

## Сравнительный анализ функциональных результатов остеотомии Weil с фиксацией винтами и без фиксации при метатарзалгии

М.А. Иманкулов<sup>1,4</sup> ✉, Р.Н. Алиев<sup>1,2</sup>, Г.А. Айрапетов<sup>1,2</sup>, И.А. Дмитров<sup>2</sup>, С.А. Оснач<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

<sup>2</sup> Городская клиническая больница № 31 имени академика Г.М. Савельевой, Москва, Россия

<sup>3</sup> Городская клиническая больница имени С.С. Юдина, Москва, Россия

<sup>4</sup> Городская клиническая больница имени В.П. Демикова, Москва, Россия

**Аннотация. Введение.** Метатарзалгия представляет собой широко распространенную патологию переднего отдела стопы, проявляющуюся болевым синдромом и функциональными ограничениями. При неэффективности консервативного лечения «золотым стандартом» хирургической коррекции является остеотомия Weil с фиксацией фрагментов винтами. Однако данная методика сопряжена с риском имплант-ассоциированных осложнений (таких как миграция, перелом винта, реакция на инородное тело), а также требует длительного периода ограничения нагрузки и реабилитации. В качестве альтернативы рассматривается техника выполнения остеотомии Weil без внутренней фиксации, которая потенциально позволяет сократить сроки восстановления за счет возможности более ранней осевой нагрузки. **Цель работы.** Сравнить отдаленные функциональные исходы и частоту послеоперационных осложнений после остеотомии Weil с фиксацией винтами и без нее. **Материалы и методы.** Проведено ретроспективное когортное исследование, в которое включены 146 пациентов (297 остеотомий), прооперированных в период с 2022 по 2024 гг. Пациенты были разделены на две группы: группа 1 (стандартная техника с фиксацией винтами Герберта диаметром 2 мм,  $n = 89$  пациентов, 159 остеотомий) и группа 2 (техника без фиксации имплантами,  $n = 57$  пациентов, 138 остеотомий). Средний срок наблюдения составил 18 месяцев. Для оценки исходов использовались валидированная функциональная шкала AOFAS Lesser Metatarsophalangeal-Interphalangeal Scale (LMIS) и визуально-аналоговая шкала (ВАШ) для оценки интенсивности боли, а также данные контрольной рентгенографии. Регистрировались все интра- и послеоперационные осложнения. Статистическая обработка данных проводилась с использованием U-критерия Манна – Уитни и  $\chi^2$  (уровень значимости  $p < 0,05$ ). **Результаты.** Анализ функциональных исходов не выявил статистически значимых различий между группами: средний показатель по шкале AOFAS LMIS в группе 1 составил  $(70,8 \pm 15,2)$  балла, в группе 2 –  $(77,3 \pm 12,7)$  балла ( $p = 0,11$ ). Интенсивность болевого синдрома по ВАШ также была сопоставима:  $(3,8 \pm 2,1)$  и  $(3,2 \pm 1,9)$  балла соответственно ( $p = 0,14$ ). Однако при анализе осложнений выявлены значимые преимущества техники без фиксации: частота развития трансферной метатарзалгии в группе 1 достигла 31,5 %, в то время как в группе 2 – лишь 17,5 % ( $p = 0,04$ ). Показатель ревизионных вмешательств был в два раза выше в группе с фиксацией (18,0 % против 8,8 %,  $p = 0,04$ ). Кроме того, зафиксировано статистически значимое сокращение сроков восстановления в группе 2 –  $(6,3 \pm 1,8)$  недель против  $(8,2 \pm 2,1)$  недель в группе 1 ( $p < 0,01$ ). **Заключение.** Остеотомия Weil без фиксации демонстрирует сопоставимые с классической методикой отдаленные функциональные результаты и уровень болевого синдрома. При этом техника без фиксации обладает рядом существенных преимуществ: значимо ниже частота развития трансферной метатарзалгии (снижение на 44 %) и необходимость в ревизионных операциях (снижение на 51 %), а также на 23 % более короткий срок функционального восстановления. Таким образом, методика остеотомии Weil без внутренней фиксации является клинически целесообразной и перспективной альтернативой стандартному подходу, позволяя минимизировать риски осложнений и ускорить возвращение пациентов к активной жизни.

**Ключевые слова:** метатарзалгия, остеотомия Weil, винтовая фиксация, ревизионная хирургия, послеоперационные осложнения, хирургия стопы, ранняя нагрузка

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2025-22-4-50-55>

## Comparative analysis of the functional results of Weil osteotomy with and without screw fixation in metatarsalgia

М.А. Imankulov<sup>1,4</sup> ✉, R.N. Aliev<sup>1,2</sup>, G.A. Airapetov<sup>1,2</sup>, I.A. Dmitrov<sup>2</sup>, S.A. Osnach<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

<sup>2</sup> City Clinical Hospital No. 31 named after Academician G.M. Savelyeva, Moscow, Russia

<sup>3</sup> S.S. Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russia

<sup>4</sup> V.P. Demikhov City Clinical Hospital, Moscow, Russia

**Abstract. Introduction:** Metatarsalgia is a widespread pathology of the forefoot, manifesting as pain syndrome and functional limitations. When conservative treatment is ineffective, the "gold standard" for surgical correction is the Weil osteotomy with screw fixation of the fragments. However, this method is associated with the risk of implant-related complications (such as migration, screw

fracture, foreign body reaction) and requires a long period of load restriction and rehabilitation. As an alternative, the technique of performing the Weil osteotomy without internal fixation is considered, which potentially allows for reduced recovery times due to the possibility of earlier axial loading. **Objective:** To compare long-term functional outcomes and the frequency of postoperative complications after the Weil osteotomy with screw fixation and without it. **Materials and methods:** A retrospective cohort study was conducted, including 146 patients (297 osteotomies) who underwent surgery between 2022 and 2024. Patients were divided into two groups: Group 1 (standard technique with fixation using 2.0 mm Herbert screws,  $n = 89$  patients, 159 osteotomies) and Group 2 (technique without implant fixation,  $n = 57$  patients, 138 osteotomies). The mean follow-up period was 18 months. Outcomes were assessed using the validated functional AOFAS Lesser Metatarsophalangeal-Interphalangeal Scale (LMIS) and the Visual Analog Scale (VAS) for pain intensity, as well as control radiography data. All intra- and postoperative complications were recorded. Statistical analysis was performed using the Mann – Whitney U test and  $\chi^2$  test (significance level  $p < 0.05$ ). **Results:** Analysis of functional outcomes revealed no statistically significant differences between the groups: the mean AOFAS LMIS score in Group 1 was  $(70.8 \pm 15.2)$ , and in Group 2 it was  $(77.3 \pm 12.7)$  ( $p = 0.11$ ). Pain intensity on the VAS was also comparable:  $(3.8 \pm 2.1)$  and  $(3.2 \pm 1.9)$  points, respectively ( $p = 0.14$ ). However, the analysis of complications revealed significant advantages of the fixation-free technique: the incidence of transfer metatarsalgia in Group 1 reached 31.5 %, while in Group 2 it was only 17.5 % ( $p = 0.04$ ). The rate of revision interventions was twice as high in the fixation group (18.0 % vs. 8.8 %,  $p = 0.04$ ). Furthermore, a statistically significant reduction in recovery time was recorded in Group 2 –  $(6.3 \pm 1.8)$  weeks versus  $(8.2 \pm 2.1)$  weeks in Group 1 ( $p < 0.01$ ). **Conclusion:** The fixation-free Weil osteotomy demonstrates long-term functional results and levels of pain syndrome comparable to the classical technique. At the same time, the fixation-free technique offers a number of significant advantages: a significantly lower incidence of transfer metatarsalgia (a 44 % reduction) and the need for revision surgeries (a 51 % reduction), as well as a 23 % shorter functional recovery period. Thus, the Weil osteotomy technique without internal fixation is a clinically feasible and promising alternative to the standard approach, allowing for minimized complication risks and accelerated return of patients to active life.

**Keywords:** metatarsalgia, Weil osteotomy, screw fixation, revision surgery, postoperative complications, foot surgery, early weight-bearing

## ВВЕДЕНИЕ

Метатарзалгия – широко распространенная патология в подиатрии и ортопедии стопы [1]. Хотя консервативное лечение эффективно у большинства пациентов, его неэффективность требует хирургического вмешательства [1]. Успех операции зависит от точного выявления биомеханических нарушений, таких как плантаризация головок плюсневых костей (ПК) и анатомическое несоответствие их длины, вызывающие перегрузку в различные фазы шага [2]. Выбор хирургической тактики при метатарзалгии остается предметом дискуссий [1, 2, 3]. Несмотря на множество предложенных техник (>25), достижение стабильно хороших результатов затруднено, а осложнения требуют изучения [3]. Цели хирургии включают восстановление опороспособности I луча, нормализацию распределения подошвенного давления и воссоздание физиологической парабола длины ПК [3]. Широко применяемой техникой для пропульсивной метатарзалгии является дистальная метатарзальная остеотомия Weil, детализированная L.S. Weil (1991) и популяризированная в Европе L.S. Barouk [4, 5]. Она обеспечивает продольную декомпрессию переднего отдела стопы путем коррекции функциональной длины ПК [6]. Перспективной модификацией является открытая остеотомия Weil без фиксации, позволяющая раннюю нагрузку [7]. Предполагается, что функциональная тяга мягких тканей и саморегуляция при ранней мобилизации способствуют восстановлению физиологического распределения нагрузки [8]. Сохранение боли после классической (фиксирующей) остеотомии Weil, несмотря на достижение рентгенологических критериев Maestro, может быть связано с остаточным несоответствием высоты головок ПК. Гипотетическим преимуществом нефиксирующей методики является способность ранней нагрузки способствовать трехмерному

выравниванию головок ПК, потенциально снижая риск послеоперационной метатарзалгии [9, 10].

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Провести сравнительный анализ функциональных исходов и частоты послеоперационных осложнений после остеотомии Weil, выполненной с фиксацией винтами и без таковой.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Было проведено ретроспективное когортное исследование путем анализа историй болезни пациентов, перенесших остеотомию Weil по поводу метатарзалгии в период с 2022 по 2024 гг. в Городской клинической больнице № 3 имени академика Г.М. Савельевой, Москва. Все пациенты предварительно получали консервативную терапию продолжительностью не менее 6 месяцев без достаточного эффекта.

Критерии включения: резистентная к консервативному лечению метатарзалгия II–IV лучей; наличие рентгенологически подтвержденного нарушения парабола Maestro (несоответствие длины и/или высоты головок ПК); возраст старше 18 лет.

Критерии исключения: отсутствие нарушений парабола Maestro; посттравматические или ятрогенные биомеханические нарушения ПК; болезнь Фрайберга (остеохондропатия головки ПК); состояние после артропластики по Келлеру (ввиду высокого риска трансферной метатарзалгии); ревматоидный артрит, тяжелый деформирующий остеоартроз; нейропатическая стопа (диабетическая, др.).

Пациенты были разделены на 2 группы: группа 1 (с фиксацией винтами): 89 пациентов (159 остеотомий Weil с фиксацией винтами Гербера 2 мм); группа 2 (без фиксации винтами): 57 пациентов (138 остеотомий Weil без фиксации).

Группы были сопоставимы по возрасту, полу и сроку наблюдения (в среднем 18 месяцев) (табл. 1). Не выявлено статистически значимых различий по предоперационным клиническим [интенсивность боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), функция по AOFAS LMIS, сопутствующие диагнозы] и рентгенологическим параметрам [угол *Hallux Valgus* (HV), межплюсневый угол (M1M2), подвывих сесамовидных костей по Roig-Puerta] (табл. 2, 3). Все пациенты были проинформированы о методах лечения и подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Таблица 1

## Демографические характеристики пациентов

| Параметр               | Группа 1<br>с фиксацией<br>(n = 89) | Группа 2<br>без фиксации<br>(n = 57) | p    |
|------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------|
| Пациенты               | 89                                  | 57                                   | –    |
| Остеотомии             | 159                                 | 138                                  | –    |
| Возраст, лет           | 53 ± 9                              | 48 ± 10                              | 0,76 |
| Мужчины, абс. (%)      | 3 (3,4)                             | 1 (1,8)                              | –    |
| Женщины, абс. (%)      | 86 (96,6)                           | 56 (98,2)                            | 1,0  |
| Срок наблюдения, мес.  | 18 ± 3                              | 18 ± 4                               | 0,20 |
| Правая стопа, абс. (%) | 40 (45,0)                           | 27 (47,4)                            | –    |
| Левая стопа, абс. (%)  | 49 (55,0)                           | 30 (52,6)                            | 0,67 |

Таблица 2

## Предоперационные клинические характеристики

| Параметр   | Группа 1<br>(n = 89) | Группа 2<br>(n = 57) | p    |
|------------|----------------------|----------------------|------|
| ВАШ, баллы | 7,2 ± 1,8            | 7,0 ± 1,9            | 0,41 |
| AOFAS LMIS | 45,3 ± 10,1          | 47,1 ± 9,8           | 0,28 |

Таблица 3

## Предоперационные рентгенологические параметры, абс. (%)

| Параметр                     | Группа 1<br>с фиксацией<br>(n = 89) | Группа 2<br>без фиксации<br>(n = 57) | p    |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------|
| Угол <i>Hallux Valgus</i>    |                                     |                                      | 0,23 |
| <40°                         | 61 (68,5)                           | 40 (70,2)                            |      |
| ≥40°                         | 28 (31,5)                           | 17 (29,8)                            |      |
| Межплюсневый угол            |                                     |                                      | 0,57 |
| <16°                         | 62 (69,7)                           | 42 (73,7)                            |      |
| ≥16°                         | 27 (30,3)                           | 15 (26,3)                            |      |
| Подвывих сесамовидных костей |                                     |                                      | 0,72 |
| <60 %                        | 35 (39,3)                           | 36 (63,2)                            |      |
| ≥60 %                        | 54 (60,7)                           | 21 (36,8)                            |      |

**Методы оценки.** Болевая чувствительность оценивалась по визуально-аналоговой шкале (ВАШ, 0–10 баллов) до операции и при последнем визите. Функцию оценивали по шкале Американского общества ортопедов стопы и голеностопного сустава для малых плюсневых и межплюсневых суставов (AOFAS Lesser Metatarsophalangeal-Interphalangeal Scale, AOFAS LMIS, 0–100 баллов) до операции и при последнем визите. Результаты категоризованы: отличный (90–100), хороший (75–89), удовлетворительный (60–74), плохой (<60). Фиксировались осложнения, такие как рецидивирующая/трансферная метатарзалгия, плантарный/дистальный гиперкератоз, плавающий палец (floating toe), замедленная консолидация, аваскулярный некроз (АВН), псевдоартроз, необходимость ревизионных вмешательств.

**Рентгенологическая оценка.** Выполнялась рентгенография стоп в прямой и боковой проекциях под нагрузкой (стандартизированная методика: расстояние 1 м, центрация на головки ПК, каудальный наклон луча 20° для прямой проекции, горизонтальное направление с медиальной стороны для боковой). Анализировались параметры до операции и при последнем визите: степень укорочения II ПК после остеотомии, угол HV, угол M1M2, положение сесамовидных костей, признаки осложнений (неконсолидированная остеотомия, АВН, дорсальный подвывих/вывих ПФС).

**Хирургическая техника.** Первоначально выполнялась коррекция *Hallux Valgus*. Доступ осуществлялся через продольный дорсальный разрез в соответствующем межплюсневом промежутке. Производился тенолиз сухожилий разгибателей и дорсальная капсулотомия. Для экспозиции головки плюсневой кости (ПК) выполнялась плантарная флексия пальца. Остеотомия проводилась осциллирующей пилой; плоскость остеотомии устанавливалась параллельно длинной оси ПК, на 3 мм проксимальнее дорсального края ее суставной поверхности. Плантарный фрагмент смещался проксимально до достижения желаемого уровня укорочения, контролируемого по натяжению мягких тканей и данным интраоперационной рентгенографии; дорсальный выступ резецировался. Фиксация осуществлялась винтом Гербера 2 мм в группе 1, в то время как в группе 2 фиксация не применялась. Послеоперационное ведение было идентичным для обеих групп и включало ношение послеоперационной обуви Барука в течение 6 недель с последующим переходом на обычную обувь, при этом разрешалась ранняя дозированная нагрузка.

Для сравнения количественных показателей использовался U-критерий Манна – Уитни, для качественных – критерий  $\chi^2$  или точный критерий Фишера. Уровень статистической значимости установлен на  $p < 0,05$ . Анализ проводился с помощью пакета SPSS v. 22.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По шкале AOFAS LMIS на момент последнего визита средний показатель в группе 1 (с фиксацией,  $n = 89$ ) составил  $(70,8 \pm 15,2)$  балла (диапазон: 15–100), в группе 2 (без фиксации,  $n = 57$ ) –  $(77,3 \pm 12,7)$  балла (диапазон: 47–100). Статистически значимых различий между группами не выявлено ( $p = 0,11$ ). Доля благоприятных исходов (оценка «отличный» + «хороший») составила 53,9 % (48/89) в группе 1 и 66,7 % (38/57) в группе 2 ( $p = 0,49$ ). Детальное распределение исходов представлено в табл. 4.

Таблица 4

Функциональные исходы по шкале AOFAS LMIS  
(последний визит), абс. (%)

| Результат, баллы            | Группа 1<br>с фиксацией<br>( $n = 89$ ) | Группа 2<br>без фиксации<br>( $n = 57$ ) | $p$  |
|-----------------------------|---|--|------|
| Отличный (90–100)           | 32 (36,0)                               | 29 (50,9)                                | 0,49 |
| Хороший (75–89)             | 16 (18,0)                               | 9 (15,8)                                 | –    |
| Удовлетворительный (60–74)  | 13 (14,6)                               | 7 (12,3)                                 | –    |
| Плохой (<60)                | 28 (31,5)                               | 12 (21,1)                                | –    |
| Благоприятный ( $\geq 75$ ) | 48 (53,9)                               | 38 (66,7)                                | –    |

Средняя интенсивность боли по ВАШ составила  $(3,8 \pm 2,1)$  балла в группе 1 и  $(3,2 \pm 1,9)$  балла в группе 2. Различия между группами были статистически не значимы ( $p = 0,14$ ).

Среднее послеоперационное укорочение II ПК составило  $(5,4 \pm 1,3)$  мм в группе 1 и  $(5,1 \pm 1,5)$  мм в группе 2 ( $p = 0,25$ ). Значимой корреляции между степенью укорочения II ПК и развитием рецидивирующей/трансферной метатарзалгии или ригидности плюснефаланговых суставов (ПФС) выявлено не было.

Общая частота специфических послеоперационных осложнений представлена в табл. 5. Статистически значимых различий в частоте основных осложнений между группами не установлено.

Частота ревизионных операций была статистически значимо выше в группе 1 (16 ревизий у 89 пациентов, 18,0 %) по сравнению с группой 2 (5 ревизий у 57 пациентов, 8,8 %) ( $p = 0,04$ ). В группе 1 в 4 случаях (4,5 % пациентов группы) причиной ревизии была миграция фиксатора малой плюсневой кости. В группе 2 миграции имплантов не зафиксировано. Распределение причин ревизий представлено в табл. 6.

Настоящее исследование демонстрирует сопоставимость функциональных исходов (AOFAS LMIS) и уровня послеоперационной боли (ВАШ) между методиками остеотомии Weil с фиксацией и без фиксации при среднем сроке наблюдения 18 месяцев. Основным выявленным различием стала более высокая частота

ревизионных вмешательств в группе с фиксацией, преимущественно связанная с миграцией винтов (11 % от всех фиксированных остеотомий малых лучей).

Таблица 5

Послеоперационные осложнения, абс. (%)

| Осложнение                   | Группа 1<br>с фиксацией<br>( $n = 89$ ) | Группа 2<br>без фиксации<br>( $n = 57$ ) | $p$  |
|------------------------------|---|--|------|
| Рецидивирующая метатарзалгия | 41 (46,1)                               | 20 (35,1)                                | 0,46 |
| Трансферная метатарзалгия    | 28 (31,5)                               | 10 (17,5)                                | 0,11 |
| Дистальный гиперкератоз      | 14 (15,7)                               | 11 (19,3)                                | 0,81 |
| Плантарный гиперкератоз      | 30 (33,7)                               | 15 (26,3)                                | 0,92 |
| Флотирующий палец            | 31 (34,8)                               | 16 (28,1)                                | 0,39 |
| Замедленная консолидация     | 2 (2,2)                                 | 3 (5,3)                                  | 0,65 |
| Аваскулярный некроз          | 2 (2,2)                                 | 1 (1,8)                                  | 1,0  |
| Псевдоартроз                 | 1 (1,1)                                 | 0  | 1,0  |

Таблица 6

Причины ревизионных вмешательств

| Причина ревизии                           | Группа 1<br>с фиксацией<br>( $n = 89$ ) | Группа 2<br>без фиксации<br>( $n = 57$ ) |
|---|---|--|
| Всего ревизий/пациентов, (%)              | 16 (18,0)                               | 5 (8,8)                                  |
| Рецидив <i>Hallux Valgus</i>              | 2                                       | 1  |
| Рецидивирующая метатарзалгия              | 2                                       | 1  |
| Трансферная метатарзалгия                 | 2                                       | 1  |
| Рецидив HV + метатарзалгия                | 3                                       | 0  |
| Удаление фиксатора I луча                 | 2                                       | 1  |
| Удаление фиксатора малых лучей (миграция) | 4                                       | 0  |
| Коррекция деформации пальца               | 1                                       | 1  |

Высокая частота рецидивирующей метатарзалгии в группе с фиксацией (46,1 %) превышает показатели, описанные в ряде литературных источников [12, 13, 14]. Это может быть обусловлено особенностями отбора пациентов (преобладание сочетанной патологии с HV), техническими аспектами выполнения остеотомии или фиксации либо методологией оценки



исхода. Интересен также факт расхождения между относительно высоким процентом пациентов, сообщавших о ежедневной интенсивной боли по данным анкетирования (Группа 1: 30 %, Группа 2: 22 %), и оценкой по шкале AOFAS LMIS. Это подчеркивает сложность объективизации болевого синдрома и необходимость использования валидированных опросников, специфичных для патологии переднего отдела стопы.

Трехмерный характер коррекции, достигаемой остеотомией Weil, подчеркивает ограниченность планирования, основанного исключительно на переднезадних рентгенограммах. Наши результаты подтверждают отсутствие значимой корреляции между степенью укорочения ПК и функциональным исходом или частотой осложнений, что согласуется с данными некоторых литературных источников. Это указывает на ведущую роль качества репозиции фрагментов и восстановления физиологического плантарного свода, а не абсолютного значения укорочения.

Фиксирующая методика обеспечивает стабильность остеотомии, но сопряжена с риском имплант-ассоциированных осложнений и потенциально может ограничивать естественную адаптацию тканей. Бесфиксаторный подход, теоретически способствующий более «физиологичному» перераспределению нагрузки за счет ранней мобилизации, показал сопоставимую клиническую эффективность при меньшей потребности в ревизиях. Однако его применение требует строгого соблюдения показаний (стабильность первично достигнутой репозиции, качество костной ткани) и хирургического мастерства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ретроспективный сравнительный анализ показал, что остеотомия Weil без фиксации демонстрирует функциональные результаты и уровень послеоперационной боли, сопоставимые с результатами методики с фиксацией винтами при среднесрочном наблюдении. Ключевым преимуществом бесфиксаторного подхода является значимо меньшая частота ревизионных вмешательств, преимущественно за счет отсутствия осложнений, связанных с имплантами. Частота таких специфических осложнений, как рецидивирующая или трансферная метатарзалгия, плавающий палец и гиперкератоз, была сопоставима в обеих группах.

Полученные данные подтверждают клиническую целесообразность применения техники остеотомии Weil без фиксации в качестве альтернативы фиксирующей методике у тщательно отобранных пациентов с метатарзалгией, позволяя избежать рисков, связанных с имплантами. Для окончательного определения относительных преимуществ и недостатков каждого метода, а также уточнения оптимальных показаний, необходимы дальнейшие проспективные рандомизированные исследования с длительным сроком наблюдения.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Cooke R., Manning C., Palihawadana D., Zubairy A.I., Khan S.H. Metatarsalgia: anatomy, pathology and management. *British Journal of Hospital Medicine*. 2021;82(9):1–8.
2. Harrasser N., Toepfer A. Minimal-invasive Vorfußchirurgie: Konzept und Techniken. *Orthopädie*. 2023;52(1):69–81.
3. Ram L.M., Schippers P., Neun O., Miller M., Walgenbach K.J., Radermacher K. Radiographic Evidence of Sufficient Transverse Plane Alignment after Weil Osteotomy without Screw Fixation. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(2):331.
4. Бобров Д.С., Шубкина А.А., Лычагин А.В., Слиняков Л.Ю., Дрогин А.Р., Целищева Е.Ю. и др. Результаты хирургического лечения перегрузочной метатарзалгии с использованием минимально инвазивных методик. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2018;4(34):7–15. doi: 10.17238/issn2226-2016.2018.4.715.
5. Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Г.Д. Лазишвили, Мирошникова Е.А., Жаворонков Е.А., Абилец А.С. Сравнительный анализ результатов лечения пропульсивной метатарзалгии при помощи классической остеотомии Weil и ее модификации. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2022;3(49):32–40. doi:10.17238/2226-2016-2022-3-32-40.
6. Jelen T., Gjurašin T., Vuković Pirkil A., Rujevcān G. Extraction of the Proximal Phalanx: A New Option in Surgical Treatment of the Crossover Second Toe. *Case Reports in Orthopedics*. 2020;3901458. doi: 10.1155/2020/3901458.
7. Шубкина А., Лычагин А., Бобров Д., Слиняков Л., Терновой К. Минимально инвазивная техника против открытой хирургии при молоткообразной деформации второго пальца: сравнение результатов. *Гений ортопедии*. 2022;28(4):507–515. doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-4-507-515.
8. Gutteck N., Schilde S., Delank K.S. Pain on the Plantar Surface of the Foot. *Deutsches Arzteblatt international*. 2019;116(6):83–88.
9. Bougiouklis D., Tyllianakis M., Deligianni D., Panagiotopoulos E. Comparison of the Weil and Triple Weil Osteotomies: A Clinical Retrospective Study. *Cureus*. 2022;14(2):e22220.
10. Fujimaki T., Wako M., Koyama K., Miura M., Goto A., Shiraishi Y. et. al. Prevalence of floating toe and its relationship with static postural stability in children: The Yamanashi adjunct study of the Japan Environment and Children's Study (JECS-Y). *PLoS One*. 2021;16(3):e0246010.

## REFERENCES

1. Cooke R., Manning C., Palihawadana D., Zubairy A.I., Khan S.H. Metatarsalgia: anatomy, pathology and management. *British Journal of Hospital Medicine*. 2021;82(9):1–8.
2. Harrasser N., Toepfer A. Minimal-invasive Vorfußchirurgie: Konzept und Techniken. *Orthopädie*. 2023;52(1):69–81.
3. Ram L.M., Schippers P., Neun O., Miller M., Walgenbach K.J., Radermacher K. Radiographic Evidence of Sufficient Transverse Plane Alignment after Weil Osteotomy without Screw Fixation. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(2):331.

4. Bobrov D.S., Shubkina A.A., Lychagin A.V., Slinyakov L.Yu., Drogin A.R., Tselishcheva E.Yu. et al. The results of surgical treatment of overload metatarsalgia using minimally invasive techniques. *Kafedra travmatologii i ortopedii = The Department of Traumatology and Orthopedics*. 2018;4(34):7–15. (In Russ.) doi: 10.17238/issn2226-2016.2018.4.715.

5. Egizaryan K.A., Ratyev A.P., Lazishvili G.D., Mirosnikova E.A., Zhavoronkov E.A., Abilemets A.S. Comparative analysis of the results of treatment of propulsive metatarsalgia using classical osteotomy Weil and its modification. *Kafedra travmatologii i ortopedii = The Department of Traumatology and Orthopedics*. 2022;3(49):32–40. (In Russ.) doi:10.17238/2226-2016-2022-3-32-40.

6. Jeleč Ž, Gjurašin T, Vuković Pirk A, Rujevcān G. Extraction of the Proximal Phalanx: A New Option in Surgical Treatment of the Crossover Second Toe. *Case Rep Orthop*. 2020;3901458. doi: 10.1155/2020/3901458.

7. Shubkina A.A., Lychagin A.V., Bobrov D.S., Slinyakov L.Yu., Ternovoy K.S. Minimally invasive technique against open surgery for hammer-like deformity of the second finger: comparison of Results. *Genij ortopedii*. 2022;28(4):507–515. (In Russ.) doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-4-507-515.

8. Gutteck N., Schilde S., Delank K.S. Pain on the Plantar Surface of the Foot. *Deutsches Arzteblatt international*. 2019;116(6):83–88.

9. Bougiouklis D., Tyllianakis M., Deligianni D., Panagiotopoulos E. Comparison of the Weil and Triple Weil Osteotomies: A Clinical Retrospective Study. *Cureus*. 2022;14(2):e22220.

10. Fujimaki T., Wako M., Koyama K., Miura M., Goto A., Shiraishi Y. et al. Prevalence of floating toe and its relationship with static postural stability in children: The Yamanashi adjunct study of the Japan Environment and Children's Study (JECS-Y). *PLoS One*. 2021;16(3):e0246010.

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

Этические требования соблюдены. Текст не сгенерирован нейросетью.

#### Информация об авторах

Михаил Александрович Иманкулов – аспирант кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы; Городская клиническая больница имени В.П. Демикова, Москва, Россия; ✉ 1042235205@pfur.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4398-1801>

Расул Николаевич Алиев – кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы; Городская клиническая больница № 31 имени академика Г.М. Савельевой, Москва, Россия; [rasulmed@yandex.ru](mailto:rasulmed@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0876-1301>

Георгий Александрович Айрапетов – доктор медицинских наук, профессор, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы; Городская клиническая больница № 31 имени академика Г.М. Савельевой, Москва, Россия; [airapetovga@yandex.ru](mailto:airapetovga@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7507-7772>

Иван Александрович Дмитров – кандидат медицинских наук, Городская клиническая больница № 31 имени академика Г.М. Савельевой, Москва, Россия; [dr.dmitrov@gmail.com](mailto:dr.dmitrov@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-7051-0848>

Станислав Александрович Оснач – врач – травматолог-ортопед, Городская клиническая больница имени С.С. Юдина, Москва, Россия; [charcot@osnach.ru](mailto:charcot@osnach.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4943-3440>

Статья поступила в редакцию 05.09.2025; одобрена после рецензирования 28.10.2025; принята к публикации 18.11.2025.

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

Ethical requirements are met. The text is not generated by a neural network.

#### Information about the authors

Mikhail A. Imankulov – Postgraduate Student of the Department of Traumatology and Orthopedics, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia; V.P. Demikhov City Clinical Hospital, Moscow, Russia; ✉ 1042235205@pfur.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4398-1801>

Rasul N. Aliev – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia; Academician G.M. Savelyeva City Clinical Hospital No. 31, Moscow, Russia; [rasulmed@yandex.ru](mailto:rasulmed@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0876-1301>

Georgii A. Airapetov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia; City Clinical Hospital No. 31 named after Academician G.M. Savelyeva, Moscow, Russia; [airapetovga@yandex.ru](mailto:airapetovga@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7507-7772>

Ivan A. Dmitrov – Candidate of Medical Sciences, City Clinical Hospital No. 31 named after Academician G.M. Savelyeva, Moscow, Russia; [dr.dmitrov@gmail.com](mailto:dr.dmitrov@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0001-7051-0848>

Stanislav A. Osnach – Orthopedic traumatologist, S.S. Yudin City Clinical Hospital, Moscow, Russia; [charcot@osnach.ru](mailto:charcot@osnach.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4943-3440>

The article was submitted 05.09.2025; approved after reviewing 28.10.2025; accepted for publication 18.11.2025.