

Пластика медиального капсулолигаментарного комплекса второго плюснефалангового сустава при лечении статических деформаций стопы

С.М. Гуди, В.В. Епишин, И.А. Пахомов, В.В. Кузнецов, А.Г. Самохин, С.О. Дрантусов

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Новосибирск, Россия

Medial capsulo-ligamentous complex plasty of the second metatarsophalangeal joint in the treatment of static foot deformities

S.M. Gudy, V.V. Epishin, I.A. Pakhomov, V.V. Kuznetsov, A.G. Samokhin, S.O. Drantusov

Tsivyan Novosibirsk Research Institute Of Traumatology And Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation

Введение. Совершенствование технологий лечения пациентов с деформациями малых пальцев стопы является актуальной задачей. Проблематика данного направления состоит в отсутствии единых подходов, в значительном количестве осложнений и низкой удовлетворенности пациентов результатами лечения. Нередким осложнением хирургического лечения является остаточная отводящая деформация второго пальца стопы. При этом в литературе вопросы лечения данной патологии освещены не в достаточной мере, а методы хирургической коррекции обладают серьезными недостатками. В связи с этим поставлена **цель исследования:** оценить эффективность оригинальной методики коррекции отводящей деформации второго пальца стопы. Основой предложенного подхода является укрепление медиальных капсулолигаментарных структур плюснефалангового сустава сухожилием короткого разгибателя пальцев стопы. **Материалы и методы.** Проведен анализ результатов лечения 26 (100 %) пациентов, оперированных по поводу отводящей деформации второго пальца стопы на базе ННИИТО в 2016–2017 годах. В группу исследования вошло 15 (58 %) пациентов, которым коррекцию остаточной деформации проводили по предложенной методике. В группе сравнения у 11 (42 %) пациентов использовали метод капсулотомии второго плюснефалангового сустава с трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера. В исследовании использовали клинический, рентгенологический, хирургический, функциональный и статистический методы. Окончательная оценка результатов лечения проводилась через 1 год после операции. **Результаты.** Применение традиционного метода коррекции отводящей деформации в группе сравнения продемонстрировало крайне низкую его эффективность. С другой стороны, в группе исследования получили 13 (86,6 %) хороших результатов, 1 (6,7 %) удовлетворительный и 1 (6,7 %) неудовлетворительный результат. **Дискуссия.** При коррекции деформаций малых пальцев стопы в плантарной плоскости многие авторы отмечают важность восстановления капсулолигаментарного комплекса плюснефаланговых суставов. Предложенный нами метод позволяет избежать нежелательных остаточных деформаций за счет ряда технических преимуществ с хорошими клиническими и функциональными результатами.

Ключевые слова: отводящая деформация пальца стопы, плюснефаланговый сустав, короткий разгибатель пальцев стопы, транспозиция сухожилия, пластика капсулолигаментарного комплекса

Introduction Improving the approaches to treating patients with hammer toe deformity is a relevant task. The problems of its management are a lack of uniform approaches to treatment, a significant number of complications and low patient satisfaction with the results of treatment. A frequent complication of its surgical treatment is a residual abduction deformity of the second toe. However, the available literature does not adequately cover the treatment of this pathology, and the methods of surgical correction have serious shortcomings. In this regard, the aim of the study was to evaluate the efficiency of the original method for correcting the abduction deformity of the second toe. The proposed approach is based on strengthening the medial capsulo-ligamentous structures of the metatarsophalangeal joint with the tendon of the brevis extensor digitorum muscle. **Material and methods** Treatment of 26 (100 %) patients operated for abduction deformity of the second toe at the Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics in 2016 and 2017 was analyzed. The index group included 15 (58 %) patients in whom the residual deformity was corrected according to the method proposed. In the comparison group of 11 (42 %) patients, the capsulotomy method of the second metatarsophalangeal joint with transarticular Kirschner wire fixation was used. The study utilised clinical, radiological, surgical, functional and statistical methods. Final treatment results were evaluated one year after the operations. **Results** The use of the traditional method of abduction deformity correction in the comparison group demonstrated its extremely low efficiency. On the other hand, in the index group there were 13 (86.6 %) good results, one (6.7 %) was fair and one (6.7 %) was poor. **Discussion** Many authors state the importance of restoring the capsulo-ligamentous complex of the metatarsophalangeal joint while correcting the toe deformity in the plantar plane. The method proposed by us enables to avoid residual deformities due to a number of technical merits with good clinical and functional results.

Keywords: foot, abducted toe deformity, metatarsophalangeal joint, extensor digitorum brevis, tendon transfer, capsulo-ligamentous plasty

ВВЕДЕНИЕ

Деформация малых пальцев стопы в поперечной плоскости определяется как медиальное или латеральное отклонение продольной оси проксимальной фаланги по отношению к продольной оси плюсневой кости согласно клиническим и рентгенологическим данным [1]. Латеральное отклонение второго пальца известно в литературе под разными названиями, имеющими синонимы: «вальгусное отклонение второго пальца», синдром «предислокации или нестабильности второго плюснефалангового сустава в плантарной плоскости» и т.д., но с практической точки зрения наиболее удобным оказался термин «отводящая деформация второго пальца

стопы» (далее ОДВПС). Данная деформация вызывает грубый косметический дефект и тяжелые функциональные нарушения переднего отдела стопы. Доказано, что при отведении второго пальца первый лишается латеральной опоры, что способствует наружному отклонению большого пальца и может быть причиной рецидива Hallux valgus после реконструктивной операции [2, 3]. Хотя деформации малых пальцев стопы в плантарной плоскости известны давно, этиология ОДВПС точно не определена и, вероятно, многофакторна. Важным патогенетическим звеном является отсутствие медиальной червеобразной мышцы второго плюснефалангово-

го сустава [4]. Большое значение имеет повреждение стабилизаторов плюснефалангового сустава (капсулы, коллатеральных связок и/или подошвенной пластины), а также дисбаланс силы тяги сухожилий, проходящих вокруг сустава (длинных и коротких сгибателей и разгибателей пальцев стопы, червеобразных и межкостных мышц) [5]. При этом необходимо особо отметить частую ятрогенную роль в формировании остаточной отводящей деформации, что обусловлено сложной региональной анатомией плюснефаланговых суставов стопы и наличием множества важных анатомических структур в ограниченном пространстве и, что особенно важно, несовершенством существующих методов лечения [6, 7]. Диагностика ОДВПС не представляет сложностей и основана на данных клинического осмотра и оценки рентгенограмм стопы в прямой и боковой проекциях, выполненных под нагрузкой [1]. Существующие методы

консервативного лечения ОДВПС не позволяют исправить данную деформацию и направлены на облегчение симптомов и устранение патологического конфликта деформированного пальца с компонентами обуви [8]. Хирургическое лечение является методом выбора, при этом описаны разнообразные варианты операций – от простой чрескожной капсулотомии до комплексного восстановления повреждённых стабилизирующих структур плюснефалангового сустава с использованием костных остеотомий или без таковых. Выбор конкретной методики коррекции должен основываться на этиологии, степени и мобильности деформации. При этом в профессиональной литературе, посвященной хирургии стопы, вопросы выбора способа коррекции ОДВПС освещены не в достаточной мере. В связи с этим поставлена цель данной работы – оценить эффективность оригинального подхода при коррекции ОДВПС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ хирургического лечения 26 пациентов (1 (3,8 %) мужчина, 25 (96,2 %) женщин, средний возраст $56 \pm 3,8$ года) с ОДВПС, оперированных на базе ННИИТО в 2016–2017 годах. Все пациенты ранее оперированы по поводу продольно-поперечного плоскостопия, Hallux valgus 3 степени, синдрома молоткообразной деформации второго пальца стопы. В качестве основного этапа коррекции Hallux valgus у всех пациентов проводилась операция Лапидус, внутренняя фиксация металлоконструкциями. У всех достигнута коррекция первого луча стопы. Для исправления молоткообразной деформации второго пальца стопы у 10 (38,5 %) пациентов (10 (100 %) женщин, средний возраст $50 \pm 7,3$ года) выполнялась операция артротомии проксимального межфалангового сустава с использованием погружного фиксатора в сочетании с пластикой подошвенной пластинки плюснефалангового сустава, а у 16 (61,5 %) (1 (6,3 %) мужчина, 15 (93,7 %) женщин, средний возраст $58 \pm 2,7$ года) выполнялась операция Тейлора [9] – артротомия проксимального межфалангового сустава с чрескожной трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера. При оценке результатов через 6 месяцев после операции у всех пациентов выявлена остаточная отводящая деформация корригированного второго пальца стопы. Все пациенты повторно госпитализированы для хирургического лечения ОДВПС. Пациенты по способу коррекции ОДВПС были разделены на две группы (исследования и сравнения), отличавшиеся мето-

дом коррекции остаточной деформации. В группу сравнения вошло 11 (42 %) пациентов, у которых использовали метод капсулотомии второго плюснефалангового сустава с трансартикулярной фиксацией корригированного пальца спицей Киршнера [1, 10]. В группе исследования у 15 (58 %) пациентов коррекция ОДВПС проводилась по оригинальной методике, предложенной в нашей клинике. Основой предложенной методики является сухожильная пластика медиального капсулолигаментарного комплекса второго плюснефалангового сустава, на что получен патент РФ № 2668467 [11].

Клинический метод. У всех пациентов проводилась оценка клинических признаков патологии до хирургического лечения и ее коррекции, сразу после операции, через 4 недели и 1 год после операции путем осмотра, пальпации, измерения (гониометром) объема пассивных и активных движений во втором плюснефаланговом суставе и величин угловых деформаций на уровне плюснефалангового и проксимального межфалангового сустава второго пальца стопы. Всем пациентам, для оценки опорной функции второго пальца и стабильности второго плюснефалангового сустава, проведены функциональные пробы: тест «бумажной полоски» [12] и модифицированный тест «выдвижного ящика» Лахмана [13]. Интегральная частота клинических исходов лечения была оценена на основании классификационных признаков (табл. 1).

Таблица 1

Клинические критерии исходов лечения

Клинический исход	Классификационные признаки
«Хороший»	– безболезненная стопа, позволяющая носить стандартную обувь (AOFAS 75-100 баллов)
	– рентгенография стопы подтверждает коррекцию пальца, отсутствие остаточных деформаций
	– без осложнений
	– больной удовлетворен функциональным и косметическим результатом операции
«Удовлетворительный»	– безболезненная стопа (или легкий болевой синдром) в сочетании с одним из перечисленных признаков: нарушение контакта пальца с поверхностью опоры; необходимость в использовании дополнительных ортопедических изделий (AOFAS 51-74 балла)
	– рентгенография стопы подтверждает коррекцию пальца, отсутствие остаточных деформаций
	– без осложнений
	– больной удовлетворён функциональным и косметическим результатом операции
«Неудовлетворительный»	– болевой синдром в стопе, рецидив деформации, потребность в ортопедической обуви (AOFAS 50 и менее баллов)
	– рентгенография стопы подтверждает недостаточную коррекцию пальца, наличие остаточной деформации и/или дислокаций костей
	– осложнение в виде нагноения, сосудистого и/или неврологического дефицита и т.д.
	– больной не удовлетворён функциональным и косметическим результатом операции

Примечание: AOFAS – шкала для оценки функциональных показателей переднего отдела стопы «Американской Ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава».

Рентгенологический метод. Оценку рентгенологических показателей осуществляли путем рентгенографии обеих стоп в прямой и боковой проекциях в опоре до операции и через один год после операции. Также проводили интраоперационный рентгенконтроль. Для оценки значений отводящей деформации второго пальца стопы определяли показатели угловых деформаций на уровне плюснефалангового и проксимального межфалангового суставов в сагиттальной и фронтальной плоскостях. Основным показателем ОДВПС является величина второго плюснефалангового угла в прямой проекции.

Хирургический метод. Все операции проводили под спинномозговой анестезией, в положении на спине, с использованием «отжимного» кровоостанавливающего жгута на оперированной конечности. Выполняли линейный разрез над вторым лучом стопы длиной 3–4 сантиметра с центром над плюснефаланговым суставом. Послойно рассекали кожу, подлежащие мягкие ткани, выделяли сухожилия длинного и короткого разгибателей пальца, как правило, сухожилие последнего находится в латеральном подвывихе и отводит палец стопы кнаружи. Обнажали плюснефаланговый сустав, производили латеральный релиз путем продольного рассечения тыльной капсулы и коллатеральных связок. Пациентам группы сравнения устанавливали второй палец в анатомическое положение и проводили трансартикулярную фиксацию спицей Киршнера. Пациентам группы исследования выполняли транспозицию сухожилия короткого разгибателя пальцев стопы, для чего в основании проксимальной фаланги при помощи двухмиллиметрового сверла формировали канал перпендикулярно оси пальца в латерально-медиальном направлении. Сухожилие короткого разгибателя пальцев стопы отсекали в сухожильно-мышечной части. Дистальный конец осеченного сухожилия прошива-

ли нитью «000» и проводили через сформированный канал на медиальную поверхность основания проксимальной фаланги. В межплюсневом промежутке «переброшенное» сухожилие проводили под комплексом межплюсневых связок, производили репозицию деформированного пальца путем тяги за сухожилие (рис. 1). Достигнутое физиологическое положение закрепляли путем трансоссальной фиксации сухожилия короткого разгибателя к диафизу второй плюсневой кости. При этом проведение сухожилия между головками плюсневых костей в подвязочном пространстве обеспечивает репонирующую тягу, а прочная фиксация к диафизу плюсневой кости осуществляет стойкое репонирующее усилие. Осуществляли рентгенконтроль. Далее – послойные швы на рану, асептическая повязка, «фигурное» бинтование. В послеоперационном периоде пациентам разрешали дозированную нагрузку на оперированную стопу в специализированной разгрузочной обуви в течение 4 недель с последующим постепенным включением в опору переднего отдела стопы. Всем проводили реабилитационное лечение под контролем физиотерапевта и инструктора ЛФК. Удаление спицы Киршнера пациентам группы сравнения выполняли через 4 недели.

Функциональный метод. Болевой синдром оценивали по десятибалльной шкале VAS, а функциональные показатели оценивали по шкале AOFAS для переднего отдела стопы.

Статистический метод. Статистическая обработка проводилась с помощью программы IBM SPSS v.21.0. Результаты исследования представлены в виде описательных статистик. Для оценки статистической достоверности значимости различий средних использовали параметрический t-критерий Стьюдента и непараметрический критерий Манна–Уитни. Принятый пороговый уровень значимости альфа был равен 0,05.



Рис. 1. Клинический пример. Пациентка М., 49 лет: остаточная отводящая деформация второго пальца правой стопы со значением второго плюснефалангового угла 26° по данным рентгенографии (а); транспозиция сухожилия короткого разгибателя оригинальным способом, устранение деформации второго пальца путем тяги за перенесенное сухожилие (б); вид стопы после операции, значение второго плюснефалангового угла 4° , что является вариантом анатомической нормы (в)

РЕЗУЛЬТАТЫ

При оценке результатов хирургического лечения 180 (100 %) пациентов, оперированных по поводу статических деформаций переднего отдела стопы на базе Новосибирского НИИТО в 2016 году, отмечено развитие ОДВПС у 26 (14,4 %) пациентов. У 11 (42 %) пациентов группы сравнения, которым для коррекции ОДВПС использовали капсулотомию с трансартикулярной фиксацией

корригированного пальца спицей, эффекта коррекции не отмечено. У всех сохранялась клиническая и рентгенологическая картина рецидива деформации (табл. 2). В результате применения предложенного нами метода у 15 (58 %) пациентов группы исследования отмечена его эффективность, выражающаяся в достигнутой коррекции и восстановлении функции второго

пальца (табл. 2). При этом объем пассивных и активных движений во втором плюснефаланговом суставе через один год после операции соответствовал дооперационным значениям. Контакт с площадью опоры сохранялся у всех 15 пациентов, что подтверждалось положительным тестом «бумажной полоски». При сравнении рентгенограмм до операции и через 1 год после операции отметили достоверное снижение латерального отклонения проксимальной фаланги до показателей среднефизиологической нормы, при этом частичная потеря

коррекции выявлена только у одного пациента (6,7 %), которая была связана с наличием поверхностной инфекции в послеоперационном периоде и формированием грубых дегенеративных изменений мягких тканей в области операции. Клиническая удовлетворенность была достигнута у всех пациентов, болевой синдром после операции в среднем снизился на 2,5 балла. Функциональные показатели, согласно данным шкалы AOFAS для переднего отдела стопы, через 1 год после операции выросли на 26,4 балла.

Таблица 2

Динамика клинко-рентгенологических показателей больных, n = 26 (M ± m)

Признак	Группа исследования (n = 15)		Группа сравнения (n = 11)	
	до	через 1 год	до	через 1 год
Объем пассивных движений во ВПФС	61,3 ± 9,3°	52,0 ± 15,6°	59,4 ± 11,3°	50,3 ± 12,6°
Объем активных движений во ВПФС	33,2 ± 13,7°	28,9 ± 12,7°	30,3 ± 17,8°	24,2 ± 6,8°
Латеральное отклонение второго пальца	25,1 ± 2,7°*	8,6 ± 1,8°*	26,5 ± 4,3°	18,3 ± 6,7°
Функциональные пробы (количество человек)				
Тест "бумажной полоски"	«+»	13	7	8
	«-»	2	4	3
Тест Лахмана (Hamilton- Thompson, 1999 г.)	0	10	3	4
	I	4	5	4
	II	1	3	3
Данные рентгенографии в плантарной плоскости				
Второй плюснефаланговый угол	27,2 ± 2,2°*	8,1 ± 1,4°*	25,6 ± 3,2°	20,3 ± 2,7°
Проксимальный межфаланговый угол	3,1 ± 1,5°	3,0 ± 2,5°	1,1 ± 2,3°	1,0 ± 3,1°
Функциональные методы (баллы)				
Шкала VAS	4,3	1,8	3,9	3,8
Шкала AOFAS	66,3	92,7	68,7	70,7

Примечание: * – статистически значимые отличия, p < 0,05; ВПФС – второй плюснефаланговый сустав.

ДИСКУССИЯ

Операции по поводу статических деформаций стоп, включая Hallux valgus и синдром молоткообразной деформаций малых пальцев стопы, являются одними из самых частых хирургических ортопедических вмешательств. Не секрет, что до наших дней сохраняется высокая частота осложнений, одним из которых является ОДВПС. К сожалению, накоплено недостаточно литературных данных, посвященных лечению этого осложнения, в профессиональной травматолого-ортопедической литературе. Нами проведен анализ литературных данных, посвященных способам коррекции ОДВПС, выяснилось, что подходы к ее лечению остаются дискуссионными до наших дней. По данным ряда авторов, остеотомии в коррекции деформаций малых пальцев стопы в поперечной плоскости на фоне своих преимуществ обладают серьезными недостатками. Так, при использовании предложенной W.H. Davis [14] остеотомии проксимальной фаланги деформированного пальца сохраняется остаточный подвывих или дислокация на уровне плюснефалангового сустава, что, по мнению автора, ограничивает ее использование в качестве изолированного и/или основного метода лечения ОДВПС. При оценке результатов использования остеотомии Weil в лечении деформаций малых пальцев стопы в плантарной плоскости ряд авторов отмечает до 35 % случаев осложнений [15–18], что является недопустимо высоким уровнем риска. Наиболее распространенным осложнением, которое наблюдается после остеотомии Weil, является нарушение контакта пальца с поверхностью опоры – формирование так называемого «плавающего пальца», асептический некроз остеотомированной головки, раскол костных фрагментов при

остеосинтезе [19]. Таким образом, современный опыт лечения ОДВПС показывает однозначную необходимость вмешательств на мягких тканях плюснефалангового сустава. При этом общепринятый метод капсулолигаментотомии с трансартикулярной фиксацией спицей, по результатам нашего исследования и данным литературы [10], показал свою низкую эффективность. Патогенетически обоснованным подходом коррекции ОДВПС является восстановление поврежденных медиальных капсулолигаментарных структур плюснефалангового сустава. Анатомическое восстановление коллатеральной связки крайне затруднительно ввиду малого количества местных тканей и технических сложностей манипуляций в узком межплюсневом пространстве [1]. Методом выбора при ее восстановлении является сухожильная пластика. Так, в 1992 году J.T. Deland и др. [20] впервые предложили анатомическую реконструкцию плюснефалангового сустава с восстановлением коллатеральной связки частью сухожилия тыльной или подошвенной межкостной мышцы. Достоинством данного исследования является то, что авторы изучили предложенный метод на десяти кадаверных образцах и подтвердили, что пластика коллатеральной связки обеспечивает боковую стабильность и не ограничивает движения в плюснефаланговом суставе. Однако в доступной литературе нет упоминаний об использовании данного метода в клинической практике, в связи с чем судить о его эффективности невозможно. Дальнейшие исследования продемонстрировали возможность использования сухожилия короткого разгибателя пальцев стопы для восстановления капсулолигаментарного комплекса плюснефалангового сустава без ущерба для функции пальца

[5, 21, 22, 23]. Безусловно, описаны методы коррекции ОДВПС, похожие на предлагаемый нами. Например, в 2013 году S.J. Ellis и соавторы [5] предложили оригинальную методику транспозиции сухожилия короткого разгибателя пальцев стопы. При этом сухожилие короткого разгибателя пальца стопы отсекают проксимальнее уровня плюснефалангового сустава и проводят через сформированный канал в проксимальной фаланге в направлении от тыльно-медиальной до подошвенно-латеральной стороны. Затем его (сухожилие) переносят обратно через второй канал, сформированный в направлении от подошвенно-латеральной до тыльно-медиальной стороны в шейке плюсневой кости, тем самым повторяя ход и точки крепления коллатеральной связки. Осуществляют коррекцию деформации пальца путем тяги за сухожилие, затем проводят тенодез винтом диаметром 2,0 или 2,4 мм к диафизу плюсневой кости. Однако, хотя метод и направлен на воссоздание анатомии медиальной коллатеральной связки с учетом точек крепления, авторы недооценивают важность взаимодействия коллатеральных связок с плантарным капсулолигаментарным комплексом, что, вероятно, обуславливает описанное ими остаточное тыльное смещение корри-

гированного пальца интраоперационно. Схожий биомеханический феномен коррекции деформаций малых пальцев в поперечной плоскости путем транспозиции короткого разгибателя описали К.В. Nobizal и соавторы [23]. В описанном способе проведения сухожилия короткого разгибателя возможно отклонение второго пальца к тылу, что, вероятно, обусловлено подвывихом проксимальной фаланги в результате тяги «переброшенного» сухожилия, что требует дополнительной стабилизации корригированного пальца этапными повязками или «тейпирования» в раннем послеоперационном периоде. Однако, несмотря на наличие остаточных деформаций, авторы обеих статей сообщают о высокой удовлетворенности пациентов результатами коррекции деформации. Преимуществом предложенного метода является то, что при проведении сухожилия короткого разгибателя пальцев стопы в подвязочном пространстве обеспечивается репонирующая тяга, приложенная к основанию проксимальной фаланги, и восстанавливается конгруэнтность (взаимоотношение) суставных поверхностей, а прочная фиксация к диафизу плюсневой кости осуществляет стойкое репонирующее усилие и препятствие рецидиву деформации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При анализе литературных данных, посвященных хирургическому лечению деформаций малых пальцев стопы в поперечной плоскости, необходимо отметить неоднозначность подходов к решению данной клинической проблемы и необходимость совершенствования методов лечения ОДВПС. При этом многие авторы отмечают важность восстановления капсулолигаментарного комплекса плюснефаланговых суставов на противоположной стороне деформации. Предложенный нами метод позволяет избежать нежелательных остаточных деформаций за счет ряда технических

преимуществ. При этом оценка результатов лечения через 1 год после операции у 15 (100 %) пациентов с отводящей деформацией второго пальца стопы оригинальным способом показала 13 (86,6 %) хороших результатов, 1 (6,7 %) удовлетворительный результат, связанный с остаточным болевым синдром в области плюснефалангового сустава, и 1 (6,7 %) неудовлетворительный результат, связанный с развитием поверхностной инфекции, дегенеративными изменениями в области оперативного вмешательства и частичной потерей коррекции деформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Fundamental conditions and procedures. Section III. In: McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot and Ankle Surgery. 3rd Edition / Banks A.S., Downey M.S., Martin D.E., Miller S.J., eds. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001. Vol. 1. P. 202-224.
2. Hampar K. Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia. Philadelphia: Saunders, 1965. P. 293-300.
3. Perera A.M., Mason L., Stephens M.M. The pathogenesis of hallux valgus // J. Bone Joint Surg. Am. 2011. Vol. 93, No 17. P. 1650-1661. DOI: 10.2106/JBJS.H.01630.
4. New insights into the origin of the lumbrical muscles of the foot: tendinous slip of the flexor hallucis longus muscle // M.S. Hur, J.H. Kim, Y.C. Gil, H.J. Kim, K.S. Lee // Surg. Radiol. Anat. 2015. Vol. 37, No 10. P. 1161-1167. DOI: 10.1007/s00276-015-1488-6.
5. Correction of multiplanar deformity of the second toe with metatarsophalangeal release and extensor brevis reconstruction // S.J. Ellis, E. Young, Y. Endo, H. Do, J.T. Deland // Foot Ankle Int. 2013. Vol. 34, No 6. P. 792-799. DOI: 10.1177/1071100713475433.
6. Gibbard K.W., T.E. Kilmartin. The Weil osteotomy for the treatment of painful plantar keratosis // Foot (Edinb.). 2003. Vol. 13, No 4. P. 199-203. DOI: 10.1016/s0958-2592(03)00061-0.
7. Brodsky J.W., Passmore R.N., Shabat S. Transection of the plantar plate and the flexor digitorum longus tendon of the fourth toe as a complication of endoscopic treatment of interdigital neuroma. A case report // J. Bone Joint Surg. Am. 2004. Vol. 86, No 10. P. 2299-2301.
8. Compound deformities. Section V. In: McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot and Ankle Surgery. 3rd Edition / Banks A.S., Downey M.S., Martin D.E., Miller S.J., eds. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001. Vol. 1. P. 1095-1097.
9. Taylor R.G. An operative procedure for the treatment of hammer-toe and claw-toe // J. Bone Joint Surg. 1940. Vol. 22, No 3. P. 608-609.
10. Downey M.S., McGlamry M.C., Spizzirri S.A. Transverse plane digital deformities. In: McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot and Ankle Surgery. 3rd Edition / Banks A.S., Downey M.S., Martin D.E., Miller S.J., eds. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001. Vol. 1. P. 354-371.
11. Способ коррекции отведенной деформации II-IV пальцев стопы: пат. 2668467 Рос. Федерация / Пахомов И.А., Гуди С.М. № 2017142877; заявл. 12.07.2017; опубл. 10.01.2018, Бюл. № 28.
12. Bouché R.T., Heit E.J. Combined plantar plate and hammer toe repair with flexor digitorum longus tendon transfer for chronic, severe sagittal plane instability of the lesser metatarsophalangeal joints: preliminary observations // J. Foot Ankle Surg. 2008. Vol. 47, No 2. P. 125-137. DOI: 10.1053/j.jfas.2007.12.008.
13. Coughlin M.J., Baumfeld D.S., Nery C. Second MTP joint instability: grading of the deformity and description of surgical repair of capsular insufficiency // Phys. Sportsmed. 2011. Vol. 39, No 3. P. 132-141. DOI: 10.3810/psm.2011.09.1929.
14. Proximal phalanx basilar osteotomy for resistant angulation of the lesser toes / W.H. Davis, R.B. Anderson, F.M. Thompson, W.G. Hamilton // Foot Ankle Int. 1997. Vol. 18, No 2. P. 103-104.
15. Beech I., Rees S., Tagoe M. A retrospective review of the Weil metatarsal osteotomy for lesser metatarsal deformities: an intermediate follow-up analysis // J. Foot Ankle Surg. 2005. Vol. 44, No 5. P. 358-364.
16. Floating-toe deformity as a complication of the Weil osteotomy / A. Miguez, G. Slullitel, F. Bilbao, M. Carrasco, G. Solari // Foot Ankle Int. 2004. Vol. 25, No 9. P. 609-613.
17. The Weil osteotomy for treatment of dislocated lesser metatarsophalangeal joints: good outcome in 21 patients with 42 osteotomies / H.J. Trnka, C. Gebhard, M. Mühlbauer, G. Ivancic, P. Ritschl // Acta Orthop. Scand. 2002. Vol. 73, No 2. P. 190-194.
18. Sharma D.K., Roy N., Shenolikar A. Weil Osteotomy of lesser metatarsals for metatarsalgia: a clinical and radiological follow-up // The Foot. 2005. Vol. 15, No 4. P. 202-205. DOI: 10.1016/j.foot.2005.07.006.
19. Dorsiflexion contracture after the Weil osteotomy: results of cadaver study and three-dimensional analysis / H.J. Trnka, M. Nyska, B.G. Parks, M.S. Myerson // Foot Ankle Int. 2001. Vol. 22, No 1. P. 47-50.

20. Collateral ligament reconstruction of the unstable metatarsophalangeal joint: an in vitro study / J.T. Deland, M. Sobel, S.P. Arnoczky, F.M. Thompson // *Foot Ankle*. 1992. Vol. 13, No 7. P. 391-395.
21. Ruch J.A. Use of the EDB tendon for muscle-tendon balance of the lesser MPJ. In: *Reconstructive Surgery of the Foot and Leg* / Camastra C.A., Vickers N.S., Carter S.R., eds. Update '95, Podiatry Institute Publishing, Tucker, GA, 1995. P. 114-118.
22. Results of flexor-to-extensor and extensor brevis tendon transfer for correction of the crossover second toe deformity / S.L. Haddad, R.C. Sabbagh, S. Resch, B. Myerson, M.S. Myerson // *Foot Ankle Int*. 1999. Vol. 20, No 12. P. 781-788.
23. Hobizal K.B., Wukich D.K., Manway J. Extensor digitorum brevis transfer technique to correct multiplanar deformity of the lesser digits // *Foot Ankle Spec*. 2016. Vol. 9, No 3. P. 252-257. DOI: 10.1177/1938640015617528.

REFERENCES

1. Banks A.S., Downey M.S., Martin D.E., Miller S.J., eds. *McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot and Ankle Surgery*. 3rd Edition. Fundamental conditions and procedures. Section III. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2001, vol. 1, pp. 202-224.
2. Hampar K. *Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia*. Philadelphia, Saunders, 1965, pp. 293-300.
3. Perera A.M., Mason L., Stephens M.M. The pathogenesis of hallux valgus. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2011, vol. 93, no. 17, pp. 1650-1661. DOI: 10.2106/JBJS.H.01630.
4. Hur M.S., Kim J.H., Gil Y.C., Kim H.J., Lee K.S. New insights into the origin of the lumbrical muscles of the foot: tendinous slip of the flexor hallucis longus muscle. *Surg. Radiol. Anat.*, 2015, vol. 37, no. 10, pp. 1161-1167. DOI: 10.1007/s00276-015-1488-6.
5. Ellis S.J., Young E., Endo Y., Do H., Deland J.T. Correction of multiplanar deformity of the second toe with metatarsophalangeal release and extensor brevis reconstruction. *Foot Ankle Int.*, 2013, vol. 34, no. 6, pp. 792-799. DOI: 10.1177/1071100713475433.
6. Gibbard K.W., T.E. Kilmartin. The Weil osteotomy for the treatment of painful plantar keratosis. *Foot (Edinb.)*, 2003, vol. 13, no. 4, pp. 199-203. DOI: 10.1016/S0958-2592(03)00061-0.
7. Brodsky J.W., Passmore R.N., Shabat S. Transection of the plantar plate and the flexor digitorum longus tendon of the fourth toe as a complication of endoscopic treatment of interdigital neuroma. A case report. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2004, vol. 86, no. 10, pp. 2299-2301.
8. Banks A.S., Downey M.S., Martin D.E., Miller S.J., eds. *McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot and Ankle Surgery*. 3rd Edition. Compound deformities. Section V. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2001, vol. 1, pp. 1095-1097.
9. Taylor R.G. An operative procedure for the treatment of hammer-toe and claw-toe. *J. Bone Joint Surg.*, 1940, vol. 22, no. 3, pp. 608-609.
10. Downey M.S., McGlamry M.C., Spizzirri S.A. Transverse plane digital deformities. Banks A.S., Downey M.S., Martin D.E., Miller S.J., eds. *McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot and Ankle Surgery*. 3rd Edition. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2001, vol. 1, pp. 354-371.
11. Pakhomov I.A., Gudi S.M. *Sposob korrektsii otvedennoi deformatsii II-IV paltsev stopy* [The way to correct the abduction deformity of II-IV foot toes]. Patent RF, no. 2668467, 2017. (in Russian).
12. Bouché R.T., Heit E.J. Combined plantar plate and hammer toe repair with flexor digitorum longus tendon transfer for chronic, severe sagittal plane instability of the lesser metatarsophalangeal joints: preliminary observations. *J. Foot Ankle Surg.*, 2008, vol. 47, no. 2, pp. 125-137. DOI: 10.1053/j.jfas.2007.12.008.
13. Coughlin M.J., Baumfeld D.S., Nery C. Second MTP joint instability: grading of the deformity and description of surgical repair of capsular insufficiency. *Phys. Sportsmed.*, 2011, vol. 39, no. 3, pp. 132-141. DOI: 10.3810/psm.2011.09.1929.
14. Davis W.H., Anderson R.B., Thompson F.M., Hamilton W.G. Proximal phalanx basilar osteotomy for resistant angulation of the lesser toes. *Foot Ankle Int.*, 1997, vol. 18, no. 2, pp. 103-104.
15. Beech I., Rees S., Tagoe M. A retrospective review of the Weil metatarsal osteotomy for lesser metatarsal deformities: an intermediate follow-up analysis. *J. Foot Ankle Surg.*, 2005, vol. 44, no. 5, pp. 358-364.
16. Miqués A., Slullitel G., Bilbao F., Carrasco M., Solari G. Floating-toe deformity as a complication of the Weil osteotomy. *Foot Ankle Int.*, 2004, vol. 25, no. 9, pp. 609-613.
17. Trnka H.J., Gebhard C., Mühlbauer M., Ivanic G., Ritschl P. The Weil osteotomy for treatment of dislocated lesser metatarsophalangeal joints: good outcome in 21 patients with 42 osteotomies. *Acta Orthop. Scand.*, 2002, vol. 73, no. 2, pp. 190-194.
18. Sharma D.K., Roy N., Shenolikar A. Weil Osteotomy of lesser metatarsals for metatarsalgia: a clinical and radiological follow-up. *The Foot*, 2005, vol. 15, no. 4, pp. 202-205. DOI: 10.1016/j.foot.2005.07.006.
19. Trnka H.J., Nyska M., Parks B.G., Myerson M.S. Dorsiflexion contracture after the Weil osteotomy: results of cadaver study and three-dimensional analysis. *Foot Ankle Int.*, 2001, vol. 22, no. 1, pp. 47-50.
20. Deland J.T., Sobel M., Arnoczky S.P., Thompson F.M. Collateral ligament reconstruction of the unstable metatarsophalangeal joint: an in vitro study. *Foot Ankle*, 1992, vol. 13, no. 7, pp. 391-395.
21. Ruch J.A. Use of the EDB tendon for muscle-tendon balance of the lesser MPJ. Camastra C.A., Vickers N.S., Carter S.R., eds. *Reconstructive Surgery of the Foot and Leg*. Update '95, Podiatry Institute Publishing, Tucker, GA, 1995, pp. 114-118.
22. Haddad S.L., Sabbagh R.C., Resch S., Myerson B., Myerson M.S. Results of flexor-to-extensor and extensor brevis tendon transfer for correction of the crossover second toe deformity. *Foot Ankle Int.*, 1999, vol. 20, no. 12, pp. 781-788.
23. Hobizal K.B., Wukich D.K., Manway J. Extensor digitorum brevis transfer technique to correct multiplanar deformity of the lesser digits. *Foot Ankle Spec.*, 2016, vol. 9, no. 3, pp. 252-257. DOI: 10.1177/1938640015617528.

Рукопись поступила 06.03.2019

Сведения об авторах:

1. Гуди Сергей Михайлович,
ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России,
г. Новосибирск, Россия,
Email: Dr.Gydy@mail.ru
2. Епишин Виталий Валерьевич,
ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России,
г. Новосибирск, Россия,
ФГБУЗ КБ-81 ФМБА России, г. Северск, Россия,
Email: vitvalep@mail.ru
3. Пахомов Игорь Анатольевич, д. м. н.,
ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России,
г. Новосибирск, Россия,
Email: pahomovigor@inbox.ru
4. Кузнецов Василий Викторович,
ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России,
г. Новосибирск, Россия,
Email: vkuznecovniito@gmail.com
5. Самохин Александр Геннадьевич, к. м. н.,
ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России,
г. Новосибирск, Россия,
Email: motorist@inbox.ru
6. Дрантусов Семен Олегович,
ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России,
г. Новосибирск, Россия,
Email: drantusov93@mail.ru

Information about the authors:

1. Sergey M. Gudy, M.D.,
Tsivyan Novosibirsk Research Institute Of Traumatology And
Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation,
Email: Dr.Gydy@mail.ru
2. Vitaly V. Epishin, M.D.,
Tsivyan Novosibirsk Research Institute Of Traumatology And
Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation,
Clinical Hospital № 81 of the Federal Medical-Biological Agency,
Seversk, Russian Federation,
Email: vitvalep@mail.ru
3. Igor A. Pakhomov, M.D., Ph.D.,
Tsivyan Novosibirsk Research Institute Of Traumatology And
Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation,
Email: pahomovigor@inbox.ru
4. Vasily V. Kuznetsov, M.D.,
Tsivyan Novosibirsk Research Institute Of Traumatology And
Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation,
Email: vkuznecovniito@gmail.com
5. Alexander G. Samokhin, M.D., Ph.D.,
Tsivyan Novosibirsk Research Institute Of Traumatology And
Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation,
Email: motorist@inbox.ru
6. Semen O. Drantusov, M.D.,
Tsivyan Novosibirsk Research Institute Of Traumatology And
Orthopedics, Novosibirsk, Russian Federation,
Email: drantusov93@mail.ru