

СПОСОБ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ МОЛОТКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПАЛЬЦЕВ СТОПЫ, СОПРЯЖЕННОЙ С *HALLUX VALGUS*

КОСАРЕВА МАРИЯ АНАТОЛЬЕВНА, ORCID ID: 0000-0003-0530-3409; младший научный сотрудник ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия, 664003, Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, тел. 8-395-229-03-44, e-mail: mary.good.mary@yandex.ru

ЛЕОНОВА СВЕТЛАНА НИКОЛАЕВНА, ORCID ID: 0000-0003-3675-6355; докт. мед. наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия, 664003, Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, тел. 8-395-229-03-44, e-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru

УСОЛЬЦЕВ ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ, ORCID ID: 0000-0002-4175-8403; канд. мед. наук, научный сотрудник ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия, 664003, Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, тел. 8-395-229-03-44, e-mail: ivu38@mail.ru

Реферат. Введение. В результате анализа сопряженности деформации малых пальцев стопы с *hallux valgus*, недостатков и осложнений известных методов лечения нефиксированной в проксимальном межфаланговом суставе молоткообразной деформации пальцев нами был предложен новый патогенетический способ, включающий последовательное выполнение двух остеотомий. **Цель** – оценить эффективность предложенного способа хирургического лечения пациентов с молоткообразной деформацией пальцев стопы, сопряженной с *hallux valgus*. **Материал и методы.** Предложенный способ хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы включает последовательное выполнение диафизарной остеотомии плюсневой кости и остеотомии основания проксимальной фаланги пальца с расклиниванием ее фрагментов до угла по величине, равного углу остаточного тыльного отклонения пальца стопы, размещения в расширенное свободное пространство в зоне остеотомии проксимальной фаланги пальца сформированных костных фрагментов ауто- или аллокости. По предложенному способу было прооперировано 36 пациентов. Для оценки эффективности предложенного способа был проведен сравнительный анализ с результатами, полученными в группе из 40 пациентов, где использовалась остеотомия плюсневой кости по *Helal* с фиксацией фрагментов. **Результаты и их обсуждение.** Выполнение предложенного способа позволило устранить молоткообразную деформацию второго пальца стопы, достоверно уменьшить количество случаев остаточной деформации в виде тыльного отклонения пальца в плюснефаланговом суставе за счет лучшей коррекции угла тыльного отклонения пальца, значительно улучшить функциональный результат, устранить гиперкератозы на стопе, повысить удовлетворенность пациентов результатом коррекции деформации второго пальца. Были определены величины достигнутой коррекции тыльного отклонения второго пальца в плюснефаланговом суставе, определяющие репозиционные возможности хирургических методов, равные $(40,17 \pm 2,32)$ градусам при использовании предложенного способа и $(18,70 \pm 3,27)$ градусам при выполнении остеотомии по *Helal*. **Выводы.** Применение предложенного способа хирургического лечения пациентов с молоткообразной деформацией пальцев стопы, сопряженной с *hallux valgus*, позволяет повысить эффективность лечения, достичь стойкой коррекции деформации и исправления избыточного тыльного отклонения малого пальца стопы в плюснефаланговом суставе, улучшить внешний вид стопы, анатомический и функциональный результат, снизить риск возникновения остаточной деформации в виде тыльного отклонения пальца.

Ключевые слова: *hallux valgus*, молоткообразная деформация пальцев стопы, остеотомия плюсневой кости, остеотомия проксимальной фаланги пальца.

Для ссылки: Способ хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы, сопряженной с *hallux valgus* / М.А. Косарева, С.Н. Леонова, И.В. Усольцев // Вестник современной клинической медицины. – 2022. – Т. 15, вып. 6. – С. 62–71. DOI: 10.20969/VSKM.2022.15(6).62-71.

METHOD OF SURGICAL TREATMENT OF HAMMER TOE WITH *HALLUX VALGUS*

KOSAREVA MARIYA A., ORCID ID: 0000-0003-0530-3409; junior researcher of Irkutsk Science Centre of Surgery and Traumatology, Russia, 664003, Irkutsk, Bortsov Revolyucii str., 1, tel. 8-395-229-03-44, e-mail: mary.good.mary@yandex.ru

LEONOVA SVETLANA N., ORCID ID: 0000-0003-3675-6355; D. Med. Sci., senior researcher of Irkutsk Science Centre of Surgery and Traumatology, Russia, 664003, Irkutsk, Bortsov Revolyucii str., 1, tel. 8-395-229-03-44, e-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru

USOLTSEV IVAN V., ORCID ID: 0000-0002-4175-8403; C. Med. Sci., researcher of Irkutsk Science Centre of Surgery and Traumatology, Russia, 664003, Irkutsk, Bortsov Revolyucii str., 1, tel. 8-395-229-03-44, e-mail: ivu38@mail.ru

Abstract. Introduction. The results of treatment of patients with hammer-toe deformity of the small toes associated with *hallux valgus* were analyzed. Disadvantages and complications of known methods of treatment are revealed. A new pathogenetic method was proposed, including the sequential execution of two osteotomies. **Aim.** To evaluate the effectiveness of the proposed method of surgical treatment of patients with hammer-toe deformity associated with *hallux valgus*. **Material and methods.** The proposed method of hammer-toe surgical treatment includes two osteotomies: diaphyseal osteotomy of the metatarsal bone and osteotomy of the proximal phalanx of the finger. The angle of open-wedge proximal phalanx osteotomy is equal to the angle of the residual rear deviation of the toe. Placement of the formed auto- or allo- bone grafts in the space of open-wedge proximal phalanx osteotomy. 36 patients were operated with this method. The effectiveness of this method was evaluated by comparative analysis with a group of 40 patients operated on by the *Helal* osteotomy. **Results and discussion.** The proposed method made it possible to eliminate

the hammer-toe deformity of the second toe, significantly reduce the number of cases of residual rear deviation and significantly improve the functional result, eliminate hyperkeratosis on the foot, increase patient satisfaction. The values of the achieved correction of the rear deviation of the second finger in the metatarsophalangeal joint were determined, defining the repositionable capabilities of surgical methods equal to $(40,17 \pm 2,32)$ degrees when using the proposed method, and $(18,70 \pm 3,27)$ degrees when performing osteotomy according to *Helal* osteotomy. **Conclusion.** The use of the proposed method of surgical treatment of patients with hammer-toe deformity associated with *hallux valgus* allows to increase the effectiveness of treatment, achieve permanent correction of deformation and correction of excessive dorsal deviation of the small toe in the metatarsophalangeal joint, improve the appearance of the foot, anatomical and functional result, reduce the risk of residual deformation in the form of a dorsal deviation of the finger.

Key words: *hallux valgus*, hammer-toe deformity, metatarsal osteotomy, osteotomy of the proximal phalanx of the finger.

For reference: Kosareva MA, Leonova SN, Usoltsev IV. Method of surgical treatment of hammer toe with *hallux valgus*. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2022; 15(6): 62-71. DOI: 10.20969/VSKM.2022.15(6).62-71.

Введение. Наряду с вальгусным отклонением первого пальца стопы (*hallux valgus*) в структуре статических деформаций зачастую встречается молоткообразная деформация пальцев [1–3], а в большинстве случаев – сочетание нескольких видов деформаций [4], при этом чаще других встречается комбинация деформации первого и второго пальцев стопы, которая может составлять 64,3% случаев [5]. Молоткообразная деформация второго пальца формируется вследствие развития *hallux valgus* и может быть обозначена как сопряженная с ним деформация [6, 7]. При *hallux valgus* происходит перераспределение нагрузки весом тела на головку второй плюсневой кости [8, 9], развивается дислокация пальца во втором плюснефаланговом суставе и формируется деформация второго пальца стопы [10]. В результате значительного увеличения нагрузки на головку второй плюсневой кости возникает избыточное давление на мягкие ткани подголовчатого пространства, что является важным патогенетическим звеном формирования молоткообразной деформации второго пальца стопы.

Оперативное вмешательство с целью коррекции молоткообразной деформации малых пальцев стопы, сопряженной с *hallux valgus*, должно включать патогенетические методы, которые способствуют нормальному распределению нагрузки на головки плюсневых костей и позволяют уменьшить давление на мягкие ткани под головками плюсневых костей. Обоснованным с этой точки зрения является применение остеотомий плюсневых костей. Для устранения молоткообразной деформации малых пальцев, не фиксированной в проксимальном межфаланговом суставе, применяют дистальные остеотомии плюсневых костей по *Weil* и по *Helal* с фиксацией костных фрагментов и дистальные малоинвазивные метатарзальные остеотомии (*distal mini-invasive metatarsal osteotomy – DMMO*) [11–13]. При использовании данных методов имеет место развитие послеоперационных рецидивов деформаций и метатарзалгий, остаточных деформаций, переходных метатарзалгий, контрактур суставов пальцев стопы и других осложнений [11, 12, 14–16]. Наибольшее количество остаточных деформаций в виде остаточного тыльного отклонения пальца в плюснефаланговом суставе, или «плавающего пальца», которое может достигать 20–50% случаев, возникает при выполнении *Weil*-остеотомии [14, 16]. Применение остеотомий плюсневых костей не всегда позволяет устранить тыльное отклонение

пальца в плюснефаланговом суставе, что может быть связано с наличием значительного перерастяжения малого пальца до операции [17, 18].

Применение остеотомий по *Weil* и *Helal* в 20–22,5% случаев может привести к контрактурам, или тугоподвижности плюснефаланговых суставов, что связано с травматичностью вмешательства на плюснефаланговом суставе [15, 11]. Результатом малоинвазивной остеотомии плюсневой кости может явиться неполная коррекция деформации, новая деформация или ее рецидив как результат отсутствия фиксации костных фрагментов [12, 15].

Неудовлетворенность пациентов с молоткообразной деформацией малых пальцев стопы результатами хирургических вмешательств достигает 22% [19]. Исходя из анализа недостатков и осложнений известных методов лечения нефиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы нами был предложен новый хирургический способ, включающий последовательное выполнение двух остеотомий.

Цель исследования – оценить эффективность предложенного способа хирургического лечения пациентов с молоткообразной деформацией пальцев стопы, сопряженной с *hallux valgus*.

Материал и методы. Предложенный новый хирургический способ был использован в ФГБНУ ИНЦХТ в 2021 г. при лечении 36 пациентов (36 стоп) с молоткообразной деформацией второго пальца стопы в сочетании с *hallux valgus* (первая группа). Средний возраст пациентов составил $(56,50 \pm 12,85)$ года (от 36 до 71 лет), 97,2% женщин. Для оценки эффективности предложенного способа было проведено сравнение полученных результатов с результатами второй группы из 40 пациентов (40 стоп) с аналогичной патологией переднего отдела стопы, прооперированных в 2020 г. Средний возраст – $(55,50 \pm 10,73)$ года (от 38 до 72 лет), 97,5% женщин. В первую и вторую группу вошли пациенты только с неригидной в плюснефаланговом суставе и нефиксированной в проксимальном межфаланговом суставе деформацией второго пальца стопы. При проведении модифицированного теста выдвигаемого ящика *Lachman*, заключающегося в тыльном смещении основания проксимальной фаланги по отношению к головке второй плюсневой кости, у пациентов была определена степень нестабильности в малом плюснефаланговом суставе, которая соответствовала G1 (легкая степень, подвывих до 50%) по классификации *Hamilton–Thompson* [20].

Оперативное вмешательство у всех пациентов включало одномоментную коррекцию *hallux valgus* по разработанной авторской технологии, включающей выполнение корригирующей остеотомии первой плюсневой кости и остеотомии проксимальной фаланги первого пальца [21], далее выполнялось устранение молоткообразной деформации второго пальца стопы. Коррекцию молоткообразной деформации в первой группе выполняли по предложенному способу [22], у пациентов второй группы использовался известный метод, предложенный *Helal* [23], с фиксацией одним винтом.

Сущность предложенного способа заключается в следующем: производят тыльный продольный доступ к проксимальной части проксимальной фаланги деформированного пальца и дистальной половине плюсневой кости стопы. Сначала выполняют диафизарную остеотомию (5) плюсневой кости от тыла к подошве стопы в дистальном направлении под углом 45 градусов, отступя 2 см от хрящевой части (4) головки плюсневой кости (3). Поднимают дистальный фрагмент плюсневой кости кверху на 3 мм, смещая его проксимально по плоскости остеотомии, выполняется фиксация фрагментов канюлированным винтом (7) (рис. 1).

Затем надавливали ладонью руки на подошву стопы пациента в области головок плюсневых костей до выпрямления пальцев [24], имитируя нагрузку, и измеряли угол остаточного тыльного отклонения (ТО) пальца стопы (10) между продольными осями дистального фрагмента плюсневой кости (8) и проксимальной фаланги малого пальца (9). Следующим этапом выполняли остеотомию проксимальной фаланги пальца, отступив от ее основания 0,5 см, от тыла к подошве параллельно плоскости основания проксимальной фаланги, не нарушая целостность кортикальной пластинки (12) подошвенной поверхности кости (рис. 2).

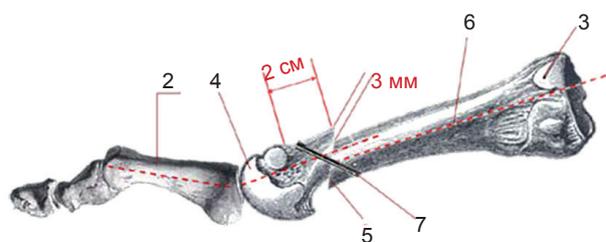


Рис. 1. Схема первого этапа коррекции молоткообразной деформации малого пальца стопы – остеотомии плюсневой кости: 2 – проксимальная фаланга малого пальца стопы; 3 – плюсневая кость малого пальца; 4 – хрящевая часть головки плюсневой кости малого пальца; 5 – диафизарная остеотомия плюсневой кости; 6 – продольная ось плюсневой кости малого пальца; 7 – канюлированный винт

Fig. 1. Figure of the first stage of correction of hammer-shaped deformity of the small toe – metatarsal osteotomy: 2 – proximal phalanx; 3 – metatarsal bone; 4 – cartilaginous part of the head of the metatarsal bone; 5 – diaphyseal osteotomy of the metatarsal bone; 6 – longitudinal axis of the metatarsal bone; 7 – cannulated screw

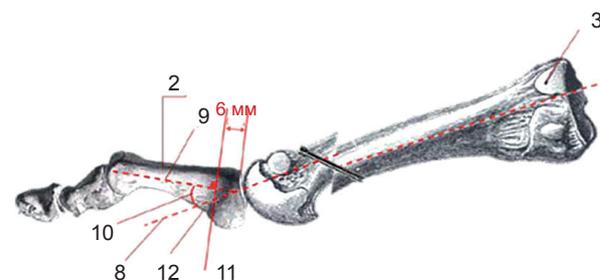


Рис. 2. Схема второго этапа коррекции молоткообразной деформации малого пальца стопы – остеотомии проксимальной фаланги пальца: 8 – продольная ось дистального фрагмента плюсневой кости; 9 – продольная ось проксимальной фаланги малого пальца; 10 – угол остаточного тыльного отклонения малого пальца стопы; 11 – линия остеотомии проксимальной фаланги малого пальца

Fig. 2. Figure of the second stage of correction of hammer-shaped deformity of the small toe – osteotomy of the proximal phalanx of the finger: 8 – the longitudinal axis of the distal fragment of the metatarsal bone; 9 – the longitudinal axis of the proximal phalanx of the small finger; 10 – the angle of the residual back deviation of the small toe; 11 – the line of osteotomy of the proximal phalanx of the small finger

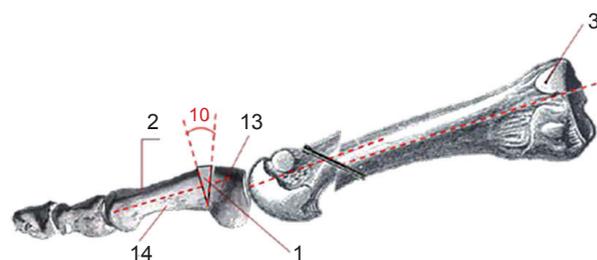


Рис. 3. Схема второго этапа коррекции молоткообразной деформации малого пальца стопы – исправления остаточного тыльного отклонения пальца в плюснефаланговом суставе: 12 – кортикальная пластинка подошвенной поверхности кости; 13 – проксимальный фрагмент проксимальной фаланги малого пальца; 14 – дистальный фрагмент проксимальной фаланги малого пальца

Fig. 3. Figure of the second stage of correction of hammer-shaped deformity of the small toe is the correction of the residual deviation of the finger back in the metatarsophalangeal joint: 12 – the cortical plate of the plantar surface of the bone; 13 – the proximal fragment of the proximal phalanx; 14 – distal fragment of the proximal phalanx

Через 1 год после проведенного лечения пациентам обеих групп выполнялась сравнительная оценка результатов. Отдельно анализировались показатели коррекции первого и второго пальцев стопы.

Сравнительная оценка результатов лечения выполнялась при помощи стандартных программ для статистической обработки данных Microsoft Office Excel 2010 и пакета прикладных программ «Statistica». Были использованы t-критерий Стьюдента и критерий Манна–Уитни. При значении $p < 0,01$ различия считали статистически значимыми.

Результаты и их обсуждение. Анализ результатов коррекции деформации первого луча на сроке одного года с момента операции показал, что применение у пациентов обеих групп одной хирургической технологии, включающей корригирующую остеотомию плюсневой кости и проксимальной фаланги первого пальца стопы, позволило среди всех исследуемых полностью устранить вальгусное отклонение первого пальца.

Достоверных отличий при сравнении показателей коррекции первого пальца стопы у пациентов первой и второй групп получено не было.

Функциональные результаты коррекции деформации первого пальца были оценены в баллах по шкале American Orthopedic Foot & Ankle Society (AOFAS), что соответствовало (95,83±4,91) балла у пациентов второй группы и (96,83±4,02) балла у пациентов первой группы ($p > 0,05$). Во второй группе было получено 95% отличных и хороших результатов, в первой группе – 97,4% ($p = 545,5$). По данным рентгенографии в прямой проекции через 1 год после операции значение угла (M1P1) вальгусного отклонения первого пальца стопы во второй группе в среднем составило (9,5±3,39) градуса, в первой – (7,33±3,33) градуса ($p > 0,05$), что соответствовало норме. В обеих группах не было выявлено рецидивов деформации первого пальца стопы, все пациенты были удовлетворены анатомическим и функциональным результатом лечения *hallux valgus*.

Затем был проведен сравнительный анализ результатов коррекции молоткообразной деформации второго луча стопы у пациентов двух групп.

Среди пациентов второй группы среднее количество баллов по шкале AOFAS было достоверно увеличено с 41,50±5,96 перед операцией до 68,83±18,44 через 12 мес с момента операции ($p < 0,01$), что явилось показателем улучшения функционального результата. В 8 (20%) случаях удалось достичь отличного функционального результата, у 17 (42,5%) пациентов были получены хорошие результаты, у 13

(32,5%) – удовлетворительные, у 2 (5%) – плохие. Использование методики *Hehal* позволило получить отличные и хорошие функциональные результаты в 62,5% случаев.

При анализе полученных результатов 36 пациентов первой группы по шкале AOFAS было установлено достоверное увеличение среднего количества баллов с 42,33±8,40 перед операцией до 92±10,30 через 1 год после операции ($p < 0,01$), что говорит о значительном улучшении функционального результата. В 41,7% (15 пациентов) случаев результаты были получены отличные, в 55,5% (20 пациентов) – хорошие, в 2,8% (1 пациент) – удовлетворительные. Использование предложенного способа лечения позволило достичь отличных и хороших функциональных результатов в 97,2% случаев. Проведенный сравнительный анализ полученных результатов показал, что в первой группе пациентов были получены достоверно лучшие функциональные результаты коррекции деформации второго пальца стопы, чем у пациентов второй группы (табл. 1).

Кроме того, были проанализированы показатели, которые характеризуют неблагоприятные исходы хирургического лечения деформации второго пальца стопы в плюснефаланговом суставе (остаточная деформация), наличие гиперкератоза над проксимальным межфаланговым суставом, наличие гиперкератоза под головкой второй плюсневой кости, молоткообразная деформация второго пальца стопы (рецидив), переходная метатарзалгия, неудовлетворенность пациентов результатом коррекции деформации второго пальца стопы. В результате проведенного анализа во второй группе было выявлено, что у 30% пациентов имелась остаточная деформация в виде тыльного отклонения второго пальца, что явилось основной причиной неудовлетворенности пациентов результатом лечения, у 27,5% сохранялся болезненный гиперкератоз над проксимальным межфаланговым суставом, у трех пациентов развилась переходная метатарзалгия в подголовчатом пространстве третьей плюсневой кости. У пациентов первой группы в одном случае (2,8%) наблюдалось остаточное тыльное отклонение второго пальца стопы в плюснефаланговом суставе, в двух случаях (5,6%) отмечено развитие переходной метатарзалгии. Неудовлетворенность одного пациента результатом коррекции деформации второго пальца стопы была связана с формированием остаточной деформации (табл. 2).

Таблица 1

Функциональные результаты коррекции молоткообразной деформации второго пальца (сравнительный анализ)

Table 1

Functional results of correction of hammer-toe deformity of the second toe (comparative analysis)

Параметры сравнения	Группы пациентов (n=76)		Статистическая значимость, p
	Первая группа (n=36)	Вторая группа (n=40)	
Шкала AOFAS, баллы (M±SD)	92±10,30*	68,83±18,44	<0,01
Отличные и хорошие результаты, %	97,2*	62,5	0,001

Примечание: *достоверные различия между группами по t-критерию Стьюдента при $p < 0,05$.

Сравнительная оценка результатов хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы через 1 год после операции в анализируемых группах по отдельным показателям

Table 2

Comparative analysis of the results of surgical treatment of hammer-toe deformity of the second toe 1 year after surgery in the analyzed groups by individual indicators

Показатель	Группы пациентов (n=76)		Статистическая значимость, p
	Первая группа (n=36)	Вторая группа (n=40)	
Остаточное тыльное отклонение 2-го пальца стопы в плюснефаланговом суставе, n (%)	1 (2,8)	12 (30)	0,002
Гиперкератоз в проекции проксимального межфалангового сустава, n (%)	0 (0)	11 (27,5)	0,001
Гиперкератоз в проекции головки второй плюсневой кости по подошвенной поверхности, n (%)	0 (0)	5 (12,5)	0,025
Рецидив молоткообразной деформация второго пальца стопы, n (%)	0 (0)	0 (0)	–
Переходная метатарзалгия, n (%)	2 (5,6)	3 (7,5)	>0,05
Неудовлетворенность пациентов результатом коррекции деформации второго пальца стопы, n (%)	1 (2,8)	12 (30)	0,002

Примечание: достоверные различия между группами по t-критерию при $p < 0,01$.

Использование предложенного способа позволило выполнить коррекцию молоткообразной деформации, достоверно уменьшить количество случаев остаточной деформации, устранить гиперкератозы на стопе, повысить удовлетворенность пациентов результатом коррекции деформации второго пальца стопы.

Также была проведена оценка величины угла тыльного отклонения (ТО) второго пальца стопы в плюснефаланговом суставе по рентгенограмме в боковой проекции. У пациентов второй группы перед оперативным лечением величина данного угла составляла в среднем $(56,67 \pm 7,53)$ градуса, через 12 мес с момента операции – $(38 \pm 9,69)$ градуса ($p < 0,01$). В первой группе пациентов величина угла ТО второго пальца стопы до операции составляла $(58,83 \pm 6,3)$ градуса, спустя год после операции – $(18,67 \pm 4,88)$ градуса ($p < 0,01$). Величина достигнутой коррекции тыльного отклонения малого пальца, показывающая репозиционные возможности хирургического метода, во второй группе была $(18,70 \pm 3,27)$ градуса, в первой группе – $(40,17 \pm 2,32)$ градуса. При сравнении величины угла тыльного отклонения второго пальца были определены достоверно меньшие его значения и достоверно большая величина достигнутой коррекции тыльного отклонения у пациентов первой группы через 1 год

после операции, что служит подтверждением более оптимальной коррекции тыльного отклонения и лучших репозиционных возможностей предложенного способа (табл. 3).

У пациентов обеих групп за период наблюдения (1 год) не было отмечено послеоперационных осложнений, в частности, инфекционного характера, тромбозов и нарушения репаративных процессов. Пациенты были активизированы на первые сутки после операции, передвигались в ортопедическом ботинке с нагрузкой на оперированную конечность в течение 4 нед с момента оперативного вмешательства.

При сравнении показателей, характеризующих результаты коррекции деформаций второго пальца стопы у пациентов обеих групп, были выявлены преимущества и достоверно значимая эффективность предложенного метода.

Клинический пример. Пациентка К., 59 лет (получено добровольное информированное согласие). Больной себя считает в течение 15 лет, когда впервые появилась деформация и болевые ощущения в переднем отделе стопы, в проекции первого и второго пальца. В настоящее время пациентка не может носить стандартную обувь, беспокоит боль в переднем отделе стопы, усиливающаяся при ходьбе, и деформация первого и второго пальцев

Таблица 3

Сравнительная оценка параметров угла тыльного отклонения и достигнутой коррекции деформации второго пальца стопы у пациентов двух групп через 1 год после операции (градусы)

Table 3

Comparative analysis of the parameters of the angle of the rear deviation and the achieved correction of the deformation of the second toe among patients of two groups 1 year after surgery (degrees)

Параметры сравнения	Группы пациентов (n=76)		Статистическая значимость, p
	Первая группа (n=36)	Вторая группа (n=40)	
Угол ТО, градусы	$18,67 \pm 4,88^*$	$38 \pm 9,69$	$< 0,01$
Величина достигнутой коррекции ТО, градусы	$40,17 \pm 2,32^*$	$18,70 \pm 3,27$	$< 0,01$

Примечание: *достоверные различия между группами по критерию Манна–Уитни при $p < 0,01$.

левой стопы. Имеется болезненная оmozолелость на тыльной поверхности в проекции проксимального межфалангового сустава второго пальца, возникающая от избыточного тыльного отклонения пальца, трения и давления при ношении обуви (рис. 4).



Рис. 4. Внешний вид левой стопы пациентки К. до операции

Fig. 4. The appearance of patient K's left foot before surgery



a



б

Рис. 5. Рентгенограмма левой стопы пациентки К. до операции:

a – прямая проекция (угол M1P1 – 55 градусов); **б** – боковая проекция (угол ТО второго пальца – 48 градусов)

Fig. 5. Radiograph of patient K's left foot before surgery:

a – direct projection (angle M1P1 – 55 degrees); **b** – lateral projection (angle rear deviation – 48 degrees)

При выполнении пассивных движений определена нефиксированная в проксимальном межфаланговом суставе и неригидная в плюснефаланговом суставе деформация второго пальца. По классификации Hamilton–Thompson степень нестабильности во втором плюснефаланговом суставе соответствовала G1. На дооперационной рентгенограмме в прямой проекции угол вальгусного отклонения первого пальца (M1P1) составил 55 градусов, угол ТО второго пальца в боковой проекции был равен 48 градусам (рис. 5 а, б).

На основании жалоб пациента, клинического осмотра, рентгенологических данных выставлен диагноз: левостороннее поперечно-продольное плоскостопие II–III степени. Вальгусная деформация первого пальца 3-й степени. Неригидная молоткообразная деформация второго пальца. Комбинированная контрактура I–II плюснефалангового сустава. Болевой синдром.

При оценке функционального состояния деформированных пальцев до операции количество баллов по шкале AOFAS для первого пальца составляло 42 балла, для второго пальца – 52 балла. Было рекомендовано и выполнено оперативное лечение.

Оперативное вмешательство провели с помощью спинномозговой анестезии, под жгутом. Первым этапом выполнили коррекцию *hallux valgus* в авторской технологии. Свободные костные фрагменты, полученные при выполнении остеотомий, были сохранены.

Для коррекции молоткообразной деформации второго пальца левой стопы по предложенному способу выполнили диафизарную остеотомию плюсневой кости. В соответствии с расчетами дистальный фрагмент плюсневой кости сместили по плоскости остеотомии проксимально, подняли его вверх на 3 мм, что позволило устранить тыльное отклонение второго пальца стопы на 15 градусов. Костные фрагменты плюсневой кости зафиксировали канюлированным винтом. Остеосинтез стабилен.

На операционном столе определили величину угла остаточного ТО второго пальца стопы, который у данной пациентки был равен 20 градусам. Для исправления остаточного тыльного отклонения пальца выполнили остеотомию проксимальной фаланги второго пальца. При помощи распатора в зоне остеотомии расширили пространство между костными фрагментами до получения угла в 20 градусов и плотно разместили туда сформированные костные фрагменты, полученные при коррекции деформации первого пальца стопы. Свободные костные фрагменты стабильно удерживаются в зоне остеотомии проксимальной фаланги. Тыльное отклонение пальца устранено.

Проведенное пациентке оперативное вмешательство позволило устранить деформацию первого и второго пальцев левой стопы. Послеоперационный период протекал благоприятно, пациентка активизирована, перемещалась с нагрузкой на оперированную ногу с использованием ортопедического ботинка «Барука» в течение 1 мес. Прошла курс консервативной терапии, физиолечение, лечебную физкультуру, массаж.

На осмотре через 12 мес с момента операции: пациентка жалоб не предъявляет, использует стандартную обувь. При ходьбе хромоты нет. Локально: ось пальцев восстановлена, кожный покров чист, обычной окраски, послеоперационный рубец без признаков воспаления, «натоптышей и омовололостей» не выявлено, отека нет, болезненности при пальпации не отмечается (рис. 6).

При выполнении функциональных тестов наблюдаются движения в суставах переднего отдела стопы в полном объеме, болезненности нет. При подъеме «на носки» все пальцы имеют контакт с поверхностью (рис. 7).

Результат опроса по шкале AOFAS после операции – 100 баллов. По данным контрольной рентгенографии стопы визуализируется консолидация

костных фрагментов в зонах остеотомий, остаточной деформации первого и второго луча не выявлено (рис. 8 а, б).

Угол M1P1 составил 3 градуса, угол ТО второго пальца равен 10 градусам, таким образом, коррекция деформаций переднего отдела стопы была достигнута.

Использование нового способа, включающего выполнение остеотомии плюсневой кости и проксимальной фаланги деформированного пальца, позволяет достичь исправления молоткообразной деформации и остаточного тыльного отклонения малого пальца стопы. Предложенный способ и метод коррекции *hallux valgus* являются патогенетическими, так как способствуют перераспределению нагрузки и выведению из-под нагрузки мягкие ткани подголовчатого пространства второй плюсневой кости.

Перемещение и подъем дистального фрагмента плюсневой кости позволяет устранить избыточное давление головки плюсневой кости на мягкие ткани, их травматизацию и способствует регенерации поврежденных структур. Данный хирургический прием, позволяющий укоротить плюсневую кость и сместить ее головку в тыльную сторону, приводит к коррекции сгибательно-разгибательной деформации пальца, его выпрямлению.

В отличие от дистальной метафизарной остеотомии по *Helal*, выполнение диафизарной остеотомии плюсневой кости исключает травматичное вмешательство на плюснефаланговом суставе и улучшает сращение однородных диафизарных костных фрагментов.

Определение угла остаточного тыльного отклонения малого пальца стопы при создании статической нагрузки на операционном столе, позволяющей имитировать нагрузку на стопу пациента в положении стоя и при ходьбе, является объективным, точным и индивидуальным для каждого конкретного пациента.



Рис. 6. Внешний вид левой стопы пациентки К. через 1 год после операции
Fig. 6. The appearance of patient K's left foot in 1 year after surgery



Рис. 7. Внешний вид левой стопы пациентки К. в положении «на носках» через 1 год после операции
Fig. 7. The appearance of patient K's left foot in the «on the toes» position 1 year after surgery



а



б

Рис. 8. Рентгенограмма левой стопы пациентки К. через 1 год после операции: **а** – прямая проекция (угол М1Р1 – 7 градусов); **б** – боковая проекция (угол ТО второго пальца – 10 градусов)

Fig. 8. Radiograph of patient K's left foot 1 year after surgery: **a** – direct projection (angle M1P1 – 7 degrees); **b** – lateral projection (angle rear deviation – 10 degrees)

Выполнение остеотомии проксимальной фаланги пальца с сохранением кортикальной подошвенной пластинки позволяет расширить пространство между фрагментами в зоне остеотомии до необходимого угла по величине, равного углу остаточного тыльного отклонения малого пальца стопы, разместить туда костный трансплантат, тем самым опустить к подошвенной поверхности проксимальную фалангу пальца, что обеспечивает исправление патологического тыльного отклонения пальца и улучшает контакт пальца с поверхностью опоры.

При использовании предложенного нового способа хирургического лечения у пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы в сочетании с *hallux valgus* нами были получены достоверно лучшие результаты, чем при выполнении известного метода. Недостаточная эффективность известного метода, особенно при больших исходных величинах угла ТО пальца, связана с ограниченными репозиционными возможностями остеотомии *Heal* по устранению тыльного отклонения пальца в плюснефаланговом суставе.

Выводы. Применение предложенного способа хирургического лечения пациентов с молоткообразной деформацией пальцев стопы, сопряженной с *hallux valgus*, позволяет повысить эффективность лечения, достичь исправления деформации и устранения избыточного тыльного отклонения малого пальца стопы в плюснефаланговом суставе, улучшить внешний вид стопы, анатомический и функциональный результат, снизить риск возникновения остаточной деформации в виде тыльного отклонения пальца за счет последовательного выполнения диафизарной остеотомии плюсневой кости, остеотомии основания проксимальной фаланги пальца и точного перемещения костных фрагментов.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную

ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация и финансовых и других взаимоотношениях. Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

Проведенное исследование было выполнено в рамках НИР № 067 «Оптимизация методов диагностики и технологий лечения при повреждениях, заболеваниях опорно-двигательной системы и их последствиях», утвержденной ученым советом ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» в соответствии с «Этическими принципами проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266, одобрено локальным комитетом по этике ФГБНУ ИНЦХТ (протокол № 1 от 31.01.2020 г.).

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Angirasa AK, Barrett MJ, Silvester D. Smart. Toe implant compared with Kirschner wire fixation for hammer digit corrective surgery: a review of 28 patients. *J Foot Ankle Surg.* 2012; 51(6): 711-713. DOI:10.1053/j.jfas.2012.06.013.
2. Miller DJ, Throckmorton TW, Azar FM, et al. Business and practice management knowledge deficiencies in graduating orthopedic residents. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2015; 44 (10): E373-378.
3. Canales MB, Razzante MC, Ehredt DJ, Clougherty CO. A simple method of intramedullary fixation for proximal interphalangeal arthrodesis. *J Foot Ankle Surg.* 2014; 53(6): 817-824. DOI: 10.1053/j.jfas.2014.03.017.

4. Coughlin MJ. Lesser toe deformities. In: Coughlin MJ, Anderson RB, eds. *Mann's surgery of the foot and ankle*. Ninth ed. Elsevier. 2014: 322-424.
5. Косарева М.А., Леонова С.Н. Проблемы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы (обзор литературы) // *Acta Biomedica Scientifica*. – 2020. – Т. 5, № 6. – С. 235–242. [Kosareva MA, Leonova SN. Problemy hirurgicheskogo lecheniya molotkoobraznoj deformacii pal'cev stopy (obzor literatury) [Problems of Surgical Treatment of Hammer Toes (Review of Literature)]. *Acta Biomedica Scientifica*. [Acta Biomedica Scientifica] 2020; 5(6): 235-242. (In Russ.)]. DOI: 10.29413/ABS.2020-5.6.30.
6. Способ хирургического восстановления плантарной пластинки малого плюснефалангового сустава прямым подошвенным доступом при травматических разрывах ее вследствие перегрузочной метатарзалгии: пат. 2673382(13)С1, Рос. Федерация, МПК А61В 17/56 / А.Н. Блаженко, В.Н. Черевцов, А.А. Тадж, В.Г. Процко, Н.В. Загородний; заявитель и патентообладатель Процко Виктор Геннадьевич. № 2018126338; заявл. 2018.07.17; опубл. 2018.11.26, Бюл. № 33. [Sposob hirurgicheskogo vosstanovleniya plantarnoj plastinki malogo plusnefalganovogo sustava pryamym podoshvennym dostupom pri travmaticheskikh razryvakh ee vsledstvie peregruzochnoj metatarzalgii: pat. 2673382(13) C1. [A method of surgical restoration of the planetary plate of the small metatarsophalangeal joint by direct plantar access in case of traumatic ruptures due to overload metatarsalgia: pat. 2673382(13)C1]. Ros. Federaciya [Rus. Federation], MPK A61V 17/56 / AN Blazhenko, VN Cherevcov, AA Tadz, VG Procko, NV Zagorodnij; zayavitel' i patentoobladatel' Procko Viktor Gennad'evich. [the applicant and the patent holder Procko Viktor Gennad'evich]. № 2018126338; zayavl. 2018.07.17; opubl. 2018.11.26, Byul. № 33. [Bulletin № 33] (in Russ.)].
7. Stainsby GD. Pathological anatomy and dynamic effect of the displaced plantar plate and the importance of the integrity of the plantar plate-deep transverse metatarsal ligament tie-bar. *Ann R Coll Surg Engl*. 1997; 79(1): 58-68.
8. Кузьмина Ю.О. Выбор метода хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стоп: диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук: 14.00.22 / Кузьмина Юлия Олеговна. – Москва, 2009. – 92 с. [Kuz'mina, YuO. Vybora metoda hirurgicheskoi korrekcii molotkoobraznoj deformacii pal'cev stop: dis. kand. med. nauk: 14.00.22. [The choice of the method of surgical correction of hammer-shaped deformity of the toes: dis. Candidate of Medical Sciences: 14.00.22. Moscow, 2009: 92. (in Russ.)].
9. Kirby KA. Foot and Lower Extremity Biomechanics IV: Precision Intricast Newsletters, 2009-2013. Precision Intricast, Inc., Payson, AZ, 2014: 89-90. DOI:10.7547/0990476.
10. Черкес-Заде Д.И., Каменев Ю.Ф. Хирургия стопы. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Медицина, 2002. – 328 с.: ил. [Cherkes-Zade D.I., Kamenev Yu.F. *Hirurgiya stopy*. Izd. 2-e, pererab. i dop. Moscow: Medicina [Foot surgery. 2nd ed., reprint. and additional. – Moscow: Medicine]. 2002: 328. (in Russ.)].
11. Тадж А.А., Процко В.Г., Черевцов В.Н., Волков А.В. Сравнение результатов Хелал и Вейль остеотомии для лечения метатарзалгии при вторичном вывихе в плюснефаланговых суставах I, III и IV плюсневых костей // *Дневник казанской медицинской школы*. – 2017. – Т III (XVII). – С.54–61. [Tadz AA, Procko VG, Cherevcov VN, Volkov AV. Sravnenie rezul'tatov Helal i Vejil' osteotomii dlya lecheniya metatarzalgii pri vtorichnom vyvihe v plusnefalganovykh sustavah 2, 3 i 4 plusnevyykh kostej. [Comparison of the results of Helal and Weil osteotomy for the treatment of metatarsalgia with secondary dislocation in the metatarsophalangeal joints of the 2nd, 3rd and 4th metatarsal bones.] *Dnevnik Kazanskoj medicinskoj shkoly*. [Diary of the Kazan Medical School]. 2017; III (XVII): 54-61 (in Russ.)].
12. Бобров Д.С., Шубкина А.А., Лычагин А.В. [и др.]. Хирургическое лечение молоткообразной деформации пальцев стоп (обзор литературы) // *Вестник РАМН*. – 2019. – Т. 74, № 4. – С. 272–282. [Bobrov DS, Shubkina AA, Lychagin AV, et al. Hirurgicheskoe lechenie molotkoobraznoj deformacii pal'cev stop (obzor literatury). [Surgical treatment of hammertoes (literature review)]. *Vestnik RAMN*. [Annals of the Russian academy of medical sciences]. 2019; 74(4): 272-282. (In Russ.)] DOI:10.15690/vramn1096.
13. Trnka HJ, et al. Comparison of the results of the Weil and Helal osteotomies for the treatment of metatarsalgia secondary to dislocation of the lesser metatarsophalangeal joints. *Foot Ankle Int*. 1999 Feb; 20(2): 72-79.
14. Miguez A, Slullitel G, Bilbao F, et al. Floating-toe deformity as a complication of the Weil osteotomy. *Foot Ankle Int*. 2004; 25(9): 609-613. DOI: 10.1177/107110070402500902.
15. Черевцов В.Н., Тадж А.А., Процко В.Г., Тамоев С.К. Лечение синдрома центральной метатарзалгии // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. – 2017. – № 7/8. – С. 139–144. [Cherevcov VN, Tadz AA, Procko VG, Tamoev SK. Lechenie sindroma central'noj metatarzalgii. [Treatment of central metatarsalgia syndrome.] *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki*. Seriya: Estestvennye i Tekhnicheskie Nauki. [Modern science: actual problems of theory and practice. Series: Natural and Technical Sciences]. 2017; 7/8: 139-144. (In Russ.)].
16. Highlander P, VonHerbulis E, Gonzalez A, et al. Complications of the Weil osteotomy. *Foot Ankle Spec*. 2011; 4(3): 165-170. DOI :10.1177/1938640011402822.
17. Coughlin MJ, Dorris J, Polk E. Operative repair of the fixed hammertoe deformity. *Foot Ankle Int*. 2000; 21(2): 94-104. DOI: 10.1177/107110070002100202.
18. Бобров Д.С., Шубкина А.А., Лычагин А.В., Слияков Л.Ю. [и др.]. Результаты хирургического лечения перегрузочной метатарзалгии с использованием минимально инвазивных методик // *Кафедра травматологии и ортопедии*. – 2018. – № 4 (34). – С. 7–15. [Bobrov DS, Shubkina A, Lychagin AV, et al. Rezul'taty hirurgicheskogo lecheniya peregruzochnoj metatarzalgii s ispol'zovaniem minimal'no invazivnykh metodik. [Outcome surgical treatment of metatarsalgia using minimally invasive techniques]. *Kafedra travmatologii i ortopedii*. [Department of Traumatology and Orthopedics]. 2018; 4(34):7-15. (In Russ.)]. DOI: 10.17238/issn2226-2016.2018.4.7-15.
19. Albright RH, Hassan M, Randich J, et al. Risk Factors for Failure in Hammertoe Surgery. *Foot Ankle Int*. 2020; 41(5): 562-571. DOI: 10.1177/1071100720904931.
20. Thompson FM, Hamilton WG. Problems of the second metatarsophalangeal joint. *Orthopedics*. 1987; 10(1): 83-89.

21. Леонова С.Н., Усольцев И.В. Способ оперативного лечения вальгусного отклонения первого пальца стопы: медицинская технология. – Иркутск: ИНЦХТ, 2016. – 20 с. [Leonova SN, Usol'cev IV. Sposob operativnogo lecheniya val'gusnogo otkloneniya pervogo pal'ca stopy: medicinskaya tekhnologiya. [Method of surgical treatment of valgus deviation of the first toe: medical technology]. Irkutsk: INCHT [Irkutsk: INCHT]. 2016; 20 (In Russ.)].
22. Способ исправления тыльного отклонения малого пальца стопы: пат. 2773681 С1, Рос. Федерация, МПК А61В 17/56 / И.В. Усольцев, С.Н. Леонова, М.А. Косарева; заявитель и патентообладатель ИНЦХТ. – № 2021120801; заявл. 2021.07.13; опубл. 2022.06.07. Бюл. № 16. [Sposob ispravleniya tyl'nogo otkloneniya malogo pal'ca stopy: pat. 2773681 S1. [Method of correction of the back deviation of the small toe: pat. 2773681 C1] Ros. Federaciya. [Rus. Federation] MPK A61V 17/56 / IV Usol'cev, SN Leonova, MA Kosareva; zayavitel' i patentoobladatel' INCHT. [The applicant and the patent holder INCHT] № 2021120801; zayavl. 2021.07.13; opubl. 2022.06.07. Byul. № 16. [Bulletin № 16] (In Russ.)].
23. Helal B.: Metatarsal osteotomy for metatarsalgia. J. Bone Joint Surg., 57B: 187-192, 1975.
24. Kelikian H. Hallux Valgus, Allied Deformities of the Forefoot and Metatarsalgia. Philadelphia, London: W.B. Saunders Corp., 1965: 503.