treating Pilon Fracture: A Protocol of Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2021;16(11):e0258962. doi: 10.1371/journal.pone.0258962.
23. Sommer C., Nork S.E., Graves M., Blauth M., Rudin M., Stoffel K. Quality of Fracture Reduction Assessed by Radiological Parameters and Its Influence on Functional Results in Patients with Pilon Fractures - A Prospective Multicentre Study. *Injury*. 2017;48(12):2853-2863. doi: 10.1016/j.injury.2017.10.031.
24. Ketz J., Sanders R. Staged Posterior Tibial Plating for the Treatment of Orthopaedic Trauma Association 43C2 and 43C3 Tibial Pilon Fractures. *J Orthop Trauma*. 2012;26(6):341-347. doi: 10.1097/BOT.0b013e318225881a.
25. Kottmeier S.A., Madison R.D., Divaris N. Pilon Fracture: Preventing Complications. *J Am Acad Orthop Surg*. 2018;26(18):640-651. doi: 10.5435/JAAOS-D-17-00160.
26. Bakan Ö.M., Vahabi A., Özkayın N. Management of Complex Pilon Fractures: Is It Necessary to Fix All the Columns in AO/OTA Type 43-C Fractures? *Injury*. 2023;54(12):111153. doi: 10.1016/j.injury.2023.111153.

Сведения об авторах

✉ **Беленький Игорь Григорьевич** — д-р мед. наук
Адрес: Россия, 192242, г. Санкт-Петербург,
Будапештская ул., д. 3
<https://orcid.org/0000-0001-9951-5183>
e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru

Майоров Борис Александрович — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0003-1559-1571>
e-mail: bmayorov@mail.ru

Сергеев Геннадий Дмитриевич — канд. мед. наук
<https://orcid.org/0000-0002-8898-503X>
e-mail: gdsergeev@gmail.com

Гадоев Камолiddин Комилович
<https://orcid.org/0009-0003-5565-0721>
e-mail: dr.kamoliddingk@mail.ru

Сергеева Мария Александровна
<https://orcid.org/0009-0003-3255-1771>
e-mail: masharik1990@mail.ru

Authors' information

✉ **Igor G. Belen'kiy** — Dr. Sci. (Med.)
Address: 3, Budapeshtskaya st., St. Petersburg, 192242,
Russia
<https://orcid.org/0000-0001-9951-5183>
e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru

Boris A. Mayorov — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0003-1559-1571>
e-mail: bmayorov@mail.ru

Gennadii D. Sergeev — Cand. Sci. (Med.)
<https://orcid.org/0000-0002-8898-503X>
e-mail: gdsergeev@gmail.com

Kamoliddin K. Gadoev
<https://orcid.org/0009-0003-5565-0721>
e-mail: dr.kamoliddingk@mail.ru

Mariya A. Sergeeva
<https://orcid.org/0009-0003-3255-1771>
e-mail: masharik1990@mail.ru