

## Результаты лечения пациентов с переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости с использованием различных вариантов хирургической техники

Г.Д. Сергеев<sup>1,2</sup>, И.Г. Беленький<sup>1,2</sup>, Ю.В. Рефицкий<sup>1</sup>, В.Е. Савелло<sup>1,3</sup>,  
Б.А. Майоров<sup>1,2,3</sup>

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

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> ГБУЗ ЛО «Всеволожская клиническая межрайонная больница», г. Всеволожск, Россия

### Реферат

**Актуальность.** Почти у половины пациентов перелом лодыжек сопровождается повреждением заднего края большеберцовой кости (ББК). Результаты проведенных исследований противоречивы и не дают однозначного ответа на вопрос о необходимости фиксации заднего фрагмента ББК.

**Цель исследования** — сравнить рентгенологические и функциональные результаты различных вариантов остеосинтеза фрагмента заднего края большеберцовой кости при нестабильных переломах лодыжек с использованием заднелатерального и заднемедиального хирургических доступов.

**Материал и методы.** В проспективное с ретроспективной группой сравнения многоцентровое исследование включены 132 пациента со сложными переломами лодыжек и заднего отдела ББК, которые были разделены на три группы в зависимости от методики фиксации заднего края. В первой группе (70 пациентов) репозиция фрагмента заднего края ББК выполнялась закрытым способом, а его остеосинтез был выполнен малоинвазивно стягивающими винтами, проведенными в направлении спереди назад. Во второй группе (33 пациента) выполняли открытую репозицию и внутреннюю фиксацию фрагмента заднего края ББК из заднелатерального хирургического доступа. В третьей группе (29 пациентов) были выполнены открытая репозиция и остеосинтез заднего края ББК через заднемедиальный или модифицированный заднемедиальный доступ. Оценка функциональных и рентгенологических результатов лечения производилась в сроки 12, 24 и 48 нед. после операции остеосинтеза по шкалам AOFAS и Neer.

**Результаты.** Консолидация перелома у всех пациентов наступила в среднем через  $8,3 \pm 0,8$  нед. Анализ срезов послеоперационной СКТ показал, что применение задних доступов обеспечило статистически значимо более точную репозицию фрагментов заднего края ББК. Функциональные результаты пациентов второй (заднелатеральный доступ) и третьей (заднемедиальный доступ) групп на сроках наблюдения 24 и 48 нед. статистически значимо превосходили показатели первой группы. По шкале AOFAS на сроке 48 нед. после операции медиана значений у пациентов второй группы составила 86 баллов, у пациентов третьей — 90 баллов, по шкале Neer — 88 и 94 баллов соответственно.

**Заключение.** Применение задних доступов при хирургическом лечении пациентов со сложными переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости позволяет добиться более точной открытой репозиции отломков по сравнению с закрытой. Эти пациенты демонстрируют более высокие среднесрочные функциональные результаты.

**Ключевые слова:** перелом лодыжек, перелом большеберцовой кости, заднемедиальный доступ, заднелатеральный доступ, остеосинтез лодыжек.

 **Для цитирования:** Сергеев Г.Д., Беленький И.Г., Рефицкий Ю.В., Савелло В.Е., Майоров Б.А. Результаты лечения пациентов с переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости с использованием различных вариантов хирургической техники. *Травматология и ортопедия России*. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-16493>.

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

Рукопись получена: 27.09.2023. Рукопись одобрена: 09.11.2023. Статья опубликована онлайн: 22.11.2023.

© Сергеев Г.Д., Беленький И.Г., Рефицкий Ю.В., Савелло В.Е., Майоров Б.А., 2023



## Results of Surgical Treatment of Ankle and Posterior Malleolus Fractures Using Different Surgical Techniques

Gennadii D. Sergeev<sup>1,2</sup>, Igor' G. Belen'kiy<sup>1,2</sup>, Yurii V. Refitskii<sup>1</sup>, Boris A. Maiorov<sup>1,2,3</sup>, Viktor E. Savello<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> First Pavlov State Medical University of St. Petersburg, Saint Petersburg, Russia

### Abstract

**Background.** Almost half of the patients with ankle fractures have fracture of the posterior malleolus. Conclusions of the existing studies are contradictory and do not provide a decisive answer to the question of the need for fixation of the posterior tibial fragment.

**Aim of the study** – to compare the radiologic and functional outcomes of osteosynthesis of the posterior tibial fragment in unstable ankle fractures using closed reduction and minimally invasive technique and direct open reduction using posterolateral and posteromedial surgical approaches.

**Methods.** Prospective multicenter study enrolled 132 patients with complex ankle and posterior malleolus fractures. They were divided into three groups depending on the technique of fixation of posterior tibia. Functional and radiologic results of treatment were assessed at 12, 24, and 48 weeks after osteosynthesis. The AOFAS and Neer scales were used.

**Results.** Bone union occurred in all patients at an average of  $8.3 \pm 0.8$  weeks after surgery. Analysis of postoperative CT scans showed that the use of posterior approaches provided statistically significantly more precise reduction of the fragments of posterior tibia. Functional results of patients of the second (posterolateral approach) and third (posteromedial approach) groups at 24 and 48 weeks of follow-up were statistically significantly superior to those of the first group. The median AOFAS score at 48 weeks of follow-up was 86 for group 2 patients and 90 for group 3. The median scores on the Neer scale were 88 and 94 points respectively.

**Conclusion.** Posterior approaches in the surgical treatment of patients with complex ankle and posterior malleolus fractures allow for more precise fragment open reduction compared to closed one. These patients also show better mid-term functional outcomes.

**Keywords:** ankle fracture, posterior malleolus fracture, tibia fracture, posteromedial approach, posterolateral approach.

**Cite as:** Sergeev G.D., Belen'kiy I.G., Refitskii Yu.V., Maiorov B.A., Savello V.E. Results of Surgical Treatment of Ankle and Posterior Malleolus Fractures Using Different Surgical Techniques. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(4):. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-16493>.

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

Submitted: 27.09.2023. Accepted: 09.11.2023. Published Online: 22.11.2023.

© Sergeev G.D., Belen'kiy I.G., Refitskii Yu.V., Maiorov B.A., Savello V.E., 2023

**ВВЕДЕНИЕ**

Переломы лодыжек составляют 4–9% от всех переломов костей скелета, при этом в 46% случаев эти травмы ассоциированы с повреждением заднего края большеберцовой кости (ББК) [1, 2].

Несмотря на то, что травматологи имеют большой опыт лечения пациентов со сложными переломами лодыжек, вопрос о необходимости остеосинтеза фрагмента заднего края ББК все еще обсуждается. Общепринятая ранее практика воздерживаться от фиксации, если его размер менее 25–33% от суставной поверхности, сейчас уступает подходу, согласно которому все поврежденные структуры голеностопного сустава должны быть восстановлены [3]. Результаты ряда исследований продемонстрировали, что наличие перелома заднего края ББК независимо от размера фрагмента негативно влияет на исход лечения [3, 4].

Стремление систематизировать подходы к хирургическому лечению переломов заднего края ББК привело к созданию относительно новых классификаций этих повреждений, основанных на данных спиральной компьютерной томографии (СКТ). N. Nagaguchi с соавторами предложили разделить переломы заднего края ББК на три типа в зависимости от размера фрагмента [5]. J. Bartonicek с соавторами разделили эти травмы на четыре типа в зависимости от степени вовлечения в перелом малоберцовой вырезки [6]. И те и другие авторы считают, что все переломы заднего края ББК, которые технически могут быть зафиксированы, должны быть зафиксированы. Только так называемые переломы в виде скорлупы по классификации N. Nagaguchi или внеинцизурные переломы по классификации J. Bartonicek требуют фиксации дистального межберцового синдесмоза позиционным винтом в силу отсутствия технической возможности выполнить остеосинтез заднего края ББК [5, 6].

Технически остеосинтез перелома заднего края ББК можно выполнить с использованием закрытой репозиции с введением винтов спереди назад или открытой репозиции с введением винтов сзади наперед. В отношении функциональных результатов хирургического лечения пациентов обсуждаемого профиля в зависимости от применяемого способа фиксации в научной литературе нет единого мнения. K. Pilskog с соавторами сообщают о сходных показателях оценки функции голеностопного сустава при применении традиционного и задних доступов [1]. С другой стороны, S. Erinc и N. Sam при оценке функциональных результатов по шкалам SF-36 и FAOS получили данные, свидетельствующие в пользу применения задних доступов [7].

Существование подобных противоречий и определило актуальность проведения нашего сравнительного исследования.

*Цель исследования* — сравнить рентгенологические и функциональные результаты остеосинтеза фрагмента заднего края большеберцовой кости при нестабильных переломах лодыжек путем закрытой репозиции с малоинвазивной техникой и прямой открытой репозиции с использованием заднелатерального и заднемедиального хирургических доступов.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ****Дизайн исследования**

Тип исследования — многоцентровое когортное проспективное с ретроспективной группой сравнения.

Исследование выполнено на базе ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе» и ГБУЗ ЛО «Всеволожская клиника межрайонная больница». В исследование вошли 132 пациента, из них 31 мужчина и 101 женщина, находившиеся на стационарном лечении в период с января 2021 по декабрь 2022 г. включительно. Средний возраст пациентов составил  $52,0 \pm 14,1$  лет.

*Критерии включения* пациентов в исследование:

- возраст пациентов старше 18 лет;
- изолированная закрытая травма с переломами типов 44B3 и 44C1.3, C2.3 и C3.3 по классификации AO/ASIF;
- отсутствие хронических заболеваний в стадии суб- и декомпенсации, онкологической патологии и постоянной терапии глюкокортикостероидами;
- давность травмы не более 30 сут.;
- выполненный остеосинтез заднего края ББК, латеральной и/или медиальной лодыжек;
- возможность оценить ближайшие и среднесрочные функциональные результаты.

*Критерии исключения:*

- возраст менее 18 лет;
- наличие переломов лодыжек без повреждения заднего края большеберцовой кости, а также в составе политравмы или множественных переломов;
- наличие хронических заболеваний в стадии суб- и декомпенсации, онкологической патологии или постоянной терапии глюкокортикостероидами;
- застарелый характер травмы;
- проведенное консервативное лечение перелома лодыжек;
- невозможность оценить ближайшие и среднесрочные функциональные результаты.

Всем пациентам был выполнен остеосинтез лодыжек и заднего края ББК. Деление на группы осуществлялось в зависимости от метода репозиции

фрагмента заднего края ББК и применявшегося для фиксации хирургического доступа. Всем пациентам при поступлении в стационар выполняли традиционную рентгенографию в двух проекциях и спиральную компьютерную томограмму (СКТ) для уточнения характера перелома и определения степени вовлеченности заднего края ББК.

В первую группу (ретроспективную группу сравнения) были включены 70 пациентов, которым репозиция фрагмента заднего края ББК выполнялась закрытым способом, а его остеосинтез был выполнен малоинвазивно стягивающими винтами, проведенными в направлении спереди назад. Эта клиническая группа была представлена 20 (29%) мужчинами и 50 (71%) женщинами. Средний возраст пациентов составил  $52,0 \pm 14,0$  лет. У 56 (80%) пациентов был диагностирован перелом лодыжек типа 44B3 по классификации AO/ASIF, у 4 (6%) пациентов — типа 44C1.3, у 2 (3%) — типа 44C2.3 и у 8 (11%) — типа 44C3.3. В соответствии с классификацией J. Bartonicek пациенты распределились следующим образом: у 38 (54%) пациентов диагностирован перелом 2-го типа, у 20 (29%) — 3-го типа и у 12 (17%) — 4-го типа.

Во вторую группу вошли 33 пациента, из них 6 (18%) мужчин и 27 (82%) женщин. В этой группе были выполнены открытая репозиция и внутренняя фиксация фрагмента заднего края ББК из заднелатерального хирургического доступа. Средний возраст пациентов составил  $52,8 \pm 14,4$  лет. Перелом типа 44B3 по классификации AO/ASIF был диагностирован у 27 (82%) пациентов, перелом типа 44C3 — у 6 (18%). Перелом 2-го типа по классификации J. Bartonicek в этой группе пациентов наблюдался в 18 (55%) случаях, 3-го типа — в 9 (27%) и 4-го типа — в 6 (18%).

Третья группа была представлена 29 пациентами, 5 (17%) из которых были мужчинами, а 24 (83%) — женщинами. Пациентам этой группы были выполнены открытая репозиция и остеосинтез заднего края ББК через заднемедиальный или модифицированный заднемедиальный доступ. Изучение целесообразности применения этих двух вариантов заднемедиального доступа при конкретных типах перелома заднего края ББК не входило в задачи настоящего исследования. В связи с этим пациенты были объединены в одну клиническую группу. Из 29 пациентов 17 (59%) получали лечение по поводу перелома лодыжек типа 44B3 по классификации AO/ASIF, у 3 (10%) пациентов был диагностирован перелом лодыжек типа 44C1, у 5 (17%) — типа 44C2 и у 4 (14%) — типа 44C3. У 3 (10%) пациентов был отмечен 2-й тип перелома по классификации J. Bartonicek, у 16 (55%) пациентов по данным СКТ был выявлен перелом 3-го типа и у 10 (34%) пациентов — 4-го типа.

Выбор хирургического доступа для фиксации заднего фрагмента ББК у пациентов второй и третьей групп осуществлялся с учетом полученной при СКТ рентгенологической картины.

### Техника операции

Пациентам первой группы операцию выполняли в положении лежа на спине. В первую очередь им через латеральный доступ производили фиксацию малоберцовой кости пластиной 1/3 трубки и винтами диаметром 3,5 мм. Затем из медиального или переднемедиального доступа двумя винтами для губчатой кости с неполной резьбой диаметром 4,0 мм выполняли остеосинтез медиальной лодыжки. Закрыто под контролем интраоперационной рентгеноскопии выполняли репозицию фрагмента заднего края ББК. Фиксацию его осуществляли стягивающими винтами диаметром 3,5 мм, проведенными в направлении спереди назад. На завершающем этапе операции с помощью интраоперационных нагрузочных тестов и рентгенограмм оценивали стабильность дистального межберцового синдесмоза и при необходимости устанавливали позиционный винт.

Подробно техника оперативного вмешательства, применявшаяся у пациентов второй и третьей групп, описана в наших более ранних работах [8, 9]. Отметим, что пациенты второй группы располагались на операционном столе в положении на животе для удобства выполнения заднелатерального доступа и фиксации отломков заднего края ББК и латеральной лодыжки. Остеосинтез заднего края ББК им выполнялся либо стягивающими винтами диаметром 3,5 мм, либо пластиной 1/3 трубки, выполняющей опорную функцию, и винтами диаметром 3,5 мм. Остеосинтез медиальной лодыжки производился в этом же положении пациента из традиционного медиального доступа винтами для губчатой кости с неполной резьбой диаметром 4,0 мм.

Пациентов третьей группы располагали на операционном столе на спине. Поврежденная нижняя конечность отводилась в тазобедренном суставе и сгибалась в коленном суставе. В этом положении выполняли заднемедиальный доступ, из которого фиксировали задний край ББК и медиальную лодыжку. После этого поврежденную нижнюю конечность разгибали, и остеосинтез латеральной лодыжки производили из традиционного латерального доступа. В этой группе использовались имплантаты, аналогичные применявшимся у пациентов второй группы. Для проверки состояния дистального межберцового синдесмоза у пациентов второй и третьей групп также применяли интраоперационные нагрузочные тесты и рентгенограммы, по результатам которых принимали решение о необходимости установки позиционного винта.

### Послеоперационное ведение

В послеоперационном периоде всем пациентам разрешалась ходьба с дополнительной опорой на костыли. В течение первых 6 нед. было рекомендовано ограничить осевую нагрузку на оперированную конечность, допускалось только касание стопой пола. С 7-й нед. до сращения перелома была разрешена частичная осевая нагрузка весом тела с дополнительной опорой на костыли. Удаление позиционного винта выполняли через 10–12 нед. с момента операции остеосинтеза.

### Оценка результатов

Контрольные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях для оценки динамики костного сращения выполнялись через 4, 8 и 10 нед. после остеосинтеза. Критериями консолидации перелома малоберцовой кости являлось формирование костной мозоли и исчезновение линии перелома (при сращении в условиях относительной стабильности) или исчезновение линии перелома (при сращении в условиях абсолютной стабильности). Критерием сращения перелома медиальной лодыжки и заднего края ББК являлось исчезновение линии перелома на контрольных рентгенограммах.

В раннем послеоперационном периоде пациентам для определения точности репозиции и корректности положения металлоконструкций выполнялась контрольная СКТ на аппарате GE Revolution CT ES 512 (General Electric, США). Измерение размера фрагмента заднего края ББК производилось в программе RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Польша).

В ходе исследования мы провели сравнительный анализ следующих параметров: размер фрагмента заднего края ББК, определяемый по сагиттальным срезам СКТ; длительность оперативного вмешательства; длительность госпитализации;

остаточное смещение фрагмента заднего края по длине по данным сагиттальных срезов контрольной СКТ; объем движений и функция сустава по шкалам AOFAS [10] и Neer [11] на сроках 12, 24 и 48 нед. после операции.

### Статистический анализ

Статистический анализ производился с использованием программного обеспечения Statistica 8.0 (StatSoft Inc., США).

Совокупности переменных каждого из изучавшихся показателей были проверены на соответствие закону нормального распределения. Для этого использовали критерии Колмогорова–Смирнова и Шапиро–Уилка. Распределение в выборке данных длительности оперативного вмешательства соответствовало нормальному. В связи с этим полученные результаты представлены в виде среднего значения со стандартным отклонением ( $M \pm \sigma$ ). В выборках всех остальных показателей распределение отличалось от нормального, поэтому они представлены в виде медианы с нижним и верхним квартилями —  $Me (Q1; Q3)$ . При сравнительном анализе показатели второй и третьей групп поочередно сравнивались с аналогичными показателями первой группы. Для переменных с нормальным распределением применялся параметрический *t*-критерий Стьюдента. Для переменных с распределением отличным от нормального применялся непараметрический *U*-критерий Манна–Уитни. Относительные величины представлены в процентах. Отличия между выборками считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Числовые значения изученных показателей, а также рассчитанные величины *p* представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Исследованные параметры в трех группах пациентов с уровнем статистической значимости**

Параметр	Первая группа	Вторая группа		Третья группа	
		Значение	<i>p</i>	Значение	<i>p</i>
Длительность госпитализации, дни	14,7 (10; 17)	14 (12; 20)	0,146397	13 (12; 15)	0,871732
Длительность операции, мин.	82,5±33,1	83,9±21,7	0,823438	95,5±20,2	0,053277
Размер фрагмента заднего края, см	1,34 (1,10; 1,73)	1,1 (0,9; 1,6)	<b>0,014867</b>	1,0 (0,7; 1,5)	<b>0,000549</b>
Остаточное смещение фрагмента заднего края после операции, мм	0,91 (0,6; 1,5)	0,45 (0; 1,05)	<b>0,000944</b>	0,5 (0,2; 0,85)	<b>0,000416</b>

Значения представлены в виде  $Me (Q1; Q3)$  для переменных с распределением отличным от нормального и в виде  $M \pm \sigma$  для переменных с нормальным распределением. Статистически значимые показатели выделены жирным шрифтом.

Таблица 2

## Функциональные результаты пациентов трех групп в динамике, Ме (Q1; Q3)

Срок	Параметр	Первая группа	Вторая группа		Третья группа	
			Значение	<i>p</i>	Значение	<i>p</i>
12 нед.	Объем движений, град.	40 (35; 45)	45 (40; 50)	<b>0,000213</b>	40 (35; 45)	0,282958
	AOFAS, баллы	69 (65; 72)	70 (65; 76)	0,171804	67 (64; 70)	0,102455
	Neer, баллы	69 (68; 72)	70 (68; 74)	0,692336	68 (64; 70)	0,342917
24 нед.	Объем движений, град.	65 (60; 70)	75 (65; 80)	<b>0,000379</b>	65 (60; 70)	0,398068
	AOFAS, баллы	80 (76; 82)	84 (80; 85)	<b>0,000956</b>	86 (82; 90)	<b>0,000001</b>
	Neer, баллы	78 (76; 80)	84 (80; 86)	<b>0,000007</b>	88 (84; 92)	<b>0,000000</b>
48 нед.	Объем движений, град.	75 (70; 80)	80 (75; 85)	<b>0,009953</b>	80 (75; 85)	<b>0,025007</b>
	AOFAS, баллы	86 (82; 88)	86 (85; 90,5)	<b>0,037621</b>	90 (86; 95)	<b>0,000155</b>
	Neer, баллы	85 (83; 88)	88 (86; 92)	<b>0,000050</b>	94 (94; 96)	<b>0,000000</b>

Статистически значимые показатели выделены жирным шрифтом.

Длительность госпитализации и продолжительность оперативного вмешательства у пациентов всех трех групп статистически значимо не отличались. Тем не менее можно отметить, что операция с применением заднемедиального доступа длилась в среднем на 12–13 мин. дольше двух других вариантов вмешательства, однако эта разница статистически незначима ( $p = 0,0533$ ).

По данным СКТ у пациентов первой группы были диагностированы статистически значимо более крупные фрагменты заднего края ББК — 1,34 см (1,1; 1,73).

После выполнения операции остеосинтеза остаточное смещение фрагмента заднего края ББК у пациентов первой группы статистически значимо превосходило аналогичные показатели у пациентов второй и третьей групп ( $p = 0,0009$  и  $p = 0,0004$  соответственно). Степень рентгенологически определяемого смещения фрагмента заднего края у пациентов второй и третьей групп в среднем не превышала 0,5 мм, в то время как при закрытой репозиции среднее смещение составило 0,91 мм. Необходимо отметить, что у 10 (14%) пациентов первой группы размер остаточного смещения превышал 2 мм, в то время как во второй группе такое смещение наблюдалось у 1 (3%) пациента, а в третьей группе — ни у одного.

Консолидация переломов констатирована у всех пациентов в среднем на сроке  $8,3 \pm 0,8$  нед. после операции остеосинтеза.

Функциональная оценка результатов лечения производилась на сроках 12, 24 и 48 нед. На сроке 12 нед. после операции только пациенты второй группы продемонстрировали статистически значимо ( $p = 0,0002$ ) больший объем движений в голеностопном суставе. В среднем этот показатель был

равен  $45^\circ$  (40; 50). При оценке по шкалам AOFAS и Neer значимых различий между группами на этом сроке наблюдения отмечено не было.

На сроке 24 нед. после остеосинтеза объем движений в голеностопном суставе пациентов второй группы составил  $75^\circ$  (65; 80) и статистически значимо ( $p = 0,0004$ ) превосходил результаты в первой и третьей группах. При анализе индивидуальных анкет на основе шкал AOFAS и Neer мы установили, что баллы пациентов второй группы были статистически значимо ( $p = 0,001$  и  $p < 0,001$  соответственно) выше, чем у пациентов первой группы. В третьей группе также были отмечены более высокие функциональные результаты по сравнению с первой. Эта разница оказалась статистически значимой (для обеих шкал  $p < 0,001$ ).

Заключительный осмотр с оценкой функции оперированного голеностопного сустава мы выполняли через 48 нед. после хирургического вмешательства. На этом сроке средний объем движений у пациентов второй и третьей групп равнялся  $80^\circ$  (75; 85) и был статистически значимо ( $p = 0,001$  и  $p = 0,025$  соответственно) больше, чем показатель пациентов первой группы —  $75^\circ$  (70; 80). При оценке по шкалам AOFAS и Neer функция голеностопного сустава пациентов второй и третьей групп была статистически значимо лучше, чем у пациентов первой группы. Необходимо отметить, что на сроке 48 нед. медианы для совокупности балльных показателей первой и второй групп оказались близкими (AOFAS — 86 и 86 баллов соответственно при  $p = 0,04$ , Neer — 85 и 88 баллов соответственно при  $p < 0,001$ ). Однако анализ значений нижнего и верхнего квартилей указывает на то, что во второй группе большая часть пациентов продемонстрировала более высокие функциональные результаты.

### Осложнения

В первой группе инфекционных осложнений, несостоятельности фиксации и иных осложнений выявлено не было.

У одного пациента (3%) из второй группы было отмечено развитие на сроке 2 нед. глубокой инфекции послеоперационной раны, что отразилось на функциональном результате. Пациенту были выполнены несколько ревизионных вмешательств на фоне курса этиотропной антибиотикотерапии. Было принято решение не удалять имплантаты до сращения перелома. На сроке 18 нед. после операции остеосинтеза металлоконструкции были удалены, и инфекционный процесс купирован. На сроке 48 нед. пациент демонстрировал объем движений в голеностопном суставе, равный 40°, функциональный результат составил 52 и 46 баллов по шкалам AOFAS и Neer соответственно.

В третьей группе у одного (3%) пациента на сроке 6 нед. после оперативного вмешательства по данным контрольных рентгенограмм были обнаружены несостоятельность фиксации фрагмента медиальной лодыжки и вторичное смещение отломков. Однако от повторной операции пациент отказался. При осмотре через 48 нед. после остеосинтеза объем движений в голеностопном суставе составил 60°, оценка по шкале AOFAS — 56 баллов, по шкале Neer — 50 баллов, что соответствует неудовлетворительному результату.

### ОБСУЖДЕНИЕ

При хирургическом лечении переломов лодыжек, осложненных повреждением заднего края ББК, традиционно считалось, что задний тибиаальный фрагмент, размеры которого составляют 25–33% от суставной поверхности, в фиксации не нуждается [1, 12, 13]. Это подход подкреплялся проведенными биомеханическими исследованиями. Их результаты свидетельствовали о том, что задняя часть суставной поверхности ББК не играет роли при осевой нагрузке на голеностопный сустав весом тела. В связи с этим ее повреждение не приводит к биомеханическим нарушениям при движениях в суставе [14, 15].

Противоположная точка зрения обоснована результатами других исследований, которые систематизированы в работе S. Odak с соавторами. На основе изученных публикаций авторы делают следующее заключение: несмотря на то, что задний край ББК не несет выраженной функциональной нагрузки, его перелом приводит к ненормальному перераспределению этой нагрузки и развитию нестабильности в голеностопном суставе. Это может являться предрасполагающим фактором развития посттравматического остеоартрита [2]. В связи с вышесказанным хирурги стали стремиться к полноценному восстановлению структурной

целостности голеностопного сустава при оперативном лечении переломов лодыжек с повреждением заднего края ББК [12, 16]. Такой подход полностью соответствует принципам хирургического лечения внутрисуставных переломов [13].

Анатомичная репозиция фрагментов суставной поверхности в большинстве случаев подразумевает манипулирование отломками под контролем глаза. Заднемедиальный, модифицированный заднемедиальный и заднелатеральный доступы обеспечивают наилучшую визуализацию при наименьшем количестве осложнений [17, 18]. Мы сравнивали рентгенологические и функциональные результаты хирургического лечения пациентов со сложными переломами лодыжек с применением задних доступов с результатами пациентов, которым остеосинтез заднего края был выполнен малоинвазивно, а переломы латеральной и медиальной лодыжек фиксировались из традиционных доступов. По нашему мнению, сравнительный анализ показателей второй и третьей групп между собой не имеет научной ценности. Это подтверждается исследованием S. Zhong с соавторами, в котором авторы продемонстрировали, что выбор доступа следует осуществлять на основании данных СКТ и клинического опыта хирурга. Схожие функциональные и рентгенологические результаты были получены при применении как заднемедиального, так и заднелатерального доступов [19].

Вопрос о выборе доступа для остеосинтеза при переломе заднего края ББК остается открытым. Заднемедиальный доступ более удобен, так как выполняется в привычном положении больного на спине и обеспечивает визуализацию 64% задней поверхности ББК. Модифицированный вариант заднемедиального доступа позволяет увеличить этот процент до 91. Также из этого доступа удобно выполнять репозицию и фиксацию перелома медиальной лодыжки. Заднелатеральный доступ выполняется из положения на животе или на боку, что менее удобно. Визуализация поверхности заднего края ББК составляет лишь 40%, что несколько меньше, чем при заднемедиальном доступе [20]. Преимуществом является то, что заднелатеральный хирургический доступ можно использовать также для остеосинтеза перелома латеральной лодыжки, если уровень ее перелома позволяет осуществить эту операцию. Таким образом, представляется логичным использование заднемедиального доступа при сочетании перелома заднего края ББК с переломом медиальной лодыжки, а заднелатерального — при сочетании перелома заднего края ББК с переломом латеральной лодыжки на том же уровне. Кроме того, заднемедиальный хирургический доступ предпочтителен при необходимости выполнения переднелатерального

доступа (например, для ревизии передней порции дистального межберцового синдесмоза), а также при высоком переломе малоберцовой кости, когда выполнение ее фиксации из заднелатерального доступа не представляется возможным. Существует ряд переломов заднего края ББК, при которых для остеосинтеза можно использовать как заднелатеральный, так и заднемедиальный хирургический доступы. В этом случае, на наш взгляд, выбор должен зависеть от предпочтений хирурга. Главное, чтобы результатом операции являлись максимально точная репозиция фрагмента заднего края ББК и его стабильная фиксация.

В ходе проведенного нами исследования было установлено, что длительность госпитализации, а также самого оперативного вмешательства не зависят от выбранного хирургического доступа для репозиции и фиксации заднего края ББК.

Оценка остаточного смещения фрагмента заднего края ББК после операции остеосинтеза выполнялась по сагиттальным срезам СКТ. Общепринятым показателем неудовлетворительной репозиции является наличие по данным рентгенологического обследования «ступеньки» между фрагментами суставной поверхности размером более 2 мм [8, 9, 21]. Первая группа пациентов характеризуется не только статистически значимо большим средним остаточным смещением фрагмента заднего края после закрытой репозиции, но и большей долей пациентов, у которых это смещение превышает порог в 2 мм. Этот показатель свидетельствует о том, что открытая репозиция обеспечивает лучшее восстановление суставной поверхности голеностопного сустава.

По данным зарубежных авторов, традиционная закрытая репозиция и фиксация фрагмента заднего края ББК стягивающими винтами спереди назад ассоциирована с большой частотой неудовлетворительной репозиции заднего края [22, 23]. Причем эти показатели выше, чем полученные в нашем исследовании у пациентов первой группы. С. Drijfhout van Nooff с соавторами сообщают, что у 42% пациентов, прооперированных по традиционной методике, репозиция фрагмента заднего края ББК была признана неудовлетворительной [22]. В работе D. Vidović с соавторами приведены результаты рандомизированного сравнительного исследования закрытой и открытой репозиции заднего края ББК. По их данным, дисконгруэнтность суставной поверхности наблюдалась в 23% случаев при малоинвазивной фиксации и лишь в 4% случаев — при репозиции и остеосинтезе под контролем глаза [23]. E. Fernández-Rojas с соавторами в своем исследовании также делают вывод о предпочтительности заднемедиального и заднелатерального доступов при остеосинтезе заднего края ББК [21].

Конгруэнтность дистальной суставной поверхности ББК наряду с такими факторами, как первичное наличие переломовывиха и резидуальный подвывих таранной кости после остеосинтеза, связана с более высоким риском развития посттравматического остеоартрита. По данным систематического обзора литературы, общая частота появления дегенеративных изменений голеностопного сустава составляет 33,5%. При этом авторы отмечают, что размер фрагмента заднего края не влияет на развитие посттравматического остеоартрита [2].

Функциональные результаты пациентов всех трех групп оценивались нами в динамике. Наиболее выраженную разницу в показателях при оценке по шкалам AOFAS и Neer мы отметили при осмотре через 24 нед. после хирургического вмешательства. Медиана баллов пациентов второй и третьей групп была значительно больше, чем у пациентов первой группы. Это свидетельствует о более благоприятном течении реабилитационного процесса у пациентов, перенесших открытую репозицию фрагмента заднего края ББК. Данное утверждение подкреплено функциональными результатами пациентов второй и третьей групп нашего исследования, отмеченными на сроке 48 нед. после операции. По всем функциональным показателям было отмечено статистически значимое превосходство над соответствующими показателями первой группы. Помимо этого, значения верхних квартилей полученных совокупностей балльных оценок на сроке 48 нед. после операции свидетельствуют о том, что большие доли пациентов второй и третьей групп по сравнению с первой показали отличные функциональные результаты (их оценка по шкалам AOFAS и Neer превышала 90 баллов).

Сходные с показателями нашего исследования значения при оценке по шкале AOFAS получили и зарубежные исследователи, изучая эффективность хирургического лечения пациентов с переломами лодыжек и заднего края ББК с применением задних доступов. Так, S. Zhong с соавторами сообщают, что на сроке наблюдения 12 мес. средние значения у пациентов, операция которым была выполнена через заднемедиальный доступ, составили 92,5 балла. В группе заднелатерального доступа на этом же сроке средний балл был равен 91,4 балла [19]. L. Yang с соавторами оценивали функциональный результат у пациентов со сложными переломами лодыжек после фиксации заднего края ББК из заднелатерального доступа. Средний показатель по шкале AOFAS составил  $81,35 \pm 6,15$  на сроке 6 мес. и  $90,56 \pm 4,98$  на заключительном осмотре. Авторы не указывают срок заключительного осмотра, однако, исходя из содержания публикации, он составил более 2 лет после операции [3].

## Ограничения исследования

Распределение пациентов по группам не рандомизировано. Операции остеосинтеза у пациентов одной группы исследования были выполнены разными хирургами. Выбор хирургического доступа для фиксации заднего края ББК определялся оперирующим хирургом на основе навыков, клинического опыта и рентгенологической картины. Недостаточно длительный срок наблюдения не позволяет оценить признаки развития посттравматического остеоартрита.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

### Заявленный вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

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

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

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

**Этическая экспертиза.** Проведение настоящего исследования обсуждено и одобрено этическим комитетом ГБУ «Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», протокол № 10 от 26 октября 2021 г.

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

## ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Pilskog K., Gote T.B., Odland H.E.J., Fjeldsgaard K.A., Dale H., Inderhaug E. et al. Traditional Approach vs Posterior Approach for Ankle Fractures Involving the Posterior Malleolus. *Foot Ankle Int.* 2021;42(4):389-399. doi: 10.1177/1071100720969431.
2. Odak S., Ahluwalia R., Unnikrishnan P., Hennessy M., Platt S. Management of Posterior Malleolar Fractures: A Systematic Review. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55(1):140-145. doi: 10.1053/j.jfas.2015.04.001.
3. Yang L., Yin G., Zhu J., Liu H., Zhao X., Xue L. et al. Posterolateral approach for posterior malleolus fixation in ankle fractures: functional and radiological outcome based on Bartonicek classification. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023;143(7):4099-4109. doi: 10.1007/s00402-022-04620-0.
4. Neumann A.P., Rammelt S. Ankle fractures involving the posterior malleolus: patient characteristics and 7-year results in 100 cases. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022;142(8):1823-1834. doi: 10.1007/s00402-021-03875-3.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение заднелатерального или заднемедиального доступа для открытой репозиции и остеосинтеза при хирургическом лечении пациентов со сложными переломами лодыжек и заднего края ББК позволяет добиться более точного сопоставления отломков суставной поверхности по сравнению с закрытой репозицией. Кроме того, пациенты, операция которым была выполнена с применением задних доступов, демонстрируют более высокие среднесрочные функциональные результаты.

## DISCLAIMERS

### Author contribution

All authors made equal contributions to the study and the publication.

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

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

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

**Ethics approval.** The study was approved by the local ethics committee of St. Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, protocol No 10, 26.10.2021.

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

5. Haraguchi N., Haruyama H., Toga H., Kato F. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(5):1085-1092. doi: 10.2106/JBJS.E.00856.
6. Bartoníček J., Rammelt S., Tuček M. Posterior Malleolar Fractures: Changing Concepts and Recent Developments. *Foot Ankle Clin.* 2017;22(1):125-145. doi: 10.1016/j.fcl.2016.09.009.
7. Eriç S., Cam N. Does it matter the fixation method of the posterior malleolar fragment in trimalleolar fractures? *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2021;88(3):204-210. (In English).
8. Бельный И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Сергеев Г.Д., Рефицкий Ю.В., Савелло В.Е. и др. Использование заднемедиального хирургического доступа для остеосинтеза при переломах лодыжек и заднего края большеберцовой кости. *Травматология и ортопедия России.* 2022;28(3):16-28. doi: 10.17816/2311-2905-1800.
9. Belen'kii I.G., Maiorov B.A., Kochish A.Y., Sergeev G.D., Refitskii Y.V., Savello V.E. et al. Posteromedial Approach in Fracture Fixation of Malleoli and Posterior Edge of Tibia. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2022;28(3): 16-28. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-1800.

9. Беленький И.Г., Майоров Б.А., Кочиш А.Ю., Сергеев Г.Д., Савелло В.Е., Тульчинский А.Э. и др. Остеосинтез нестабильных переломов лодыжек и заднего края большеберцовой кости из заднелатерального хирургического доступ. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(3):29-42. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-29-42. Belen'kii I.G., Maiorov B.A., Kochish A.Y., Sergeev G.D., Savello V.E., Tul'chinskii A.E. et al. Unstable Fractures Osteosynthesis of Malleoli and Posterior Edge of the Tibia Using Posterolateral Surgical Approach. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021;27(3):29-42. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-29-42.
10. Kitaoka H.B., Alexander I.J., Adelaar R.S., Nunley J.A., Myerson M.S., Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*. 1994;15(7):349-353. doi: 10.1177/107110079401500701.
11. Neer C.S. 2<sup>nd</sup>, Grantham S.A., Shelton M.L. Supracondylar fracture of the adult femur. A study of one hundred and ten cases. *J Bone Joint Surg Am*. 1967;49(4):591-613.
12. Tenenbaum S., Shazar N., Bruck N., Bariteau J. Posterior Malleolus Fractures. *Orthop Clin North Am*. 2017;48(1):81-89. doi: 10.1016/j.ocl.2016.08.004.
13. Buckley R.E., Moran C.G., Apivatthakakul Th. AO principles of fracture management. Stuttgart: Thieme; 2018. 1120 p.
14. Vrahas M., Fu F., Veenis B. Intraarticular contact stresses with simulated ankle malunions. *J Orthop Trauma*. 1994;8(2):159-166. doi: 10.1097/00005131-199404000-00014.
15. Papachristou G., Efstathopoulos N., Levidiotis C., Chronopoulos E. Early weight bearing after posterior malleolar fractures: an experimental and prospective clinical study. *J Foot Ankle Surg*. 2003;42(2):99-104. doi: 10.1016/s1067-2516(03)70009-x.
16. Воронкевич И.А., Кулик В.И., Лаврентьев А.В. Эргономика остеосинтеза «трехлодыжечного» перелома. *Травматология и ортопедия России*. 2002;(1):44-46. Voronkevich I.A., Kulik V.I., Lavrentyev A.V. Ergonomics of osteosynthesis of "trimalleolar" fracture. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2002;(1):44-46. (In Russian).
17. Wang Y., Wang J., Luo C.F. Modified posteromedial approach for treatment of posterior pilon variant fracture. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:328. doi: 10.1186/s12891-016-1182-9.
18. Arrondo G.M., Joannas G. Complex Ankle Fractures: Practical Approach for Surgical Treatment. *Foot Ankle Clin*. 2020;25(4):587-595. doi: 10.1016/j.fcl.2020.08.002.
19. Zhong S., Shen L., Zhao J.G., Chen J., Xie J.F., Shi Q. et al. Comparison of Posteromedial Versus Posterolateral Approach for Posterior Malleolus Fixation in Trimalleolar Ankle Fractures. *Orthop Surg*. 2017;9(1):69-76. doi: 10.1111/os.12308.
20. Assal M., Dalmau-Pastor M., Ray A., Stern R. How to Get to the Distal Posterior Tibial Malleolus? A Cadaveric Anatomic Study Defining the Access Corridors Through 3 Different Approaches. *J Orthop Trauma*. 2017;31(4):e127-e129. doi: 10.1097/BOT.0000000000000774.
21. Fernández-Rojas E., Herrera-Pérez M., Vilá-Rico J. Posterior malleolar fractures: Indications and surgical approaches. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2023;67(2):160-169. doi: 10.1016/j.recot.2022.10.019.
22. Drijfhout van Hooff C.C., Verhage S.M., Hoogendoorn J.M. Influence of fragment size and postoperative joint congruency on long-term outcome of posterior malleolar fractures. *Foot Ankle Int*. 2015;36(6):673-678. doi: 10.1177/1071100715570895.
23. Vidović D., Elabjer E., Muškardin I.V.A., Milosevic M., Bekic M., Bakota B. Posterior fragment in ankle fractures: anteroposterior vs posteroanterior fixation. *Injury*. 2017;48(5):S65-S69. doi: 10.1016/S0020-1383(17)30743-X.

#### 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

Сергеев Геннадий Дмитриевич — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-8898-503X>

e-mail: gdsergeev@gmail.com

Рефицкий Юрий Владимирович

<https://orcid.org/0000-0002-6437-6424>

e-mail: yur1140@yandex.ru

Майоров Борис Александрович — канд. мед. наук

<https://orcid.org/0000-0002-6437-6424>

e-mail: yur1140@yandex.ru

Савелло Виктор Евгеньевич — д-р мед. наук, профессор

e-mail: prof\_savello@emergency.spb.ru

#### Authors' information

✉ Igor' G. Belen'kiy — Dr. Sci. (Med.)

Address: 3, Budapeshtskaya str., St. Petersburg, 192242,

Russia

<https://orcid.org/0000-0001-9951-5183>

e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru

Gennadii D. Sergeev — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-8898-503X>

e-mail: gdsergeev@gmail.com

Yurii V. Refitskii

<https://orcid.org/0000-0002-6437-6424>

e-mail: yur1140@yandex.ru

Boris A. Maiorov — Cand. Sci. (Med.)

<https://orcid.org/0000-0002-6437-6424>

e-mail: yur1140@yandex.ru

Viktor E. Savello — Dr. Sci. (Med.), Professor

e-mail: prof\_savello@emergency.spb.ru