

ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТОВ В РЕКОНСТРУКТИВНОЙ ХИРУРГИИ СТАТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПЕРЕДНЕГО ОТДЕЛА СТОПЫ (клинический случай)

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

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

ВАСИЛЬЕВ ВЯЧЕСЛАВ ЮРЬЕВИЧ, ORCID ID: 0000-0001-7545-4419; заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 2 ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия, 664003, Иркутск, ул. Борцов Революции, 1. Тел. 8-395-229-03-44. E-mail: coxa_vara@mail.ru

Реферат. Введение. Изучение вопросов оперативного лечения разных видов статических деформаций переднего отдела стопы, неблагоприятных исходов, позволило выявить недостатки методов коррекции с использованием остеотомий плюсневых костей, одним из которых является отсутствие проведения предоперационных расчетов необходимой реконструкции. **Цель** – продемонстрировать применение расчетов необходимых для реконструкции переднего отдела стопы величин на примере лечения пациентки с сочетанием деформации первого и второго пальцев. **Материал и методы.** Представлен клинический пример успешного применения нового способа оперативного лечения молоткообразного второго пальца, сочетающегося с hallux valgus, включающего предварительные точные расчеты величины, на которую необходимо укоротить плюсневую кость и величины смещения ее головки в сторону наклона пальца. **Результаты и их обсуждение.** У пациентки, 63 лет, на основании клинического и рентгенологического обследования была определена нефиксированная молоткообразная деформация второго пальца стопы, сопровождающаяся наружным отклонением пальца в плюснефаланговом суставе и метатарзалгией под головкой второй плюсневой кости, и деформация первого пальца – hallux valgus третьей степени. Было рекомендовано и проведено оперативное вмешательство. Для устранения деформации первого пальца успешно использовали авторскую технологию. Коррекция деформации второго пальца по разработанному способу включала дооперационный расчет величин необходимого укорочения второй плюсневой кости и смещения ее головки, разметку двух параллельных линий на расстоянии рассчитанного укорочения и выполнение по ним остеотомии второй плюсневой кости под разными углами с удалением свободного костного фрагмента, сопоставление дистального и проксимального фрагментов, латеральное смещение головки плюсневой кости, фиксацию винтом. Применение предварительных точных расчетов, позволяющих уменьшить длину плюсневой кости на необходимую величину и сместить ее головку в сторону наклона пальца в плюснефаланговом суставе, обеспечивает коррекцию молоткообразного второго пальца, устранение сгибательного положения пальца в проксимальном межфаланговом суставе, разгибательного положения и наружного отклонения пальца в плюснефаланговом суставе, метатарзалгии. **Выводы.** Использование нового оперативного способа лечения молоткообразного второго пальца стопы, включающего предварительные расчеты и выполнение двух остеотомий по размеченным линиям, позволяет достигнуть хорошего результата, нормального соотношения длин плюсневых костей, оптимально перераспределить нагрузку на головки плюсневых костей, устранить боль в переднем отделе стопы и проявления метатарзалгии, предупредить образование переходной метатарзалгии и рецидива деформации.

Ключевые слова: статические деформации переднего отдела стопы, молоткообразный палец, остеотомии плюсневой кости.

Для ссылки: Леонова С.Н., Усольцев И.В., Косарева М.А., Васильев В.Ю. Применение расчетов в реконструктивной хирургии статической деформации переднего отдела стопы (клинический случай) // Вестник современной клинической медицины. – 2024. – Т. 17, вып. 6. – С. 105–111. DOI: 10.20969/VSKM.2024.17(6).105-111.

USING CALCULATIONS IN THE RECONSTRUCTIVE SURGERY OF STATIC FOREFOOT DEFORMITY (case report)

LEONOVA SVETLANA N., ORCID ID: 0000-0003-3675-6355; Dr. sc. med., Senior Researcher at Irkutsk Science Centre of Surgery and Traumatology, 1 Bortsov Revolutsii str., 664003 Irkutsk, Russia. Tel. +7-395-229-03-44. E-mail: svetlana.leonova.1963@mail.ru

USOLTSEV IVAN V., ORCID ID: 0000-0002-4175-8403; Cand. sc. med., Researcher at Irkutsk Science Centre of Surgery and Traumatology, 1 Bortsov Revolutsii str., 664003 Irkutsk, Russia. Tel. +7-395-229-03-44. E-mail: ivu38@mail.ru

KOSAREVA MARIYA A., ORCID ID: 0000-0003-0530-3409; Junior Researcher at Irkutsk Science Centre of Surgery and Traumatology, 1 Bortsov Revolutsii str., 664003 Irkutsk, Russia. Tel. +7-395-229-03-44.

E-mail: mary.good.mary@yandex.ru

VASILEV VYACHESLAV Y., ORCID ID: 0000-0001-7545-4419; Head of the Department of Traumatology and Orthopedy No. 2, Irkutsk Science Centre of Surgery and Traumatology, 1 Bortsov Revolutsii str., 664003 Irkutsk, Russia. Tel. +7-395-229-03-44. E-mail: coxa_vara@mail.ru

Abstract. Introduction. Studying the matters of surgically treating various forefoot static deformities and their poor outcomes revealed the shortcomings of correction methods using metatarsal osteotomies, one of which is the lack of preoperative calculations of the necessary reconstruction. **The aim** is to demonstrate how to use calculations necessary for the forefoot reconstruction, exemplified by treating a female patient with a combination of the first- and second-toe deformities. **Materials and Methods.** A clinical case is presented demonstrating the successful application of a new surgical technique to correct the second hammer toe combined with hallux valgus, including the exact calculations of the required values of shortening the metatarsal bone and of laterally displacing its head towards the toe deviation. **Results and Discussion.** In a 63-year-old female patient, based on clinical and X-ray examinations, a mobile hammer toe deformity was determined, accompanied by a lateral toe deviation in the metatarsophalangeal joint and metatarsalgia under the head of the second metatarsal bone, and a deformity of the first toe, i.e., hallux valgus. Surgery was recommended and performed. To correct the first toe deformation, the proprietary technology was successfully used. Correction of the second toe deformation included preoperative calculations of the values required for shortening the second metatarsal bone and displacing its head, marking two parallel lines at a distance of the shortening calculated, and performing osteotomies of the second metatarsal at different angles with the removal of a free bone fragment, comparison of distal and proximal fragments, lateral displacement of the metatarsal head, and screw fixation. Using accurate preliminary calculations that allow reducing the metatarsal bone length by the required value and laterally shifting its head towards the toe deflection in the metatarsophalangeal joint ensures the correction of the second hammer toe and the release of the toe flexion position in the proximal interphalangeal joint, the toe extensor position and external deviation in the metatarsophalangeal joint, and the amelioration of metatarsalgia. **Conclusions.** Using a new surgical technique for the treatment of the second hammer toe, including calculations and the performance of two osteotomies along the marked lines, allows achieving a good result and a normal ratio of metatarsal lengths, optimally redistributing the loads on the metatarsal heads, eliminating forefoot pain and metatarsalgia manifestations, and preventing from the development of transitional metatarsalgia and deformation recurrence.

Keywords: static forefoot deformity, hammer toe, osteotomy of the metatarsal bone.

For reference: Leonova SN, Usoltsev IV, Kosareva MA, Vasilev VY. Using calculations in the reconstructive surgery of static forefoot deformity (case report). The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2024; 17 (6): 105-111. DOI: 10.20969/VSKM.2024.17(6).105-111.

Введение. Статические деформации переднего отдела стопы наиболее часто встречаются в виде поперечной распластанности стопы, наружного отклонения первого пальца (hallux valgus), формирования пальцев в форме «молотка», и требуют хирургического вмешательства [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Молоткообразные пальцы являются следствием hallux valgus, то есть данная деформация имеет сопряжённый характер, и редко наблюдается изолированно [7, 8, 9]. Наиболее распространено сочетание деформации первого и второго пальцев (64,3% случаев) [10, 11], что существенно усиливает физические и моральные страдания пациентов, проявляющиеся болью в переднем отделе стопы, косметическими дефектами, трудностями при подборе обуви, болезненными гиперкератозами в зонах деформаций, малоподвижным образом жизни и снижением качества жизни [12, 13].

В зависимости от того или иного вида статической деформации переднего отдела стопы выполняются самые разнообразные реконструктивные вмешательства, в том числе с использованием различных вариантов остеотомий плюсневых костей. Для устранения молоткообразных пальцев чаще других применяют одну из наиболее известных как в России, так и за рубежом, остеотомию плюсневой кости, предложенную L. S. Weil, включающую выполнение косого пропила от тыльной поверхности головки в проксимальном направлении до подошвенной поверхности [14]. Применение остеотомии по Weil позволяет укоротить плюсневую кость, но не способствует подъему ее головки, что приводит к остаточной деформации или «плавающему пальцу» в виде переразгибания пальца и отсутствия его контакта с горизонтальной поверхностью в 20–50 % случаев [15, 16, 17]. Для коррекции молоткообразной деформации разработан хирургический

метод лечения деформации второго пальца стопы [18], включающий выполнение двух остеотомий с удалением костного фрагмента второй плюсневой кости, чем достигается ее укорочение на заранее рассчитанную величину. Однако данный метод не обеспечивает тыльное и боковое смещение головки второй плюсневой кости, что делает его малоэффективным при наличии метатарзалгии и бокового отклонения пальца. Выполнение первичной остеотомии плюсневой кости и параллельно ей вторичной остеотомии с резекцией костного фрагмента, позволяет укоротить плюсневую кость и поднять ее головку к тылу [19]. Несмотря на направленность метода на коррекцию молоткообразного пальца и метатарзалгии, он, как и предыдущие методы, не подходит для устранения бокового отклонения пальца. Кроме того, этот метод имеет следующие недостатки: вторичная остеотомия трудно выполнима на подвижном дистальном фрагменте; отсутствие фиксации остеотомированных костных фрагментов при нагрузке увеличивает риск их смещения, неправильного сращения или несращения, рецидива деформации и метатарзалгии.

Устранение деформаций пальцев стопы при помощи остеотомий возможно произвести за счет укорочения плюсневых костей и перемещения остеотомированных фрагментов с головкой плюсневой кости в сторону наклона пальца в плюснефаланговом суставе. При этом важным, на наш взгляд, является проведение предоперационных расчетов необходимой реконструкции, а их отсутствие служит недостатком известных хирургических методов и повышает риск послеоперационных неудач. Так, например, отсутствие индивидуального расчета необходимого укорочения плюсневой кости может привести к нарушению метатарзальной параболы, развитию переходной метатарзалгии, рецидиву

деформации пальца стопы и остаточной метатарзалгии [20].

Учитывая широкую распространенность деформации второго пальца стопы и недостатки существующих методов коррекции, включающих остеотомии плюсневых костей, нами были предложены расчеты необходимых величин для оптимальной реконструкции переднего отдела стопы и снижения риска неудач.

Цель исследования – продемонстрировать применение расчетов необходимых для реконструкции переднего отдела стопы величин на примере лечения пациентки с сочетанием деформации первого и второго пальцев.

Материал и методы. Представлен клинический пример успешного применения нового способа оперативного лечения молоткообразного второго пальца (заявка на изобретение № 2024108113, приоритет от 27.03.2024), сочетающегося с hallux valgus, включающего предварительные точные расчеты величины, на которую необходимо укоротить плюсневую кость и величины смещения ее головки в сторону наклона пальца.

Пациентка дала информированное добровольное согласие на публикацию данных.

Результаты и их обсуждение. В клиничко-диагностическое отделение обратилась пациентка С., 63 лет, которая была обеспокоена болью в покое и при ходьбе в переднем отделе левой стопы, деформацией первого и второго пальцев, трудностями при подборе обуви. При внешнем осмотре левой стопы: первый палец был отклонен кнаружи, сверху на нем располагался второй палец в положении «перекреста», сгибания в проксимальном межфаланговом суставе, разгибания в плюснефаланговом суставе. Определялась болезненность и омозолелость под головкой второй плюсневой кости (метатарзалгия)

и над проксимальным межфаланговым суставом второго пальца (рисунок 1 а, б).

При выполнении пассивных движений удалось добиться разгибания второго пальца в проксимальном межфаланговом суставе, что указывало на нефиксированную деформацию. Проведена рентгенография левой стопы в двух проекциях, где были измерены и проанализированы угловые величины деформации. Наружное отклонение первого пальца в плюснефаланговом суставе (угол M1P1) составило 60 градусов (hallux valgus выраженной степени). Второй палец был отклонен в плюснефаланговом суставе кнаружи на 20 градусов (угол M2P1). В результате клинического и рентгенографического обследования было установлено наличие у пациентки статической деформации первого и второго пальцев левой стопы: hallux valgus третьей степени, молоткообразный второй палец с боковым отклонением (рисунок 2 а, б).

Пациентке было рекомендовано и проведено реконструктивное вмешательство на переднем отделе левой стопы.

Учитывая связанность и зависимость образования молоткообразного второго пальца от hallux valgus, реконструктивное вмешательство начинали с устранения деформации первого пальца. Для этого использовали разработанный ранее авторский метод с выполнением диафизарной остеотомии первой плюсневой кости [21], который позволял минимально укоротить первую плюсневую кость, оптимально сместить фрагмент с ее головкой кнаружи в сторону наклона первого пальца, и избежать рецидива.

Достижение положительного результата в хирургии деформации второго пальца представлялось возможным при устранении всех ее элементов. Выведению пальца из положения сгибания в проксимальном межфаланговом суставе, разгибатель-



Рис. 1. Данные осмотра левой стопы пациентки С. до операции: а – вид спереди, б – вид сбоку.
Fig. 1. Examination of the left foot of patient S. before surgery: a – front view, b – side view.

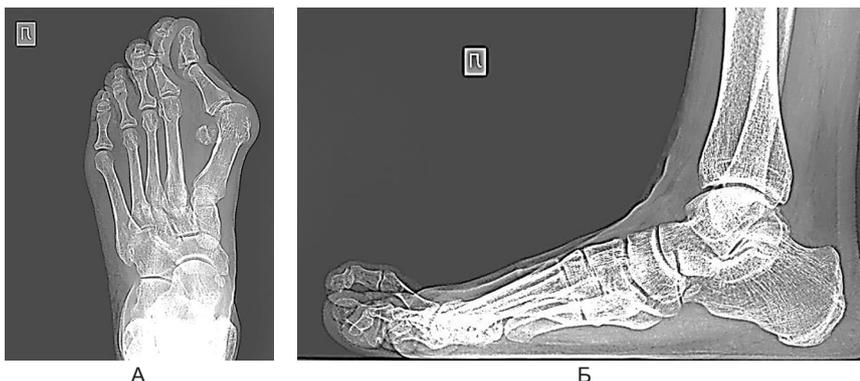


Рис. 2. Данные рентгенографии левой стопы пациентки С. до операции: а – дорсоплантарная проекция, б – боковая проекция.
Fig. 2. X-ray radiograph of the left foot of patient S. before surgery: a – AP projection, b – lateral projection.

ного положения в плюснефаланговом суставе, и коррекции проявлений метатарзалгии способствует уменьшение длины второй плюсневой кости на необходимую величину и подъем ее головки к тылу стопы, что можно произвести посредством остеотомии плюсневой кости. Наличие дополнительного элемента деформации в виде наклона пальца в плюснефаланговом суставе кнаружи требует выполнения бокового смещения головки плюсневой кости на заданную величину. С учетом вышесказанного, были произведены дооперационные расчеты необходимых величин по данным рентгенографии в дорсоплантарной проекции.

Расчет величины, на которую необходимо укоротить вторую плюсневую кость, включает проведение перпендикуляра (7) от крайней точки оси третьей плюсневой кости (первая точка 6) к оси второй плюсневой кости (3), отметку на ней второй точки (8) на расстоянии 3 мм дистальнее перпендикуляра (7). Расстояние (9) между точкой (8) и крайней точкой оси второй плюсневой кости (третья точка 4) является величиной укорочения (рисунок 3 а).

Величину, на которую необходимо сместить кнаружи фрагмент с головкой второй плюсневой кости после остеотомии, определяли таким образом. Из четвертой точки (10) на середине суставной поверхности головки второй плюсневой кости провели перпендикуляр к линии (13), проведенной из пятой точки (12) на середине суставной поверхности проксимальной фаланги второго пальца (11) параллельно оси второй плюсневой кости (3), и отметили шестую точку (14). Полученное между точками (10) и (14) расстояние является величиной наружного смещения (15) (рисунок 3 б).

После устранения hallux valgus оперативная коррекция молоткообразного второго пальца включала тыльный доступ к второй плюсневой кости, разметку линий остеотомии: первую (17 на схеме рисунок 3 б) по границе хряща головки, вторую (18 на схеме рисунок 3 б) параллельно первой, отступив проксимально на величину рассчитанного необходимого укорочения 7 мм. Нанесение двух параллельных линий позволяет при выполнении остеотомии провести точные пропилы для укорочения кости на оптимальную, индивидуально определенную величину, декомпрессию в плюснефаланговом суставе, улучшение сухожильно-мышечного баланса и устранение сгибательной установки пальца в проксимальном межфаланговом суставе.

Установив полотно осцилляторной пилы на первую линию (17), выполнили остеотомию второй плюсневой кости в проксимальном направлении под углом 20 градусов к тыльной поверхности кости (19). В результате были образованы два фрагмента: подвижный дистальный (20) и фиксированный проксимальный (21). Выполнение первой остеотомии на проксимальной границе хрящевой части головки плюсневой кости позволяет избежать травмирования плюснефалангового сустава и суставного хряща. Ориентир на тыльную поверхность плюсневой кости обеспечивает точность остеотомии под заданным углом, что создает оптимальные условия для сращения остеотомированных фрагментов.

Затем выполнили остеотомию проксимального фрагмента, установив полотно пилы на вторую линию (18), в проксимальном направлении под углом 25 градусов к тыльной поверхности кости (19). Полученный свободный костный фрагмент (22) удалили (рисунок 4 а).

Остеотомию проксимального фрагмента второй плюсневой кости проводят, устанавливая полотно пилы на второй линии, не испытывая технических трудностей в связи с точно намеченной линией остеотомии, отсутствием необходимости удерживать фиксированный проксимальный фрагмент, ориентацией на тыльную поверхность кости при соблюдении заданного угла.

Дистальный фрагмент (20) плюсневой кости сместили проксимально, сблизили с проксимальным фрагментом (21) и переместили его вверх по плоскости остеотомии проксимального фрагмента до сопоставления проксимальной границы хрящевой части головки плюсневой кости с дистальным краем проксимального фрагмента (21). В результате достигается укорочение второй плюсневой кости на необходимую, заранее рассчитанную величину, и подъем ее головки к тылу стопы, что позволяет добиться нормального соотношения длин всех

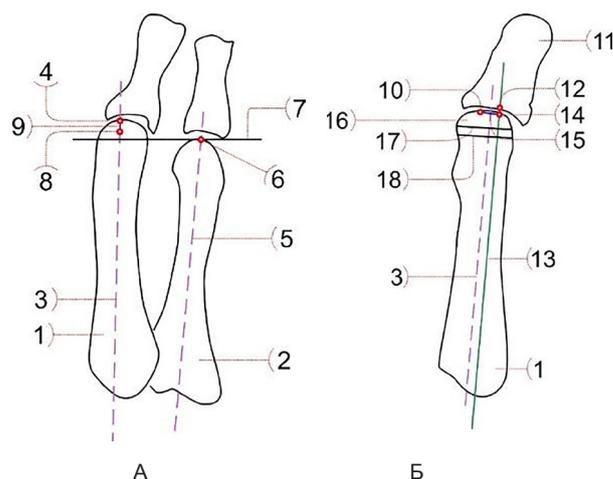


Рис. 3. Схемы расчета необходимых величин: а – схема расчета величины укорочения второй плюсневой кости, б – схема расчета величины наружного смещения головки второй плюсневой кости. 1 – вторая плюсневая кость, 2 – третья плюсневая кость, 3 – ось второй плюсневой кости, 4 – третья точка, 5 – ось третьей плюсневой кости, 6 – первая точка, 7 – перпендикуляр, 8 – вторая точка, 9 – величина укорочения, 10 – четвертая точка, 11 – проксимальная фаланга второго пальца, 12 – пятая точка, 13 – линия параллельная оси второй плюсневой кости, 14 – шестая точка, 15 – величина наружного смещения, 16 – головка второй плюсневой кости, 17 – первая линия, 18 – вторая линия.

Fig. 3. Schemes of calculating the required values: а – scheme of calculating the values of the second metatarsal bone shortening, б – scheme of calculating the value of lateral displacement of the second metatarsal head. 1 – second metatarsal bone, 2 – third metatarsal bone, 3 – axis of the second metatarsal bone, 4 – third point, 5 – axis of the third metatarsal bone, 6 – first point, 7 – perpendicular, 8 – second point, 9 – shortening value, 10 – fourth point, 11 – proximal phalanx of the second finger, 12 – fifth point, 13 – a line parallel to the axis of the second metatarsal bone, 14 – sixth point, 15 – lateral displacement value, 16 – second metatarsal bone head, 17 – first line, 18 – second line.

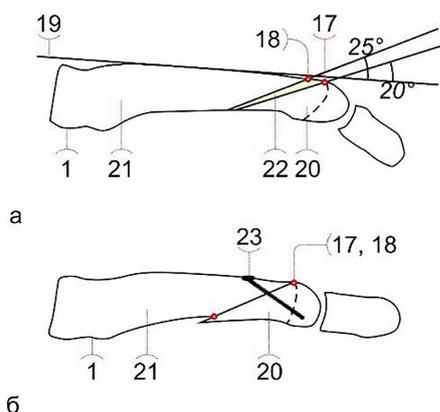


Рис. 4. Схема оперативной коррекции молоткообразного второго пальца стопы: а – схема остеотомий второй плюсневой кости, б – схема сопоставления и фиксации фрагментов второй плюсневой кости.

17 – первая линия, 18 – вторая линия, 19 – тыльная поверхность кости, 20 – дистальный костный фрагмент, 21 – проксимальный костный фрагмент, 22 – свободный костный фрагмент, 23 – фиксирующий винт.

Fig. 4. Scheme of the second hammer toe surgery correction: a – scheme of osteotomies of the second metatarsal bone, b - scheme of repositioning and fixing the second metatarsal bone fragments.

17 – first line, 18 – second line, 19 – dorsal surface of the bone, 20 – distal bone fragment, 21 – proximal bone fragment, 22 – free bone fragment, 23 – locking screw.

плюсневых костей, оптимально перераспределить нагрузку на головки плюсневых костей, устранить боль в переднем отделе стопы и проявления метатарзалгии, предупредить образование переходной метатарзалгии и рецидива деформации.

После этого сместили головку второй плюсневой кости в сторону наклона проксимальной фаланги второго пальца (кнаружи) на определенную заранее величину необходимого смещения 3 мм. Смещение головки второй плюсневой кости в плантарной плоскости в сторону наклона проксимальной фаланги пальца на заранее рассчитанную величину необходимого смещения позволяет устранить боковое отклонение пальца в плюснефаланговом суставе, анатомически нормализовать конгруэнтность его суставных поверхностей, функционально восстановить движения в суставе.

Прижимая дистальный и проксимальный фрагменты, произвели их фиксацию канюлированным винтом (23) в дистальном направлении от тыльной к подошвенной поверхности кости (рисунок 4 б). Фиксация дистального и проксимального фрагментов второй плюсневой кости канюлированным винтом обеспечивает их плотный контакт, надежную стабилизацию дистального фрагмента в заданном положении, и предотвращает возникновение несращения и рецидивов деформации второго пальца стопы.

Затем была проведена антисептическая обработка послеоперационных ран, наложены послойные швы на раны.

Результатом проведенного реконструктивного вмешательства явилось устранение деформации первого и второго пальцев левой стопы. Пациентка

точно выполняла все рекомендации. Через шесть месяцев после операции было определено достижение хорошего клинического результата. У пациентки не было жалоб, связанных с левой стопой. Ходит в обычной обуви с полной нагрузкой, не хромает, занимается физкультурой. При осмотре левой стопы видимой деформации пальцев и отека нет. Болезненные оmozолелости в области второго пальца полностью устранены (рисунок 5 а, б).

По данным рентгенографии левой стопы: удовлетворительная консолидация костных фрагментов в зонах остеотомий, отсутствие деформации первого и второго пальца (углы M1P1 и M2P1 равны 0 градусам) (рисунок 6 а, б).

Пациентка высказала удовлетворение полученным результатом реконструктивного вмешательства, внешним видом стопы, купированием болевого синдрома, повышением физической активности, возможностью носить обычную обувь.

Выводы. В реконструктивной хирургии переднего отдела стопы с выполнением остеотомий плюсневых костей, применение предварительных точных расчетов, позволяющих уменьшить длину плюсневой кости на необходимую величину и сместить ее головку в сторону наклона пальца в плюснефаланговом суставе, обеспечивает коррекцию молоткообразного второго пальца, устранение сгибательного положения пальца в проксимальном межфаланговом суставе, разгибательного положения и наружного отклонения пальца в плюснефаланговом суставе, метатарзалгии.

В данном клиническом примере использование нового оперативного способа, включающего предва-

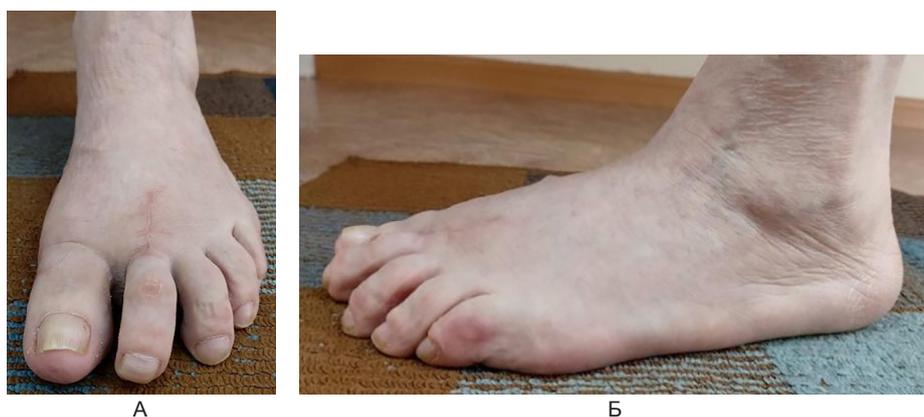


Рис. 5. Данные осмотра левой стопы пациентки С. через 6 месяцев после операции: а – вид спереди, б – вид сбоку.

Fig.5. Examination of the left foot of patient S. 6 month after surgery: a – front view, b – side view.

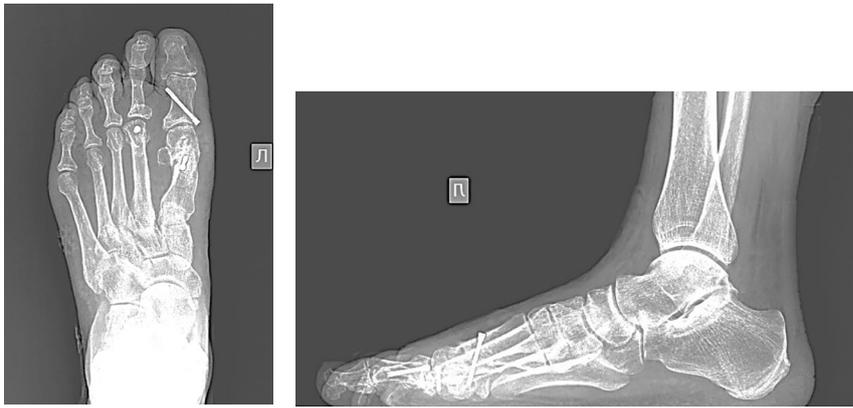


Рис. 6. Данные рентгенографии левой стопы пациентки С. через 6 месяцев после операции: а – дорсоплантарная проекция, б – боковая проекция.
Fig. 6. X-ray radiograph of the left foot of patient S. 6 month after surgery: a – AP projection, b – lateral projection.

рительные расчеты и выполнение двух остеотомий по размеченным линиям, позволило достигнуть хорошего результата, нормального соотношения длин плюсневых костей, оптимально перераспределить нагрузку на головки плюсневых костей, устранить боль в переднем отделе стопы и проявления метатарзалгии, предупредить образование переходной метатарзалгии и рецидива деформации.

Прозрачность исследования. Исследование проводилось в рамках выполнения научной темы «Системный подход в разработке персонализированных методов диагностики и лечения больных при повреждениях и заболеваниях опорно-двигательной системы» (№ госрегистрации 122022200210-2). Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о 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. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Карданов А.А. Хирургическая коррекция деформаций стопы // Москва: Медпрактика-М, 2016. – 220 с. [Kardanov AA. Hirurgicheskaya korrekciya deformatsij stopy [Surgical correction of foot deformities]. Moskva: Medpraktika-M [Moscow: Medpraktika-M]. 2016; 20 p. (In Russ.).]
2. Кондрашова И.А., Давлетова Н.А., Кондрашов А.Н. Клинико-рентгенологические аспекты диагностики hallux valgus и поперечного плоскостопия // Травма. – 2013. – Т. 14, № 4. – С.81–86. [Kondrashova IA, Davletova NA, Kondrashov AN. Kliniko-rentgenologicheskie aspekty diagnostiki hallux valgus i poperechnogo pljoskostopiya [Clinical and X-ray aspects of the hallux valgus and transverse flatfoot diagnosis]. Travma [Trauma]. 2013; 14 (4): 81-86. (In Russ.).]
3. Корж Н.А., Прозоровский Д.В., Романенко К.К. Современные рентгеноанатомические параметры в диагностике поперечно-распластанной деформации переднего отдела стопы // Травма. – 2009. – Т. 10, № 4. – С.444–449. [Korz NA, Prozorovskiy DV, Romanenko KK. Sovremennye rentgenoanatomicheskie
4. Привалов А.М. Современные возможности хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы // Казанский медицинский журнал. – 2017. – Т. 98, № 2. – С.296–299. [Privalov AM. Sovremennye vozmozhnosti hirurgicheskoy korrekcii molotkoobraznoj deformatsii pal'cev stopy [Modern possibilities of surgical correction of hammer toe deformity]. Kazanskij medicinskij zhurnal [Kazan medical journal]. 2017; 98 (2): 296–299. (In Russ.). DOI: 0.17750/KMJ2017-296]
5. 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
6. Weyandt Z, Capuzzi M, McGlone W, et al. Lesser toe deformity classification: A simplified approach with treatment influence. Foot (Edinb). 2021; 48: 101819. DOI: 10.1016/j.foot.2021.101819
7. Способ хирургического восстановления плантарной пластинки малого плюснефалангового сустава прямым подошвенным доступом при травматических разрывах её вследствие перегрузочной метатарзалгии: Пат. № 2673382 Рос. Федерация; МПК А61В 17/56 (2006.01) / Блаженко А. Н., Черевцов В. Н., Тадж А. А., Процко В. Г., Загородний Н. В.; патентообладатель Процко В. Г. – № 2018126338; заявл. 17.07.2018; опубл. 26.11.2018. – Бюл. № 33. [Blazhenko AN, Cherevcov VN, Tadz AA, Procko VG, Zagorodnij NV. Sposob hirurgicheskogo vosstanovleniya plantarnoy plastinki malogo plusnefalangovogo sustava pryamym podoshvennym dostupom pri travmaticheskikh razryvah eyo vsledstvie peregruzochnoj metatarsalgii: patent № 2673382; zayavitel' i patentoobladatel' Procko VG [A method for surgical restoration of the plantar plate of the small metatarsophalangeal joint by direct plantar access in case of traumatic ruptures due to metatarsalgia: patent № 2673382; the applicant and the patent holder Procko VG]. Rossiyskaya federatsiya, МПК А61В 17/56(2006 01); № 2018126338; zayavleno 2018/07/17; opublikovano 2018/11/26 [Russian Federation, МПК А61В 17/56(2006 01); № 2018126338; declared 2018/07/17; published 2018/11/26]. 2018; bulletin 33. (in Russ.).]
8. Тертышник С.С. Хирургическая коррекция деформации малых пальцев стопы при hallux valgus. – Челябинск: Абрис, 2021. – 191 с. [Tertyshnik SS. Hirurgicheskaya korrekciya deformatsii malyh pal'cev stopy pri hallux valgus [Surgical correction of lesser toes in hallux valgus]. Chelyabinsk: Abris [Chelyabinsk: Abris]. 2021; 191 p. (In Russ.).]
9. 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.
10. Косарева М.А. Проблемы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы (обзор литературы) // *Acta Biomedica Scientifica.* – 2020. – Т. 5, № 6. – С.235–242. [Kosareva MA. Problemy hirurgicheskogo lecheniya molotkoobraznoj deformacii pal'cev stopy (obzor literatury) [Problems of surgical treatment of hammer- toes deformity (literature review)]. *Acta Biomedica Scientifica [Acta Biomedica Scientifica].* 2020; 5 (6): 235-242. (In Russ.). DOI: 10.29413/ABS.2020-5.6.30
 11. Coughlin MJ. Lesser toe deformities; In: *Mann's surgery of the foot and ankle* (9th ed). Elsevier. 2014; 322-424.
 12. Прозоровский Д.В., Романенко К. К., Ершов Д.В. Дифференцированный подход к лечению молоткообразных деформаций пальцев стопы // *Травма.* – 2014. – Т. 15, № 2. – С. 125–129. [Prozorovskij DV, Romanenko KK, Ershov DV. Differencirovannyj podhod k lecheniyu molotkoobraznyh deformacij pal'cev stopy [A differentiated approach to the treatment of hammer-toe deformities]. *Травма [Trauma].* 2014; 15 (2): 125-129. (In Russ.).]
 13. Rodríguez-Sanz D, Tovaruela-Carrión N, López-López D, et al. Foot disorders in the elderly: A mini-review. *Dis Mon.* 2018; 64 (3): 64-91. DOI: 10.1016/j.disamonth.2017.08.001
 14. Trnka HJ, Mühlbauer M, Zettl R, 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; 20 (20): 72-79. DOI: 10.1177/107110079902000202
 15. Highlander P, Von Herbulis E, Gonzalez A, et al. Complications of the Weil osteotomy. *Foot Ankle Spec.* 2011; 4 (3): 165-170. DOI: 10.1177/1938640011402822
 16. 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
 17. Iglesias ME, Vallejo RB, Jules KT, Trepal MJ. Meta-analysis of flexor tendon transfer for the correction of lesser toe deformities. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2012; 102 (5): 359-368. DOI: 10.7547/1020359
 18. Способ хирургического лечения деформации второго пальца стопы: пат. 2745055 С1, Рос. Федерация, МПК А61В 17/56 / С.Н. Леонова, И.В. Усольцев, М.А. Косарева; заявитель и патентообладатель ИНЦХТ. – № 2020111374; заявл. 2020.03.17; опубл. 2021.03.18. – Бюл. № 8. [Leonova SN, Usol'cev IV, Kosareva MA. Sposob hirurgicheskogo lecheniya deformacii vtorogo pal'ca stopy: patent 2745055 C1 [Method of surgical treatment of deformity of the second toe: patent 2745055 C1]. Rossiyskaya federatsiya MPK A61V 17/56; yayavitel' i patentoobladatel' INCHT; № 2020111374; yayavleno 2020/03/17; opublikovano 2021/03/18 [Russian Federation MPK A61V 17/56; SN Leonova, IV Usol'cev, MA Kosareva; the applicant and the patent holder ISCST; No 2020111374; declared 2020/03/17; published 2021/03/18]. 2018; Bulletin 8. (in Russ.).]
 19. Способ оперативного лечения метатарзалгии при деформациях переднего отдела стопы: Пат. 2705233, Рос. Федерация; МПК А61В 17/00 / К.А. Егиазарян, Г.В. Коробушкин, Е.А. Мирошникова, Е.А. Жаворонков, А.С. Абилемец; заявитель и патентообладатель Егиазарян Карен Альбертович. – № 2019123644; заявл. 26.07.2019; опубл. 06.11.2019. – Бюл. № 31. [Egiazaryan KA, Korobushkin GV, Miroshnikova EA, ZHavoronkov EA, Abilemec AS. Sposob operativnogo lecheniya metatarzalgii pri deformacijah perednego otdela stopy: patent 2705233 [Method of surgical treatment of metatarsalgia in forefoot deformities: patent 2705233]. Rossiyskaya federatsiya MPK A61V 17/00/; yayavitel' i patentoobladatel' Egiazaryan Karen Al'bertovich № 2019123644; yayavleno 2019/07/26; opublikovano 2018/11/06 [Russian Federation MPK A61V 17/00/; the applicant and the patent holder Egiazaryan Karen Al'bertovich; № 2019123644; declared 2019/07/26; published 2018/11/06]. 2018; Bulletin 31. (in Russ.).]
 20. Бобров Д. С., Слияков Л. Ю., Ригин Н.В. Перегрузочная метатарзалгия: патогенез, биомеханика и хирургическое лечение (аналитический обзор литературы) // *Вестник Российской академии медицинских наук.* – 2017. – Т. 72, № 1. – С.53–58. [Bobrov DS, Slinyakov LYu, Rigin NV. Peregruzochnnaya metatarzalgija: patogenez, biomekhanika i hirurgicheskoe lechenie (analiticheskij obzor literatury) [Metatarsalgia: pathogenesis, biomechanics and surgical treatment (analytical literature review)]. *Vestnik Rossijskoj akademii medicinskih nauk [Annals of the Russian academy of medical sciences].* 2017; 72 (1): 53-58. (In Russ.). DOI: 10.15690/vramn756
 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 hallux valgus: medical technology]. Irkutsk: INCHT [Irkutsk: ISCST]. 2016; 20 p. (In Russ.).]