

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ИРКУТСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ХИРУРГИИ И ТРАВМАТОЛОГИИ»

На правах рукописи

М.А. Косарева

КОСАРЕВА МАРИЯ АНАТОЛЬЕВНА

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ МОЛОТКООБРАЗНОЙ
ДЕФОРМАЦИИ ВТОРОГО ПАЛЬЦА СТОПЫ,
СОПРЯЖЁННОЙ С HALLUX VALGUS**

3.1.8 – травматология и ортопедия

Диссертация

на соискание учёной степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук,
Леонова Светлана Николаевна

Новосибирск – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОБЛЕМАХ ЛЕЧЕНИЯ МОЛОТКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ВТОРОГО ПАЛЬЦА СТОПЫ, СОПРЯЖЁННОЙ С HALLUX VALGUS.....	12
1.1 Термины и понятия в изучении проблемы молоткообразной деформации пальцев стопы	12
1.2 Вопросы классификации молоткообразной деформации пальцев стопы	13
1.3 Сопряжённость статических деформаций пальцев стопы	16
1.4 Вопросы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы	18
1.4.1 Вмешательства на сухожилиях сгибателей и разгибателей пальцев стопы.....	19
1.4.2 Вмешательства на проксимальном межфаланговом суставе и плюснефаланговом суставе.....	20
1.4.3 Остеотомии плюсневых костей и фаланг пальцев стопы	22
1.4.4 Вмешательства по восстановлению плантарной пластинки	24
1.4.5 Патогенетические методы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы.....	26
ГЛАВА 2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ И ОПЕРАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ	31
2.1 Методы исследования.....	31
2.1.1 Клинико-функциональные исследования.....	31
2.1.2 Рентгенологические исследования.....	32
2.1.3 Интраоперационные измерения	34
2.1.4 Статистические методы обработки количественных данных	35
2.2 Клиническая характеристика пациентов и оперативные методы лечения ..	36
2.2.1 Характеристика пациентов	36

2.2.2 Оперативные методы лечения и послеоперационное ведение	
пациентов	38
2.2.2.1 Метод хирургического лечения hallux valgus	39
2.2.2.2 Остеотомия второй плюсневой кости по Helal	40
2.2.2.3 Остеотомия второй плюсневой кости и проксимальной	
фаланги второго пальца по разработанному методу	40
2.2.2.4 Послеоперационное ведение пациентов с молоткообразной	
деформацией второго пальца стопы, сопряжённой	
с hallux valgus	41
ГЛАВА 3 ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСТЕОТОМИИ	
ПО HELAL ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С МОЛОТКООБРАЗНОЙ	
ДЕФОРМАЦИЕЙ ВТОРОГО ПАЛЬЦА СТОПЫ, СОПРЯЖЁННОЙ	
С HALLUX VALGUS, ГРУППЫ КЛИНИЧЕСКОГО СРАВНЕНИЯ ...	
	43
3.1 Обоснование выбора хирургических методов лечения молоткообразной	
деформации второго пальца стопы и hallux valgus	43
3.2 Результаты лечения пациентов группы клинического сравнения	45
3.2.1 Оценка клинико-функциональных результатов лечения пациентов	
группы клинического сравнения	45
3.2.2 Оценка рентгенологических показателей у пациентов группы	
клинического сравнения	50
ГЛАВА 4 НОВЫЙ МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С МОЛОТКООБРАЗНОЙ	
ДЕФОРМАЦИЕЙ ВТОРОГО ПАЛЬЦА СТОПЫ, СОПРЯЖЁННОЙ	
С HALLUX VALGUS, И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ	
ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ	
	62
4.1 Обоснование разработки нового хирургического метода лечения	
молоткообразной деформации второго пальца стопы	62
4.2 Метод хирургического лечения молоткообразной деформации	
второго пальца стопы	63
4.3 Результаты лечения пациентов основной группы	66

4.3.1 Оценка клинико-функциональных результатов лечения пациентов основной группы	66
4.3.2 Оценка рентгенологических показателей у пациентов основной группы	70
ГЛАВА 5 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО МЕТОДА И ОСТЕОТОМИИ ПО HELAL ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С МОЛОТКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ ВТОРОГО ПАЛЬЦА СТОПЫ, СОПРЯЖЁННОЙ С HALLUX VALGUS	
5.1 Сравнительная оценка результатов хирургического лечения пациентов основной группы и группы клинического сравнения	79
5.1.1 Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов лечения пациентов основной группы и группы клинического сравнения	79
5.1.2 Сравнительная оценка рентгенологических показателей у пациентов основной группы и группы клинического сравнения	84
5.1.3 Сравнительная оценка неблагоприятных исходов хирургического лечения пациентов основной группы и группы клинического сравнения	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
ВЫВОДЫ	109
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	110
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	111
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	112
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	129

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы

Одним из видов статических деформаций переднего отдела стопы является молоткообразная деформация малых пальцев, возникающая на фоне поперечного плоскостопия, вальгусного отклонения первого пальца (*hallux valgus*) и требующая проведения оперативного лечения [11, 13, 14, 29, 61, 64, 71, 106]. Молоткообразная деформация пальцев стопы может формироваться изолированно или как следствие *hallux valgus*, то есть иметь сопряжённый характер [46, 53, 133]. Наиболее часто *hallux valgus* встречается в сочетании с молоткообразной деформацией второго пальца, что составляет 64,3 % случаев [15, 76]. Деформация и функциональная недостаточность первого пальца (*hallux valgus*) приводит к перераспределению нагрузки весом тела с головки первой плюсневой кости на головку второй плюсневой кости [16, 102], возникает дислокация пальца во втором плюснефаланговом суставе и деформация второго пальца стопы [53, 58]. Избыточное давление на головку плюсневой кости и мягкие ткани подголовчатого пространства является важным патогенетическим звеном формирования молоткообразной деформации.

Наличие деформации первого и второго пальца является ещё большим источником серьёзных физических и моральных страданий пациентов, чем изолированная деформация. Болевой синдром в переднем отделе стопы, косметический дефект, проблемы с подбором обуви, болезненные гиперкератозы в зонах деформаций, малоподвижный образ жизни, психоэмоциональное напряжение значительно ухудшают качество жизни [30, 90].

Хирургическое лечение пациентов с молоткообразной деформацией пальцев стопы, сопряжённой с *hallux valgus*, должно включать патогенетические методы, которые способствуют нормальному распределению нагрузки на головки плюсневых костей. Обоснованным с этой точки зрения является применение открытых дистальных остеотомий плюсневых костей по Weil и по Helal с фиксацией костных фрагментов, которые позволяют выполнить управляемую коррекцию молоткообразной деформации, уменьшить давление на головки плюсневых костей

и подголовчатые пространства [9, 21, 51, 52, 56, 65, 72, 94, 136, 139]. Однако использование остеотомии по Weil и по Helal может привести к возникновению послеоперационных неблагоприятных исходов или неудач в виде рецидива деформации, остаточных деформаций, переходной метатарзалгии, контрактуры суставов пальца и других, причиной которых могут служить недостатки данных методов [20, 51, 56, 73, 88]. Одним из недостатков выполнения дистальных остеотомий по Weil и Helal является необходимое травматичное внутрисуставное вмешательство на плюснефаланговом суставе с релизом капсульно-связочного аппарата. В результате этого образуются рубцовые изменения, контрактуры или тугоподвижность в плюснефаланговых суставах у 20–22,5 % пациентов [20, 51].

Неудовлетворённость пациентов с молоткообразной деформацией пальцев стопы результатами хирургических вмешательств достигает 22 % [128], что во многом обусловлено наличием послеоперационных остаточных деформаций. Наибольшее количество остаточных деформаций в виде избыточного разгибания пальца в плюснефаланговом суставе и нарушения его контакта с опорной поверхностью, или «плавающего пальца», образуется при выполнении остеотомии по Weil и может достигать 20–50 % случаев [73, 88]. Применение остеотомии по Helal позволяет получить меньшее количество неудач [51]. Имеются данные о том, что образование остаточной деформации после остеотомии плюсневой кости может быть связано с наличием значительной исходной величины переразгибания пальца в плюснефаланговом суставе [56, 78].

Таким образом, распространённость изучаемой патологии и неблагоприятные исходы хирургического лечения обусловили потребность в усовершенствовании методов коррекции молоткообразной деформации второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, что позволит снизить частоту образования остаточной деформации и улучшить результаты лечения.

Цель исследования

Улучшить результаты хирургического лечения пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, посредством разработки нового оперативного метода.

Задачи исследования:

1. Изучить и проанализировать результаты использования остеотомии плюсневой кости по Helal при хирургическом лечении пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus.

2. Разработать метод хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы, позволяющий выполнить оптимальную коррекцию избыточного разгибания второго пальца.

3. Оценить результаты лечения пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, полученные при использовании разработанного метода.

4. Провести сравнительную оценку эффективности разработанного метода и остеотомии Helal при лечении пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus.

Научная новизна исследования

Разработан новый метод хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, который позволяет устранить молоткообразную деформацию второго пальца и выполнить оптимальную коррекцию угла тыльного отклонения второго пальца, составляющего более 40 градусов, тем самым повысить эффективность лечения и уменьшить вероятность образования остаточной деформации (Патент РФ № 2773681).

Новым является последовательное выполнение диафизарной остеотомии второй плюсневой кости и остеотомии основания проксимальной фаланги второго пальца с сохранением целостности её подошвенной кортикальной пластинки. Расклинивание костных фрагментов проксимальной фаланги до угла, по величине равного углу тыльного отклонения второго пальца, и размещение в зону остеотомии заранее сформированных фрагментов аутокости, полученных при коррекции деформации первого пальца стопы, позволяют опустить палец к подошвенной

поверхности, что обеспечивает устранение избыточного разгибания второго пальца и достижение плотного контакта с опорной поверхностью.

Практическая ценность работы

Внедрение в клиническую практику разработанного метода хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, позволяет улучшить клинико-функциональные результаты и значительно сократить количество послеоперационных остаточных деформаций.

Разработана и внедрена разрешённая к применению новая медицинская технология лечения «Способ хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы» [19]. Доказанная клиническая эффективность предложенной технологии позволяет рекомендовать её для использования в лечебных учреждениях города, области и Российской Федерации.

Положения, выносимые на защиту:

1. Применение остеотомии по Helal для коррекции молоткообразной деформации второго пальца стопы приводит к образованию остаточной деформации при исходно больших значениях угла тыльного отклонения второго пальца, превышающих 40 градусов, что обусловлено ограниченными репозиционными возможностями метода.

2. Разработанный метод хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, является клинически высокоэффективным, позволяющим улучшить клинико-функциональные результаты лечения и снизить частоту послеоперационных остаточных деформаций.

Апробация диссертации

Материалы исследований доложены и обсуждены на VII научно-практической конференции молодых учёных Сибирского и Дальневосточного федеральных округов (Иркутск, 2020); на Всероссийской конференции Молодых учёных «Травматология и ортопедия. Прошлое, настоящее и будущее...»,

посвящённой 350-летию со дня рождения Петра I (Санкт-Петербург, 2021); на Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии, нейрохирургии» (Иркутск, 2021); на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения», посвящённой 75-летию юбилею Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна (Новосибирск, 2021); на Международной научной конференции «Россия и Монголия: результаты и перспективы научного сотрудничества», приуроченной к 100-летию установления дипломатических связей и 50-летию открытия Генерального консульства Монголии в Иркутске (Иркутск, 2022); на Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии, нейрохирургии» (Иркутск, 2022); на VIII научно-практической конференции молодых учёных Сибирского и Дальневосточного федеральных округов с международным участием (Иркутск, 2022 г.); на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 25-летию Иркутского научного центра хирургии и травматологии «Актуальные вопросы травматологии, ортопедии и хирургии» (Иркутск, 2023); на Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье семьи – здоровье нации: фундаментальные и прикладные исследования», посвящённой 300-летию Российской Академии наук и 80-летию Российской Академии медицинских наук.

Публикации и сведения о внедрении в практику

По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, из них 6 – в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Получен 1 патент РФ, 1 свидетельство на базу данных, утверждена 1 новая медицинская технология. Разработанный новый хирургический метод лечения внедрён в клиническую практику травматолого-ортопедических отделений ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».

Полученные в результате исследования новые теоретические и клинические данные используются при подготовке клинических ординаторов и аспирантов ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», кафедры

травматологии, ортопедии и нейрохирургии Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования – филиала ФГБОУ ДПО «Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования» Минздрава России.

Личный вклад автора

Автором самостоятельно сформулированы цели, задачи исследования и основные положения, выносимые на защиту, проанализированы зарубежные и отечественные источники литературы по проблеме исследования, проведён набор и обработка клинического материала, статистический анализ.

Автор принял участие в выполнении хирургического вмешательства в качестве оперирующего хирурга в 80 % (61 пациент) операций, в качестве ассистента – в 20 % (15 пациентов) операций по протоколу данного исследования, осуществлено наблюдение всех пациентов в период исследования. С участием автора разработан и внедрён в практику «Способ исправления тыльного отклонения малого пальца стопы» (Патент РФ № 2773681), сформирована и зарегистрирована база данных «Перечень показателей для анализа статической деформации переднего отдела стопы и оценки результатов оперативного лечения пациентов» (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022620877, Российская Федерация), разработана и внедрена новая медицинская технология «Способ хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы» (ISBN 978-5-98277-376-0).

Диссертационная работа проводилась в рамках выполнения научной темы «Системный подход в разработке персонифицированных методов диагностики и лечения больных при повреждениях и заболеваниях опорно-двигательной системы» (№ госрегистрации 122022200210-2).

Объём и структура работы

Диссертация изложена на 130 страницах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, пяти глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций. Список использованной литературы

содержит 141 источник, из них 60 – на русском и 81 – на иностранных языках. Работа иллюстрирована 17 таблицами и 18 рисунками.

В работе использованы анатомические термины, соответствующие Парижской международной анатомической номенклатуре (PNA) и русской анатомической номенклатуре, утверждённой в 1974 г.

ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОБЛЕМАХ ЛЕЧЕНИЯ МОЛОТКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ВТОРОГО ПАЛЬЦА СТОПЫ, СОПРЯЖЁННОЙ С HALLUX VALGUS

1.1 Термины и понятия в изучении проблемы молоткообразной деформации пальцев стопы

Деформация пальца стопы в сагиттальной плоскости впервые была обозначена термином «молоткообразный палец» в 1883 г. [68]. В литературе встречаются различные определения молоткообразной деформации пальцев стопы. Имеется описание молоткообразной деформации в виде одновременной сгибательной контрактуры проксимального межфалангового сустава, переразгибания плюснефалангового и дистального межфалангового суставов [2, 11, 60, 116, 131]. По определению Американской ассоциации хирургии стопы и голеностопного сустава, молоткообразная деформация пальца стопы сопровождается разгибательной контрактурой плюснефалангового сустава (ПФС), сгибательной контрактурой проксимального межфалангового сустава (ПМФС) и переразгибанием в дистальном межфаланговом суставе [82]. По-другому описывает молоткообразную деформацию А. М. Привалов: палец разогнут в дистальном межфаланговом суставе, согнут в проксимальном межфаланговом суставе, разогнут (или согнут) в плюснефаланговом суставе [29].

В зависимости от характера изменений в суставах пальца, молоткообразные деформации делят на фиксированные и нефиксированные. Используя одинаковые термины, исследователи вкладывают в них разные понятия. Одни представляют деформацию с контрактурой в суставах пальца как фиксированную, без контрактуры – как нефиксированную [16, 23]. Другие авторы определяют фиксированную деформацию при наличии фиксированной контрактуры в плюснефаланговом и межфаланговых суставах [30]. Согласно классификации молоткообразной деформации пальцев стопы М. И. Куслика, при третьей степени деформации клинически фиксированному искривлению пальца рентгенологически

соответствует подвывих или вывих в плюснефаланговом суставе [11, 59]. Молоткообразную деформацию обозначают как фиксированную при наличии фиксированного сгибательного положения пальца в проксимальном межфаланговом суставе (контрактура, анкилоз), при котором невозможно выполнить пассивное разгибание в суставе [7, 60, 62, 93, 104]. При патологической разгибательной установке малого пальца в плюснефаланговом суставе и неврвправимых вывихах пальцев используют термин «ригидный вывих», при вправимых – «неригидный вывих» [12, 25, 44, 84]. Термины «неригидный палец» и «неригидная молоткообразная деформация» используют при отсутствии патологического разгибательного положения малого пальца в плюснефаланговом суставе [45, 77]. Также для характеристики молоткообразной деформации пальцев стопы термины «фиксированная» и «ригидная» деформация могут использоваться как синонимы, и встречаются понятия «гибкая» и «стойкая» деформации [56].

Использование различных терминов и понятий, которые встречаются при описании проявлений молоткообразной деформации пальцев стопы, подтверждает мнение о том, что в терминологии представления данной проблемы нет единства.

1.2 Вопросы классификации молоткообразной деформации пальцев стопы

Существует отечественная клинико-рентгенологическая классификация молоткообразной деформации пальцев стопы, предложенная М. И. Кусликом в 1958 г., согласно которой выделяют три степени деформации [59]. Одним из недостатков данной классификации является то, что в ней учитываются взаимное расположение костей и движения только в плюснефаланговых суставах. Кроме того, в некоторых случаях не представляется возможным точно определить степень деформации. Так, при наличии подвывиха в плюснефаланговом суставе, что соответствует рентгенологически третьей степени деформации, у части пациентов можно пассивно выпрямить палец (клинически первая степень деформации).

Также разработана рабочая классификация молоткообразной деформации пальцев стопы, по которой деформации делят на фиксированные (с контрактурой в суставах) и нефиксированные (без контрактуры), сгибательные (деформация межфалангового сустава) и сгибательно-разгибательные (деформация межфалангового и плюснефалангового суставов), без нестабильности в плюснефаланговом суставе и с нестабильностью (отведением, приведением) [16, 23]. Согласно данной классификации, авторы предлагают выбор известных методов хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы.

На наш взгляд, известные классификации являются неполными, они не отражают всех проявлений молоткообразной деформации пальцев стопы.

В классификации должно быть отражено состояние такого анатомического образования, как подошвенная связка капсулы плюснефалангового сустава (плантарная пластинка). Повреждение плантарной пластинки играет важную роль в развитии молоткообразной деформации пальцев стопы. Уплотнение поперечного свода стопы, а также деформация первого пальца, приводит к перегрузке головки малой плюсневой кости, дегенеративным изменениям в плюснефаланговом суставе, повреждению плантарной пластинки и возникновению нестабильности в плюснефаланговом суставе [4, 46, 57]. При тыльно-подошвенной нестабильности малого плюснефалангового сустава наступает капсульно-связочный и сухожильно-мышечный дисбаланс, тыльное отведение или разгибание пальца в плюснефаланговом суставе, формирование молоткообразной деформации с подвывихом или вывихом пальца. Имеется анатомическая классификация разрывов плантарной пластинки, которая даёт подробное представление о картине её повреждения по степеням от G0 до G4 [110, 125, 126]. Клиническую картину нестабильности малого плюснефалангового сустава позволяет оценить тест Hamilton – Thompson [135]. При этом классификация степеней повреждения плантарной пластинки по Hamilton – Thompson представляется следующим образом. Плюснефаланговая «выдвижная проба» Hamilton – Thompson: G0 – стабильный сустав; G1 – лёгкая нестабильность (подвывих < 50 %); G2 – умеренная

нестабильность (подвывих $> 50\%$); G3 – тяжёлая нестабильность (возможность вывиха сустава); G4 – вывихнутый сустав.

При проведении магнитно-резонансной томографии и ультразвукового исследования возможно определение степени повреждения плантарной пластинки по характерным изменениям в плюснефаланговом суставе [6, 44, 104, 132].

Известна классификация нестабильности второго плюснефалангового сустава по С. Nery [105]. Выделяют пять степеней деформации в плюснефаланговом суставе по конгруэнтности в суставе и соответствующим клиническим проявлениям: боль, отёк, опороспособность пальца, тест «выдвижного ящика», подвывих и вывих в суставе.

В классификации должна иметь место информация о наличии или отсутствии перегрузочной метатарзалгии. Перегрузочная метатарзалгия возникает при повреждении плантарной пластинки и перегрузке головок плюсневых костей и клинически проявляется болью и болезненностью при пальпации под головками второй, третьей или четвертой плюсневых костей [4]. Связанное с перегрузочной метатарзалгией возникновение натоптышей, или гиперкератоза, на подошвенной поверхности в проекции головок плюсневых костей также должно быть указано в классификации.

Не менее важным является отражение в классификации длин плюсневых костей. Превосходящая длина плюсневой кости служит предрасполагающим фактором к перегрузке её головки, плюснефалангового сустава и способствует прогрессированию деформации пальца [4]. Одной из анатомических особенностей стопы является относительно длинная вторая плюсневая кость, с чем, очевидно, связана наибольшая частота возникновения молоткообразной деформации второго пальца.

Необходимо, на наш взгляд, отражать состояние конкретного сустава, например, плюснефалангового: варусное или вальгусное отклонение основной фаланги пальца, подвывих или вывих основной фаланги (ригидный или нет); состояние проксимального межфалангового сустава: контрактура (фиксированная

или нет), анкилоз, варусное или вальгусное отклонение средней фаланги пальца. Полезным может явиться измерение углов деформации пальца.

Кроме того, нельзя не учитывать деформацию первого пальца стопы (*hallux valgus*), которая может явиться причиной дислокации во втором плюснефаланговом суставе [58], степень поперечного плоскостопия, тип эластичности стопы, плосковальгусную деформацию стопы, и, возможно, многие другие параметры, которые должны найти своё отражение в классификации молоткообразной деформации пальцев стопы.

До настоящего времени не разработана классификация молоткообразной деформации пальцев стопы, которая бы отражала состояние переднего отдела стопы каждого конкретного пациента и позволяла выбрать оптимально эффективные методы лечения или определить правильную хирургическую тактику.

1.3 Сопряжённость статических деформаций пальцев стопы

Развитие поперечного плоскостопия, или поперечной распластанности стопы, связано с ослаблением связочного аппарата и нарушением равновесия мышц, при котором происходит варусное отклонение первой плюсневой кости и увеличение промежутка между первой и второй плюсневыми костями. Прогрессирование варусного смещения первой плюсневой кости приводит к изменениям в первом плюснефаланговом суставе и плюснасесамовидных суставах [5, 8, 22, 36, 54, 66, 109, 111, 119], смещению кнаружи сухожилий сгибателей и разгибателей первого пальца, что способствует отклонению первого пальца кнаружи и развитию его деформации в виде вальгусного отклонения, или *hallux valgus*. При данном виде деформации первая плюсневая кость отклоняется и ротируется внутрь, сесамовидные кости располагаются более латерально, и головка первой плюсневой кости теряет естественные точки опоры. Это приводит к перераспределению величины нагрузки на головки плюсневых костей [16]. В норме, при ходьбе или в вертикальном положении человека головка первой

плюсневой кости находится под максимальной нагрузкой [28, 32, 113, 134]. В случае отклонения первой плюсневой кости при статической деформации, когда её головка перестаёт нести свою долю нагрузки весом тела, значительно возрастает нагрузка на головку второй плюсневой кости [86, 91, 102]. Избыточное давление со стороны головки второй плюсневой кости на мягкие ткани подголовчатого пространства может привести к дегенеративному изменению и последующему повреждению подошвенной связки капсулы второго плюснефалангового сустава (плантарной пластинки), что называют пусковым механизмом развития молоткообразной деформации малого пальца стопы [88, 96, 97, 138]. Подошвенная пластинка второго плюснефалангового сустава повреждается чаще других, что связано с наибольшим давлением головки второй плюсневой кости, которое значительно возрастает при *hallux valgus* [98, 102]. Хроническая перегрузка второго плюснефалангового сустава и мышечно-сухожильный дисбаланс способствуют развитию деформации второго пальца стопы. Возникновение нестабильности во втором плюснефаланговом суставе в результате повреждения плантарной пластинки приводит к избыточному разгибанию проксимальной фаланги второго пальца стопы. Увеличению разгибания второго пальца в плюснефаланговом суставе способствует постоянное воздействие отклонённого кнаружи первого пальца стопы. Чрезмерное давление головки второй плюсневой кости на сухожилия сгибателей пальца приводит к их ретракции, связанной с рефлекторным сокращением соответствующих мышц [10, 122]. На фоне переразгибания пальца длинный и короткий сгибатели сгибают палец в проксимальном межфаланговом суставе, а сухожилие длинного разгибателя сокращается и усиливает тыльную деформацию пальца в плюснефаланговом суставе [83]. В итоге палец сначала стремится принять положение сгибания в проксимальном межфаланговом суставе и разгибания в плюснефаланговом и дистальном межфаланговом суставах. В дальнейшем возникает нефиксированная или фиксированная сгибательная контрактура проксимального межфалангового сустава, разгибательная контрактура плюснефалангового сустава [55], в результате образуется так называемая молоткообразная деформация пальца. Кроме

сгибательно-разгибательной установки малого пальца стопы, молоткообразная деформация может сопровождаться болью и болезненностью под головкой плюсневой кости, или метатарзалгией, наличием болезненных и неболезненных гиперкератозов («омозолелостей», «натоптышей») в области проксимального межфалангового сустава, под головкой плюсневой кости, то есть в местах наибольшего давления на мягкие ткани на вершинах деформаций.

Проведённый нами анализ литературных данных, посвящённых проблемам статических деформаций переднего отдела стопы, позволил заключить, что формирование молоткообразной деформации второго пальца связано с вальгусным отклонением первого пальца стопы, является его следствием, то есть носит сопряжённый характер.

Важным патогенетическим звеном формирования сопряжённой с hallux valgus молоткообразной деформации второго пальца стопы является снижение нагрузки на головку первой плюсневой кости и чрезмерное возрастание нагрузки на головку второй плюсневой кости стопы.

Патогенетическое лечение сопряжённой с hallux valgus молоткообразной деформации второго пальца стопы должно включать применение хирургических методов, позволяющих создать условия для восстановления физиологической нагрузки на головки плюсневых костей и пальцы стопы.

1.4 Вопросы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы

При хирургическом лечении деформаций переднего отдела стопы, в том числе молоткообразной деформации пальцев, основными задачами, которые ставит перед собой каждый хирург, являются устранение деформации и восстановление или улучшение функции стопы. Выбор того или иного метода лечения происходит во время предоперационного планирования или во время операции.

При анализе научной литературы мы столкнулись с большим разнообразием методов коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы и пришли

к выводу, что до сих пор нет единого подхода к выбору хирургической тактики лечения рассматриваемой патологии. Все хирургические методы можно разделить на вмешательства на мягких тканях, костях и комбинированные методики. Нами условно было произведено следующее разделение выполняемых операций: вмешательства на сухожилиях сгибателей и разгибателей пальцев стопы; вмешательства на проксимальном межфаланговом суставе и на плюснефаланговом суставе; остеотомии плюсневой кости и фаланг пальцев стопы; вмешательства по восстановлению плантарной пластинки [35].

1.4.1 Вмешательства на сухожилиях сгибателей и разгибателей пальцев стопы

В основном все хирургические вмешательства на сухожильном аппарате проводятся с целью восстановления нарушенного сухожильного баланса. В одних способах производится удлинение сухожилия длинного разгибателя и пересечение сухожилия сгибателя пальца [41]. В других – выполняется рассечение и удлинение сухожилий длинного сгибателя пальцев [49]. Известен способ, согласно которому проводится одновременное пересечение короткого разгибателя пальца стопы на уровне плюснефалангового сустава и длинного сгибателя на уровне средней фаланги пальца [39].

Существуют способы выполнения транспозиции сухожилий, основной целью которых является устранение тыльного подвывиха (или вывиха) и нестабильности в плюснефаланговом суставе.

Транспозиция сухожилия длинного сгибателя пальца была внедрена британскими хирургами Г. Р. Гердлстоуном (G. R. Girdlestone) и Р. Г. Тейлором (R. G. Taylor) [77] и заключалась в переносе сухожилия в виде двух ножек с медиальной и латеральной сторон основной фаланги пальца на тыл и фиксации их узловыми швами под сухожилиями разгибателей, чем достигалось опускание пальца. Осложнением методики может стать контрактура в плюснефаланговом суставе, переходная метатарзалгия [85]. В способе В. Bavarian [67] также

применяется перенос сухожилия длинного сгибателя пальца на тыл пальца и трансартикулярная фиксация спицей.

Известны способы транспозиции сухожилий разгибателей для устранения деформации малых пальцев стопы [70, 96, 103, 117].

Для устранения отведённой деформации пальца стопы используют сухожилие короткого разгибателя пальца [27, 75, 100]. Сухожилие короткого разгибателя проводят в костные каналы и фиксируют швами трансоссально или винтом, а также укрепляют капсулу плюснефалангового сустава, выполняя коррекцию деформации.

Однако данные виды вмешательств не решают проблему контрактуры суставов, подвывихов и вывихов.

1.4.2 Вмешательства на проксимальном межфаланговом суставе и плюснефаланговом суставе

Оперативные вмешательства на ПМФС в основном направлены на устранение сгибательной контрактуры.

Операция по Nohmann заключается в резекции головки основной фаланги пальца. Описан способ хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы, который, кроме удаления головки, включает Z-образное рассечение и удлинение сухожилия длинного сгибателя [26]. Операция позволяет выпрямить палец, но не способствует анатомо-функциональному восстановлению плюснефалангового сустава [4, 25].

Операциями выбора являются артрорезирование и эндопротезирование проксимальных межфаланговых суставов пальцев [29, 59]. Для этого используются различные имплантаты и эндопротезы. В настоящее время для лечения молоткообразной деформации пальцев стопы разработано большое количество имплантатов. Данные операции могут применяться как самостоятельные, так и в комбинации с другими методиками [7].

Операции на плюснефаланговом суставе необходимы для устранения деформации пальца, подвывиха, вывиха и контрактуры в данном суставе.

Известный способ Гохта, который включает резекцию основания основной фаланги пальца [16], не позволяет восстановить нормальное соотношение суставных поверхностей, усиливает нестабильность в ПФС, не решает задачу коррекции ПМФС, а также может способствовать рецидиву деформации пальца.

Разработан способ лечения, при котором формируют ложе в головке плюсневой кости, низводят в него основание основной фаланги пальца, стабилизируют плюснефаланговый сустав отсечённым сухожилием длинного разгибателя [38], однако данных о применении способа и его эффективности не было найдено.

Хирургическое лечение молоткообразной деформации с резекцией основания основной фаланги пальца и замещением его перфорированным деминерализованным костным аллотрансплантатом проводят в сочетании с дистальной укорачивающей остеотомией плюсневой кости и удлиняющей пластикой тыльного отдела капсулы плюснефалангового сустава [50]. Данное комбинированное вмешательство позволяет обеспечить лучшие анатомо-функциональные результаты.

Вмешательства сразу на ПМФС и ПФС пальца, учитывая проявления молоткообразной деформации, являются обоснованными при наличии чётких показаний.

Известен способ лечения молоткообразной деформации пальцев стопы [42], при котором проводят резекцию головки основной фаланги, резекцию основания средней фаланги, артродез ПМФС, фиксацию двумя перекрещивающимися спицами. Кроме того, выполняют удлинение сухожилия разгибателя (при отсутствии подвывиха и вывиха в ПФС) или резекцию основания основной фаланги (при наличии подвывиха, вывиха в ПФС), фиксацию ПФС теми же спицами. Недостатки способа заключаются в фиксации двумя спицами, что в последующем может вызвать воспаление, миграцию спиц, рецидив деформации при удалении фиксации.

1.4.3 Остеотомии плюсневых костей и фаланг пальцев стопы

Различные варианты остеотомий плюсневых костей используют до настоящего времени при лечении молоткообразной деформации пальцев стопы.

Широко известной и часто применяемой в России и за рубежом является остеотомия плюсневой кости, предложенная L. S. Weil [72]. Самым частым неблагоприятным исходом после остеотомии по Weil является образование «плавающего пальца», которое составляет от 20 до 50 % случаев [73, 88, 112]. Это проявляется остаточным переразгибанием пальца в плюснефаланговом суставе, отсутствием его контакта с горизонтальной поверхностью и нарушением опорной функции. При разрывах плантарной пластинки степени G3 и G4 развитие «плавающих пальцев» может достигать 76 % случаев [63]. Кроме того, в 22,5 % случаев встречаются такие осложнения, как ригидность плюснефалангового сустава, в 20,9 % – рецидив метатарзалгии [51], до 22,7 % – переходная метатарзалгия [51, 73, 92, 112]. Имеются данные, что в результате сочетания остеотомии по Weil с восстановлением подошвенной пластинки и удлинением сухожилия длинного разгибателя может снижаться количество случаев возникновения «плавающего пальца» [79, 88, 124].

Намного реже используется остеотомия плюсневой кости по Helal, которая в классическом варианте не предполагает фиксацию костных фрагментов [72]. Отсутствие фиксации является недостатком классического варианта остеотомии, вследствие чего возникает несращение костных фрагментов, потеря коррекции деформации, асептический некроз головки плюсневой кости [45]. Были получены результаты исследований, которые показали, что применение классической остеотомии по Helal недостаточно для коррекции тыльного смещения пальца стопы в плюснефаланговом суставе [5, 34, 107, 129, 141]. В настоящее время для лечения метатарзалгий и деформаций малых пальцев стопы используют остеотомию по Helal с фиксацией фрагментов плюсневой кости одним винтом, или «модифицированную остеотомию по Helal». Проведённые группой авторов исследования по сравнению результатов применения остеотомии по Weil и модифицированной остеотомии по Helal (с фиксацией костных фрагментов

винтом) для лечения метатарзалгий и устранения вывихов в малых плюснефаланговых суставах показали большую эффективность и меньшее количество осложнений при остеотомии по Helal [51]. При выполнении остеотомии по Weil тыльная деформация пальца в плюснефаланговом суставе сохранялась в 48,4 % случаев, при остеотомии Helal – в 4,8 % случаев. Однако после остеотомии по Helal нарушения сращения фрагментов плюсневой кости встречались чаще и составили 13,8 % случаев.

К проксимальным остеотомиям относится BRT-остеотомия (названная по фамилиям совместно разработавших её хирургов – L. S. Barouk, P. Rippstein, E. Toullec), которая выполняется на уровне проксимального метафиза плюсневой кости. Она используется для устранения смещения головки плюсневой кости в подошвенную сторону за счёт формирования тыльного костного клина, но не предназначена для коррекции деформаций в плюснефаланговом суставе [85].

Наряду с открытыми методами, при лечении деформаций малых пальцев стопы применяются чрескожные хирургические вмешательства на костной и мягких тканях из минидоступов без прямой визуализации. К ним относятся дистальные малоинвазивные метатарзальные остеотомии (distal mini-invasive metatarsal osteotomy, ДММО), которые выполняются в зоне дистальных метафизов плюсневых костей, и остеотомии проксимальных фаланг малых пальцев без фиксации костных фрагментов [3, 56, 80, 137, 140]. Данные оперативные методы требуют наличия специального оборудования и рентгенологического контроля. Малоинвазивные дистальные остеотомии плюсневых костей имеют свои осложнения, выполняются без костной фиксации, вследствие чего возникают трудности в проведении необходимой точной коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы. Основными осложнениями являются длительный отёк и замедленная консолидация [29]. Проведённый сравнительный анализ результатов хирургического лечения деформаций малых пальцев стопы и метатарзалгии с применением открытых и малоинвазивных методов показал преимущество ДММО в сравнении с остеотомией по Weil, заключающееся в меньшем количестве осложнений, и преимущества модифицированной остеотомии по Helal перед

ДММО за счёт лучшей управляемости коррекцией деформации и больших возможностей устранения сложных многоплоскостных деформаций пальцев стопы [20, 31, 99]. Малоинвазивные методики могут осложняться неполной коррекцией деформации, развитием новой деформации или её рецидивом [56, 120, 121, 140]. Имеются данные об отрицательных результатах применения Weil- и ДММО-osteотомии плюсневых костей при перегрузочной метатарзалгии [123].

При молоткообразной деформации с варусным или вальгусным отклонением пальца стопы разработаны отдельные варианты остеотомий. Для устранения неригидных молоткообразных деформаций второго, третьего и четвёртого пальцев выполняют поперечную дистальную остеотомию плюсневой кости с костным клином, смещают головку плюсневой кости, фиксируют канюлированным винтом, тем самым достигают устранения бокового смещения пальца [45]. Разработан способ хирургического лечения варусно-молоткообразной деформации пальца, включающий выполнение предварительного расчёта по рентгенограмме величин, на которые необходимо укоротить плюсневую кость и сместить её дистальный фрагмент, затем выполняется остеотомия плюсневой кости в виде ступеньки, репозиция и фиксация винтом [48]. Результатом использования способа является устранение молоткообразной и варусной деформации, восстановление конгруэнтности в ПФС. Авторы показали эффективность предложенного способа по сравнению с остеотомией по Weil [17].

При наличии анатомически длинных пальцев, особенно при греческом типе стопы, выполняют резекцию средней трети основной фаланги пальца (операцию Rahman-Zade) [23]. Разработан способ лечения молоткообразной деформации пальцев стопы, который включает выполнение скользящей остеотомии проксимальной фаланги пальца и смещение её головки, как при остеотомии по Weil [40].

1.4.4 Вмешательства по восстановлению плантарной пластинки

Учитывая роль повреждения подошвенной связки капсулы плюснефалангового сустава в развитии молоткообразной деформации пальцев

стопы, обоснованным считают выполнение восстановления плантарной пластинки. Известны способы хирургического восстановления плантарной пластинки, позволяющие устранить вывихи в плюснефаланговых суставах, которые требуют применения специальных устройств, дорогостоящего оборудования, кроме того, при деструкции плантарной пластинки данные способы становятся невыполнимыми. Артроскопический способ тенодеза плантарной пластинки также требует наличия специализированного инструментария [110].

Восстановление повреждённой подошвенной пластинки осуществляют из тыльного или подошвенного доступа, каждый из которых имеет свои недостатки. При перегрузочной метатарзалгии и травматических разрывах плантарной пластинки известен способ, в котором используют тыльный доступ и закрытое чрескожное прошивание плантарной пластинки, без её визуализации и выполнения остеотомии плюсневой кости [47]. Другими авторами разработана методика, при которой из подошвенного доступа производят шов плантарной пластинки и подшивают оболочку сухожилия глубокого сгибателя, кроме того, выполняют Weil-osteotomy плюсневой кости [46]. К недостаткам тыльного доступа относят: отсутствие визуализации зоны разрыва подошвенной пластинки и контроля её прошивания; технические трудности и необходимость использования специальных устройств, дорогостоящего оборудования; ятрогенное повреждение коллатеральных связок плюснефалангового сустава; повышенные риски прорезывания нитей при нагрузке; нарушения функции сгибателей пальца; рецидив метатарзалгии и деформации пальца [4, 7, 46, 108, 121]. По сравнению с тыльным, подошвенный доступ даёт возможность визуализировать подголовчатое пространство и саму подошвенную пластинку. Однако рассечение тканей на подошвенной поверхности является довольно травматичным вмешательством [83], особенно в зоне выраженного болезненного гиперкератоза и жировой подушки. Это повышает риск нарушения заживления послеоперационной раны, инфицирования, прорезывания и несостоятельности швов, а также увеличивает сроки реабилитации пациента. Подошвенный доступ может осложняться болезненным подошвенным рубцом [69]. Известно применение

шва подошвенной пластинки подошвенным доступом с целью коррекции остаточного разгибания пальца в плюснефаланговом суставе при лечении пациентов с фиксированной молоткообразной деформацией второго пальца стопы [7]. В группе с восстановленной подошвенной пластинкой и в группе, где выполнялся только артродез проксимального межфалангового сустава, через год после операции количество пациентов с остаточной гиперэкстензией второго пальца статистически значимо не отличалось.

Таким образом, представленные многообразные хирургические вмешательства для коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы, которые используются в виде отдельных или комбинированных методов лечения, направлены на устранение отдельных проявлений данной патологии: сухожильно-мышечного или капсульно-связочного дисбаланса, контрактур, вывихов и подвывихов суставов пальцев, дисбаланса в соотношении длин плюсневых костей, перегрузки головок плюсневых костей, метатарзалгий.

1.4.5 Патогенетические методы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы

Открытые остеотомии плюсневых костей по Weil и Helal позволяют добиться укорочения плюсневой кости, восстановления параболы Лельевра, уменьшения нагрузки на головку плюсневой кости и подголовчатое пространство, коррекции избыточного разгибания пальца в плюснефаланговом суставе. Таким образом, данные методики могут быть использованы при лечении молоткообразной деформации пальцев стопы.

Остеотомия плюсневой кости по Weil включает выполнение косо-пропила от тыльной поверхности головки плюсневой кости в проксимальном направлении до подошвенной поверхности, смещение головки проксимально, фиксацию фрагментов винтом [72]. При помощи выполнения Weil-остеотомии можно добиться укорочения плюсневой кости и перемещения нагрузки под её головкой более проксимально, но не удаётся полностью устранить переразгибание пальца в плюснефаланговом суставе. С этим связано осложнение после остеотомии

по Weil – образование остаточной деформации, или «плавающего пальца», проявляющейся остаточным тыльным отклонением пальца в плюснефаланговом суставе, отсутствием его контакта с горизонтальной поверхностью и нарушением опорной функции.

Остеотомию плюсневой кости по Helal выполняют в дистальной части плюсневой кости в дистальном направлении под углом 45 градусов от тыльной поверхности кости к подголовчатому пространству. Смещают дистальный фрагмент плюсневой кости проксимально, в результате чего плюсневая кость становится короче, а её головка приподнимается к тылу стопы [72]. Это позволяет разгрузить подголовчатое пространство, способствует коррекции переразгибания пальца в плюснефаланговом суставе, выпрямлению пальца. Одним из недостатков выполнения остеотомии по Helal, как и Weil-остеотомии, является необходимое травматичное внутрисуставное вмешательство на плюснефаланговом суставе, в результате чего образование контрактур плюснефаланговых суставов достигает примерно 20 % случаев [52].

При изучении литературных источников нами были получены скудные данные о результатах применения остеотомии по Helal, по сравнению с результатами после Weil-остеотомии, которые являются наиболее изученными. Сравнительный анализ результатов использования остеотомии по Weil и модифицированной остеотомии по Helal показал, что частота развития осложнения в виде переразгибания пальца в плюснефаланговом суставе выше после выполнения Weil-остеотомии [51]. Остеотомии плюсневых костей по Weil и Helal могут облегчить проявления метатарзалгии за счёт уменьшения давления на подголовчатое пространство, но не всегда могут устранить избыточное разгибание пальца в плюснефаланговом суставе. Это может быть связано как с недостатками самих методик, так и с выраженностью деформации пальца. Ряд авторов отмечает, что при исходном значительном переразгибании пальца в плюснефаланговом суставе оперативное лечение довольно часто осложняется «поднятым вверх пальцем», или остаточным разгибанием пальца в плюснефаланговом суставе [56, 78].

При лечении пациентов с молоткообразной деформацией пальцев стопы большое значение придаётся хирургическому восстановлению целостности подошвенной связки капсулы плюснефалангового сустава (подошвенной пластинки) для стабилизации плюснефалангового сустава [74, 115]. Это обусловлено тем, что повреждению плантарной пластинки отдают ключевую патогенетическую роль в развитии перегрузочной метатарзалгии [4]. Исследователями обнаружено, что при метатарзалгии и сопутствующей молоткообразной деформации пальцев стопы у всех пациентов имеется повреждение подошвенной пластинки [124].

Для устранения повышенного давления головки малой плюсневой кости на мягкие ткани подголовчатого пространства и зону подошвенной пластинки применяют комбинацию вмешательства на подошвенной пластинке с остеотомией плюсневой кости. При молоткообразной деформации используют сочетание восстановления подошвенной пластинки с Weil-osteотомией [56, 114]. Анализ результатов использования остеотомии по Weil с восстановлением подошвенной пластинки тыльным доступом позволил выявить уменьшение болевого синдрома, улучшение функциональных показателей, однако отмечены случаи сохранения нестабильности в плюснефаланговых суставах и «плавающих пальцев» [105, 124]. Восстановление подошвенной пластинки в комбинации с Weil-osteотомией используют при лечении перегрузочной метатарзалгии. Применение комбинированного метода, включающего выполнение остеотомии по Weil с иссечением сегмента плюсневой кости и восстановление подошвенной пластинки при лечении перегрузочной метатарзалгии, показало лучшие результаты по следующим таким параметрам: давление под головками плюсневых костей и дистальными фалангами малых пальцев, функциональный результат, контакт пальцев с поверхностью опоры, стабильность, подвывих и вывих в плюснефаланговом суставе. При этом в группу сравнения были включены пациенты, которым выполнялись разные операции: ДММО-osteотомия или классическая остеотомия плюсневой кости по Weil, а также операция Гомана [24]. Известен способ лечения разрывов подошвенной пластинки вследствие

перегрузочной метатарзалгии, при котором выполняют Weil-остеотомию плюсневой кости и производят шов плантарной пластинки с подшиванием оболочки сухожилия глубокого сгибателя пальца из подошвенного доступа [46]. Авторы отмечают улучшение функционального результата и получение хороших результатов у 87,6 % из 10 пациентов.

Таким образом, при лечении молоткообразной деформации пальцев стопы используют остеотомию плюсневой кости по Weil и модифицированную остеотомию по Helal, которые позволяют укоротить плюсневую кость и сместить её головку, что способствует снижению нагрузки на подголовчатое пространство и коррекции деформации пальца. Модифицированная остеотомия по Helal за счёт смещения головки плюсневой кости к тылу стопы имеет лучшие результаты по коррекции разгибания пальца в плюснефаланговом суставе. Остеотомия по Weil имеет большой процент формирования «плавающего пальца», что связано со смещением головки плюсневой кости проксимально к подошвенной поверхности стопы, в связи с чем не удаётся достичь коррекции переразгибания пальца. Кроме наличия определённого количества различных осложнений, обе методики являются травматичными для плюснефалангового сустава.

При молоткообразной деформации пальцев стопы выполнение изолированного хирургического восстановления подошвенной пластинки без корригирующей остеотомии плюсневой кости не позволит устранить перегрузку подголовчатого пространства и самой подошвенной пластинки, что приведёт к рецидиву её повреждения. Восстановление подошвенной пластинки и Weil-остеотомия применяются в комбинации, так как они нивелируют некоторые недостатки каждого отдельно взятого метода. Использование остеотомии плюсневой кости с восстановлением подошвенной пластинки повышает травматичность оперативного вмешательства. Применение различных методов восстановления подошвенной пластинки в комбинации с Weil-остеотомией при лечении метатарзалгии не позволяет сделать однозначные выводы об эффективности коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы.

Поэтому актуальной является разработка патогенетически обоснованного метода лечения молоткообразной деформации пальцев стопы, сопряжённой с hallux valgus, позволяющего вывести из-под нагрузки головку и мягкие ткани подголовчатого пространства плюсневой кости, выполнить стойкую коррекцию молоткообразной деформации пальца стопы и снизить риск остаточной деформации.

ГЛАВА 2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ И ОПЕРАТИВНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ

2.1 Методы исследования

Научная работа представляет собой простое нерандомизированное контролируемое сравнительное исследование.

Пациентам с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, проводился комплекс необходимых клиничко-функциональных, рентгенологических исследований, интраоперационных измерений.

2.1.1 Клиничко-функциональные исследования

Стандартное клиническое обследование пациентов включало: сбор жалоб и анамнеза; определение факторов, влияющих на развитие болезни; выявление наличия сопутствующих заболеваний. При расспросе устанавливали проблемы при выборе и ношении обуви, наличие ограничений при ходьбе и физических нагрузках. В положении стоя выполнялась оценка состояния сводов стоп и функции суставов переднего отдела стопы, а также наличие деформаций среднего и заднего отделов стопы. Визуально по установке первого и второго пальцев определяли вид деформации, оценивали наличие натоптышей на подошвенной поверхности стопы в проекции головок плюсневых костей, боковых поверхностях пальцев стопы, а также на тыльной поверхности второго пальца в проекции проксимального межфалангового сустава. В положении сидя без нагрузки выполняли исследование для определения типа эластичности стоп посредством мануального сдавления стопы в зоне головок плюсневых костей. Последовательно исследовали, начиная с первого пальца, плюснефаланговые и межфаланговые суставы стопы, определяя болезненность и объём движений в них. Выполнение пассивных движений в проксимальном межфаланговом суставе

второго пальца позволило определить характер деформации (фиксированная или нефиксированная). Для определения стабильности во втором плюснефаланговом суставе проводили модифицированный тест «выдвижного ящика» Лахмана, заключающийся в тыльном смещении основания проксимальной фаланги по отношению к головке плюсневой кости, и определяли степень нестабильности во втором плюснефаланговом суставе по классификации Hamilton – Thompson [135]. Также использовали предложенный Н. Kelikian [101] push-up тест: надавливали ладонью руки на подошвенную поверхность стопы пациента в области головок плюсневых костей до выпрямления пальцев в плюснефаланговых суставах. При дооперационном обследовании данный тест позволял определить ригидную деформацию второго пальца стопы при отсутствии его выпрямления и неригидную деформацию – при выпрямлении пальца. Применение push-up теста во время операции позволяет выявлять избыточное разгибание второго пальца относительно первого и третьего пальца стопы [89].

Оценку клинико-функционального результата лечения деформации второго пальца выполняли с использованием шкалы Американской ассоциации хирургии стопы и голеностопного сустава (The American Orthopaedic Foot & Ankle Society, AOFAS), включающей следующие основные критерии: болевой синдром, функция, адаптация сегмента к плоской поверхности [7]. Лечащий врач и пациент заполняли шкалу-опросник, которая была адаптирована к малым пальцам стопы, в периоды: до операции и через 1 год после операции (Приложение 1).

Обязательным для всех пациентов являлось рентгенологическое исследование стоп.

2.1.2 Рентгенологические исследования

При травмах и заболеваниях стоп рентгенография является обязательным методом обследования пациентов. Среди других методов визуализации рентгенография – это наиболее распространённый, доступный и информативный метод, который позволяет получить детальное изображение костей стопы, произвести анализ их пространственного ориентирования, взаимного

расположения относительно друг друга. Выполнение рентгенологического исследования пациентам со статическими деформациями переднего отдела стопы является важным для диагностики одного или нескольких видов деформации, выбора оптимальной хирургической тактики, оценки результата лечения.

В проведённом нами исследовании рентгенография стоп выполнялась на аппарате Agfa DX-D 300 (Германия) в двух стандартных проекциях: дорсоплантарной и боковой проекции, в положении пациента стоя. Фокусное расстояние составляло 1 метр, угол инклинации – 15 градусов. Измерения углов на рентгенограммах производили при помощи программы K-PACS V 1.6.0 (2008) (IMAGE Information Systems Ltd, Германия).

Рентгенологическое исследование, проведённое в дооперационном периоде, позволяло определить локализацию, вид и степень деформации, рассчитать необходимые для коррекции углы деформации, определить тактику лечения. В послеоперационном периоде данные рентгенографии позволяют оценить результат лечения, выявить потерю коррекции, рецидив и остаточную деформацию, репаративные и другие осложнения.

При оценке деформации первого пальца и её коррекции выполняли расчёты следующих углов: угол вальгусного отклонения первого пальца (M1P1), образованный продольной осью первой плюсневой кости (M1) и продольной осью проксимальной фаланги первого пальца стопы (P1) (норма – от 8 до 16 градусов); угол варусного отклонения первой плюсневой кости (M1M2) между продольной осью первой (M1) и второй (M2) плюсневых костей (норма – 5–8 градусов); межплюсневый угол (M1M5) между осью первой (M1) и пятой (M5) плюсневых костей (норма – не более 25 градусов); учитывали вальгусный межфаланговый угол (норма – от 0 до 10 градусов) [11, 13, 33, 81, 118, 127]. Расчёты проводились по рентгенограммам, выполненным в дорсоплантарной проекции. По значению углов M1P1 и M1M2 определяли степень hallux valgus [1, 12, 13, 33, 118]:

- Первая степень (незначительная): $M1P1 < 25$ градусов, $M1M2 < 12$ градусов;
- Вторая степень (умеренная): $M1P1 \geq 25$ градусов, $M1M2 \leq 18$ градусов;
- Третья степень (выраженная): $M1P1 > 35$ градусов, $M1M2 > 18$ градусов.

Все включённые в исследование пациенты имели третью (выраженную) степень деформации ($M1P1 > 35$ градусов, $M1M2 > 18$ градусов).

Оценку деформации второго пальца и её коррекции производили с обязательным расчётом угла тыльного отклонения (ТО) второго пальца на рентгенограмме в боковой проекции. Величину угла ТО определяли между осью второй плюсневой кости (M2) и проксимальной фаланги второго пальца (P1).

В некоторых случаях возникает необходимость в выполнении дополнительных рентгенологических исследований. Так, например, для определения ротации первой плюсневой кости, дегенеративных изменений сесамовидных костей и степени их смещения выполняется рентгенография стопы в аксиальной проекции. Для визуализации экзостозов головки первой плюсневой кости можно выполнить рентгенографию в медиальной косо́й проекции, которая выполняется под углом 45 градусов [5].

При анализе неблагоприятных исходов хирургического лечения в настоящей работе отдельным пациентам проводилась рентгенография стопы в дополнительной третьей проекции по разработанному в ИНЦХТ способу [43]. При исследовании пациент находился в положении стоя на специальной платформе с нанесённой на ней разметкой, чтобы стопа располагалась под углом 20 градусов к лучу рентгеновской трубки. На полученных рентгенограммах определяли, какое положение (высокое или низкое) занимает головка третьей плюсневой кости относительно головок рядом расположенных второй и четвертой плюсневых костей.

Результаты всех необходимых исследований были занесены в базу данных в программе «Excel» для хранения и анализа полученной информации.

2.1.3 Интраоперационные измерения

В ходе проведения операции, после этапа выполнения остеотомии второй плюсневой кости, у пациентов основной группы производилось измерение величины угла тыльного отклонения второго пальца стопы. Для этого хирург ладонью руки надавливает на подошвенную поверхность стопы пациента в области

головок плюсневых костей до выпрямления пальцев в плюснефаланговых суставах, имитируя статическую нагрузку на передний отдел стопы. В таком положении производили измерение угла ТО второго пальца стопы, при этом использовали стерильную спицу и транспортир. Спицу прикладывали ко второй плюсневой кости вдоль её оси, затем загибали спицу в зоне плюснефалангового сустава, чтобы загнутая часть спицы совпадала с продольной осью проксимальной фаланги второго пальца. При помощи транспортира измеряли образованный частями спицы угол, вычитали его значение из 180 градусов и получали величину угла тыльного отклонения второго пальца стопы.

2.1.4 Статистические методы обработки количественных данных

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием стандартных компьютерных программ Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США) и Microsoft Office Excel 2013 (Microsoft Corp., США). Определяли среднюю арифметическую величину (M) и стандартное отклонение ($\pm SD$). При исследовании результатов в одной группе использовали критерий Вилкоксона. При выполнении сравнительного анализа полученных данных между группами использовали непараметрический критерий Манна – Уитни, критерий χ^2 Пирсона, параметр относительного риска, показатель отношения шансов (ОШ). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез – $p < 0,05$.

Расчёт выборки выполнен с применением формулы для единичной конечной точки, частоты [130]. Для оценки количества пациентов в основной группе применялась формула одной единственной частоты: $n = 15,4 \times p \times (1 - p) / W^2$; где n – требуемый размер выборки, p – ожидаемая частота результата (в данном случае – 0,3), W – ширина доверительного интервала (в данном случае – 0,3).

Основной переменной исхода (p) являлось наличие остаточной деформации второго пальца стопы в группе клинического сравнения. Частота остаточной деформации второго пальца стопы – 30 % случаев, т. е. $p = 0,3$. Ширина 85%-ного доверительного интервала – 30 %, $W = 0,3$.

Подставляя в формулу значения, получаем:

$$n = 15,4 \times 0,3 \times (1 - 0,3) / 0,32 = 3,234 / 0,09 = 35,9 \text{ пациента.}$$

Таким образом, для анализа полученных результатов в группе клинического сравнения должно быть не менее 36 пациентов.

2.2 Клиническая характеристика пациентов и оперативные методы лечения

2.2.1 Характеристика пациентов

Было проведено обследование и хирургическое лечение 76 пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus (M 20.5, M 20.1), в травматолого-ортопедическом отделении № 2 клиники ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» (ИНЦХТ) (директор – д.м.н., профессор В. А. Сороковиков) в 2018–2021 гг.

Критерии включения пациентов в исследование:

1. молоткообразная деформация второго пальца стопы;
2. hallux valgus 3-й степени;
3. степень нестабильности во втором плюснефаланговом суставе – G1 по Hamilton – Thompson;
4. возраст от 20 до 75 лет.

Критерии исключения пациентов из исследования:

- 1) деформации других пальцев стопы;
- 2) наличие фиксированной в проксимальном межфаланговом суставе молоткообразной деформации второго пальца стопы;
- 3) наличие ригидной в плюснефаланговом суставе молоткообразной деформации второго пальца стопы;
- 4) наличие варусной или вальгусной деформации второго пальца в плюснефаланговом суставе;
- 5) плосковальгусная стопа;
- 6) эластичность стопы I типа;

7) посттравматические изменения и заболевания среднего и заднего отделов стопы;

8) системные заболевания соединительной ткани;

9) предшествующие хирургические вмешательства на стопе по поводу основного заболевания (М 20.5, М 20.1);

10) наличие неврологических и сосудистых нарушений, раневых повреждений кожных покровов стопы.

Средний возраст пациентов составил $55,92 \pm 13,55$ года (от 36 до 73 лет), женщин было 74 (97,4 %), мужчин – 2. Пациенты являлись жителями Иркутской области.

Пациентов беспокоило наличие деформации первого и второго пальца, боли в переднем отделе стопы, ограничение движений в суставах деформированных пальцев, натоптыши в зоне деформаций на подошвенной поверхности и тыле стопы, трудности при выборе и ношении обычной обуви. Основным клиническим проявлением деформации первого пальца являлось вальгусное отклонение пальца в первом плюснефаланговом суставе (ПФС). Молоткообразная деформация второго пальца клинически проявлялась избыточной разгибательной установкой пальца во втором ПФС, сгибательной установкой пальца в проксимальном межфаланговом суставе (ПМФС), разгибательной установкой в дистальном межфаланговом суставе. У всех пациентов эластичность стопы соответствовала II типу, поперечное плоскостопие – 3-й степени, выраженность вальгусного отклонения 1-го пальца – III (тяжёлой) степени.

Всем пациентам коррекция деформации первого пальца проводилась с использованием разработанного в ИНЦХТ метода, включающего выполнение корригирующей остеотомии первой плюсневой кости и основной фаланги первого пальца стопы [18].

По методу коррекции деформации второго пальца стопы пациенты были разделены на две группы: основную группу и группу клинического сравнения. В группу клинического сравнения вошли 40 пациентов – 1 мужчина (2,8 %), 39 женщин (97,2 %), средний возраст – $55,33 \pm 14,25$ года, у которых

использовалась дистальная метафизарная остеотомия второй плюсневой кости по Nelal с фиксацией фрагментов винтом. В основную группу вошли 36 пациентов – 1 мужчина (2,5 %), 35 женщин (97,5 %), средний возраст – $56,5 \pm 12,85$ года, где коррекция молоткообразной деформации была выполнена по разработанному методу, включающему последовательное выполнение корригирующих остеотомий второй плюсневой кости и проксимальной фаланги второго пальца стопы.

Пациенты двух исследуемых групп были сопоставимы по таким показателям как: возраст, пол, тип эластичности стопы, степень деформации первого и второго пальца, клиничко-рентгенологические параметры ($p > 0,05$) (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика пациентов двух групп по отдельным показателям до операции ($n = 76$) ($M \pm SD$)

Показатель	Группа клинического сравнения ($n = 40$)	Основная группа ($n = 36$)
Возраст (лет)	$55,33 \pm 14,25$ года	$56,5 \pm 12,85$ года
Пол (%)	мужчины – 2,8 % женщины – 97,2 %	мужчины – 2,5 % женщины – 97,5 %
Тип эластичности стопы	второй	второй
Клиничко-функциональная оценка по шкале AOFAS (баллы)	для второго пальца $41 \pm 6,0$	для второго пальца $42,33 \pm 8,40$
Степень hallux valgus	третья	третья
Степень нестабильности во втором плюснефаланговом суставе (по классификации Hamilton-Thompson)	G1	G1
M1P1 (градусы)	$35,5 \pm 8,28$	$41,66 \pm 9,83$
M1M2 (градусы)	$16,16 \pm 3,06$	$16 \pm 2,89$
M1M5 (градусы)	$35,83 \pm 8,75$	$35,5 \pm 3,08$
Угол TO второго пальца (градусы)	$56,66 \pm 7,52$	$58,83 \pm 6,30$

Клиническое и рентгенологическое обследование пациентов производили в сроки: до операции, через 1 месяц после операции, через 1 год после операции.

Контролировали и оценивали заживление послеоперационных ран, достижение коррекции деформаций пальцев стопы, консолидацию остеотомированных костных фрагментов, стабильность их фиксации, потерю коррекции деформации, движения в суставах первого и второго пальцев стопы, возможность ношения обычной обуви. Оценку конечного результата проведённого лечения пациентов в обеих группах проводили по данным клинико-функциональных, рентгенологических и статистических исследований через 1 год с момента операции. Были оценены результаты хирургической коррекции hallux valgus и молоткообразной деформации второго пальца стопы.

2.2.2 Оперативные методы лечения и послеоперационное ведение пациентов

Учитывая тот факт, что возникновение молоткообразной деформации второго пальца стопы является следствием развития hallux valgus (сопряжённость деформации), целесообразно начинать хирургическое лечение с устранения деформации первого пальца. В нашем исследовании у всех пациентов оперативное вмешательство начинали с коррекции hallux valgus, затем выполнялась коррекция молоткообразной деформации второго пальца стопы.

2.2.2.1 Метод хирургического лечения hallux valgus

Метод коррекции hallux valgus включал резекцию медиального оссификата головки первой плюсневой кости, рассечение плюсне-сесамовидных связок и мобилизацию сесамовидного «гамака», выполнение Z-образной диафизарной остеотомии первой плюсневой кости с формированием двух фрагментов. На подошвенном фрагменте производят пропилы, ориентированные на суставную поверхность головки первой плюсневой кости, в результате чего образуются костные выступы, которые позволяют плотно сопоставить и взаимозацепить подошвенный и тыльный фрагменты первой плюсневой кости. Выполняют фиксацию фрагментов одним канюлированным винтом. Резецированная часть

тыльного фрагмента импактируется в костномозговой канал первой плюсневой кости. После чего рассекают сухожилие мышцы, приводящей большой палец. Дополнительно выполняется корригирующая остеотомия основной фаланги первого пальца с фиксацией винтом.

Метод позволяет сместить латерально первую плюсневую кость, отклонить первый палец кнутри, плантаризовать головку первой плюсневой кости, тем самым устранить деформацию первого пальца, улучшить состояние поперечного свода стопы и перераспределить нагрузку на головку первой плюсневой кости. Таким образом, использование данного метода является патогенетически обоснованным.

2.2.2.2 Остеотомия второй плюсневой кости по Helal

При лечении молоткообразной деформации второго пальца стопы у пациентов группы клинического сравнения использовали корригирующую метафизарную остеотомию второй плюсневой кости по Helal. Сущность указанного метода заключается в следующем: выполняют продольный кожный разрез длиной 3 см непосредственно над второй плюсневой костью. Выделяют шейку плюсневой кости, надкостницу рассекают и отводят. При помощи осцилляторной пилы выполняют косую дистальную метафизарную остеотомию второй плюсневой кости от тыльной к подошвенной поверхности в дистальном направлении под углом 45 градусов. Остеотом используют для увеличения промежутка между фрагментами, что позволяет сместить головку плюсневой кости дорсально и проксимально. В отличие от классической методики Helal, выполняли фиксацию остеотомированных фрагментов одним канюлированным винтом [72].

2.2.2.3 Остеотомия второй плюсневой кости и проксимальной фаланги второго пальца по разработанному методу

Разработанный метод коррекции молоткообразной деформации второго пальца включает последовательное выполнение двух остеотомий. После выполнения прямого проекционного разреза от основания второго пальца до дистальной трети второй плюсневой кости осуществляют доступ к дистальной

части плюсневой кости. Первым этапом производят диафизарную остеотомию второй плюсневой кости, отступив 20 мм от края хряща головки плюсневой кости, направляя полотно пилы дистально от тыльной к подошвенной поверхности под углом 45 градусов. Смещают к тылу стопы дистальный фрагмент плюсневой кости на 3 мм и фиксируют оба фрагмента второй плюсневой кости канюлированным винтом.

Затем на операционном столе имитируют статическую нагрузку на передний отдел стопы, надавливая ладонью руки на головки всех плюсневых костей с подошвенной поверхности стопы до выпрямления пальцев, и выявляют остаточное переразгибание второго пальца относительно первого и третьего пальца стопы. В таком положении проводили измерение угла тыльного отклонения второго пальца.

Вторым этапом производят остеотомию проксимальной фаланги второго пальца, отступив 5 мм от его основания, с тыльной поверхности до подошвенной кортикальной пластинки, сохраняя её целостность. Расклинивают фрагменты проксимальной фаланги до угла, по величине равного углу тыльного отклонения второго пальца, размещают в расширенное свободное пространство в зоне остеотомии сформированные костные фрагменты, полученные при коррекции деформации первого пальца стопы. Фиксацию остеотомированных фрагментов не производят.

2.2.2.4 Послеоперационное ведение пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus

Послеоперационное ведение пациентов основной группы и группы клинического сравнения не отличалось и включало следующие мероприятия.

В послеоперационном периоде применяют антикоагулянтную терапию в соответствии с приказом МЗ РФ № 233 от 09.06.2003 г. Длительность терапии – 1 месяц после операции, более 1 месяца – в случае сохранения риска развития тромбоза.

С первых суток после операции назначается ЛФК, активизация пациента с ходьбой в ортопедическом ботинке без дополнительной опоры.

Перевязки послеоперационной раны выполняются ежедневно. На 3–7-е сутки пациента переводят на амбулаторный этап лечения с подробными рекомендациями.

Ходьбу в ортопедическом ботинке продолжают в течение 4 недель после операции, затем выполняют контрольный осмотр и рентгенографию, ботинок снимают.

На амбулаторном этапе назначают курс нестероидной противовоспалительной терапии, лечебной гимнастики, лимфодренажного массажа, физиотерапии.

Контрольные послеоперационные осмотры пациентов на амбулаторном этапе выполняют через 1, 3, 6 месяцев и через 1 год после операции.

ГЛАВА 3 ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСТЕОТОМИИ ПО HELAL ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С МОЛОТКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ ВТОРОГО ПАЛЬЦА СТОПЫ, СОПРЯЖЁННОЙ С HALLUX VALGUS, ГРУППЫ КЛИНИЧЕСКОГО СРАВНЕНИЯ

При лечении пациентов со статическими деформациями переднего отдела стопы выбор метода лечения проводится на этапе предоперационного планирования. Учитывая сопряжённый характер деформации второго пальца стопы, важным явился выбор обоснованного метода лечения для устранения деформации и первого и второго пальцев. Так, отрицательный результат хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца может явиться следствием неблагоприятного исхода или послеоперационного рецидива hallux valgus.

3.1 Обоснование выбора хирургических методов лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы и hallux valgus

При планировании оперативного лечения была проведена оценка клинических проявлений деформации стопы и рентгенологических параметров углов деформации. У обследуемых пациентов был установлен второй тип эластичности стопы, отсутствие плосковальгусной деформации и деформаций среднего и заднего отделов стопы, наличие деформации первого и второго пальцев на фоне поперечного распластывания стопы. Деформация первого пальца (hallux valgus), сформированная в горизонтальной (плантарной) плоскости, проявлялась медиальным отклонением первой плюсневой кости, латеральным (вальгусным) отклонением первого пальца в первом плюснефаланговом суставе. Рентгенологические параметры углов M1P1, M1M2, M1M5 значительно превышали нормальные значения (тяжёлая степень деформации). С учётом выявленных данных обоснованным являлось применение разработанного

в ИНЦХТ метода хирургического лечения вальгусного отклонения первого пальца стопы, включающего выполнение корригирующих остеотомий первой плюсневой кости и проксимальной фаланги первого пальца стопы [18]. Метод позволяет выполнить укорочение и латеральное смещение первой плюсневой кости в сторону наклона первого пальца, за счёт чего достигается медиальное отклонение и выпрямление первого пальца, восстановление конгруэнтности в первом плюснефаланговом суставе. Смещение в подошвенном направлении головки первой плюсневой кости (плантаризация) способствует восстановлению нагрузки на неё в положении стоя и при ходьбе. Все указанные приёмы, используемые в данном методе, позволяют устранить hallux valgus, улучшить состояние поперечного свода стопы, привести к нормальным значениям углы M1P1, M1M2, M1M5, предотвратить рецидивы деформации первого пальца.

При планировании оперативного лечения деформации второго пальца стопы были оценены её вид и характер. Второй палец был деформирован в продольной плоскости, при этом определялась избыточная разгибательная установка пальца во втором плюснефаланговом суставе относительно других пальцев и сгибательная установка пальца в проксимальном межфаланговом суставе, которые являются элементами молоткообразной деформации. Вторым пальцем можно было пассивно разогнуть в проксимальном межфаланговом суставе (нефиксированная деформация) и осуществить сгибание во втором плюснефаланговом суставе. Определялась первая степень нестабильности во втором плюснефаланговом суставе (G1 по Hamilton – Thompson). Имело место наличие болезненных гиперкератозов на подошвенной поверхности под головкой второй плюсневой кости, связанных с перегрузкой головки и подголовчатого пространства, а также на тыльной поверхности второго пальца в проекции проксимального межфалангового сустава, связанных со сгибательной установкой пальца и трением обуви. Для исправления всех элементов деформации второго пальца стопы методом хирургического лечения нами была выбрана остеотомия второй плюсневой кости по Helal. Данный выбор был обусловлен техническими возможностями остеотомии, которая позволяла выполнить укорочение плюсневой

кости и смещение её головки. Укорочение плюсневой кости и подъем её головки к тылу стопы, то есть в сторону разгибания пальца, позволяет согнуть палец в плюснефаланговом суставе и исправить избыточное разгибание. Также укорочение плюсневой кости способствует улучшению сухожильно-мышечного баланса и разгибанию пальца в проксимальном межфаланговом суставе, декомпрессии в плюснефаланговом суставе. Подъём головки плюсневой кости к тылу стопы позволяет уменьшить нагрузку весом тела на головку и подголовчатое пространство, купировать болевой синдром, устранить гиперкератозы.

В 2018–2020 гг. было прооперировано 40 пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, у которых была использована остеотомия по Helal (группа клинического сравнения). Метод включал выполнение дистальной метафизарной остеотомии второй плюсневой кости, смещение её дистального фрагмента к тылу стопы, фиксацию фрагментов плюсневой кости канюлированным винтом. Был проведён ретроспективный анализ собственных результатов применения остеотомии плюсневой кости по Helal.

Конечный результат лечения пациентов был оценён через 1 год с момента операции по данным клинико-функционального и рентгенологического исследования.

3.2 Результаты лечения пациентов группы клинического сравнения

Оценку результатов лечения пациентов группы клинического сравнения проводили по данным клинико-функционального и рентгенологического исследования стопы.

3.2.1 Оценка клинико-функциональных результатов лечения пациентов группы клинического сравнения

Деформация первого пальца стопы у пациентов группы клинического сравнения соответствовала третьей (тяжёлой) степени. В результате проведённой

операции на первом луче было достигнуто полное устранение вальгусного отклонения первого пальца. Через год после операции установлено отсутствие рецидива деформации, пациенты были удовлетворены косметическим и клинико-функциональным результатом коррекции hallux valgus.

Деформация второго пальца стопы у всех 40 пациентов исходно являлась молоткообразной и клинически проявлялась разгибательной установкой пальца в плюснефаланговом суставе (ПФС), сгибательной установкой в проксимальном межфаланговом суставе (ПМФС). Пассивное выпрямление второго пальца в ПМФС позволило классифицировать деформацию как нефиксированную. При проведении теста Лахмана у всех пациентов была определена нестабильность во втором ПФС, которая соответствовала первой степени по классификации Hamilton – Thompson.

Для оценки результатов коррекции деформации второго пальца проводили анализ клинико-функционального состояния стопы пациентов по шкале-опроснику AOFAS до операции и через 1 год после операции. Балльная оценка клинико-функциональных показателей по AOFAS позволила определить эффективность использования остеотомии Helal у пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы. Через год после операции была достигнута статистически значимая положительная динамика по таким показателям, как «болевого синдрома», «требование к обуви», «объем движений в плюснефаланговом суставе оперированного пальца», «стабильность плюснефалангового сустава», «мозоль в области плюснефалангового и межфалангового сустава», «оценка адаптации сегмента к плоской поверхности». Среднее количество баллов по шкале AOFAS статистически значительно увеличилось с $41,50 \pm 5,96$ перед операцией до $64,83 \pm 21,08$ через 1 год после операции ($p < 0,01$). Отличные функциональные результаты были получены у 20 % ($n = 8$) пациентов, хорошие – у 42,5 % ($n = 17$), удовлетворительные – у 32,5 % ($n = 13$), плохие – у 5 % ($n = 2$). В результате применения остеотомии по Helal были достигнуты отличные и хорошие клинико-функциональные результаты в 62,5 % случаев.

Перед операцией у 36 пациентов (90 %) имел место умеренный ежедневный или эпизодический болевой синдром в области суставов второго пальца стопы (Таблица 2). В большинстве случаев (85 %) пациенты не имели ограничений повседневной активности, но не могли выполнять интенсивную физическую нагрузку. Значительная часть пациентов (90 %) передвигались только в специальной обуви. Объём движений в ПФС был умеренно ограничен в пределах от 30 до 74 градусов у 30 пациентов (75 %), значительно ограничен (до 30 градусов) – у 10 пациентов. Ограничений движений в ПМФС не отмечалось. Болезненные гиперкератозы определялись над ПМФС у 28 пациентов (70 %), под головкой второй плюсневой кости – у 11 пациентов (27,5 %). У 36 пациентов (90 %) имелось грубое снижение опороспособности, при котором второй палец не соприкасался с горизонтальной поверхностью опоры в положении стоя.

Таблица 2 – Частота встречаемости клиничко-функциональных показателей у пациентов группы клинического сравнения через 1 год после операции ($n = 40$)

№	Показатели по AOFAS	Сроки наблюдения		p
		До операции	Через 1 год после операции	
1.	Болевой синдром			
	Нет, или лёгкий эпизодический, не влияющий на активность, n (%)	4 (10)	27 (67,5)	< 0,001
	Умеренный, эпизодический или лёгкий, ежедневный (после длительной ходьбы), n (%)	17 (42,5)	13 (32,5)	> 0,05
	Умеренный, ежедневный, n (%)	19 (47,5)	0 (0)	< 0,001
	Тяжёлый, постоянный, n (%)	0 (0)	0 (0)	–
2.	Функция			
	<i>Ограничение активности</i>			
	Отсутствие ограничений как повседневной, так и спортивной активности, n (%)	4 (10)	12 (30)	0,026
	Нет ограничений повседневной активности, но имеется ограничение спортивной активности, n (%)	34 (85)	26 (65)	0,046

Таблица 2 (Продолжение)

№	Показатели по AOFAS	Сроки наблюдения		p
		До операции	Через 1 год после операции	
2.	Функция			
	<i>Ограничение активности</i>			
	Ограничение повседневной активности и спортивной активности, n (%)	2 (5)	2 (5)	> 0,05
	Выраженное ограничение повседневной активности и спортивной активности, n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	<i>Требование к обуви</i>			
	Возможность ношения разнообразной, модельной обуви (без ограничений) при отсутствии необходимости постоянного ношения ортопедических стелек, n (%)	0 (0)	2 (5)	> 0,05
	Ношение обуви с ортопедическими стельками постоянно, n (%)	4 (10)	24 (60)	< 0,001
	Необходимость ношения специальной ортопедической обуви или ортеза, n (%)	36 (90)	14 (35)	< 0,001
	<i>Объём движений в ПФС оперированного пальца (сгибание-разгибание)</i>			
	Норма или небольшое ограничение (75 градусов или больше), n (%)	0 (0)	22 (55)	< 0,001
	Умеренное ограничение (30–74 градуса), n (%)	30 (75)	18 (45)	0,006
	Тяжёлое ограничение (< 30 градусов), n (%)	10 (25)	0 (0)	0,001
	<i>Объём движений в ПМФС (сгибание)</i>			
	Никакого ограничения, n (%)	40 (100)	40 (100)	–
	Умеренное ограничение (> 10 градусов), n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	Выраженное ограничение (< 10 градусов), n (%)	0 (0)	0 (0)	–

Таблица 2 (Окончание)

№	Показатели по AOFAS	Сроки наблюдения		p
		До операции	Через 1 год после операции	
2.	Функция			
	<i>Стабильность ПФС и ПМФС</i>			
	Стабильный, n (%)	0 (0)	40 (100)	< 0,001
	Очевидная нестабильность или способность смещаться, n (%)	40 (100)	0 (0)	< 0,001
	<i>Мозоль (гиперкератоз) в области ПФС и ПМФС</i>			
	Отсутствует или присутствует, но без клинических проявлений, n (%)	12 (30)	24 (60)	0,007
	Мозоль с клиническими проявлениями, n (%)	28 (70)	16 (40)	0,007
3.	Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности			
	Опороспособные 2–5-е пальцы, стопы, хорошо адаптированные к поверхности, n (%)	0 (0)	22 (55)	< 0,001
	Некоторое нарушение адаптации 2–5-х пальцев стопы к поверхности, при отсутствии симптоматики, n (%)	4 (10)	6 (15)	> 0,05
	Грубое снижение опороспособности, с наличием симптоматики, n (%)	36 (90)	12 (30)	< 0,001

Через год после операции у 13 пациентов (32,5 %) сохранялся умеренный непостоянный болевой синдром в области второго пальца (Таблица 3). Ограничение физической активности, превышающей повседневную, определялось у 26 пациентов (65 %). Четырнадцать пациентов (35 %) после оперативного лечения могли носить только специальную обувь. Движения во втором ПФС были умеренно ограничены в пределах 30–74 градусов у 18 пациентов (45 %), при пассивных движениях – у 11 (27,5 %) из них определялась тугоподвижность, как ощущение препятствий при сгибании и разгибании в суставе. Нестабильность

в ПФС не выявлена. Болезненные гиперкератозы сохранялись у 16 пациентов (40 %): над ПМФС – у 11 пациентов (27,5 %), под головкой второй плюсневой кости – у 5 пациентов (12,5 %). У 18 пациентов (45 %) имелось нарушение адаптации второго пальца к поверхности опоры. Среди них у 12 пациентов (30 %) было выявлено грубое снижение опороспособности и образование остаточной деформации второго пальца, которое клинически проявлялось при визуальном осмотре в положении стоя избыточным разгибанием второго пальца в ПФС и его возвышенным положением относительно первого и третьего пальцев, а также полным отсутствием контакта пальца с поверхностью опоры. Все пациенты с послеоперационной остаточной деформацией были недовольны результатом коррекции молоткообразной деформации второго пальца стопы.

У трёх пациентов после операции развилась переходная метатарзалгия, которая проявлялась локальной болезненностью на подошвенной поверхности под головкой третьей плюсневой кости и болью при ходьбе.

3.2.2 Оценка рентгенологических показателей у пациентов группы клинического сравнения

Рентгенологический метод использовали для оценки деформации пальцев стопы и результатов её коррекции. Кроме того, по рентгенограммам оценивали регенерацию костной ткани, взаиморасположение костных фрагментов плюсневых костей и фаланг пальцев, миграцию металлических винтов.

Всем пациентам группы клинического сравнения было проведено контрольное рентгенологическое исследование стопы через 1 месяц после операции, которое позволяло принять решение о снятии ортопедического ботинка и возможности осуществления полной нагрузки на оперированную стопу. На рентгенограммах стоп не было выявлено смещения остеотомированных костных фрагментов первой и второй плюсневых костей, проксимальных фаланг первого и второго пальцев стопы, определена удовлетворительная консолидация фрагментов, отсутствие миграции фиксирующих винтов. Также были рассчитаны значения углов: угла вальгусного отклонения первого пальца (M1P1), угла

варусного отклонения первой плюсневой кости (M1M2), межплюсневого угла (M1M5), которые отражают достижение коррекции деформации первого пальца и поперечного плоскостопия. При оценке результатов коррекции деформации второго пальца важным явилась оценка параметров угла тыльного отклонения (ТО), который определяли на рентгенограмме в боковой проекции как угол между осями второй плюсневой кости и проксимальной фаланги второго пальца. На рентгенограмме в прямой проекции определяли достижение коррекции углов M1P1, M1M2, M1M5, на рентгенограмме в боковой проекции – угла ТО второго пальца (Таблица 3).

Таблица 3 – Изменение рентгенологических показателей у пациентов группы клинического сравнения через 1 месяц после операции ($n = 40$)

Показатели (градусы)	Сроки		Статистическая значимость (p)
	До операции	Через 1 месяц после операции	
Прямая проекция			
M1P1	$35,50 \pm 8,29^*$	$9,83 \pm 4,59$	$< 0,01$
M1M2	$16,17 \pm 3,06^*$	$9,33 \pm 2,43$	$< 0,01$
M1M5	$35,83 \pm 8,75^*$	$22,57 \pm 5,49$	$< 0,01$
Боковая проекция			
Угол ТО второго пальца	$56,67 \pm 7,53^*$	$40,2 \pm 9,73$	$< 0,01$

Примечание: критерий Вилкоксона; p – статистическая значимость различий;
* – $p < 0,05$

Несмотря на достижение статистически значимой коррекции углов деформации первого и второго пальцев стопы через один месяц после операции не представлялось возможным говорить о достижении коррекции деформации, отсутствии потери коррекции, рецидива и остаточной деформации, так как пациенты в течение месяца после операции передвигаются без нагрузки на передний отдел стопы (в ортопедических ботинках), и рентгенологическое исследование выполняется без полной нагрузки на оперированную стопу.

По данным рентгенологического исследования на сроке 1 месяц после операции пациентам была рекомендована ходьба без ортопедического ботинка с полной нагрузкой на всю стопу.

Окончательный результат лечения пациентов группы клинического сравнения был оценён через 1 год после операции. Оперативное лечение деформации первого пальца позволило нормализовать рентгенологические параметры. Величины углов M1P1, M1M2, M1M5 через год после операции статистически значимо уменьшились по сравнению с дооперационными значениями и находились в пределах нормальных значений, что явилось подтверждением достижения коррекции hallux valgus, улучшения состояния поперечного свода стопы и отсутствия рецидивов деформации через год после операции (Таблица 4).

Таблица 4 – Изменение рентгенологических показателей у пациентов группы клинического сравнения через 1 год после операции ($n = 40$)

Показатели (градусы)	Сроки		Статистическая значимость (p)
	До операции	Через 1 год после операции	
Прямая проекция			
M1P1	$35,50 \pm 8,29^*$	$9,5 \pm 3,39$	$< 0,01$
M1M2	$16,17 \pm 3,06^*$	$7,33 \pm 1,03$	$< 0,01$
M1M5	$35,83 \pm 8,75^*$	$21 \pm 6,42$	$< 0,01$
Боковая проекция			
Угол ТО второго пальца	$56,67 \pm 7,53^*$	$38 \pm 9,69$	$< 0,01$

Примечание: критерий Вилкоксона; p – статистическая значимость различий;
* – $p < 0,05$

Оценка коррекции угла ТО второго пальца до операции и через 1 год после операции показала статистически значимое уменьшение величины угла с $56,67 \pm 7,53$ до $38 \pm 9,69$ градуса.

Полученные значения угла ТО второго пальца до операции и через 1 год после операции позволили определить величину достигнутой коррекции угла ТО,

и таким образом рассчитать репозиционные возможности остеотомии по Helal по устранению избыточного разгибания второго пальца в ПФС, которые составили в среднем $18,67 \pm 3,27$ градуса. Образование остаточной деформации второго пальца у 30 % пациентов обусловило поиск возможной причины развития данного неблагоприятного исхода. Для этого пациенты группы клинического сравнения условно были разделены на группу с наличием остаточной деформации второго пальца и группу с отсутствием остаточной деформации. При проведении анализа значений угла ТО второго пальца до и после операции была выявлена статистически значимая разница параметров угла у пациентов двух групп. Как до операции, так и через 1 год после операции среднее значение угла ТО было статистически значимо выше у пациентов с остаточной деформацией (Таблица 5).

Таблица 5 – Значения угла тыльного отклонения второго пальца стопы у пациентов двух групп до и после операции (градусы)

Группы пациентов ($n = 40$)	Сроки наблюдения	
	До операции	Через 1 год после операции
Наличие остаточной деформации ($n = 12$)	$60,50 \pm 2,35^*$	$42,67 \pm 5,20^*$
Отсутствие остаточной деформации ($n = 28$)	$48 \pm 9,17$	$31,33 \pm 6,35$
Статистическая значимость (p)	$< 0,01$	$< 0,01$

Примечание: критерий Манна – Уитни; p – статистическая значимость различий;
* – $p < 0,05$

Полученные расчёты показали, что образование остаточной деформации связано с исходной величиной угла ТО второго пальца. Учитывая исходные значения угла ТО у пациентов с остаточной деформацией, которые находились в пределах от 40 до 68 градусов, нами была выдвинута гипотеза, что величина угла ТО второго пальца более 40 градусов является фактором риска образования остаточной деформации. Использование критерия χ^2 позволило установить статистически значимую связь между исходным параметром угла ТО более

40 градусов и случаями остаточной деформации второго пальца ($\chi^2_{\text{эмп}} = 9,8$; $p < 0,05$). Для количественной оценки выявленной связи был применён статистический показатель – отношение шансов (ОШ). При расчёте показателя ОШ пациенты в двух группах распределялись в зависимости от наличия фактора риска – угла ТО второго пальца больше 40 градусов, или его отсутствия. Первая группа состояла из 12 пациентов с остаточной деформацией второго пальца, из которых у 11 угол ТО был больше 40 градусов, у 1 – равен 40 градусам. Во второй группе из 28 пациентов без остаточной деформации у 15 угол ТО составлял более 40 градусов. Для расчёта ОШ в таблицу были занесены следующие данные: угол ТО > 40 градусов (фактор риска есть); угол ТО ≤ 40 градусов (фактор риска отсутствует); наличие остаточной деформации (исход есть); отсутствие остаточной деформации (исхода нет) (Таблица 6).

Таблица 6 – Распределение пациентов двух групп в зависимости от исходных значений угла тыльного отклонения второго пальца ($n = 40$)

Значение угла тыльного отклонения (ТО)	Наличие остаточной деформации	Отсутствие остаточной деформации	Всего
Угол ТО > 40 градусов	11	15	26
Угол ТО ≤ 40 градусов	1	13	14
Всего	12	28	40

Рассчитали показатель отношения шансов:

$$ОШ = (A \times D) / (B \times C) = (11 \times 13) / (15 \times 1) = 143 / 15 = 9,533.$$

Исходя из того, что нижняя и верхняя граница 95%-ного доверительного интервала выше 1, была определена статистическая значимость выявленной связи между исходом и фактором риска. Таким образом, было установлено, что у пациентов с величиной угла ТО более 40 градусов вероятность образования послеоперационной остаточной деформации в 9,5 раза выше, чем у пациентов с меньшими значениями угла.

Рентгенологическое исследование стоп у пациентов группы клинического сравнения позволило определить репозиционные возможности остеотомии по Nelal по коррекции избыточного разгибания второго пальца, составляющие $18,67 \pm 3,27$ градуса, а также установить высокую вероятность образования послеоперационной остаточной деформации второго пальца стопы при исходной величине угла ТО > 40 градусов.

*Клинический пример лечения пациентки известным методом
(образование остаточной деформации)*

Пациентка Б., 61 год, находилась на лечении в клинике ИНЦХТ с основным диагнозом: Поперечное плоскостопие правой стопы 3-й степени. Hallux valgus 3-й степени, молоткообразная деформация 2-го пальца правой стопы.

Пациентка предъявляла жалобы на: наличие деформации первого и второго пальца стопы; боль в переднем отделе стопы, усиливающаяся при ходьбе; отсутствие возможности носить стандартную обувь; ограничение физической активности.

При клиническом осмотре выявлено: вальгусное отклонение первого пальца, молоткообразная деформация второго пальца стопы, болезненный гиперкератоз на подошвенной поверхности стопы под головкой второй плюсневой кости (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Внешний вид правой стопы пациентки Б. до операции

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. При оценке клинико-функционального состояния стопы до операции количество баллов по шкале AOFAS для второго пальца составляло 37.

На дооперационной рентгенограмме в прямой проекции угол вальгусного отклонения первого пальца (M1P1) составил 45 градусов, величина угла ТО второго пальца в боковой проекции была равна 45 градусам (Рисунки 2, 3).



Рисунок 2 – Рентгенограмма правой стопы пациентки Б. до операции, прямая проекция (угол M1P1 = 45 градусов)



Рисунок 3 – Рентгенограмма правой стопы пациентки Б. до операции, боковая проекция (угол T0 второго пальца = 45 градусов)

Было рекомендовано и выполнено оперативное лечение.

Оперативное вмешательство провели под спинномозговой анестезией, под жгутом. Первым этапом выполнили коррекцию hallux valgus.

Коррекция молоткообразной деформации второго пальца правой стопы была выполнена с применением дистальной метафизарной остеотомии второй плюсневой кости по Helal с фиксацией костных фрагментов одним канюлированным винтом.

Послеоперационный период протекал благоприятно. Пациентка активизирована, с первых суток после операции перемещалась с нагрузкой на оперированную ногу с использованием ортопедического ботинка «Барука» в течение 1 месяца. Прошла курс консервативной терапии: физиолечение, лечебная физкультура, лимфодренажный массаж.

Через один месяц после операции было рекомендовано снять ортопедический ботинок и передвигаться с увеличением нагрузки на оперированную стопу.

При осмотре через 12 месяцев с момента операции: пациентка была удовлетворена результатом коррекции hallux valgus, предъявляла жалобы на наличие деформации второго пальца. При ходьбе хромоты нет. Локально: деформации первого пальца нет, отмечается остаточная деформация второго пальца: переразгибание и возвышенное положение второго пальца относительно первого и третьего пальцев, при статической нагрузке отсутствует контакт второго пальца с опорной поверхностью. Кожный покров чист, обычной окраски, послеоперационный рубец без признаков воспаления, «натоптышей» и «омозолелостей» не выявлено, отёка нет, болезненности при пальпации не отмечается (Рисунок 4).



Рисунок 4 – Внешний вид правой стопы пациентки Б. через 1 год после операции

При выполнении пассивных движений в суставах первого пальца ограничений и боли нет, определяется тугоподвижность во втором ПФС: объем движений составил 40 градусов. Результат по шкале-опроснику AOFAS после операции – 60 баллов.

По данным контрольной рентгенографии стопы визуализируется консолидация костных фрагментов в зонах остеотомий (Рисунки 5, 6).



Рисунок 5 – Рентгенограмма правой стопы пациентки Б. через 1 год после операции, прямая проекция (угол М1Р1 – 7 градусов)



Рисунок 6 – Рентгенограмма правой стопы пациентки Б. через 1 год после операции, боковая проекция (угол Т0 второго пальца – 30 градусов)

На рентгенограмме в прямой проекции значения угла М1Р1 были в пределах нормы и составили 7 градусов, что подтверждало достижение полной коррекции деформации первого пальца (Рисунок 5). На рентгенограмме в боковой проекции

имелось избыточное разгибание второго пальца в ПФС, при котором угол ТО был равен 30 градусам (Рисунок 6).

Пациентка была удовлетворена результатом оперативного лечения hallux valgus и не удовлетворена результатом коррекции деформации второго пальца стопы в связи с наличием остаточной деформации.

Таким образом, в результате проведенного анализа было выявлено, что использование остеотомии по Helal позволяет устранить молоткообразную деформацию второго пальца стопы у 70 % пациентов, получить хорошие и отличные функциональные результаты у 62,5 % пациентов, может привести к неблагоприятным исходам в виде образования остаточной деформации второго пальца в 30 % случаев и тугоподвижности во втором плюснефаланговом суставе – в 27,5 % случаев. Одной из основных причин остаточной деформации второго пальца стопы служит недостаточная коррекция угла тыльного отклонения второго пальца в ходе оперативного вмешательства. Репозиционные возможности остеотомии по Helal, которые составляют в среднем $18,67 \pm 3,27$ градуса, не позволяют добиться полной коррекции избыточного разгибания второго пальца при исходно больших значениях угла тыльного отклонения, превышающих 40 градусов. Наличие у пациента исходной величины угла ТО более 40 градусов увеличивает вероятность возникновения послеоперационной остаточной деформации второго пальца стопы в 9,5 раза.

ГЛАВА 4 НОВЫЙ МЕТОД ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С МОЛОТКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ ВТОРОГО ПАЛЬЦА СТОПЫ, СОПРЯЖЁННОЙ С HALLUX VALGUS, И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Полученные результаты лечения пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, обусловили необходимость разработки нового хирургического метода, позволяющего выполнить оптимальную коррекцию избыточного разгибания второго пальца, снизить вероятность образования остаточной деформации, тугоподвижности во втором плюснефаланговом суставе и повысить эффективность лечения.

4.1 Обоснование разработки нового хирургического метода лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы

Для снижения количества неблагоприятных исходов хирургического лечения пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы был проведён анализ возможных причин их образования и обосновано применение новых оперативных подходов. При использовании остеотомии по Helal для коррекции деформации второго пальца у 27,5 % пациентов определялась тугоподвижность во втором плюснефаланговом суставе. Данная остеотомия плюсневой кости относится к дистальным метафизарным остеотомиям, выполнение которых включает травматичное внутрисуставное вмешательство на плюснефаланговом суставе с релизом капсульно-связочного аппарата. Это, вероятно, приводит к избыточному образованию рубцов в области сустава и тугоподвижности. Учитывая вышеизложенные данные, обоснованным, на наш взгляд, является выполнение остеотомии второй плюсневой кости в зоне диафиза, что позволит уменьшить риск развития тугоподвижности в плюснефаланговом суставе.

Неблагоприятным исходом, который влияет на результат хирургического лечения, является образование остаточной деформации второго пальца стопы,

клинически проявляющейся избыточным разгибанием пальца, его возвышенным положением и отсутствием контакта с опорной поверхностью. В группе клинического сравнения остаточная деформация встречалась у 30 % пациентов, у которых исходная величина угла тыльного отклонения второго пальца превышала 40 градусов. При больших значениях угла ТО репозиционные возможности остеотомии по Helal, составляющие в среднем $18,67 \pm 3,27$ градуса, являются недостаточными для коррекции избыточного разгибания пальца. Наличие у пациентов с молоткообразной деформацией исходной величины угла тыльного отклонения второго пальца больше 40 градусов обуславливает необходимость применения дополнительного вмешательства, которое позволит уменьшить риск образования остаточной деформации. Обоснованным в данном случае является выполнение остеотомии основания проксимальной фаланги второго пальца с сохранением подошвенной кортикальной пластинки, расклинивание костных фрагментов и внедрение между ними костного трансплантата. Этот вариант остеотомии позволяет опустить второй палец к подошвенной поверхности, устранить его избыточное разгибание.

4.2 Метод хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы

Учитывая вышеизложенные данные, был разработан метод хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы [37], утверждены методические рекомендации по применению новой медицинской технологии (ISBN 978-5-98277-376-0).

Разработанный метод включает следующие этапы. После выполнения проекционного разреза от основания второго пальца до дистальной трети второй плюсневой кости осуществляется доступ к дистальной части плюсневой кости. Первым этапом производят остеотомию (5) плюсневой кости в диафизарной части; запил выполняется, отступив 20 мм от края хряща (4) головки плюсневой кости (3). Полотно пилы направляют дистально от тыльной к подошвенной поверхности

под углом 45 градусов. Дистальный фрагмент плюсневой кости перемещают к тылу стопы на 3 мм, далее выполняют фиксацию канюлированным винтом (7) (Рисунок 7).

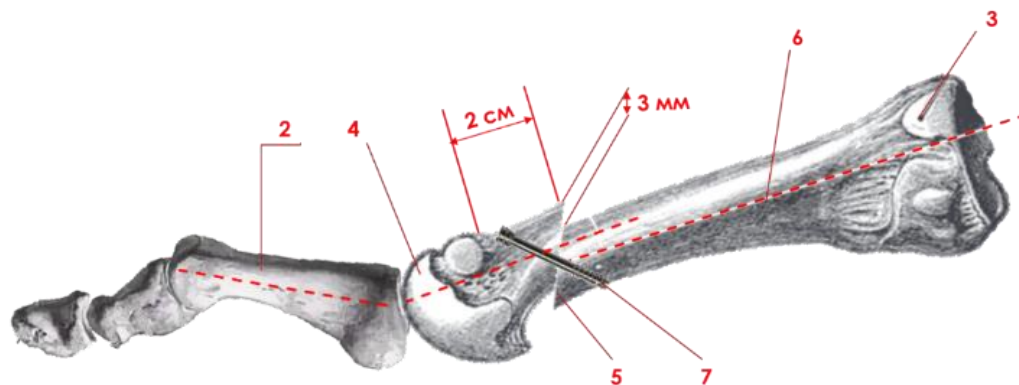


Рисунок 7 – Схема остеотомии второй плюсневой кости: 2 – проксимальная фаланга второго пальца; 3 – вторая плюсневая кость; 4 – суставной хрящ головки второй плюсневой кости; 5 – зона диафизарной остеотомии; 6 – продольная ось плюсневой кости; 7 – канюлированный винт

После этого хирург на операционном столе надавливает ладонью на головки всех плюсневых костей с подошвенной поверхности стопы до выпрямления пальцев – тем самым выявляется остаточное переразгибание второго пальца относительно других пальцев стопы. В таком положении, при помощи спицы и транспортира, проводится измерение угла тыльного отклонения второго пальца (10), определяемого между осями дистального фрагмента плюсневой кости (8) и проксимальной фаланги второго пальца (9).

Вторым этапом выполняют остеотомию проксимальной фаланги пальца. Распил производят, отступив 5 мм от основания проксимальной фаланги, параллельно его плоскости, с тыльной поверхности до подошвенной кортикальной пластинки (12), сохраняя её целостность (Рисунок 8).

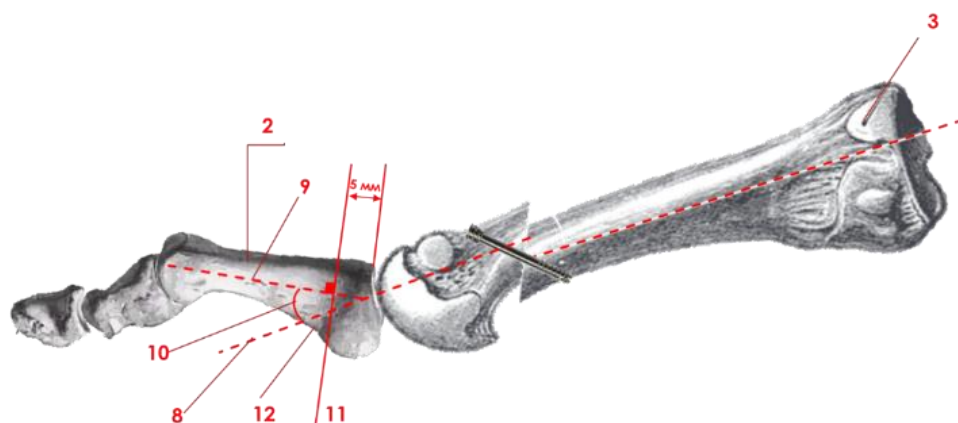


Рисунок 8 – Схема остеотомии проксимальной фаланги второго пальца: 8 – ось дистального фрагмента плюсневой кости; 9 – ось проксимальной фаланги второго пальца; 10 – угол тыльного отклонения второго пальца; 11 – линия остеотомии проксимальной фаланги; 12 – подошвенная кортикальная пластинка

Далее расклинивают зону остеотомии до получения угла между костными фрагментами (13) и (14), равного углу ТО второго пальца (10). В полученное между фрагментами пространство плотно размещают заранее сформированные костные фрагменты аутокости, полученной при коррекции деформации первого пальца. Фиксацию костных фрагментов проксимальной фаланги не производят (Рисунок 9).

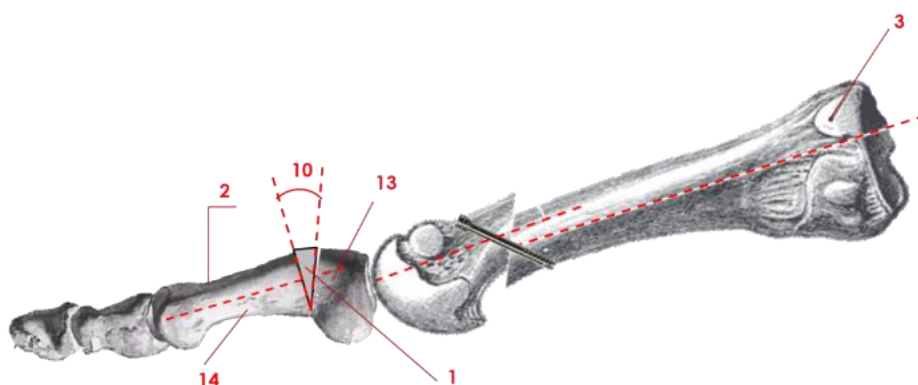


Рисунок 9 – Схема коррекции остаточного тыльного отклонения второго пальца: 13 – проксимальный фрагмент проксимальной фаланги пальца; 14 – дистальный фрагмент проксимальной фаланги пальца

Операционные раны промывают растворами антисептиков, накладывают послойные швы, асептическую повязку.

Разработанный метод хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы, включающий последовательное выполнение диафизарной остеотомии второй плюсневой кости и остеотомии проксимальной фаланги второго пальца с расклиниванием её фрагментов и размещением в свободную зону аутокости, является патогенетически обоснованным, так как позволяет сместить к тылу головку второй плюсневой кости, укоротить вторую плюсневую кость, выпрямить и опустить второй палец к подошвенной поверхности.

4.3 Результаты лечения пациентов основной группы

Разработанный метод был использован при лечении 36 пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, которые вошли в основную группу и были прооперированы в 2021 г. Была проведена оценка клинико-функциональных результатов лечения пациентов и рентгенологических показателей через 1 год после операции.

4.3.1 Оценка клинико-функциональных результатов лечения пациентов основной группы

До операции у всех пациентов основной группы была определена третья степень hallux valgus. Применение хирургического метода, включающего выполнение остеотомии первой плюсневой кости и проксимальной фаланги первого пальца, позволило устранить вальгусное отклонение первого пальца, избежать развития рецидивов деформации. Все пациенты были удовлетворены результатом коррекции hallux valgus.

Деформация второго пальца стопы у всех 36 пациентов исходно являлась молоткообразной, нефиксированной в проксимальном межфаланговом суставе.

При анализе полученных результатов использования разработанного метода по шкале AOFAS у пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы основной группы было отмечено статистически значимое улучшение практически всех клинико-функциональных показателей через год после операции. Было определено статистически значимое увеличение среднего количества баллов с $42,33 \pm 8,41$ перед операцией до $92 \pm 10,29$ через 1 год после операции, что говорило о значительном улучшении функционального результата. В 44,4 % случаев (16 пациентов) были получены отличные функциональные результаты, в 52,8 % (19 пациентов) – хорошие, в 2,8 % (1 пациент) – удовлетворительные. Использование разработанного метода лечения позволило достигнуть отличных и хороших функциональных результатов в 97,2 % случаев.

Перед оперативным лечением 34 пациента (94,4 %) предъявляли жалобы на умеренный ежедневный или эпизодический болевой синдром в области суставов второго пальца стопы (Таблица 7); 86,1 % пациентов были ограничены в выполнении интенсивной физической нагрузки, но могли выполнять повседневную работу; 94,4 % пациентов нуждались в ношении специальной ортопедической обуви. Умеренное ограничение движений в ПФС определялось у 29 пациентов (80,6 %), значительное – у 7 (19,4 %). Ограничений движений в ПМФС не отмечалось. Нестабильность во втором ПФС первой степени по классификации Hamilton – Thompson определялась у всех пациентов. Гиперкератозы также были отмечены у всех пациентов, болезненные – у 27 пациентов (75 %). Гиперкератозы над ПМФС встречались в 75 % случаев, под головкой второй плюсневой кости – в 55,6 %. Грубое снижение опороспособности выявлено у 34 пациентов (94,4 %).

Таблица 7 – Частота встречаемости клинико-функциональных показателей у пациентов основной группы через 1 год после операции ($n = 36$)

№	Показатели по AOFAS	Сроки наблюдения		p
		До операции	Через 1 год после операции	
1.	Болевой синдром			
	Нет, или лёгкий эпизодический, не влияющий на активность, n (%)	2 (5,6)	30 (83,3)	< 0,001
	Умеренный, эпизодический или лёгкий, ежедневный (после длительной ходьбы), n (%)	12 (33,3)	6 (16,7)	> 0,05
	Умеренный, ежедневный, n (%)	22 (61,1)	0 (0)	< 0,001
	Тяжёлый, постоянный, n (%)	0 (0)	0 (0)	–
2.	Функция			
	<i>Ограничение активности</i>			
	Отсутствие ограничений как повседневной, так и спортивной активности, n (%)	2 (5,6)	25 (69,4)	< 0,001
	Нет ограничений повседневной активности, но имеется ограничение спортивной активности, n (%)	31 (86,1)	11 (30,6)	< 0,001
	Ограничение повседневной активности и спортивной активности, n (%)	3 (8,3)	0 (0)	> 0,05
	Выраженное ограничение повседневной активности и спортивной активности, n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	<i>Требование к обуви</i>			
	Возможность ношения разнообразной, модельной обуви (без ограничений) при отсутствии необходимости постоянного ношения ортопедических стелек, n (%)	0 (0)	6 (16,7)	0,01
	Ношение обуви с ортопедическими стельками постоянно, n (%)	2 (5,6)	29 (80,6)	< 0,001
	<i>Требование к обуви</i>			
	Необходимость ношения специальной ортопедической обуви или ортеза, n (%)	34 (94,4)	1 (2,8)	< 0,001

Таблица 7 (Продолжение)

№	Показатели по AOFAS	Сроки наблюдения		p
		До операции	Через 1 год после операции	
2.	Функция			
	<i>Объём движений в ПФС оперированного пальца (сгибание-разгибание)</i>			
	Норма или небольшое ограничение (75 градусов или больше), n (%)	0 (0)	31 (86,1)	< 0,001
	Умеренное ограничение (30–74 градусов), n (%)	29 (80,6)	5 (13,9)	< 0,001
	Тяжёлое ограничение (< 30 градусов), n (%)	7 (19,4)	0 (0)	= 0,005
	<i>Объём движений в ПМФС (сгибание)</i>			
	Никакого ограничения, n (%)	36 (100)	36 (100)	–
	Умеренное ограничение (> 10 градусов), n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	Выраженное ограничение (< 10 градусов), n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	<i>Стабильность ПФС и ПМФС</i>			
	Стабильный, n (%)	0 (0)	36 (100)	< 0,001
	Очевидная нестабильность или способность смещаться, n (%)	36 (100)	0 (0)	< 0,001
	<i>Мозоль (гиперкератоз) в области ПФС и ПМФС</i>			
	Отсутствует или присутствует, но без клинических проявлений, n (%)	13 (36,1)	31 (86,1)	< 0,001
	Мозоль с клиническими проявлениями, n (%)	23 (63,9)	5 (13,9)	< 0,001
3.	Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности			
	Опороспособные 2–5-е пальцы, стопы, хорошо адаптированные к поверхности, n (%)	0 (0)	31 (86,1)	< 0,001
	Некоторое нарушение адаптации 2–5-х пальцев стопы к поверхности, при отсутствии симптоматики, n (%)	2 (5,6)	4 (11,1)	> 0,05
	Грубое снижение опороспособности, с наличием симптоматики, n (%)	34 (94,4)	1 (2,8)	< 0,001

Применение разработанного метода лечения позволило выполнить коррекцию молоткообразной деформации второго пальца у всех пациентов основной группы.

Через год после операции не было отмечено рецидивов. Умеренный болевой синдром сохранялся у 6 пациентов (16,7 %) в области ПФС, что можно было связать с артрозными изменениями и контрактурой сустава (Таблица 7). Ограничение физической активности при избыточной нагрузке отмечалось у 11 пациентов (30,6 %). Пять пациентов (13,9 %) беспокоило умеренное ограничение движений во втором ПФС и тугоподвижность у трёх из них (8,3 %), гиперкератозы над ПМФС. Из пяти пациентов с нарушением адаптации пальца, у четырёх имелся недостаточно плотный контакт второго пальца с поверхностью опоры, у одного пациента диагностирована остаточная деформация, что явилось причиной неудовлетворённости пациента полученным результатом и необходимостью ношения специальной обуви. У двух пациентов в послеоперационном периоде наблюдалось развитие переходной метатарзалгии под головкой третьей плюсневой кости.

4.3.2 Оценка рентгенологических показателей у пациентов основной группы

Использование разработанного метода лечения у пациентов основной группы включало проведение интраоперационных измерений угла тыльного отклонения второго пальца стопы. Измерение угла ТО выполнялось при имитации статической нагрузки на передний отдел стопы, в результате выявлялось избыточное разгибание второго пальца относительно других пальцев стопы, требующее коррекции. Вычисление данного угла после остеотомии второй плюсневой кости позволяло определить индивидуальную для каждого пациента величину, на которую необходимо опустить проксимальную фалангу второго пальца к подошвенной поверхности, чтобы исправить избыточное разгибание пальца и улучшить его опорную функцию. Вычисленные интраоперационно значения угла тыльного отклонения второго пальца стопы составили в среднем $24,5 \pm 2,59$ градуса.

В послеоперационном периоде при положительной динамике клинических проявлений у пациентов основной группы определялось улучшение рентгенологических данных.

Обязательным являлся контрольный осмотр пациентов с рентгенологическим исследованием стопы на сроке 1 месяц после операции. В этот период принималось решение о снятии ортопедического ботинка и возможности осуществления полной нагрузки на всю стопу. По рентгенограммам оценивали регенерацию костной ткани, взаиморасположение костных фрагментов. Рентгенологическое исследование, выполненное через 1 месяц после операции, показало отсутствие смещения остеотомированных костных фрагментов первой и второй плюсневых костей и проксимальных фаланг первого и второго пальцев стопы, их удовлетворительную консолидацию, отсутствие миграции фиксирующих винтов. Кроме того, оценивали коррекцию углов M1P1, M1M2, M1M5 на рентгенограмме в прямой проекции и угла ТО второго пальца на рентгенограмме в боковой проекции (Таблица 8).

Таблица 8 – Изменение рентгенологических показателей у пациентов основной группы через 1 месяц после операции ($n = 36$)

Показатели (градусы)	Сроки		Статистическая значимость (p)
	До операции	Через 1 месяц после операции	
Прямая проекция			
M1P1	$41,67 \pm 9,83^*$	$8,6 \pm 2,82$	$< 0,01$
M1M2	$16 \pm 2,9^*$	$10,1 \pm 2,13$	$< 0,01$
M1M5	$35,5 \pm 3,08^*$	$20,33 \pm 2,75$	$< 0,01$
Боковая проекция			
Угол ТО второго пальца	$58,83 \pm 6,3^*$	$20,67 \pm 4,89^*$	$< 0,01$

Примечание: критерий Вилкоксона; p – статистическая значимость различий;
* – $p < 0,05$

Через 1 месяц после операции было установлено статистически значимое достижение коррекции всех интересующих углов. При этом рентгенологическое исследование, которое на данном сроке выполняется без полной нагрузки на оперированную стопу, не позволяет сделать вывод о достижении коррекции

деформации пальцев стопы. На сроке 1 месяц после операции всем пациентам была рекомендована ходьба с полной нагрузкой.

Через 1 год после операции у пациентов основной группы рентгенологические значения углов M1P1, M1M2 и M1M5 соответствовали норме, это указывало на достижение коррекции вальгусной деформации первого пальца, а также коррекции поперечного плоскостопия (Таблица 9).

Таблица 9 – Изменение рентгенологических показателей у пациентов основной группы через 1 год после операции ($n = 36$)

Показатели (градусы)	Сроки		Статистическая значимость (p)
	До операции	Через 1 год после операции	
Прямая проекция			
M1P1	$41,67 \pm 9,83^*$	$7,3 \pm 3,32$	$< 0,01$
M1M2	$16 \pm 2,9^*$	$8 \pm 2,1$	$< 0,01$
M1M5	$35,5 \pm 3,08^*$	$18,33 \pm 2,7$	$< 0,01$
Боковая проекция			
Угол ТО второго пальца	$58,83 \pm 6,3^*$	$18,66 \pm 4,88^*$	$< 0,01$

Примечание: критерий Вилкоксона; p – статистическая значимость различий; * – $p < 0,05$

При рентгенологическом обследовании выявлено статистически значимое уменьшение величины угла тыльного отклонения второго пальца стопы, который через год после оперативного лечения составил в среднем $18,66 \pm 4,88$ градуса. Также была рассчитана величина достигнутой коррекции угла ТО, отражающая репозиционные возможности разработанного метода по устранению избыточного разгибания второго пальца, которые составили в среднем $40,17 \pm 2,32$ градуса.

Клинический пример лечения пациентки разработанным методом

Пациентка В., 59 лет, находилась на лечении в клинике ИНЦХТ с основным диагнозом: Поперечное плоскостопие левой стопы третьей степени. Hallux valgus третьей степени, молоткообразная деформация второго пальца левой стопы.

Пациентку беспокоило: наличие деформации первого и второго пальца левой стопы; боль в переднем отделе стопы, усиливающаяся при ходьбе; отсутствие возможности носить стандартную обувь; ограничение физической активности.

При клиническом осмотре выявлено: вальгусное отклонение первого пальца; молоткообразная деформация второго пальца стопы; болезненный гиперкератоз на тыльной поверхности стопы в проекции проксимального межфалангового сустава второго пальца, возникший от избыточного разгибания пальца, трения и давления при ношении обуви (Рисунок 10).



Рисунок 10 – Внешний вид левой стопы пациентки В. до операции

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 45 градусов, угол TO второго пальца в боковой проекции был равен 45 градусам (Рисунки 11, 12).



Рисунок 11 – Рентгенограмма левой стопы пациентки В. до операции, прямая проекция (угол MIP1 – 45 градусов)



Рисунок 12 – Рентгенограмма левой стопы пациентки В. до операции, боковая проекция (угол ТО второго пальца – 45 градусов)

Клинико-функциональное состояние второго пальца до операции по шкале AOFAS соответствовало 37 баллам. Было рекомендовано и выполнено оперативное лечение.

Оперативное вмешательство провели под спинномозговой анестезией, под жгутом. Первым этапом выполнили коррекцию hallux valgus. 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 расчётами дистальный фрагмент плюсневой кости сместили по плоскости остеотомии проксимально, подняли его вверх на 3 мм, что позволило устранить избыточное разгибание второго пальца стопы на 15 градусов. Костные фрагменты плюсневой кости зафиксировали канюлированным винтом. Остеосинтез стабилен. На операционном столе определили величину угла ТО второго пальца стопы, который у данной пациентки был равен 20 градусам. Для исправления остаточного переразгибания 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 фрагменты аутокости, полученные при коррекции деформации первого пальца. Свободные костные фрагменты стабильно удерживаются в зоне остеотомии проксимальной фаланги. Проведённое пациентке оперативное вмешательство позволило устранить деформацию первого и второго пальца левой стопы.

Послеоперационный период протекал благоприятно, пациентка активизирована, перемещалась с нагрузкой на оперированную ногу с использованием ортопедического ботинка «Барука» в течение 1 месяца. Прошла курс консервативной терапии: физиолечение, лечебная физкультура, лимфодренажный массаж. Контрольный осмотр пациентки через 1 месяц после операции позволил выявить отсутствие жалоб и видимых деформаций пальцев левой стопы. На рентгенограмме без нагрузки определялось удовлетворительное сращение остеотомированных костных фрагментов, отсутствие миграции винтов.

При осмотре через 1 год с момента операции: пациентка полностью удовлетворена результатом проведённого лечения, жалоб не предъявляет, использует стандартную обувь. При ходьбе хромоты нет. Локально: ось пальцев восстановлена, кожный покров чист, обычной окраски, послеоперационные рубцы без признаков воспаления, «натоптышей и ороговелостей» не выявлено, отёка нет, болезненности при пальпации не отмечается (Рисунок 13).



Рисунок 13 – Внешний вид левой стопы пациентки В. через 1 год после операции

При выполнении функциональных тестов: движения в суставах переднего отдела стопы в полном объёме, болезненности нет. В положении стоя на всей стопе и при подъёме «на носки» все пальцы имеют контакт с поверхностью пола (Рисунок 14).



а

б

Рисунок 14 – Внешний вид левой стопы пациентки В. в положении «на всей стопе» (а) и «на носках» (б) через 1 год после операции

Результат по шкале AOFAS после операции – 95 баллов.

По данным контрольной рентгенографии стопы визуализируется консолидация костных фрагментов в зонах остеотомий, деформации первого и второго пальцев не выявлено (Рисунки 15, 16).



Рисунок 15 – Рентгенограмма левой стопы пациентки В. через 1 год после операции, прямая проекция (угол M1P1 – 8 градусов)



Рисунок 16 – Рентгенограмма левой стопы пациентки В. через 1 год после операции, боковая проекция (угол ТО второго пальца – 10 градусов)

Угол M1P1 на рентгенограмме в прямой проекции составил 8 градусов, угол ТО второго пальца на рентгенограмме в боковой проекции был равен 10 градусам, таким образом, коррекция деформаций пальцев стопы была достигнута.

Пациентка полностью удовлетворена клинико-функциональным, косметическим результатом проведённого оперативного лечения.

Таким образом, применение разработанного метода, включающего последовательное выполнение остеотомии второй плюсневой кости и проксимальной фаланги второго пальца, репозиционные возможности которого составляют в среднем $40,17 \pm 2,32$ градуса, позволило устранить молоткообразную деформацию второго пальца, исправить избыточное разгибание второго пальца у пациентов с исходной величиной угла ТО более 40 градусов, получить хорошие и отличные результаты в 97,2 % случаев, получить минимальное количество остаточной деформации, составившее 2,8 %.

**ГЛАВА 5 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
РАЗРАБОТАННОГО МЕТОДА И ОСТЕОТОМИИ
ПО HELAL ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С МОЛОТКООБРАЗНОЙ
ДЕФОРМАЦИЕЙ ВТОРОГО ПАЛЬЦА СТОПЫ,
СОПРЯЖЁННОЙ С HALLUX VALGUS**

**5.1 Сравнительная оценка результатов хирургического лечения пациентов
основной группы и группы клинического сравнения**

Для определения эффективности использования разработанного метода был проведён сравнительный анализ результатов лечения пациентов основной группы и группы клинического сравнения.

**5.1.1 Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов лечения
пациентов основной группы и группы клинического сравнения**

В результате применения у пациентов двух групп одного метода лечения hallux valgus, включающего выполнение корригирующих остеотомий первой плюсневой кости и проксимальной фаланги первого пальца, удалось устранить деформацию первого пальца стопы, избежать потери коррекции и рецидивов, улучшить состояние поперечного свода стопы у всех пациентов. При анализе показателей коррекции деформации первого пальца не было выявлено статистически значимых различий между группами. Все пациенты были удовлетворены результатами лечения hallux valgus.

Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции молоткообразной деформации второго пальца стопы в двух группах позволил определить эффективность разработанного метода (Таблица 10).

Таблица 10 – Сравнительная оценка количества баллов по шкале AOFAS через 1 год после операции у пациентов основной группы и группы клинического сравнения

№	Показатели (баллы)	Группы пациентов ($n = 76$)		p
		Основная группа ($n = 36$)	Группа клинического сравнения ($n = 40$)	
1.	Болевой синдром	$36,67 \pm 5,16$	$33,33 \pm 5,16$	$> 0,05$
2.	Функция			
	Ограничение активности	$9 \pm 1,55^*$	$6,5 \pm 1,22$	$< 0,01$
	Требование к обуви	$7,5 \pm 2,74^*$	$1,67 \pm 1,28$	$< 0,01$
	Объём движений в ПФС второго пальца	$10 \pm 0^*$	$6,67 \pm 2,58$	$< 0,05$
	Объём движений в ПМФС второго пальца	5 ± 0	5 ± 0	$> 0,05$
	Стабильность ПФС и ПМФС второго пальца	5 ± 0	5 ± 0	$> 0,05$
	Гиперкератоз в области ПФС и ПМФС второго пальца	$5 \pm 0^*$	$1,67 \pm 1,28$	$< 0,05$
3.	Оценка адаптации второго пальца к плоской поверхности	$15 \pm 0^*$	$5 \pm 3,75$	$< 0,01$
	Сумма баллов	$92 \pm 10,29^*$	$64,83 \pm 21,08$	$< 0,01$

Примечание: критерий Манна – Уитни; p – статистическая значимость различий;
* – $p < 0,05$

Сравнительная оценка количества баллов по шкале-опроснику AOFAS у пациентов двух групп показала, что использование разработанного метода позволяет получить статистически значимо лучшие клиничко-функциональные результаты. Суммарное количество баллов было статистически значимо больше у пациентов основной группы, чем у пациентов группы клинического сравнения.

У пациентов основной группы было получено на 34,7 % больше отличных и хороших клиничко-функциональных результатов коррекции деформации второго пальца стопы, чем в группе клинического сравнения (97,2 % – в основной группе, 62,5 % – в группе клинического сравнения; $p = 0,001$) (Таблица 11).

Таблица 11 – Сравнительная оценка клинико-функциональных результатов хирургического лечения через 1 год после операции у пациентов основной группы и группы клинического сравнения

Результаты по AOFAS	Группы пациентов ($n = 76$)		p
	Основная группа ($n = 36$)	Группа клинического сравнения ($n = 40$)	
Отличные, n (%)	16 (44,4)*	8 (20)	0,022
Хорошие, n (%)	19 (52,8)	17 (42,5)	$> 0,05$
Удовлетворительные, n (%)	1 (2,8)*	13 (32,5)	0,002
Плохие, n (%)	–	2 (5)	–
Отличные и хорошие, n (%)	35 (97,2)*	25 (62,5)	0,001

Применение разработанного метода лечения позволило повысить физическую активность, при этом статистически значимо большее количество пациентов основной группы (69,4 %) после операции не имели ограничений активности (Таблица 12). Увеличилась возможность перейти к ношению модельной и обычной обуви, и статистически значимо меньше пациентов нуждались в специальной обуви. В основной группе было достигнуто уменьшение количества контрактур (до 13,9 %) и тугоподвижности (до 8,3 %) во втором плюснефаланговом суставе, гиперкератозов в области суставов второго пальца. В результате применения разработанного метода в статистически значимо большем количестве случаев (86,1 %) удалось полностью восстановить опороспособность второго пальца стопы. У пациентов обеих групп определялась редкая умеренная боль в области второго ПФС, связанная с артрозом сустава и с наличием сохранившихся гиперкератозов.

Таблица 12 – Сравнение частоты встречаемости клинико-функциональных показателей через год после операции у пациентов основной группы и группы клинического сравнения

№	Показатели по AOFAS	Группы пациентов ($n = 76$)		p
		Основная группа ($n = 36$)	Группа клинического сравнения ($n = 40$)	
1.	Болевой синдром			
	Нет или лёгкий эпизодический, не влияющий на активность, n (%)	30 (83,3)	27 (67,5)	$> 0,05$
	Умеренный, эпизодический или лёгкий, ежедневный (после длительной ходьбы), n (%)	6 (16,7)	13 (32,5)	$> 0,05$
	Умеренный, ежедневный, n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	Тяжёлый, постоянный, n (%)	0 (0)	0 (0)	–
2.	Функция			
	<i>Ограничение активности</i>			
	Отсутствие ограничений как повседневной, так и спортивной активности, n (%)	25 (69,4)	12 (30)	0,001
	Нет ограничений повседневной активности, но имеется ограничение спортивной активности, n (%)	11 (30,6)	26 (65)	0,003
	Ограничение повседневной активности и спортивной активности, n (%)	0 (0)	2 (5)	$> 0,05$
	Выраженное ограничение повседневной активности и спортивной активности, n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	<i>Требование к обуви</i>			
	Возможность ношения разнообразной, модельной обуви (без ограничений) при отсутствии необходимости постоянного ношения ортопедических стелек, n (%)	6 (16,7)	2 (5)	$> 0,05$
	Ношение обуви с ортопедическими стельками постоянно, n (%)	29 (80,5)	24 (60)	$> 0,05$
	Необходимость ношения специальной ортопедической обуви или ортеза, n (%)	1 (2,8)	14 (35)	0,001

Таблица 12 (Продолжение)

№	Показатели по AOFAS	Группы пациентов ($n = 76$)		p
		Основная группа ($n = 36$)	Группа клинического сравнения ($n = 40$)	
2.	Функция			
	<i>Объём движений в ПФС оперированного пальца (сгибание-разгибание)</i>			
	Норма или небольшое ограничение (75 градусов или больше), n (%)	31 (86,1)	22 (55)	0,004
	Умеренное ограничение (30–74 градуса), n (%)	5 (13,9)	18 (45)	0,004
	Тяжёлое ограничение (< 30 градусов), n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	<i>Объём движений в ПМФС (сгибание)</i>			
	Никакого ограничения, n (%)	36 (100)	40 (100)	–
	Умеренное ограничение (> 10 градусов), n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	Выраженное ограничение (< 10 градусов), n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	<i>Стабильность ПФС и ПМФС</i>			
	Стабильный, n (%)	36 (100)	40 (100)	–
	Очевидная нестабильность или способность смещаться, n (%)	0 (0)	0 (0)	–
	<i>Мозоль (гиперкератоз) в области ПФС и ПМФС</i>			
	Отсутствует или присутствует, но без клинических проявлений, n (%)	31 (86,1)	24 (60)	0,01
	Мозоль с клиническими проявлениями, n (%)	5 (13,9)	16 (40)	0,01
3.	Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности			
	Опороспособные 2–5-е пальцы, стопы, хорошо адаптированные к поверхности, n (%)	31 (86,1)	22 (55)	0,004
	Некоторое нарушение адаптации пальца к поверхности, при отсутствии симптоматики, n (%)	4 (11,1)	6 (15)	> 0,05
	Грубое снижение опороспособности, с наличием симптоматики, n (%)	1 (2,8)	12 (30)	0,002

Количество случаев послеоперационной остаточной деформации при использовании разработанного метода стало статистически значимо меньшим (2,8 %), чем после применения остеотомии по Helal (30 %) ($p = 0,002$), что способствовало повышению удовлетворённости пациентов результатом коррекции деформации второго пальца стопы.

5.1.2 Сравнительная оценка рентгенологических показателей у пациентов основной группы и группы клинического сравнения

Затем был проведён сравнительный анализ рентгенологических параметров углов M1P1, M1M2, M1M5, угла TO второго пальца, а также величины достигнутой коррекции угла тыльного отклонения второго пальца стопы у пациентов основной группы и группы клинического сравнения. Через 1 месяц после операции параметры углов M1P1, M1M2, M1M5 в обеих группах статистически значимо не отличались, и находились в пределах нормальных значений (Таблица 13).

Таблица 13 – Сравнение рентгенологических параметров углов M1P1, M1M2, M1M5 через 1 месяц после операции у пациентов основной группы и группы клинического сравнения

Показатели (градусы)	Группы пациентов ($n = 76$)		p
	Основная группа ($n = 36$)	Группа клинического сравнения ($n = 40$)	
Прямая проекция			
M1P1	$8,6 \pm 2,82$	$9,83 \pm 4,59$	$> 0,05$
M1M2	$10,1 \pm 2,13$	$9,33 \pm 2,43$	$> 0,05$
M1M5	$20,33 \pm 2,75$	$22,57 \pm 5,49$	$> 0,05$

Примечание: критерий Манна – Уитни; p – статистическая значимость различий

Полученные данные позволяют судить о достижении коррекции анализируемых углов в равной степени в основной группе и группе клинического сравнения. Через 1 год после операции, когда пациенты выполняли полную

нагрузку на оперированную стопу, и можно было произвести окончательную оценку результата лечения, значения углов M1P1, M1M2, M1M5 у пациентов основной группы и группы клинического сравнения оставались в пределах нормы и также статистически значимо не отличались (Таблица 14).

Таблица 14 – Сравнение рентгенологических параметров углов M1P1, M1M2, M1M5 через 1 год после операции у пациентов основной группы и группы клинического сравнения

Показатели (градусы)	Группы пациентов ($n = 76$)		p
	Основная группа ($n = 36$)	Группа клинического сравнения ($n = 40$)	
Прямая проекция			
M1P1	$7,3 \pm 3,32$	$9,5 \pm 3,39$	$> 0,05$
M1M2	$8 \pm 2,1$	$7,33 \pm 1,03$	$> 0,05$
M1M5	$18,33 \pm 2,7$	$21 \pm 6,42$	$> 0,05$

Примечание: критерий Манна – Уитни; p – статистическая значимость различий

Достижение коррекции углов M1P1, M1M2, M1M5 до нормальных значений является подтверждением эффективности используемого у пациентов обеих групп одного метода лечения, позволяющего полностью устранить hallux valgus без потери коррекции и рецидива деформации первого пальца, улучшить состояние поперечного свода стопы.

Также был проведён сравнительный анализ рентгенологических значений угла TO второго пальца у пациентов двух групп через 1 месяц и через 1 год после операции. Через 1 месяц после операции определены статистически значимые отличия. У пациентов группы клинического сравнения значения угла TO были статистически значимо выше, чем у пациентов основной группы (Таблица 15).

Таблица 15 – Сравнение рентгенологических параметров угла тыльного отклонения второго пальца стопы через 1 месяц после операции у пациентов основной группы и группы клинического сравнения

Показатели (градусы)	Группы пациентов ($n = 76$)		p
	Основная группа ($n = 36$)	Группа клинического сравнения ($n = 40$)	
Боковая проекция			
Угол ТО второго пальца	$20,67 \pm 4,89^*$	$40,2 \pm 9,73$	$< 0,01$

Примечание: критерий Манна – Уитни; p – статистическая значимость различий;

* – $p < 0,05$

Через 1 год после операции в группе клинического сравнения значения угла ТО оставались статистически значимо более высокими, чем в основной группе. Кроме того, величина достигнутой коррекции угла тыльного отклонения второго пальца была статистически значимо меньше у пациентов группы клинического сравнения (Таблица 16).

Таблица 16 – Сравнение рентгенологических параметров угла тыльного отклонения и величины достигнутой коррекции разгибания второго пальца стопы через 1 год после операции у пациентов основной группы и группы клинического сравнения

Показатели (градусы)	Группы пациентов ($n = 76$)		p
	Основная группа ($n = 36$)	Группа клинического сравнения ($n = 40$)	
Угол ТО второго пальца	$18,66 \pm 4,88^*$	$38 \pm 9,69$	$< 0,01$
Величина достигнутой коррекции угла ТО	$40,17 \pm 2,32^*$	$18,67 \pm 3,27$	$< 0,01$

Примечание: критерий Манна – Уитни; p – статистическая значимость различий;

* – $p < 0,05$

Полученные на основании рентгенологического исследования статистически значимо меньшие значения угла тыльного отклонения второго пальца

и статистически значимо большая величина достигнутой коррекции угла ТО у пациентов основной группы через 1 год после операции явились доказательством больших репозиционных возможностей и эффективности разработанного хирургического метода лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы.

5.1.3 Сравнительная оценка неблагоприятных исходов хирургического лечения пациентов основной группы и группы клинического сравнения

При хирургическом лечении пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, в основной группе и группе клинического сравнения за 1 год наблюдения не было выявлено инфекционных и тромбоэмболических осложнений, формирования несращений, ложных суставов. Послеоперационные раны на оперированной стопе во всех случаях зажили первичным натяжением. Было достигнуто удовлетворительное сращение остеотомированных первой и второй плюсневой кости, проксимальных фаланг первого и второго пальцев стопы. Не было отмечено случаев рецидива hallux valgus и молоткообразной деформации второго пальца стопы.

В обеих группах нами были выделены следующие послеоперационные неблагоприятные исходы: остаточная деформация второго пальца стопы, тугоподвижность во втором плюснефаланговом суставе, переходная метатарзалгия (Таблица 17).

Таблица 17 – Послеоперационные неблагоприятные исходы у пациентов основной группы и группы клинического сравнения

Неблагоприятные исходы	Группы пациентов ($n = 76$)		p
	Основная группа ($n = 36$)	Группа клинического сравнения ($n = 40$)	
Остаточная деформация второго пальца, n (%)	1 (2,8)*	12 (30)	0,002
Тугоподвижность во втором ПФС, n (%)	3 (8,3)*	11 (27,5)	0,034
Переходная метатарзалгия, n (%)	2 (5,6)	3 (7,5)	$> 0,05$

Примечание: критерий Манна – Уитни; p – статистическая значимость различий;

* – $p < 0,05$

Наиболее часто встречающимся неблагоприятным исходом, который повлиял на результат хирургического лечения, явилось образование остаточной деформации второго пальца стопы, клинически проявляющееся избыточным разгибанием пальца, его возвышенным положением и отсутствием контакта с опорной поверхностью. В группе клинического сравнения это осложнение встречалось у 30 % пациентов, что было обусловлено недостаточными репозиционными возможностями остеотомии по Helal, составляющими в среднем $18,67 \pm 3,27$ градуса. При исходно больших значениях угла тыльного отклонения второго пальца, превышающих 40 градусов, не удаётся добиться полной коррекции избыточного разгибания пальца и возрастает вероятность возникновения остаточной деформации. В основной группе остаточная деформация была выявлена у одного пациента (2,8 %). При анализе данного случая было установлено, что причиной осложнения стало использование недостаточного количества аутокости для внедрения в зону остеотомии проксимальной фаланги второго пальца, что не позволило опустить палец к подошвенной поверхности и устранить его избыточное разгибание. Статистически значимое уменьшение случаев остаточной деформации в основной группе стало возможным благодаря лучшим репозиционным возможностям ($40,17 \pm 2,32$ градуса), которыми обладает разработанный хирургический метод.

Тугоподвижность во втором ПФС встречалась чаще (в 27,5 %) в группе клинического сравнения. Развитие тугоподвижности у пациентов данной группы связано с выполнением дистальной метафизарной остеотомии по Helal в зоне второго плюснефалангового сустава, что является для сустава травматичным вмешательством и приводит к образованию рубцов. У пациентов основной группы удалось статистически значимо уменьшить количество случаев тугоподвижности во втором ПФС до 8,3 % путём выполнения остеотомии второй плюсневой кости в зоне диафиза, не травмируя плюснефаланговый сустав. Три случая осложнения в данной группе, вероятно, связаны с выполнением тыльного доступа через ПФС для проведения остеотомии проксимальной фаланги второго пальца.

В обеих группах пациентов в равной степени имело место развитие переходной метатарзалгии, которая проявлялась болезненностью при пальпации

и болью при ходьбе на подошвенной поверхности стопы под головкой третьей плюсневой кости (основная группа – 2 случая, группа клинического сравнения – 3 случая). Для анализа случаев переходных метатарзалгий всем пяти пациентам было проведено дополнительное рентгенологическое исследование по разработанной в ИНЦХТ технологии [42], которое позволило определить взаимное расположение головок плюсневых костей, и установить, что головка третьей плюсневой кости расположена ниже головок второй и четвертой плюсневой кости. После выполнения остеотомии Helal и разработанной диафизарной остеотомии головка второй плюсневой кости оказалась значительно выше головки третьей плюсневой кости, на которую перераспределилась (перешла) нагрузка веса тела, что способствовало развитию переходной метатарзалгии под головкой третьей плюсневой кости.

На представленной послеоперационной рентгенограмме в прямой проекции пациентки М. из основной группы соотношение длин всех плюсневых костей удовлетворительное, парабола Лельевра сохранена (Рисунок 17).



Рисунок 17 – Рентгенограмма правой стопы пациентки М. через 3 месяца после операции, прямая проекция

На дополнительной рентгенограмме было определено более низкое расположение головки третьей плюсневой кости относительно головок рядом расположенных второй и четвертой плюсневой кости (Рисунок 18).



Рисунок 18 – Рентгенограмма правой стопы пациентки М. через 3 месяца после операции, дополнительная проекция

Из полученных данных был сделан вывод, что вероятной причиной развития переходной метатарзалгии явилось перераспределение нагрузки на головку и подголовчатое пространство третьей плюсневой кости, связанное с её более низким расположением после выполненного оперативного лечения.

Таким образом, проведённый сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с *hallux valgus*, в двух группах показал статистически значимо большую эффективность и преимущества разработанного хирургического метода. Использование разработанного метода лечения позволило добиться значимого улучшения клинично-функциональных и рентгенологических показателей, получить на 34,7 % больше отличных и хороших результатов

коррекции деформации второго пальца, на 27,2 % уменьшить количество случаев остаточной деформации. Преимуществом разработанного метода являются его лучшие репозиционные возможности по коррекции избыточного разгибания второго пальца, которые на 21,47 градуса превышают репозиционные возможности остеотомии по Hehal.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из видов статических деформаций переднего отдела стопы является молоткообразная деформация малых пальцев, возникающая на фоне поперечного плоскостопия, вальгусного отклонения первого пальца (*hallux valgus*) и требующая проведения оперативного лечения [11, 13, 14, 29, 61, 64, 71, 106]. Молоткообразная деформация пальцев стопы может формироваться изолированно, или как следствие *hallux valgus*, то есть иметь сопряжённый характер [46, 53, 133]. Наиболее часто *hallux valgus* встречается в сочетании с молоткообразной деформацией второго пальца, что составляет 64,3 % случаев [15, 76]. Деформация и функциональная недостаточность первого пальца (*hallux valgus*) приводит к перераспределению нагрузки весом тела с головки первой плюсневой кости на головку второй плюсневой кости [16, 102], возникает дислокация пальца во втором плюснефаланговом суставе и деформация второго пальца стопы [53, 58]. Избыточное давление на головку плюсневой кости и мягкие ткани подголовчатого пространства является важным патогенетическим звеном формирования молоткообразной деформации.

Наличие деформации первого и второго пальца является ещё большим источником серьёзных физических и моральных страданий пациентов, чем изолированная деформация. Болевой синдром в переднем отделе стопы, косметический дефект, проблемы с подбором обуви, болезненные гиперкератозы в зонах деформаций, малоподвижный образ жизни, психоэмоциональное напряжение значительно ухудшают качество жизни [30, 90].

Хирургическое лечение пациентов с молоткообразной деформацией пальцев стопы, сопряжённой с *hallux valgus*, должно включать патогенетические методы, которые способствуют нормальному распределению нагрузки на головки плюсневых костей. Обоснованным с этой точки зрения является применение открытых дистальных остеотомий плюсневых костей по Weil и по Helal с фиксацией костных фрагментов, которые позволяют выполнить управляемую коррекцию молоткообразной деформации, уменьшить давление на головки

плюсневых костей и подголовчатые пространства [9, 21, 51, 52, 56, 65, 72, 136]. Однако использование остеотомии по Weil и по Helal может привести к возникновению послеоперационных неблагоприятных исходов или неудач в виде рецидива деформации, остаточных деформаций, переходной метатарзалгии, контрактуры суставов пальца и других, причиной которых могут служить недостатки данных методов [20, 51, 56, 73, 88]. Одним из недостатков выполнения дистальных остеотомий по Weil и Helal является необходимое травматичное внутрисуставное вмешательство на плюснефаланговом суставе с релизом капсульно-связочного аппарата. В результате этого образуются рубцовые изменения, контрактуры или тугоподвижность в плюснефаланговых суставах у 20–22,5 % пациентов [20, 51].

Неудовлетворённость пациентов с молоткообразной деформацией пальцев стопы результатами хирургических вмешательств достигает 22 % [128], что во многом обусловлено наличием послеоперационных остаточных деформаций. Наибольшее количество остаточных деформаций в виде избыточного разгибания пальца в плюснефаланговом суставе и нарушения его контакта с опорной поверхностью, или «плавающего пальца», образуется при выполнении Weil-остеотомии, и может достигать 20–50 % случаев [73, 88]. Применение остеотомии по Helal позволяет получить меньшее количество неудач, чем при остеотомии по Weil [51]. Имеются данные о том, что образование остаточной деформации после остеотомии плюсневой кости может быть связано с наличием значительной исходной величины переразгибания пальца в плюснефаланговом суставе [56, 78].

Распространённость изучаемой патологии и неблагоприятные исходы хирургического лечения обусловили потребность в усовершенствовании методов коррекции молоткообразной деформации второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, что позволит снизить частоту образования остаточной деформации и улучшить результаты лечения.

Соответственно, цель работы состояла в улучшении результатов хирургического лечения пациентов с молоткообразной деформацией второго

пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, посредством разработки нового оперативного метода.

Работа основана на анализе результатов обследования и лечения 76 пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, в травматолого-ортопедическом отделении № 2 Иркутского научного центра хирургии и травматологии. 97,4 % пациентов были женщины в возрасте от 36 до 73 лет. Пациентов беспокоило наличие деформации первого и второго пальца, боли в переднем отделе стопы, ограничение движений в суставах деформированных пальцев, натоптыши в зоне деформаций на подошвенной поверхности и тыле стопы, трудности при выборе и ношении обычной обуви.

В предоперационном периоде и в процессе лечения пациентам выполнялись клиничко-функциональные, рентгенологические исследования, интраоперационные измерения и фотосъёмка. При клиническом обследовании оценивали вид деформации, наличие гиперкератозов, движения в суставах пальцев стопы и функциональное состояние стоп. При рентгенологическом обследовании производили расчёты углов: M1P1, M1M2, M1M5, угол тыльного отклонения (ТО) второго пальца, величины достигнутой коррекции угла ТО, или репозиционные возможности метода.

Всем пациентам коррекция деформации первого пальца проводилась с использованием разработанного в ИНЦХТ метода, включающего выполнение корригирующей остеотомии первой плюсневой кости и основной фаланги первого пальца стопы [18].

По методу коррекции деформации второго пальца стопы пациенты были разделены на две группы: основную группу и группу клинического сравнения. В группу клинического сравнения вошли 40 пациентов – 1 мужчина (2,8 %), 39 женщин (97,2 %), средний возраст – $55,33 \pm 14,25$ года, у которых использовалась дистальная метафизарная остеотомия второй плюсневой кости по Nelal с фиксацией фрагментов винтом. В основную группу вошли 36 пациентов – 1 мужчина (2,5 %), 35 женщин (97,5 %), средний возраст – $56,5 \pm 12,85$ года, где коррекция молоткообразной деформации была выполнена

по разработанному методу, включающему последовательное выполнение корригирующих остеотомий второй плюсневой кости и проксимальной фаланги второго пальца стопы.

Пациенты двух исследуемых групп были сопоставимы по таким показателям, как возраст, пол, тип эластичности стопы, степень деформации первого и второго пальца, клинико-рентгенологические параметры ($p > 0,05$).

Клиническое и рентгенологическое обследование пациентов производили в следующие сроки: до операции, через 1 месяц после операции и через 1 год после хирургического вмешательства. Контролировали и оценивали заживление послеоперационных ран, достижение коррекции деформаций пальцев стопы, консолидацию остеотомированных костных фрагментов, стабильность их фиксации, потерю коррекции деформации, движения в суставах первого и второго пальцев стопы, возможность ношения обычной обуви. Оценку конечного результата проведённого лечения пациентов в обеих группах проводили по данным клинико-функциональных, рентгенологических и статистических исследований через 1 год с момента операции.

Первым этапом нами был проведён ретроспективный анализ результатов лечения 40 пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, вошедших в группу клинического сравнения, у которых коррекция hallux valgus выполнялась по технологии, разработанной в ИНЦХТ, а при коррекции деформации второго пальца был использован известный метод, включающий выполнение дистальной метафизарной остеотомии второй плюсневой кости, смещение её дистального фрагмента к тылу стопы, фиксацию фрагментов плюсневой кости канюлированным винтом (остеотомия по Helal).

Деформация первого пальца стопы у пациентов группы клинического сравнения соответствовала третьей (тяжёлой) степени. В результате проведённой операции на первом луче было достигнуто полное устранение вальгусного отклонения первого пальца. Через год после операции установлено отсутствие

рецидива деформации, пациенты были удовлетворены косметическим и клинико-функциональным результатом коррекции hallux valgus.

Для оценки результатов коррекции деформации второго пальца проводили анализ клинико-функционального состояния стопы пациентов по шкале-опроснику AOFAS до операции и через 1 год после операции. Балльная оценка клинико-функциональных показателей по AOFAS позволила определить эффективность использования остеотомии по Helal у пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы. Через год после операции была достигнута статистически значимая положительная динамика по таким показателям, как «болевого синдрома», «требование к обуви», «объём движений в плюснефаланговом суставе оперированного пальца», «стабильность плюснефалангового сустава», «мозоль в области плюснефалангового и межфалангового сустава», «оценка адаптации сегмента к плоской поверхности». Среднее количество баллов по шкале AOFAS статистически значимо увеличилось с $41,50 \pm 5,96$ перед операцией до $64,83 \pm 21,08$ через 1 год после операции ($p < 0,01$). Отличные функциональные результаты были получены у 8 пациентов (20 %), хорошие – у 17 (42,5 %), удовлетворительные – у 13 (32,5 %), плохие – у 2 (5 %). В результате применения остеотомии по Helal были достигнуты отличные и хорошие клинико-функциональные результаты в 62,5 % случаев. Через год после операции у 13 пациентов (32,5 %) сохранялся умеренный непостоянный болевой синдром в области второго пальца. Ограничение физической активности, превышающей повседневную, определялось у 26 пациентов (65 %). Четырнадцать пациентов (35 %) после оперативного лечения могли носить только специальную обувь. Движения во втором ПФС были умеренно ограничены в пределах 30–74 градусов у 18 пациентов (45 %), при пассивных движениях у 11 (27,5 %) из них определялась тугоподвижность, как ощущение препятствий при сгибании и разгибании в суставе. Нестабильность в ПФС не выявлена. Болезненные гиперкератозы сохранялись у 16 пациентов (40 %): над ПМФС – у 11 пациентов (27,5 %), под головкой второй плюсневой кости – у 5 пациентов (12,5 %). У 18 пациентов (45 %) имелось нарушение адаптации второго пальца

к поверхности опоры. Среди них у 12 пациентов (30 %) было выявлено грубое снижение опороспособности и образование остаточной деформации второго пальца, которое клинически проявлялось при визуальном осмотре в положении стоя избыточным разгибанием второго пальца в ПФС и его возвышенным положением относительно первого и третьего пальцев, а также полным отсутствием контакта пальца с поверхностью опоры. Все пациенты с послеоперационной остаточной деформацией были неудовлетворены результатом коррекции молоткообразной деформации второго пальца стопы.

У трёх пациентов после операции развилась переходная метатарзалгия, которая проявлялась локальной болезненностью на подошвенной поверхности под головкой третьей плюсневой кости и болью при ходьбе.

Всем пациентам группы клинического сравнения было проведено контрольное рентгенологическое исследование стопы через 1 месяц после операции, которое позволяло принять решение о снятии ортопедического ботинка и возможности осуществления полной нагрузки на оперированную стопу. На рентгенограммах стоп не было выявлено смещения остеотомированных костных фрагментов первой и второй плюсневых костей, проксимальных фаланг первого и второго пальцев стопы, определена удовлетворительная консолидация фрагментов, отсутствие миграции фиксирующих винтов. Также были рассчитаны значения углов: угла вальгусного отклонения первого пальца (M1P1), угла варусного отклонения первой плюсневой кости (M1M2), межплюсневого угла (M1M5), которые отражают достижение коррекции деформации первого пальца и поперечного плоскостопия. При оценке результатов коррекции деформации второго пальца важным явилась оценка параметров угла тыльного отклонения (ТО), который определяли на рентгенограмме в боковой проекции, как угол между осями второй плюсневой кости и проксимальной фаланги второго пальца. На рентгенограмме в прямой проекции определяли достижение коррекции углов M1P1, M1M2, M1M5, на рентгенограмме в боковой проекции – угла ТО второго пальца.

Несмотря на достижение статистически значимой коррекции углов деформации первого и второго пальцев стопы через один месяц после операции не представлялось возможным говорить о достижении коррекции деформации, отсутствии потери коррекции, рецидива и остаточной деформации, так как пациенты в течение месяца после операции передвигаются без нагрузки на передний отдел стопы (в ортопедических ботинках), и рентгенологическое исследование выполняется без полной нагрузки на оперированную стопу. По данным рентгенологического исследования на сроке 1 месяц после операции пациентам была рекомендована ходьба без ортопедического ботинка с полной нагрузкой на всю стопу.

Окончательный результат лечения пациентов группы клинического сравнения был оценён через 1 год после операции. Оперативное лечение деформации первого пальца позволило нормализовать рентгенологические параметры. Величины углов M1P1, M1M2, M1M5 через год после операции статистически значимо уменьшились по сравнению с дооперационными значениями и находились в пределах нормальных значений, что явилось подтверждением достижения коррекции hallux valgus, улучшения состояния поперечного свода стопы и отсутствия рецидивов деформации через год после операции.

Оценка коррекции угла тыльного отклонения (ТО) второго пальца до операции и через 1 год после вмешательства показала статистически значимое уменьшение величины угла с $56,67 \pm 7,53$ до $38 \pm 9,69$ градуса. Полученные значения угла ТО второго пальца до операции и через 1 год после неё позволили определить величину достигнутой коррекции угла ТО и таким образом рассчитать репозиционные возможности остеотомии по Helal по устранению избыточного разгибания второго пальца в ПФС, которые составили в среднем $18,67 \pm 3,27$ градуса. Образование остаточной деформации второго пальца у 30 % пациентов обусловило поиск возможной причины развития данного неблагоприятного исхода. Для этого пациенты группы клинического сравнения условно были разделены на группу с наличием остаточной деформации второго

пальца и группу с её отсутствием. При проведении анализа значений угла ТО второго пальца до и после операции была выявлена статистически значимая разница параметров угла у пациентов двух групп. Как до операции, так и через 1 год после неё среднее значение угла ТО было статистически значимо выше у пациентов с остаточной деформацией.

Полученные расчёты показали, что образование остаточной деформации связано с исходной величиной угла ТО второго пальца. Учитывая исходные значения угла ТО у пациентов с остаточной деформацией, которые находились в пределах от 40 до 68 градусов, нами была выдвинута гипотеза, что величина угла ТО второго пальца более 40 градусов является фактором риска образования остаточной деформации. Использование критерия χ^2 позволило установить статистически значимую связь между исходным параметром угла ТО более 40 градусов и случаями остаточной деформации второго пальца ($\chi^2_{\text{эмп}} = 9,8$; $p < 0,05$). Для количественной оценки выявленной связи был применён статистический показатель – отношение шансов (ОШ), и было установлено, что у пациентов с величиной угла ТО более 40 градусов вероятность образования послеоперационной остаточной деформации в 9,5 раза выше, чем у пациентов с меньшими значениями угла.

Рентгенологическое исследование стоп у пациентов группы клинического сравнения позволило определить репозиционные возможности остеотомии по Nelal по коррекции избыточного разгибания второго пальца, составляющие $18,67 \pm 3,27$ градуса, а также установить высокую вероятность образования послеоперационной остаточной деформации второго пальца стопы при исходной величине угла ТО > 40 градусов.

Таким образом, в результате проведённого анализа было выявлено, что использование остеотомии по Nelal позволяет устранить молоткообразную деформацию второго пальца стопы у 70 % пациентов, получить хорошие и отличные функциональные результаты у 62,5 % пациентов, может привести к неблагоприятным исходам в виде образования остаточной деформации второго пальца в 30 % случаев и тугоподвижности во втором плюснефаланговом суставе

в 27,5 % случаев. Одной из основных причин остаточной деформации второго пальца стопы служит недостаточная коррекция угла тыльного отклонения второго пальца в ходе оперативного вмешательства. Репозиционные возможности остеотомии по Helal, которые составляют в среднем $18,67 \pm 3,27$ градуса, не позволяют добиться полной коррекции избыточного разгибания второго пальца при исходно больших значениях угла тыльного отклонения, превышающих 40 градусов. Наличие у пациента исходной величины угла ТО более 40 градусов увеличивает вероятность возникновения послеоперационной остаточной деформации второго пальца стопы в 9,5 раза.

Полученные результаты лечения пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, обусловили необходимость разработки нового хирургического метода, позволяющего выполнить оптимальную коррекцию избыточного разгибания второго пальца, снизить вероятность образования остаточной деформации, тугоподвижности во втором плюснефаланговом суставе и повысить эффективность лечения.

Были проанализированы неблагоприятные исходы хирургического лечения пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы и обосновано применение нового оперативного метода. При использовании остеотомии по Helal для коррекции деформации второго пальца у 27,5 % пациентов определялась тугоподвижность во втором плюснефаланговом суставе. Данная остеотомия плюсневой кости относится к дистальным метафизарным остеотомиям, выполнение которых включает травматичное внутрисуставное вмешательство на плюснефаланговом суставе с релизом капсульно-связочного аппарата. Это, вероятно, приводит к избыточному образованию рубцов в области сустава и тугоподвижности. Учитывая вышеизложенные данные, обоснованным, на наш взгляд, является выполнение остеотомии второй плюсневой кости в зоне диафиза, что позволит уменьшить риск развития тугоподвижности в плюснефаланговом суставе.

Неблагоприятным исходом, который влияет на результат хирургического лечения, является образование остаточной деформации второго пальца стопы,

клинически проявляющейся избыточным разгибанием пальца, его возвышенным положением и отсутствием контакта с опорной поверхностью. В группе клинического сравнения остаточная деформация встречалась у 30 % пациентов, у которых исходная величина угла тыльного отклонения второго пальца превышала 40 градусов. При больших значениях угла ТО репозиционные возможности остеотомии по Helal, составляющие в среднем $18,67 \pm 3,27$ градуса, являются недостаточными для коррекции избыточного разгибания пальца. Наличие у пациентов с молоткообразной деформацией исходной величины угла тыльного отклонения второго пальца больше 40 градусов обуславливает необходимость применения дополнительного вмешательства, которое позволит уменьшить риск образования остаточной деформации. Обоснованным в данном случае является выполнение остеотомии основания проксимальной фаланги второго пальца с сохранением подошвенной кортикальной пластинки, расклинивание костных фрагментов и внедрение между ними костного трансплантата. Этот вариант остеотомии позволяет опустить второй палец к подошвенной поверхности, устранить его избыточное разгибание.

Учитывая вышеизложенные данные, был разработан метод хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы [37], утверждены методические рекомендации по применению новой медицинской технологии (ISBN 978-5-98277-376-0).

Разработанный метод включает следующие этапы. После выполнения проекционного разреза от основания второго пальца до дистальной трети второй плюсневой кости осуществляется доступ к дистальной части плюсневой кости. Первым этапом производят остеотомию плюсневой кости в диафизарной части; запил выполняется, отступив 20 мм от края хряща головки плюсневой кости. Полотно пилы направляют дистально от тыльной к подошвенной поверхности под углом 45 градусов. Дистальный фрагмент плюсневой кости перемещают к тылу стопы на 3 мм, далее выполняют фиксацию канюлированным винтом.

После этого хирург на операционном столе надавливает ладонью на головки всех плюсневых костей с подошвенной поверхности стопы до выпрямления

пальцев, тем самым выявляется остаточное переразгибание второго пальца относительно других пальцев стопы. В таком положении, при помощи спицы и транспортира, проводилось измерение угла тыльного отклонения второго пальца, определяемого между осями дистального фрагмента плюсневой кости и проксимальной фаланги второго пальца.

Вторым этапом выполняют остеотомию проксимальной фаланги пальца. Распил производят, отступив 5 мм от основания проксимальной фаланги, параллельно его плоскости, с тыльной поверхности до подошвенной кортикальной пластинки, сохраняя её целостность.

Далее расклинивают зону остеотомии до получения угла между костными фрагментами, равного углу ТО второго пальца. В полученное между фрагментами пространство плотно размещают заранее сформированные костные фрагменты аутокости, полученной при коррекции деформации первого пальца. Фиксацию костных фрагментов проксимальной фаланги не производят.

Разработанный метод хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы, включающий последовательное выполнение диафизарной остеотомии второй плюсневой кости и остеотомии проксимальной фаланги второго пальца с расклиниванием её фрагментов и размещением в свободную зону аутокости, является патогенетически обоснованным, так как позволяет сместить к тылу головку второй плюсневой кости, укоротить вторую плюсневую кость, выпрямить и опустить второй палец к подошвенной поверхности.

Разработанный метод был использован при лечении 36 пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, которые вошли в основную группу. Коррекция hallux valgus проводилась по технологии ИНЦХТ, как у пациентов группы клинического сравнения. Все пациенты были удовлетворены результатом коррекции hallux valgus.

Деформация второго пальца стопы у всех 36 пациентов исходно являлась молоткообразной, нефиксированной в проксимальном межфаланговом суставе, рентгенологическое значение угла ТО второго пальца составило более 40 градусов.

При анализе полученных результатов использования разработанного метода по шкале AOFAS у пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы основной группы было отмечено статистически значимое улучшение практически всех клинико-функциональных показателей через год после операции. Было определено статистически значимое увеличение среднего количества баллов с $42,33 \pm 8,41$ перед операцией до $92 \pm 10,29$ через 1 год после операции, что говорило о значительном улучшении функционального результата. В 44,4 % случаев (16 пациентов) были получены отличные функциональные результаты, в 52,8 % (19 пациентов) – хорошие, в 2,8 % (1 пациент) – удовлетворительные. Использование разработанного метода лечения позволило достигнуть отличных и хороших функциональных результатов в 97,2 % случаев.

Применение разработанного метода лечения позволило выполнить коррекцию молоткообразной деформации второго пальца у всех пациентов основной группы. Через год после операции не было отмечено рецидивов. Умеренный болевой синдром сохранялся у 6 пациентов (16,7 %) в области ПФС, что можно было связать с артрозными изменениями и контрактурой сустава. Ограничение физической активности при избыточной нагрузке отмечалось у 11 пациентов (30,6 %). Пять пациентов (13,9 %) беспокоило умеренное ограничение движений во втором ПФС и тугоподвижность у трёх из них (8,3 %), гиперкератозы над ПМФС. Из пяти пациентов с нарушением адаптации пальца у четырёх имелся недостаточно плотный контакт второго пальца с поверхностью опоры, у одного пациента диагностирована остаточная деформация, что явилось причиной неудовлетворённости пациента полученным результатом и необходимостью ношения специальной обуви. У двух пациентов в послеоперационном периоде наблюдалось развитие переходной метатарзалгии под головкой третьей плюсневой кости.

Через 1 месяц после операции было установлено статистически значимое достижение коррекции всех интересующих углов и была рекомендована ходьба с полной нагрузкой.

При рентгенологическом обследовании через 1 год после операции у пациентов основной группы значения углов M1P1, M1M2, M1M5 соответствовали норме, это указывало на достижение коррекции вальгусной деформации первого пальца, а также коррекции поперечного плоскостопия. Выявлено статистически значимое уменьшение величины угла тыльного отклонения второго пальца стопы, который через год после оперативного лечения составил в среднем $18,66 \pm 4,88$ градуса. Также была рассчитана величина достигнутой коррекции угла TO, отражающая репозиционные возможности разработанного метода по устранению избыточного разгибания второго пальца, которые составили в среднем $40,17 \pm 2,32$ градуса.

Таким образом, применение разработанного метода, включающего последовательное выполнение остеотомии второй плюсневой кости и проксимальной фаланги второго пальца, репозиционные возможности которого составляют в среднем $40,17 \pm 2,32$ градуса, позволило устранить молоткообразную деформацию второго пальца, исправить избыточное разгибание второго пальца у пациентов с исходной величиной угла TO более 40 градусов, получить хорошие и отличные результаты в 97,2 % случаев, минимальное количество остаточной деформации, составившее 2,8 %.

Для определения эффективности использования разработанного метода был проведён сравнительный анализ результатов лечения пациентов основной группы и группы клинического сравнения.

В результате применения у пациентов двух групп одного метода лечения hallux valgus, включающего выполнение корригирующих остеотомий первой плюсневой кости и проксимальной фаланги первого пальца, удалось устранить деформацию первого пальца стопы, избежать потери коррекции и рецидивов, улучшить состояние поперечного свода стопы у всех пациентов. При анализе показателей коррекции деформации первого пальца не было выявлено статистически значимых различий между группами. Все пациенты были удовлетворены результатами лечения hallux valgus.

Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов коррекции молоткообразной деформации второго пальца стопы в двух группах позволил определить эффективность разработанного метода.

Сравнительная оценка количества баллов по шкале-опроснику AOFAS у пациентов двух групп показала, что использование разработанного метода позволяет получить статистически значимо лучшие клинико-функциональные результаты. Суммарное количество баллов было статистически значимо больше у пациентов основной группы ($92 \pm 10,29$), чем у пациентов группы клинического сравнения ($64,83 \pm 21,08$) ($p < 0,01$). У пациентов основной группы было получено на 34,7 % больше отличных и хороших клинико-функциональных результатов коррекции деформации второго пальца стопы, чем в группе клинического сравнения (97,2 % – в основной группе, 62,5 % – в группе клинического сравнения, $p = 0,001$).

Применение разработанного метода лечения позволило повысить физическую активность, при этом статистически значимо большее количество пациентов основной группы (69,4 %) после операции не имели ограничений активности. Увеличилась возможность перейти к ношению модельной и обычной обуви, и статистически значимо меньше пациентов нуждались в специальной обуви. В основной группе было достигнуто уменьшение количества контрактур (до 13,9 %) и тугоподвижности (до 8,3 %) во втором плюснефаланговом суставе, гиперкератозов в области суставов второго пальца. В результате применения разработанного метода в статистически значимо большем количестве случаев (86,1 %) удалось полностью восстановить опороспособность второго пальца стопы. У пациентов обеих групп определялась редкая умеренная боль в области второго ПФС, связанная с артрозом сустава и с наличием сохранившихся гиперкератозов.

Количество случаев послеоперационной остаточной деформации при использовании разработанного метода стало статистически значимо меньшим (2,8 %), чем после применения остеотомии по Helal (30 %) ($p = 0,002$), что способствовало повышению удовлетворённости пациентов результатом коррекции деформации второго пальца стопы.

Проведённый сравнительный анализ рентгенологических параметров показал, что значения углов M1P1, M1M2, M1M5 у пациентов основной группы и группы клинического сравнения оставались в пределах нормы и также статистически значимо не отличались. Это является подтверждением эффективности используемого одного метода лечения, позволяющего полностью устранить hallux valgus без потери коррекции и рецидива деформации первого пальца, улучшить состояние поперечного свода стопы.

Рентгенологические значения угла ТО второго пальца у пациентов группы клинического сравнения были статистически значимо выше ($38 \pm 9,69$ градуса), чем у пациентов основной группы ($18,66 \pm 4,88$ градуса) ($p < 0,01$). Величина достигнутой коррекции угла тыльного отклонения второго пальца была статистически значимо меньше у пациентов группы клинического сравнения.

Полученные на основании рентгенологического исследования статистически значимо меньшие значения угла тыльного отклонения второго пальца и статистически значимо большая величина достигнутой коррекции угла ТО у пациентов основной группы через 1 год после операции явились доказательством больших репозиционных возможностей и эффективности разработанного хирургического метода лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы.

При хирургическом лечении пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, в основной группе и группе клинического сравнения за 1 год наблюдения не было выявлено инфекционных и тромбоэмболических осложнений, формирования несращений, ложных суставов. Послеоперационные раны на оперированной стопе во всех случаях зажили первичным натяжением. Было достигнуто удовлетворительное сращение остеотомированных первой и второй плюсневой кости, проксимальных фаланг первого и второго пальцев стопы. Не было отмечено случаев рецидива hallux valgus и молоткообразной деформации второго пальца стопы.

В обеих группах нами были выделены следующие послеоперационные неблагоприятные исходы: остаточная деформация второго пальца стопы,

тугоподвижность во втором плюснефаланговом суставе, переходная метатарзалгия. Наиболее часто встречающимся неблагоприятным исходом, которое повлияло на результат хирургического лечения, явилось образование остаточной деформации второго пальца стопы, клинически проявляющееся избыточным разгибанием пальца, его возвышенным положением и отсутствием контакта с опорной поверхностью. В группе клинического сравнения это осложнение встречалось у 30 % пациентов, что было обусловлено недостаточными репозиционными возможностями остеотомии по Helal, составляющими в среднем $18,67 \pm 3,27$ градуса. При исходно больших значениях угла тыльного отклонения второго пальца, превышающих 40 градусов, не удаётся добиться полной коррекции избыточного разгибания пальца и возрастает вероятность возникновения остаточной деформации. В основной группе остаточная деформация была выявлена у одного пациента (2,8 %). При анализе данного случая было установлено, что причиной осложнения стало использование недостаточного количества аутокости для внедрения в зону остеотомии проксимальной фаланги второго пальца, что не позволило опустить палец к подошвенной поверхности и устранить его избыточное разгибание. Статистически значимое уменьшение случаев остаточной деформации в основной группе стало возможным благодаря лучшим репозиционным возможностям ($40,17 \pm 2,32$ градуса), которыми обладает разработанный хирургический метод.

Тугоподвижность во втором ПФС встречалась чаще (в 27,5 %) в группе клинического сравнения. Развитие тугоподвижности у пациентов данной группы связано с выполнением дистальной метафизарной остеотомии по Helal в зоне второго плюснефалангового сустава, что является для сустава травматичным вмешательством и приводит к образованию рубцов. У пациентов основной группы удалось статистически значимо уменьшить количество случаев тугоподвижности во втором ПФС до 8,3 % путём выполнения остеотомии второй плюсневой кости в зоне диафиза, не травмируя плюснефаланговый сустав. Три случая осложнения в данной группе вероятно связаны с выполнением тыльного доступа через ПФС для проведения остеотомии проксимальной фаланги второго пальца.

В обеих группах пациентов в равной степени имело место развитие переходной метатарзалгии, которая проявлялась болезненностью при пальпации и болью при ходьбе на подошвенной поверхности стопы под головкой третьей плюсневой кости (основная группа – 2 случая, группа клинического сравнения – 3 случая). Для анализа случаев переходных метатарзалгий всем пяти пациентам было проведено дополнительное рентгенологическое исследование по разработанной в ИНЦХТ технологии [43], которое позволило определить взаимное расположение головок плюсневых костей, и установить, что головка третьей плюсневой кости расположена ниже головок второй и четвертой плюсневой кости. После выполнения остеотомии по Helal и разработанной диафизарной остеотомии головка второй плюсневой кости оказалась значительно выше головки третьей плюсневой кости, на которую перераспределилась (перешла) нагрузка веса тела, что способствовало развитию переходной метатарзалгии под головкой третьей плюсневой кости.

Таким образом, проведённый сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с *hallux valgus*, в двух группах показал статистически значимо большую эффективность и преимущества разработанного хирургического метода. Использование разработанного метода лечения позволило добиться значимого улучшения клинико-функциональных и рентгенологических показателей, получить на 34,7 % больше отличных и хороших результатов коррекции деформации второго пальца, на 27,2 % уменьшить количество случаев остаточной деформации. Преимуществом разработанного метода являются его лучшие репозиционные возможности по коррекции избыточного разгибания второго пальца, которые на 21,47 градуса превышают репозиционные возможности остеотомии по Helal.

ВЫВОДЫ

1. Использование остеотомии по Helal при лечении молоткообразной деформации второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, у пациентов с исходной величиной угла тыльного отклонения более 40 градусов приводит к образованию остаточной деформации в 30 % случаев, что обусловлено ограниченными репозиционными возможностями метода, составляющими в среднем $18,67 \pm 3,27$ градуса.

2. Разработан метод хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы, включающий последовательное выполнение двух остеотомий, который позволяет исправить избыточное разгибание пальца у пациентов с исходной величиной угла тыльного отклонения второго пальца более 40 градусов посредством репозиционных возможностей, достигающих в среднем $40,17 \pm 2,32$ градуса.

3. Применение разработанного метода у пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, сопряжённой с hallux valgus, позволило достигнуть отличных и хороших функциональных результатов у 97,2 % пациентов, выполнить коррекцию угла тыльного отклонения второго пальца в среднем до $18,66 \pm 4,88$ градуса.

4. Хирургическое лечение пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца, сопряжённой с hallux valgus, проведённое с использованием разработанного метода, по сравнению с остеотомией по Helal, позволило получить на 34,7 % больше отличных и хороших функциональных результатов, уменьшить количество случаев остаточных деформаций на 27,2 %.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При лечении пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, нефиксированной в проксимальном межфаланговом суставе и неригидной в плюснефаланговом суставе, с исходной величиной угла тыльного отклонения второго пальца менее 40 градусов возможно выполнение остеотомии второй плюсневой кости по Helal с фиксацией костных фрагментов канюлированным винтом. Однако рекомендуется проведение остеотомии в зоне диафиза плюсневой кости, отступив от хрящевой части её головки проксимально на 2 см.

2. У пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы при исходных значениях угла тыльного отклонения второго пальца более 40 градусов целесообразно использовать разработанный хирургический метод, включающий последовательное выполнение двух остеотомий: диафизарной остеотомии второй плюсневой кости и остеотомии основания проксимальной фаланги второго пальца с сохранением целостности подошвенной кортикальной пластинки, расклиниванием костных фрагментов и погружением в зону остеотомии костного трансплантата.

3. При планировании тактики лечения пациентов с молоткообразной деформацией второго пальца стопы, с целью снижения риска возникновения переходной метатарзалгии под головкой третьей плюсневой кости, в план обследования необходимо включать выполнение дополнительной рентгенографии стопы, позволяющей определить взаимное положение головок плюсневых костей.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ИНЦХТ – Иркутский научный центр хирургии и травматологии

ПФС – плюснефаланговый сустав

ПМФС – проксимальный межфаланговый сустав

Угол ТО второго пальца – угол тыльного отклонения второго пальца

АOFAS – American Orthopaedic Foot and Ankle Society

DMMO – Distal Metatarsal Minimal Invasive Osteotomy

M1 – первая плюсневая кость

M2 – вторая плюсневая кость

M5 – пятая плюсневая кость

P1 – проксимальная фаланга второго пальца

M1P1 – угол вальгусного отклонения первого пальца

M1M2 – угол варусного отклонения первой плюсневой кости

M1M5 – межплюсневый угол

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алинагиев, Б. Д. *Hallux valgus*: рентгенометрия костей стопы до и после хирургической коррекции / Б. Д. Алинагиев, Ф. А. Теймурханлы // Гений ортопедии. – 2011. – № 1. – С. 48–53.
2. Анатомо-физиологические особенности стопы и причины развития её возрастных изменений / И. П. Пономарева, Е. М. Дьякова, К. А. Сотников [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 7-4. – С. 776–780.
3. Бережной, С. Ю. Чрескожная хирургия центральных статических метатарсалгий / С. Ю. Бережной, И. М. Буриев // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. – 2012. – Т. 7, № 3. – С. 50–53.
4. Бобров, Д. С. Перегрузочная метатарзалгия: патогенез, биомеханика и хирургическое лечение (аналитический обзор литературы) / Д. С. Бобров, Л. Ю. Слиняков, Н. В. Ригин // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2017. – Т. 72, № 1. – С. 53–58. – DOI: 10.15690/vramn756
5. Булатов, А. А. Плоско-вальгусная деформация стоп у взрослых (обзор иностранной литературы) / А. А. Булатов, В. Г. Емельянов, К. С. Михайлов // Травматология и ортопедия России. – 2017. – Т. 23, № 2. – С. 102–114. – DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-2-102-114
6. Возможности функциональной коррекции при статических деформациях стоп / А. Л. Жуликов, И. А. Сучилин, А. С. Харютин [и др.] // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2020. – № 1(73). – С. 51–54. – DOI: 10.19163/1994-9480-2020-1(73)-51-54
7. Гуди, С. М. Хирургическая коррекция фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы: дис. ... канд. мед. наук / Гуди Сергей Михайлович. – Новосибирск, 2020. – 128 с.
8. Дмитриева, А. Ю. Плоскостопие или нет: субъективное восприятие высоты свода стоп среди врачей-ортопедов / А. Ю. Дмитриева, В. М. Кенис, А. В. Сапоговский // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия

детского возраста. – 2020. – Т. 8, Вып. 2. – С. 179–184. – DOI: 10.17816/PTORS21192.

9. Зазирный, И. М. Метатарзалгия: патогенез, биомеханика и хирургическое лечение / И. М. Зазирный, Д. Р. Близнюк-Ходоровский // Травма. – 2020. – Т. 21, № 4. – С. 57–64. – DOI: 10.22141/1608-1706.4.21.2020.213063

10. Истомина, И. С. Современный подход к оперативному лечению поперечного плоскостопия, hallux valgus по методике НИТО / И. С. Истомина, В. И. Кузьмин, А. Н. Левин // VII съезд травматологов-ортопедов России : тез. докл.; 18–20 сентября 2002 г., г. Новосибирск. – Новосибирск, 2002. – Т. 2. – С. 223.

11. Карданов, А. А. Хирургическая коррекция деформаций стопы / А. А. Карданов. – М. : Медпрактика-М, 2016. – 220 с.

12. Кетов, М. С. Суставосберегающий метод хирургического лечения ригидных вывихов пальцев стоп : дис. ... канд. мед. наук / Кетов Максим Станиславович. – М., 2018. – 131 с.

13. Кондрашова, И. А. Клинико-рентгенологические аспекты диагностики hallux valgus и поперечного плоскостопия / И. А. Кондрашова, Н. А. Давлетова, А. Н. Кондрашов // Травма. – 2013. – Т. 14, № 4. – С. 81–86.

14. Корж, Н. А. Современные рентгеноанатомические параметры в диагностике поперечно-распластанной деформации переднего отдела стопы / Н. А. Корж, Д. В. Прозоровский, К. К. Романенко // Травма. – 2009. – Т. 10, № 4. – С. 444–449.

15. Косарева, М. А. Проблемы хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы (обзор литературы) / М. А. Косарева, С. Н. Леонова // Acta Biomedica Scientifica. – 2020. – Т. 5, № 6. – С. 235–242. – DOI: 10.29413/ABS.2020-5.6.30

16. Кузьмина, Ю. О. Выбор метода хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стоп : дис. ... канд. мед. наук / Кузьмина Юлия Олеговна. – М., 2009.

17. Леонова, С. Н. Новый способ хирургической коррекции деформации малых пальцев стопы / С. Н. Леонова, И. В. Усольцев // Политравма. – 2018. – № 4. – С. 51–59.

18. Леонова, С. Н. Способ оперативного лечения вальгусного отклонения первого пальца стопы : медицинская технология / С. Н. Леонова, И. В. Усольцев. – Иркутск : ИНЦХТ, 2016. – 20 с.

19. Леонова, С. Н. Способ хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы: Методические рекомендации по применению новой медицинской технологии / С. Н. Леонова, И. В. Усольцев, М. А. Косарева. – Иркутск : ИНЦХТ, 2022. – 28 с.

20. Лечение синдрома центральной метатарзалгии / В. Н. Черевцов, А. А. Тадж, В. Г. Процко, С. К. Тамоев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2017. – № 7-8. – С. 139–144.

21. Минимально инвазивная техника против открытой хирургии при молоткообразной деформации второго пальца: сравнение результатов / А. А. Шубкина, А. В. Лычагин, Д. С. Бобров [и др.] // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28, № 4. – С. 507–515. – DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-4-507-515

22. Мохаммад, М. Ю. Влияние параметров поперечно-распластанной стопы на возможность развития гипер- и гипокоррекции после миотенопластики / М. Ю. Мохаммад // Вестник ортопедии, травматологии и протезирования. – 2005. – № 4(44). – С. 35–41.

23. Некоторые аспекты хирургического лечения деформаций переднего отдела стоп / Н. В. Загородний, А. А. Карданов, Л. Г. Макинян [и др.] // Вестник РУДН. Серия Медицина. – 2008. – № 6. – С. 151–154.

24. Новый подход и результаты оперативного лечения перегрузочной метатарзалгии при эластичных деформациях стоп / Н. В. Ригин, Д. С. Бобров, Л. Ю. Слиняков, Ц. Мо // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2017. – № 4(30). – С. 35–41.

25. Оперативная коррекция ригидных вывихов пальцев стоп / Н. В. Загородний, В. Г. Процко, М. С. Кетов [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2016. – № 4(20). – С. 33–36.

26. Оперативная хирургия / под общ. ред. И. Литтманна. – Будапешт : Академия наук Венгрии, 1988.

27. Пластика медиального капсулолигаментарного комплекса второго плюснефалангового сустава при лечении статических деформаций стопы / С. М. Гуди, В. В. Епишин, И. А. Пахомов [и др.] // Гений ортопедии. – 2019. – Т. 25, № 4. – С. 468–473. – DOI: 10.18019/1028-4427-2019-25-4-468-473

28. Подход к автоматизации определения нагрузки на подошвенную поверхность стопы / В. С. Качер, А. В. Гадяцкий, Ю. Н. Задерей, В. Н. Скрипниченко // Вестник НТУ «ХПИ»: Сборник научных трудов. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2007. – № 30. – С. 8–13.

29. Привалов, А. М. Современные возможности хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы / А. М. Привалов // Казанский медицинский журнал. – 2017. – Т. 98, № 2. – С. 296–299. – DOI: 0.17750/KMJ2017-296

30. Прозоровский, Д. В. Дифференцированный подход к лечению молоткообразных деформаций пальцев стопы / Д. В. Прозоровский, К. К. Романенко, Д. В. Ершов // Травма. – 2014. – Т. 15, № 2. – С. 125–129.

31. Результаты хирургического лечения перегрузочной метатарзалгии с использованием минимально инвазивных методик / Д. С. Бобров, А. А. Шубкина, А. В. Лычагин [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2018. – № 4(34). – С. 7–15. – DOI: 10.17238/issn2226-2016.2018.4.7-15

32. Скворцов, Д. В. Клинический анализ движений / Д. В. Скворцов. – М. : НМФ «МБН», 1996. – Гл. 1. – С. 10–30.

33. Современная рентгенологическая диагностика приобретённого плоскостопия взрослых / Н. С. Серова, А. С. Беляев, Д. С. Бобров, К. С. Терновой // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2017. – Т. 98, № 5. – С. 275–280. – DOI: 10.20862/0042-4676-2017-98-5-275-280

34. Современное состояние проблемы хирургического лечения поперечной деформации переднего отдела стопы / Д. Ю. Петров, О. Г. Тетерин, Д. А. Маланин [и др.] // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2009. – № 2(30). – С. 3–6.

35. Современные методы диагностики и лечение статической деформации переднего отдела стопы. Обзор литературы / М. А. Жанаспаев, Н. А. Бокембаев, А. С. Тлемисов [и др.] // Наука и здравоохранение. – 2020. – Т. 22, № 5. – С. 31–46. – DOI: 10.34689/SH.2020.22.5.003

36. Современные методы и средства диагностики статических деформаций стопы человека / Ю. Н. Задерей, В. С. Качер, А. В. Гадяцкий [и др.] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – Т. 4, № 2(40). – С. 23–27.

37. Способ исправления тыльного отклонения малого пальца стопы : Пат. № 2773681 Рос. Федерация ; МПК А61В 17/56 (2006.01) / Усольцев И. В., Леонова С. Н., Косарева М. А. ; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Иркутский научный центр хирургии и травматологии. – № 2021120801 ; заявл. 13.07.2021 ; опубл. 07.06.2022. – Бюл. № 16.

38. Способ лечения молоткообразного пальца: А.с. № 559697 СССР ; МПК А61В 17/00 / Ген Г. Е., Дегтярь Н. И. – № 2107409 ; заявл. 17.02.1975 ; опубл. 30.05.1977.

39. Способ лечения молоткообразной деформации II–V пальцев стопы : Пат. № 2271767 Рос. Федерация ; МПК А61В 17/56 (2006.01) / Миначов Б. Ш., Гутов С. П. – № 2271767 ; заявл. 30.04.2004 ; опубл. 20.03.2006. – Бюл. № 8.

40. Способ лечения молоткообразной деформации пальцев стопы скользящей остеотомией : Пат. № 2787230 Рос. Федерация ; МПК А61В 17/56 (2006.01) / Процко В. Г., Скребцов В. В., Тамоев С. К., Никитина В. К., Скребцов А. В., Кузнецов В. В. ; патентообладатели Процко В. Г., Скребцов В. В. – № 2022113180 ; заявл. 17.05.2022 ; опубл. 30.12.2022. – Бюл. № 1.

41. Способ оперативного лечения многокомпонентной деформации переднего отдела стопы : Пат. № 2128962 Рос. Федерация ; МПК А61В

17/56 (1995.01) / Егоров М. Ф. – № 98103361/14 ; заявл. 18.02.1998 ; опубл. 20.04.1999.

42. Способ оперативного лечения молоткообразной деформации пальцев стопы : Пат. № 2455956 Рос. Федерация ; МПК А61В 17/56 (2006.01) / Лысенков В. П., Черняева Г. В., Лысенкова Т. В. – № 2009106735/14 ; заявл. 27.02.2009 ; опубл. 20.07.2012. – Бюл. № 20.

43. Способ определения положения головок плюсневых костей : методические рекомендации по применению новой медицинской технологии / С. Н. Леонова, И. В. Усольцев, М. А. Косарева, Н. А. Поздеева. – Иркутск : ИНЦХТ, 2023. – 20 с.

44. Способ определения типа дегенеративного разрыва плантарной пластинки плюснефалангового сустава вследствие перегрузочной метатарзалгии : Пат. № 2699383 Рос. Федерация ; МПК А61В 8/08 (2006.01) / Черевцов В. Н., Процко В. Г., Загородний Н. В., Кетов М. С., Горохов А. В. ; патентообладатель Черевцов В. Н. – № 2019111092 ; заявл. 12.04.19 ; опубл. 05.09.2019. – Бюл. № 25.

45. Способ устранения неригидных молоткообразных деформаций 2, 3, 4 пальцев при поперечном плоскостопии : Пат. № 2610335 Рос. Федерация ; МПК А61В 17/00 (2006.01) / Кетов М. С., Процко В. Г., Загородний Н. В., Кетова Д. В., Тадж А. А. ; патентообладатели Кетов М. С., Процко В. Г., Загородний Н. В. – № 2016102039 ; заявл. 22.01.2016 ; опубл. 09.02.2017. – Бюл. № 4.

46. 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.

47. Способ хирургического восстановления подошвенной связки плюснефалангового сустава при перегрузочной метатарзалгии или её травматических разрывах : Пат. № 2604779 Рос. Федерация ; МПК А61В

17/00 (2006.01) / Кавалерский Г. М., Бобров Д. С., Ригин Н. В., Слиняков Л. Ю., Ченский А. Д.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – № 2015149946; заявл. 23.11.2015; опубл. 10.12.2016. – Бюл. № 34.

48. Способ хирургического лечения деформации пальцев стопы: Пат. № 2694467 Рос. Федерация; МПК А61В 17/56 (2006.01) / Усольцев И. В., Леонова С. Н.; патентообладатель Федеральное агентство научных организаций ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии». – № 2018108731; заявл. 12.03.2018; опубл. 15.07.2019. – Бюл. № 20.

49. Способ хирургического лечения молоткообразной деформации II–IV пальцев: Пат. № 2285476 Рос. Федерация; МПК А61В 17/56 (2006.01) / Котельников Г. П., Чернов А. П., Лосев И. И., Кесян Э. М., Чернов А. А.; патентообладатель Государственное учреждение Самарский государственный медицинский университет. – № 2004127462/14; заявл. 13.09.2004; опубл. 20.10.2006. – Бюл. № 29.

50. Способ хирургического лечения молоткообразной деформации пальцев стопы: Пат. № 2419454 Рос. Федерация; МПК А61В 17/56 (2006.01) / Ежов М. Ю., Баталов О. А., Корыткин А. А. – № 2011103775/14; заявл. 02.02.2011; опубл. 27.06.2012. – Бюл. № 18.

51. Сравнение результатов Хелал и Вейль остеотомии для лечения метатарзалгии при вторичном вывихе в плюснефаланговых суставах 2, 3 и 4 плюсневых костей / А. А. Тадж, В. Г. Процко, В. Н. Черевцов, А. В. Волков // Дневник Казанской медицинской школы. – 2017. – № 3(17). – С. 54–61.

52. Сравнительный анализ результатов лечения различными методами многоплоскостной статической деформации передних отделов стопы, сопровождающейся неригидной молоткообразной деформацией второго пальца / В. Н. Черевцов, А. Н. Блаженко, С. Б. Богданов [и др.] // Гений ортопедии. – 2022. – Т. 28, № 3. – С. 361–366. – DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-3-361-366

53. Тертышник, С. С. Хирургическая коррекция деформации малых пальцев стопы при hallux valgus / С. С. Тертышник. – Челябинск : Абрис, 2021.

54. Травмы и заболевания нижней конечности / под ред. Н. В. Корнилова, Э. Г. Грязнухина // Травматология и ортопедия : руководство для врачей ; под ред. Н. В. Корнилова ; в 4 т. – СПб. : Гиппократ, 2006. – Т. 3., Гл. 8. – С. 566–582.

55. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография стопы в определении стандартных угловых параметров при плосковальгусной деформации стоп / А. С. Беляев, Д. С. Бобров, Н. С. Серова, К. С. Терновой // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2017. – Т. 30, № 4. – С. 5–10.

56. Хирургическое лечение молоткообразной деформации пальцев стопы (обзор литературы) / Д. С. Бобров, А. А. Шубкина, А. В. Лычагин [и др.] // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2019. – Т. 74, № 4. – С. 272–282. – DOI: 10.15690/vramn1096

57. Хирургическое лечение перегрузочной метатарзалгии / Д. С. Бобров, Л. Ю. Слиняков, А. Г. Сухарева [и др.] // Московский хирургический журнал. – 2014. – № 3(37). – С. 25–27.

58. Черкес-Заде, Д. И. Хирургия стопы / Д. И. Черкес-Заде, Ю. Ф. Каменев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Медицина, 2002. – 328 с.

59. Эндопротезирование проксимальных межфаланговых суставов при молоткообразной деформации пальцев стопы / А. С. Петросян, Н. В. Загородний, В. Г. Процко [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2012. – № 2. – С. 54–59. – DOI: 10.21823/2311-2905-2012--2-54-59

60. Яременко, Д. А. Методика исследования, диагностика и ортопедическое снабжение при статических деформациях стоп / Д. А. Яременко. – Харьков, 1984. – 45 с.

61. A simple method of intramedullary fixation for proximal interphalangeal arthrodesis / M. B. Canales, M. C. Razzante, D. J. Ehredt, C. O. Clougherty // J. Foot Ankle Surg. – 2014. – Vol. 53, N 6. – P. 817–824. – DOI: 10.1053/j.jfas.2014.03.017

62. Adult-acquired flatfoot deformity: Etiology, diagnosis, and management / M. M. Abousayed, M. C. Alley, R. Shakked, A. J. Rosenbaum // *JBJS Rev.* – 2017. – Vol. 5, N 8. – P. e7. – DOI: 10.2106/jbjs.rvw.16.00116

63. Anatomic plantar plate repair using the Weil metatarsal osteotomy approach / L. Weil Jr., W. Sung, L. S. Weil Sr., K. Malinoski // *Foot Ankle Spec.* – 2011. – Vol. 4, N 3. – P. 145–150. – DOI: 10.1177/1938640010397342

64. Angirasa, A. K. SmartToe® implant compared with Kirschner wire fixation for hammer digit corrective surgery: A review of 28 patients / A. K. Angirasa, M. J. Barrett, D. Silvester // *J. Foot Ankle Surg.* – 2012. – Vol. 51, N 6. – P. 711–713. – DOI: 10.1053/j.jfas.2012.06.013

65. Association between second metatarsal length and forefoot loading under the second metatarsophalangeal joint / A. E. Fleischer, S. Hshieh, R. T. Crews [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2018. – Vol. 39, N 5. – P. 560–567. – DOI: 10.1177/1071100717753829

66. Association of metatarsalgia after hallux valgus correction with relative first metatarsal length / S. Nakagawa, J. Fukushi, T. Nakagawa [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2016. – Vol. 37, N 6. – P. 582–588. – DOI: 10.1177/1071100716634792

67. Bavarian, B. Plantar plate tears: A review of the modified flexor tendon transfer repair for stabilization / B. Bavarian, J. Thompson, D. Nazarian // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 2011. – Vol. 28, N 1. – P. 57–68. – DOI: 10.1016/j.cpm.2010.11.002

68. Blum, A. De l'orteil en marteau / A. Blum // *Bull. Mém. Soc. Chir.* – 1883. – Vol. 9. – P. 738–745.

69. Bouché, R. T. Combined plantar plate and hammertoe repair with flexor digitorum longus tendon transfer for chronic, severe sagittal plane instability of the lesser metatarsophalangeal joints: Preliminary observations / R. T. Bouché, E. J. Heit // *J. Foot Ankle Surg.* – 2008. – Vol. 47, N 2. – P. 125–137. – DOI: 10.1053/j.jfas.2007.12.008

70. Boyer, M. L. Transfer of the flexor digitorum longus for the correction of lesser-toe deformities / M. L. Boyer, J. K. De Orio // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28, N 4. – P. 422–430. – DOI: 10.3113/FAI.2007.0422

71. Business and practice management knowledge deficiencies in graduating orthopedic residents / D. J. Miller, T. W. Throckmorton, F. M. Azar [et al.] // *Am. J. Orthop.* (Belle Mead NJ). – 2015. – Vol. 44, N 10. – P. E373–E378.

72. Comparison of the results of the Weil and Helal osteotomies for the treatment of metatarsalgia secondary to dislocation of the lesser metatarsophalangeal joints / H. J. Trnka, M. Mühlbauer, R. Zettl [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 1999. – Vol. 20, N 2. – P. 72–79. – DOI: 10.1177/107110079902000202

73. Complications of the Weil osteotomy / P. Highlander, E. Von Herbulis, A. Gonzalez [et al.] // *Foot Ankle Spec.* – 2011. – Vol. 4, N 3. – P. 165–170. – DOI: 10.1177/1938640011402822

74. Cooper, M. T. Sequential dissection for exposure of the second metatarsophalangeal joint / M. T. Cooper, M. J. Coughlin // *Foot Ankle Int.* – 2011. – Vol. 32, N 3. – P. 294–299. – DOI: 10.3113/FAI.2011.0294

75. Correction of multiplanar deformity of the second toe with metatarsophalangeal release and extensor brevis reconstruction / S. J. Ellis, E. Young, Y. Endo [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2016. – Vol. 34, N 6. – P. 792–799. – DOI: 10.1177/1071100713475433

76. Coughlin, M. J. Lesser toe deformities / M. J. Coughlin // In: *Mann's surgery of the foot and ankle* / C. L. Saltzman, R. B. Anderson ; M. J. Coughlin (ed.). – 9th ed. – Elsevier, 2014. – P. 322–424.

77. Coughlin, M. J. Lesser toe deformities / M. J. Coughlin, R. A. Mann // *Surgery of the foot and ankle.* – St Louis: Mosby, 1993. – P. 341–412.

78. Coughlin, M. J. Operative repair of the fixed hammertoe deformity / M. J. Coughlin, J. Dorris, E. Polk // *Foot Ankle Int.* – 2000. – Vol. 21, N 2. – P. 94–104. – DOI: 10.1177/107110070002100202

79. DeCarbo, W. T. The Weil osteotomy: A refresher / W. T. DeCarbo, D. K. Dial // *Techniques in Foot & Ankle Surgery.* – 2014. – Vol. 13, N 4. – P. 191–198. – DOI: 10.1097/BTF.0000000000000061

80. DePrado, M. Minimally invasive foot surgery: A paradigm shift / M. DePrado // In: N. Maffulli, M. Easley (eds) Minimally invasive surgery of the foot and ankle. – London : Springer; 2010. – P. 3–11. – DOI: 10.1007/978-1-84996-417-3_1
81. Diagnosis and conservative management of great toe pathologies: A review / N. A. Andrews, J. Ray, A. Dib [et al.] // Postgrad. Med. – 2021. – Vol. 133, N 4. – P. 409–420. – DOI: 10.1080/00325481.2021.1895587
82. Diagnosis and treatment of forefoot disorders. Section 1: Digital deformities / Clinical Practice Guideline Forefoot Disorders Panel; J. L. Thomas, E. L. Blich 4th, D. M. Chaney [et al.] // J. Foot Ankle Surg. – 2009. – Vol. 48, N 2. – P. 230–238. – DOI: 10.1053/j.jfas.2008.12.003
83. Doty, J. F. Metatarsophalangeal joint instability of the lesser toes and plantar plate deficiency / J. F. Doty, M. J. Coughlin // J. Am. Acad. Orthop. Surg. – 2014. – Vol. 22, N 4. – P. 235–245. – DOI: 10.5435/JAAOS-22-04-235
84. Easley, M. E. Operative techniques in foot and ankle surgery / M. E. Easley, S. W. Wiesel. – 2nd ed. – Wolters Kluwer Health, 2016. – 1394 p.
85. Espinosa, N. Current concept review: Metatarsalgia / N. Espinosa, E. Maceira, M. S. Myerson // Foot Ankle Int. – 2008. – Vol. 29, N 8. – P. 871–879. – DOI: 10.3113/FAI.2008.0000X
86. Establishment and validation of a predictive nomogram for hallux valgus with pain under the second metatarsal / Z. Bai, X. Cao, Y. Yang [et al.] // J. Pain Res. – 2022. – Vol. 15. – P. 3523–3536. – DOI: 10.2147/JPR.S386315
87. Evaluation of results after distal metatarsal osteotomy by minimal invasive surgery for the treatment of metatarsalgia: Patient and anatomical pieces study / M. Lopez-Vigil, S. Suarez-Garnacho, V. Martín [et al.] // J. Orthop. Surg. Res. – 2019. – Vol. 14, N 1. – P. 121. – DOI: 10.1186/s13018-019-1159-0
88. Floating-toe deformity as a complication of the Weil osteotomy / A. Migues, G. Slullitel, F. Bilbao [et al.] // Foot Ankle Int. – 2004. – Vol. 25, N 9. – P. 609–613. – DOI: 10.1177/107110070402500902

89. Foot and ankle history and clinical examination: A guide to everyday practice / S. Alazzawi, M. Sukeik, D. King, K. Vemulapalli // *World J. Orthop.* – 2017. – Vol. 8, N 1. – P. 21–29. – DOI: 10.5312/wjo.v8.i1.21
90. Foot disorders in the elderly: A mini-review / D. Rodríguez-Sanz, N. Tovaruela-Carrión, D. López-López [et al.] // *Dis. Mon.* – 2018. – Vol. 64, N 3. – P. 64–91. – DOI: 10.1016/j.disamonth.2017.08.001
91. Hallux valgus with and without metatarsalgia in women: A matched-cohort study of plantar pressure measurements / C. Verdu Roman, E. Martinez Gimenez, D. Bustamante Suarez de Puga [et al.] // *Indian J. Orthop.* – 2021. – Vol. 55, Suppl. 2. – P. 436–444. – DOI: 10.1007/s43465-021-00416-3
92. Hammer toe correction using an absorbable pin / K. F. Konkel, E. R. Sover, A. G. Menger, J. M. Halberg // *Foot Ankle Int.* – 2011. – Vol. 32, N 10. – P. 973–978. – DOI: 10.3113/FAI.2011.0973
93. Harmonson, J. K. Operative procedures for the correction of hammertoe, claw toe and mallet toe: A literature review / J. K. Harmonson, L. B. Harkless // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 1996. – Vol. 13, N 2. – P. 211–220.
94. Helal, B. Metatarsal osteotomy for metatarsalgia / B. Helal // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1975. – Vol. 57, N 2. – P. 187–192.
95. Histologic anatomy of the lesser metatarsophalangeal joint plantar plate / J. Gregg, P. Marks, M. Silberstein [et al.] // *Surg. Radiol. Anat.* – 2007. – Vol. 29, N 2. – P. 141–147. – DOI: 10.1007/s00276-007-0188-2
96. Hobizal, K. B. Extensor digitorum brevis transfer technique to correct multiplanar deformity of the lesser digits / K. B. Hobizal, D. K. Wukich, J. Manway // *Foot Ankle Spec.* – 2016. – Vol. 9, N 3. – P. 252–257. – DOI: 10.1177/1938640015617528
97. Hood, C. R. Diverging dual intramedullary Kirschner wire technique for arthrodesis of the proximal interphalangeal joint in hammertoe correction / C. R. Hood, D. K. Blackledge, S. M. Hoffman // *Foot Ankle Spec.* – 2016. – Vol. 9, N 5. – P. 432–437. – DOI: 10.1177/1938640016640896

98. Jastifer, J. R. Metatarsophalangeal joint instability of the lesser toes: Review and surgical technique / J. R. Jastifer, M. J. Coughlin // SA Orthop. J. – 2014. – Vol. 13, N 2. – P. 35–41.

99. Johansen, J. K. Clinical and radiological outcomes after Weil osteotomy compared to distal metatarsal metaphyseal osteotomy in the treatment of metatarsalgia – A prospective study / J. K. Johansen, M. Jordan, M. Thomas // Foot Ankle Surg. – 2019. – Vol. 25, N 4. – P. 488–494. – DOI: 10.1016/j.fas.2018.03.002

100. Kaz, A. J. Extensor digitorum brevis transfer and Weil osteotomy for crossover second toe / A. J. Kaz, M. J. Coughlin // Techniques in Foot & Ankle Surgery. – 2010. – Vol. 9, N 1. – P. 32–36. – DOI: 10.1097/BTF.0b013e3181d11c14

101. Kelikian, H. Hallux valgus, allied deformities of the forefoot and metatarsalgia / H. Kelikian. – Philadelphia, London : W. B. Saunders Corp., 1965. – 503 p.

102. Kirby, K. A. Foot and lower extremity biomechanics IV: Precision Intricast Newsletters, 2009–2013 / K. A. Kirby. – Precision Intricast, Inc., Payson, AZ, 2014. – P. 89–90.

103. Kitaoka, H. Master techniques in orthopaedic surgery: The foot and ankle / H. Kitaoka. – Philadelphia, USA : Lippincott Williams & Wilkins, 2013.

104. Kramer, W. C. Hammertoe correction with k-wire fixation / W. C. Kramer, M. Parman, R. M. Marks // Foot Ankle Int. – 2015. – Vol. 36, N 5. – P. 494–502. – DOI: 10.1177/1071100714568013

105. Lesser metatarsophalangeal joint instability: Prospective evaluation and repair of plantar plate and capsular insufficiency / C. Nery, M. J. Coughlin, D. Baumfeld, T. S. Mann // Foot Ankle Int. – 2012. – Vol. 33, N 4. – P. 301–311. – DOI: 10.3113/fai.2012.0301

106. Lesser toe deformity classification: A simplified approach with treatment influence / Z. Weyandt, M. Capuzzi, W. McGlone [et al.] // Foot (Edinb). – 2021. – Vol. 48. – P. 101819. – DOI: 10.1016/j.foot.2021.101819

107. Long-term functional results after the Helal osteotomy / T. Mulier, G. Dereymaeker, J. Victor [et al.] // Foot Diseases. – 1994. – Vol. 1. – P. 69–77.

108. Lopez, V. Metatarsalgia: Assessment algorithm and decision making / V. Lopez, G. Slullitel // *Foot Ankle Clin.* – 2019. – Vol. 24, N 4. – P. 561–569. – DOI: 10.1016/j.fcl.2019.08.006

109. Louwerens, J. W. Rheumatoid forefoot deformity: Pathophysiology, evaluation and operative treatment options / J. W. Louwerens, J. C. Schrier // *Int. Orthop.* – 2013. – Vol. 37, N 9. – P. 1719–1729. – DOI: 10.1007/s00264-013-2014-2

110. Lui, T. H. Arthroscopic-assisted correction of claw toe or overriding toe deformity: Plantar plate tenodesis / T. H. Lui // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2007. – Vol. 127, N 9. – P. 823–826. – DOI: 10.1007/s00402-006-0224-4

111. Maceira, E. Transfer metatarsalgia post hallux valgus surgery / E. Maceira, M. Monteagudo // *Foot Ankle Clin.* – 2014. – Vol. 19, N 2. – P. 285–307. – DOI: 10.1016/j.fcl.2014.03.001

112. Meta-analysis of flexor tendon transfer for the correction of lesser toe deformities / M. E. Iglesias, R. B. Vallejo, K. T. Jules, M. J. Trepal // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 2012. – Vol. 102, N 5. – P. 359–368. – DOI: 10.7547/1020359

113. Midfoot fusion: A biomechanical comparison of plantar planting vs intramedullary screws / J. P. Ernest, R. C. Takemoto, F. J. Kummer, K. J. Mroczek // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, N 3. – P. 409–413. – DOI: 10.1177/1071100712464210

114. Monteagudo, M. Evolution of the Weil osteotomy: The triple osteotomy / M. Monteagudo, E. Maceira // *Foot Ankle Clin.* – 2019. – Vol. 24, N 4. – P. 599–614. – DOI: 10.1016/j.fcl.2019.08.009

115. MR imaging of the plantar plate: Normal anatomy, turf toe, and other injuries / C. Nery, D. Baumfeld, H. Umans, A. F. Yamada // *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am.* – 2017. – Vol. 25, N 1. – P. 127–144. – DOI: 10.1016/j.mric.2016.08.007

116. Myerson, M. S. The pathological anatomy of claw and hammer toes / M. S. Myerson, M. J. Shereff // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1989. – Vol. 71, N 1. – P. 45–49.

117. Myerson, M. S. The role of toe flexor-to-extensor transfer in correcting metatarsophalangeal joint instability of the second toe / M. S. Myerson, H. G. Jung

// Foot Ankle Int. – 2005. – Vol. 26, N 9. – P. 675–679. – DOI: 10.1177/107110070502600903

118. O'Connor, K. Sexual dimorphism of the foot and ankle / K. O'Connor, G. Bragdon, J. F. Baumhauer // Orthop. Clin. North Am. – 2006. – Vol. 37, N 4. – P. 569–574. – DOI: 10.1016/j.ocl.2006.09.008

119. Osteoarthritis of the second metatarsophalangeal joint associated with hallux valgus deformity / K. T. Lee, Y. U. Park, H. Jegal [et al.] // Foot Ankle Int. – 2014. – Vol. 35, N 12. – P. 1329–1333. – DOI: 10.1177/1071100714552478

120. Outcome of minimally invasive distal metatarsal metaphyseal osteotomy (DMMO) for lesser toe metatarsalgia / S. Haque, R. Kakwani, C. Chadwick [et al.] // Foot Ankle Int. – 2016. – Vol. 37, N 1. – P. 58–63. – DOI: 10.1177/1071100715598601

121. Overview of metatarsalgia / D. A. Charen, J. S. Markowitz, Z. B. Cheung [et al.] // Orthopedics. – 2019. – Vol. 42, N 1. – P. e138–e143. – DOI: 10.3928/01477447-20181206-06

122. Patient's satisfaction after outpatient forefoot surgery: Study of 619 cases / A. Mouton, V. Le Strat, D. Medevielle [et al.] // Orthop. Traumatol. Surg. Res. – 2015. – Vol. 101, N 6 (Suppl.). – P. S217–S220. – DOI: 10.1016/j.otsr.2015.06.004

123. Pérez-Muñoz, I. The role of Weil and triple Weil osteotomies in the treatment of propulsive metatarsalgia / I. Perez-Munoz, D. Escobar-Antón, T. A. Sanz-Gómez // Foot Ankle Int. – 2012. – Vol. 33, N 6. – P. 501–506. – DOI: 10.3113/FAI.2012.0501

124. Plantar plate repair and Weil osteotomy for metatarsophalangeal joint instability / J. Gregg, M. Silberstein, C. Clark, T. Schneider // Foot Ankle Surg. – 2007. – Vol. 13, N 3. – P. 116–121. – DOI: 10.1016/j.fas.2007.01.001

125. Predislocation syndrome. Progressive subluxation/dislocation of the lesser metatarsophalangeal joint / G. V. Yu, M. S. Judge, J. R. Hudson, F. E. Seidelmann // J. Am. Podiatr. Med. Assoc. – 2002. – Vol. 92, N 4. – P. 182–199. – DOI: 10.7547/87507315-92-4-182

126. Predislocation syndrome: A review and retrospective analysis of eight patients / R. W. Mendicino, T. K. Statler, K. R. Saltrick, A. R. Catanzariti // J. Foot

Ankle Surg. – 2001. – Vol. 40, N 4. – P. 214–224. – DOI: 10.1016/s1067-2516(01)80021-1

127. Radiological characteristics and anatomical risk factors in the evaluation of hallux valgus in Chinese adults / H. Xu, K. Jin, Z. Fu [et al.] // Chin. Med. J. (Engl.). – 2015. – Vol. 128, N 1. – P. 51–57. – DOI: 10.4103/0366-6999.147810

128. Risk factors for failure in hammertoe surgery / R.H. Albright, M. Hassan, J. Randich [et al.] // Foot Ankle Int. – 2020. – Vol. 41, N 5. – P. 562–571. – DOI: 10.1177/1071100720904931

129. Roukis, T. S. Minimum-incision metatarsal osteotomies / T. S. Roukis, V. L. Schade // Clin. Podiatr. Med. Surg. – 2008. – Vol. 25, N 4. – P. 587–607. – DOI: 10.1016/j.cpm.2008.05.007

130. Sample size calculations in clinical research / S. C. Chow, J. Shao, H. Wang, Yu. Likhnygina (eds). — Third edition. — Boca Raton : Taylor & Francis, 2017.

131. Sarrafian, S. K. Anatomy and physiology of the extensor apparatus of the toes / S. K. Sarrafian, L. K. Topouzian // J. Bone Joint Surg. Am. – 1969. – Vol. 51, N 4. – P. 669–679.

132. Second and third metatarsophalangeal plantar plate tears: Diagnostic performance of direct and indirect MRI features using surgical findings as the reference standard / A. F. Yamada, M. D. Crema, C. Nery [et al.] // AJR Am. J. Roentgenol. – 2017. – Vol. 209, N 2. – P. W100–W108. – DOI: 10.2214/AJR.16.17276

133. Stainsby, G. D. 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 / G. D. Stainsby // Ann. R. Coll. Surg. Engl. – 1997. – Vol. 79, N 1. – P. 58–68.

134. The diagnostic value of pedobarography / Y. R. Choi, H. S. Lee, D. E. Kim [et al.] // Orthopedics. – 2014. – Vol. 37, N 12. – P. e1063–e1067. – DOI: 10.3928/01477447-20141124-52

135. Thompson, F. M. Problems of the second metatarsophalangeal joint / F. M. Thompson, W. G. Hamilton // Orthopedics. – 1987. – Vol. 10, N 1. – P. 83–89. – DOI: 10.3928/0147-7447-19870101-15

136. Treatment of flexible lesser toe deformities / S. Frey-Ollivier, F. Catena, M. Hélix-Giordanino, B. Piclet-Legré // *Foot Ankle Clin.* – 2018. – Vol. 23, N 1. – P. 69–90. – DOI: 10.1016/j.fcl.2017.10.002

137. Van Enoo, R.E. Minimal incision surgery. A plastic technique or a cover-up / R. E. Van Enoo, E. M. Cane // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 1986. – Vol. 3, N 2. – P. 321–335.

138. Walker, A. K. The role of first ray insufficiency in the development of metatarsalgia / A. K. Walker, T. G. Harris // *Foot Ankle Clin.* – 2019. – Vol. 24, N 4. – P. 641–648. – DOI: 10.1016/j.fcl.2019.07.001

139. Weil osteotomy for treatment of dislocated lesser metatarsophalangeal joints: Good outcome in 21 patients with 42 osteotomies / H. J. Trnka, C. Gebhard, M. Mühlbauer [et al.] // *Acta Orthop. Scand.* – 2002. – Vol. 73, N 2. – P. 190–194. – DOI: 10.1080/000164702753671795

140. White, D. L. Minimal incision approach to osteotomies of the lesser metatarsals. For treatment of intractable keratosis, metatarsalgia, and tailor's bunion / D. L. White // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 1991. – Vol. 8, N 1. – P. 25–39.

141. Winson, I. G. Treatment of metatarsalgia by sliding distal metatarsal osteotomy / I. G. Winson, J. Rawlinson, N. S. Broughton // *Foot Ankle.* – 1988. – Vol. 9, N 1. – P. 2–6. – DOI: 10.1177/107110078800900102

ПРИЛОЖЕНИЕ 1**Шкала-опросник для оценки результатов лечения деформации
переднего отдела стопы AOFAS (в баллах)**

Пациент (ФИО): _____

Дата: _____

Болевой синдром (40 баллов)

- 40 – болевого синдрома нет или лёгкий эпизодический болевой синдром, не влияющий на активность;
- 30 – умеренный, эпизодический болевой синдром или лёгкий, ежедневный болевой синдром (после длительной ходьбы);
- 20 – умеренный, ежедневный болевой синдром;
- 0 – тяжёлый, постоянный болевой синдром.

Функция (45 баллов):*Ограничение активности:*

- 10 – отсутствие ограничений как повседневной, так и спортивной активности;
- 7 – нет ограничений повседневной активности, но имеется ограничение спортивной активности;
- 4 – ограничение повседневной активности и спортивной активности;
- 0 – выраженное ограничение повседневной активности и спортивной активности.

Требование к обуви:

- 10 – возможность ношения разнообразной, модельной обуви (без ограничений) при отсутствии необходимости постоянного ношения ортопедических стелек;
- 5 – ношение обуви с ортопедическими стельками постоянно;
- 0 – необходимость ношения специальной ортопедической обуви или ортеза.

Объём движений в плюснефаланговом суставе оперированного пальца в градусах (сгибание – разгибание):

- 10 – норма или небольшое ограничение (объём 75 градусов или больше);
- 5 – умеренное ограничение (объём 30–74 градуса);
- 0 – тяжёлое ограничение (объём менее 30 градусов).

Объём движений в межфаланговом суставе оперированного пальца (сгибание):

- 5 – никакого ограничения;
- 3 – умеренное ограничение (более 10 градусов);
- 0 – выраженное ограничение (менее 10 градусов).

Стабильность плюснефалангового и межфалангового сустава (во всех направлениях):

- 5 – стабильный;
- 0 – очевидная нестабильность или способность смещаться.

Мозоль (гиперкератоз) в области плюснефалангового и межфалангового сустава:

- 5 – отсутствует или присутствует, но без клинических проявлений;
- 0 – есть, с клиническими проявлениями.

Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности (15 баллов):

- 15 – опороспособные 2–5-е пальцы стопы, хорошо адаптированные к поверхности;
- 8 – некоторое нарушение адаптации 2–5-х пальцев стопы к поверхности, при отсутствии симптоматики;
- 0 – грубое снижение опороспособности, с наличием симптоматики.

Результат:

- 95–100 баллов – отличный;
- 75–94 балла – хороший;
- 51–74 балла – удовлетворительный;
- 50 и менее – плохой.