

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

На правах рукописи

Киреев Владимир Сергеевич

**Совершенствование алгоритма хирургической коррекции
малых лучей стопы**

3.1.8. Травматология и ортопедия

Диссертация на соискание
ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Процко Виктор Геннадиевич

Москва - 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	14
1.1 ЭТИОЛОГИЯ И ПАТОГЕНЕЗ ДЕФОРМАЦИИ МАЛЫХ ЛУЧЕЙ СТОПЫ.....	14
1.2 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ МАЛЫХ ЛУЧЕЙ СТОПЫ.....	17
1.3 МЕТОДЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ МАЛЫХ ЛУЧЕЙ СТОПЫ.....	22
1.3.1 <i>Операции на костях.....</i>	<i>23</i>
1.3.2 <i>Операции на суставах.....</i>	<i>27</i>
1.3.3 <i>Операции на мягких тканях.....</i>	<i>29</i>
1.3.4 <i>Алгоритмы хирургической коррекции малых лучей стопы.....</i>	<i>34</i>
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	41
2.1 ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ	41
2.2 МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	44
2.3 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	50
ГЛАВА 3 ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОК С СОЧЕТАННОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ ПЕРВОГО И МАЛЫХ ЛУЧЕЙ СТОПЫ, ОСЛОЖНЕННОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ВТОРОГО ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА.....	60
3.1 ДИСТАЛЬНАЯ ОСТЕОТОМИЯ ПЛЮСНЕВОЙ КОСТИ.....	62
3.2 АРТРОДЕЗ ПРОКСИМАЛЬНОГО МЕЖФАЛАНГОВОГО СУСТАВА.....	65
3.3 ПЛАСТИКА МЯГКИХ ТКАНЕЙ МАЛЫХ ЛУЧЕЙ СТОПЫ.....	66
ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОК С СОЧЕТАННОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ ПЕРВОГО И МАЛЫХ ЛУЧЕЙ СТОПЫ, ОСЛОЖНЕННОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТЬЮ ВТОРОГО ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА.....	71
4.1 БЛИЖАЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ВТОРОГО ЛУЧА СТОПЫ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ СТАБИЛЬНОСТИ ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА.....	71

4.2 ОТДАЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ВТОРОГО ЛУЧА СТОПЫ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ СТАБИЛЬНОСТИ ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА	77
4.3 КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОК КОНТРОЛЬНОЙ И ОСНОВНОЙ ГРУПП ИССЛЕДОВАНИЯ.....	83
4.4 АНАЛИЗ ОСЛОЖНЕНИЙ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ВТОРОГО ЛУЧА СТОПЫ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ СТАБИЛЬНОСТИ ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА ...	92
ГЛАВА 5 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ШКАЛ ОЦЕНКИ МАЛЫХ ЛУЧЕЙ СТОПЫ.....	97
5.1 ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИВНОСТИ ШКАЛЫ AOFAS LMIS.....	97
5.2 ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАТИВНОСТИ ШКАЛЫ ACFAS (Module2).....	98
5.3 СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ШКАЛ AOFAS LMIS И ACFAS (Module2).....	100
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	103
ВЫВОДЫ.....	111
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	113
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	115
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	116
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	133
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	134 - 135

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Деформация малых лучей стопы (ДМЛС) является распространенной ортопедической патологией, вызывающей значительное ухудшение двигательной активности и трудоспособности. Ее удельный вес достигает 34,5% среди всех заболеваний стопы и голеностопного сустава у пациентов старшей возрастной группы [11, 12, 50, 86, 113]. «Синдром второго луча стопы» или «болезненная нестабильность второго плюснефалангового сустава» были подробно описаны в 1979 и 1985 году французскими и американскими ортопедами [9].

Необходимость вмешательства на малых лучах стопы (МЛС) возникает у 28 – 46 % пациентов, подвергающихся хирургической коррекции переднего отдела стопы [16, 37, 85, 136]. Начиная с 1816 года, когда В. Воуег впервые предложил тенотомию разгибателей, было разработано и внедрено множество методов оперативного лечения синдрома молоткообразной деформации пальца стопы (СМДПС) [9, 28, 85, 136]. Результаты хирургической коррекции малых лучей стопы (ХКМЛС) не всегда удовлетворяют пациентов из-за сохраняющихся морфо-функциональных нарушений, отмечающихся в 33 – 39% случаев [17, 31, 116, 119]. Такими нарушениями являются тугоподвижность плюснефалангового сустава (ПФС), синдром гиперэкстензии пальца стопы (СГЭПС) и синдром флотирующего пальца стопы (СФПС). Частота встречаемости последнего достигает 30% [8, 9, 116, 143]. Патогенетические механизмы СГЭПС и СФПС связаны с изменением условий функционирования активных и пассивных мягкотканых стабилизаторов ПФС [21, 85, 116]. В связи с этим, разработка новых методов пластики мягких тканей МЛС является обоснованным направлением исследований в хирургии стопы.

Актуальность совершенствования подходов к хирургической коррекции малых лучей стопы (ХКМЛС) обусловлена распространенностью и негативным влиянием этой патологии на трудоспособность и социальную активность

пациентов, которые не во всех случаях полностью удовлетворены результатами оперативного лечения.

Степень разработанности темы исследования

Этиология ДМЛС характеризуется многофакторностью. Установлена ее взаимосвязь с деформацией ЛС, анатомическими вариантами плюсневых костей, травмой, воспалительным процессом в суставах, сахарным диабетом, нервно-мышечной патологией, нарушением осанки, ношением модельной обуви с высоким каблуком и узкой носовой частью, нестабильностью ПФС [6, 12, 37, 60, 85, 136].

Консервативные методы не позволяют достичь эффективного результата лечения пациентов с ДМЛС [6, 7, 85]. Приоритетность оперативного лечения таких пациентов в настоящее время не вызывает сомнений [16, 28, 37, 61, 85, 136]. Хирургическая коррекция указанной деформации предполагает комбинированное вмешательство на костях, суставах и мягкотканых структурах [28, 37, 85, 136]. Актуальными техниками являются дистальная остеотомия плюсневых костей [16, 37, 38, 116], артродез проксимального межфалангового сустава (ПМФС) [9, 28, 85], пластика дефекта плантарной пластинки (ПП) [37, 38, 131], тенотомия и тенопластика сгибателей и разгибателей пальцев [28, 37, 85, 121]. Высокая эффективность восстановления стабильности ПФС достигается при комбинированном применении пластики ПП и дистальной остеотомии плюсневой кости [78, 145]. Отдельные исследования указывают на эффективность различных вариантов тенопластики и тенодеза [69, 109].

Результаты ХКМЛС не во всех случаях удовлетворяют пациентов из-за клинических проявлений деформирующего артроза, тугоподвижности ПФС, рецидива боковой девиации и СФПС [9, 37, 119]. Частота возникновения последнего достигает в 52 - 61% случаев [9, 33, 76, 85, 119]. В патогенезе послеоперационной анатомо-функциональной недостаточности МЛС очевидную роль играет сохраняющийся дисбаланс активных и пассивных стабилизирующих

усилий. В связи с этим представляется актуальным совершенствование подходов к пластике мягких тканей, применяющейся для комбинированной ХКМЛС.

Отдельного внимания заслуживают подходы к оценке состояния МЛС. В клинической практике и научных исследованиях с этой целью применяются специальные шкалы, представляющие собой набор субъективных и объективных критериев, соответствующих количественным значениям баллов [16, 37, 38, 134]. Широкое распространение в тематических публикациях получила шкала AOFAS LMIS [37, 61, 136]. В то же время, продолжается разработка новых подходов, позволяющих улучшить эффективность диагностической оценки МЛС. Среди них заслуживает внимание шкала ACFAS (Module 2) [138]. Проведение сравнительного анализа диагностической информативности различных шкал позволит обоснованно подходить к выбору методов оценки результатов ХКМЛС [20].

Цель работы

Улучшение результатов комплексной хирургической коррекции малых лучей стопы за счет использования модифицированной фиксируемой остеотомии по В.Helal в комбинации с восстановлением стабильности плюснефаланговых суставов путем комбинированной пластики плантарной пластинки и сухожилий сгибателей.

Основные задачи

1. Изучить причины неудовлетворенности пациенток результатами лечения и определить актуальный подход к совершенствованию хирургической коррекции малых лучей стопы с восстановлением стабильности плюснефалангового сустава.
2. Сравнить эффективность коррекции центра ротации плюснефалангового сустава при выполнении модифицированной фиксируемой остеотомии по В.Helal по отношению к остеотомии по L.Weil и оценить влияние ее сочетания с комбинированной пластикой плантарной пластинки и сухожилий сгибателей на механизм прижатия пальца к плоскости опоры стопы.
3. Оценить ближайшие и отдаленные результаты применения усовершенствованного подхода к хирургической коррекции малых лучей стопы с восстановлением стабильности плюснефаланговых суставов.
4. Проанализировать влияние усовершенствованного подхода к хирургической коррекции малых лучей стопы с восстановлением стабильности плюснефаланговых суставов на частоту и характер послеоперационных осложнений.
5. Провести сравнительный анализ диагностической значимости новой шкалы Американского Колледжа Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава и распространенной в клинической и научной практике шкалы Американской Ассоциации Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава, используемых для оценки состояния малых лучей стопы.

Научная новизна

1. Усовершенствован подход к хирургической коррекции второго луча стопы с восстановлением стабильности плюснефалангового сустава, включающий в себя модифицированную фиксируемую остеотомию по В.Helal в сочетании с комбинированной пластикой плантарной пластинки и сухожилий сгибателей.
2. Разработан новый способ хирургической коррекции дивергентной молоткообразной деформации пальцев стопы, заключающийся в комбинированном использовании вмешательств на костях, суставах и мягких тканях второго и третьего лучей стопы с учетом взаимно противоположной направленности анатомических нарушений в горизонтальной плоскости (патент на изобретение RU 2 744 624 C1, 12.03.2021. Заявка № 2020115916 от 15.05.2020).
3. Разработан новый способ хирургической реконструкции дистальной трети 2-4 плюсневой кости, позволяющий обеспечить необходимую коррекцию и стабильность в области остеотомии без использования металлических фиксаторов (патент на изобретение RU 2732380 C1, 16.09.2020. Заявка № 2019132479 от 14.10.2019).
4. Разработана программа анализа рентгенограмм переднего отдела стопы, позволяющая определить расширенный, по сравнению со стандартным протоколом, перечень рентгенометрических показателей (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020610547. Опубликовано 16.01.2020 Бюл. №1.).
5. Усовершенствован подход к диагностике деформации малых лучей стопы за счет использования шкалы Американского Колледжа Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава, позволяющей повысить согласованность экспертных оценок.

Теоретическая и практическая значимость исследования

В этиологии и патогенезе формирования деформации малых лучей стопы значительная роль отводится недостаточности мягкотканых динамических и статических стабилизаторов плюснефалангового сустава. Проведенный в рамках диссертационного исследования анализ полученных данных позволил установить, что причиной неудовлетворенности пациентов результатами операций на малых лучах в большинстве случаев является остаточная функциональная недостаточность пальцев стопы, связанная с нарушением динамической и статической стабилизации плюснефалангового сустава. С учетом установленных особенностей перспективным подходом к повышению эффективности хирургической коррекции малых лучей стопы было признано совершенствование методов пластики мягких тканей. В соответствии с этим был разработан и внедрен новый подход, основанный на комбинированной пластике плантарной пластинки и сухожилий сгибателей. Его использование позволило достигнуть статистически значимого улучшения ближайших и отдаленных результатов хирургического лечения пациентов с тяжелой деформацией малых лучей стопы.

Совершенствование диагностических методов является актуальной задачей современной ортопедии и хирургии стопы. В рамках исследования проведено сравнение двух шкал оценки состояния малых лучей стопы. Полученные результаты подтвердили целесообразность и обоснованность применения шкалы Американского Колледжа Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава, позволяющей повысить согласованность экспертных оценок в сравнении с наиболее распространенной в тематических публикациях шкалой Американской Ассоциации Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава.

Методология и методы исследования

Методологический подход, использованный в диссертационном исследовании, основан на сборе, систематизации, анализе, обобщении научных данных по хирургическому лечению пациентов с ДМЛС. На основании анализа литературных и собственных данных была поставлена цель и определены соответствующие ей задачи, а также разработан план выполнения диссертационного исследования. В качестве объектов исследования были выбраны 167 пациенток с сочетанной деформацией первого и малых лучей стопы. Для их обследования использовали комплексный подход на основе современных методов клинической и доказательной медицины. Состояние МЛС до и после хирургической коррекции оценивали при помощи специальных шкал. Для определения значений показателей шкал применяли клинический, рентгенологический, инструментальный методы исследования. Обработку и сравнительный анализ полученных данных проводили при помощи статистического метода с использованием программ Excel 2010, Office XP (Microsoft Corp., США) и компьютерного приложения «STATISTICA 10.0» (Statsoft, США).

Основные положения, выносимые на защиту

1. Применение модифицированной фиксируемой остеотомии по В.Helal позволяет достичь необходимой коррекции положения центра ротации плюснефалангового сустава в сагиттальной плоскости и головки плюсневой кости в горизонтальной плоскости, что обеспечивает условия пассивной стабилизации плюснефалангового сустава и способствует повышению эффективности хирургического лечения тяжелой, в том числе кроссоверной (дивергентной) деформации малых лучей стопы.
2. Усовершенствованный подход, включающий в себя модифицированную фиксируемую остеотомию по В.Helal в сочетании с комбинированной пластикой

плантарной пластинки и сухожилий сгибателей, позволяет повысить эффективность комплексной хирургической коррекции второго луча стопы с восстановлением стабильности плюснефалангового сустава, в том числе за счет уменьшения частоты возникновения синдрома флотирующего пальца и его гиперэкстензии.

3. Применение шкалы Американского Колледжа Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава позволяет повысить согласованность экспертных оценок на этапе предоперационного обследования пациентов с тяжелой деформацией малых лучей стопы за счет перераспределения баллов с учетом значимости дополнительных объективных диагностических критериев.

Степень достоверности результатов исследования

Достоверность выводов и положений, выносимых на защиту, основана на достаточном объеме использованной выборки клинического материала, применении актуальных методов комплексной оценки состояния МЛС, использовании современных подходов к статистической обработке научных данных. Оценка, полученных в рамках диссертационного исследования данных, проведена при помощи вариационного, регрессионного, дисперсионного, системного многофакторного статистического анализа в соответствии с принципами и критериями доказательной медицины.

Апробация результатов работы

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на 8 конференциях: IX Всероссийской неделе науки с международным участием, Week of Russian science (WeRuS-2020), посвященной 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (Саратов, 22 – 25 сентября 2020г); XX межвузовской конференции студентов и молодых ученых «Актуальные вопросы травматологии

и ортопедии», посвященной памяти А.В.Скороглядова (Москва, 15.07.2020г.); VIII Всероссийской научно-практической конференции «ПРИОРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ 2020» "Последствия травм и инфекционные осложнения костей и суставов" и Конференции молодых учёных (Москва, 10-11 декабря 2020 г.); XVI Международной (XXV Всероссийской) Пироговской научной медицинской конференции (Москва, 18.03.2021г.); ежегодной научно-практической конференции с международным участием «Вреденовские чтения» (Санкт Петербург, 28 – 30 октября 2021г.); ежегодном конгрессе ассоциации южногерманских ортопедов и травматологов (Баден-Баден, 28.04.-01.05.21г); на 8 ежегодном собрании Азиатской федерации хирургов стопы и голеностопного сустава (Шанхай, 17-18 декабря 2021г).

Внедрение результатов диссертационного исследования

Усовершенствованный алгоритм пластики мягких тканей при выполнении ХКМЛС, предложенный способ хирургической коррекции дивергентной молоткообразной деформации пальцев стопы, анализ рентгенограмм переднего отдела стопы при помощи разработанной программы для ЭВМ внедрены в клиническую практику центра хирургии стопы на базе ГБУЗ «ГКБ им. С.С. Юдина ДЗМ» и в научно-исследовательскую работу кафедры травматологии и ортопедии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», а также «НИИТОН СГМУ им. В.И. Разумовского». Материалы диссертации применяются в учебном процессе для подготовки студентов медицинского факультета и слушателей курсов повышения квалификации ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Личный вклад автора

Автором определены цель и задачи исследования на основании проведенного анализа отечественной и зарубежной литературы по теме диссертационной работы, а также разработан план ее реализации. Диссертант принимал непосредственное участие в обследовании пациенток с сочетанной деформацией первого и МЛС, сборе, систематизации и анализе данных медицинской документации, в выполнении хирургических вмешательств, оценке и анализе ближайших и отдаленных результатов, статистическая обработка данных. Автором сформулированы выводы и разработаны практические рекомендации.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, из которых: 3 публикации в журналах из перечня рецензируемых научных изданий ВАК/РУДН; 3 публикации в журналах (изданиях), включенных в международную наукометрическую базу цитирования Scopus; 1 монография. Получено 2 Патента РФ на способ (№ 2732380 от 16. 09. 2020 г., № 2744624 от 12. 03. 2021 г.) и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (№ 2020610547 от 16. 01. 2020 г.).

Объем и структура работы

Диссертация изложена на 135 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и указателя литературы, содержит 14 таблиц и 43 рисунка, 2 приложения. В указателе литературы приводятся 38 отечественных и 112 иностранных источника.

Глава 1

Обзор литературы

1.1 Этиология и патогенез деформации малых лучей стопы

Этиология ДМЛС, по мнению большинства исследователей, носит многофакторный характер [3, 6, 7, 12, 21, 50, 61, 68, 87, 144, 150]. В значительной части наблюдений отмечен сочетанный характер деформации малых и первого лучей стопы (1ЛС) [9, 11, 14, 16, 23, 37, 83, 86, 113, 136, 139]. В связи с этим одним из значимых патогенетических механизмов такой деформации многие исследователи считают биомеханические нарушения, приводящие к функциональной недостаточности 1ЛС и последующей перегрузке МЛС [3, 35, 86, 87, 150]. Отмечена значительная частота возникновения ДМЛС после хирургической коррекции 1ЛС [83, 136]. Была установлена статистически значимая зависимость рентгенометрических параметров деформации 1ЛС и МЛС [14, 62, 85, 136, 139]. Сторонники биомеханической этиологии в качестве аргументов приводят данные о взаимосвязи ДМЛС с ношением модельной обуви на высоких каблуках с узкой носовой частью, что соответствует гендерным особенностям данной патологии [3, 35, 87, 150]. Частота обращения женщин за медицинской помощью по поводу деформации стоп в два раза превышает аналогичный показатель у мужчин. Среди пациентов, которым выполнена хирургическая коррекция переднего отдела стопы, женщины составляют до 90% [11, 17, 22, 34, 68, 86]. Биомеханические исследования продемонстрировали отрицательное влияние обуви с высоким каблуком на распределение нагрузки в области подошвенной поверхности переднего отдела стопы, усилия вертикальной реакции опоры, амплитуду сгибания голеностопного сустава, величину переднего и заднего толчков при ходьбе [35, 134]. В отдельных исследованиях приведены данные о значимой взаимосвязи ДМЛС с возрастом пациентов [12, 50, 68, 129, 132].

Установлена взаимосвязь обсуждаемой ортопедической патологии с травмой, артритом, контрактурой длинного сгибателя пальцев стопы, нервно-мышечными нарушениями, деформациями и заболеваниями позвоночника, врожденными деформациями, нестабильностью ПФС [39, 69, 79, 103, 134, 150]. В некоторых исследованиях доказана значительная роль нарушения функции мышц голени и стопы в патогенезе деформации ее переднего отдела, в том числе деформации 2ЛС [35, 85].

Значительное внимание исследователей в последнее время сосредоточено на изучении патогенетической роли нестабильности ПФС в развитии ДМЛС [2 - 5, 37 - 39, 43, 69, 79, 103, 134]. В научных исследованиях и отчетах, основанных на анализе данных широкой клинической практики многие авторы пришли к заключению о том, что наиболее часто патологические смещения возникают во 2ПФС [3, 5, 8, 9, 11, 12, 17, 22, 29, 30, 34, 38, 54, 61, 68, 77, 85, 113, 136, 139]. Этому способствуют анатомические особенности, связанные с преобладанием длины М2 и малой амплитудой ее вертикальной мобильности [13, 58, 62, 85]. В исследованиях М.Маestro et al. были установлены параметры нормального соотношения длины плюсневых костей, получившие определение «плюсневой формулы» или «параболы Лельевра» [13, 62, 136]. Было отмечено, что отклонение от нормы в «плюсневой формуле» сопровождается перегрузкой в первую очередь 2ПФС [9, 13, 37, 68, 77, 136, 139]. Отрицательное влияние деформации и функциональной недостаточности 1ЛС на перегрузку области 2ПФС было доказано при помощи количественной оценки распределения давления на подошвенную поверхность стопы [35].

Анализ публикаций, посвященных изучению этиологии и патогенеза СМДПС, свидетельствует о повышенном внимании исследователей к роли мягких тканей в обеспечении стабильности ПФС [27, 39, 48, 59, 65, 69, 79, 85, 91, 96, 103, 112, 134]. Важнейшей анатомической структурой, обеспечивающей стабильность ПФС, многими авторами признается ПП [2, 4, 10, 42, 49, 66, 79, 103, 134, 146]. Ее удлинение и дефекты, возникающие вследствие перегрузки, способствуют патологическому смещению основной фаланги пальца стопы в тыльном

направлении с частичным или полным нарушением конгруэнтности суставных поверхностей. Экспериментально установлено, что повреждение ПП приводит к уменьшению на 30% усилия, приводящего к дислокации ПФС [43, 134]. Также была установлена функциональная значимость боковых коллатеральных связок, повреждение которых уменьшало смещающее усилие на 46% [144].

Патогенетические механизмы изменения поперечного свода при возникновении деформации переднего отдела стопы обусловлены гипермобильностью и смещением М1, М4, М5 (рисунок 1) [89].

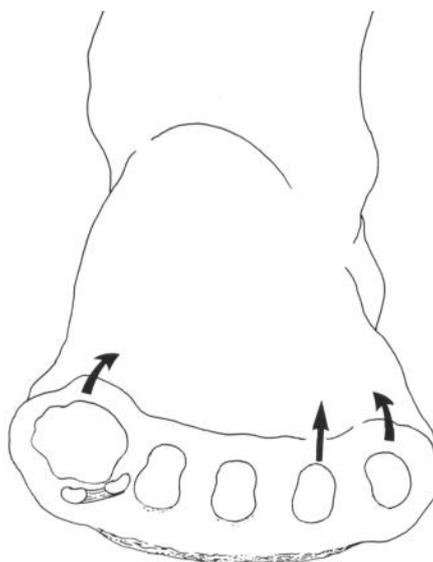


Рисунок 1 - Диаграмма, иллюстрирующая изменение поперечного свода с увеличением нагрузки на подошвенной поверхности в проекции головок М2 и М3 вследствие избыточной пронации, вызванной гипермобильностью М1, приводящей к гипермобильности метатарзально-кубовидного сустава и потере участия М4 и М5 в распределении нагрузки на передний отдел стопы [89]

На основе анализа результатов кадаверных исследований было установлено, что при возникновении СМДПС сухожилия межкостных мышц смещаются дорсально по отношению к проекции центра ротации ПФС на головке М2 (рисунок 2) [141], что способствует возникновению гиперэкстензии и СФПС.

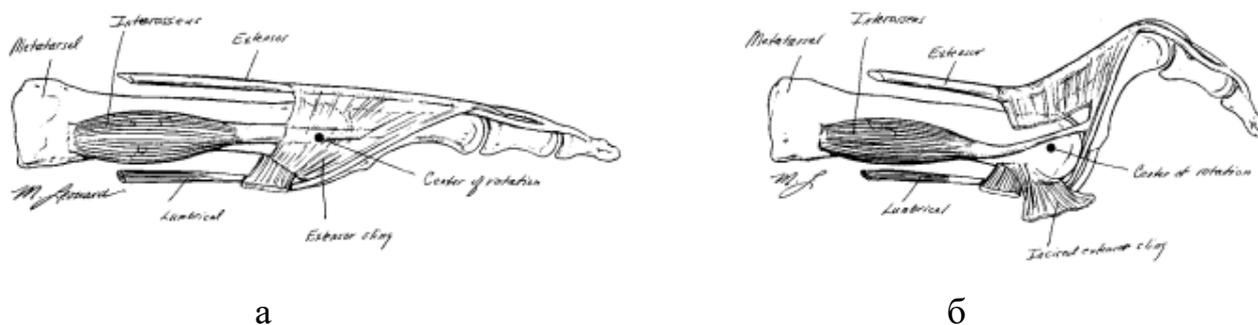


Рисунок 2 - В норме ось сухожилия межкостной мышцы расположена напротив проекции центра ротации ПФС2 (а), дорсальный подвывих или контрактура ПФС2 сопровождаются смещением сухожилия межкостной мышцы кверху по отношению к центру ротации ПФС2 (б) [141]

Таким образом, многообразие этиологических и патогенетических факторов СМДПС подтверждает необходимость персонализированного подхода к диагностике и выбору алгоритма хирургического лечения таких пациентов.

1.2 Оценка состояния малых лучей стопы

Диагностика ДМЛС не вызывает существенных трудностей ввиду очевидности клинических проявлений. В то же время при формулировке диагноза используются различные подходы, в основе которых лежат авторские представления о приоритетности тех или иных критериев оценки деформации. Эти подходы нашли свое отражение в соответствующих классификациях.

В настоящее время не существует единой общепринятой универсальной классификации ДМЛС. Это связано с методическими трудностями систематизации множества критериев, характеризующих различные аспекты исследуемой патологии.

В зарубежной литературе широкое распространение получила клинко-анатомическая классификация, включающая в себя три варианта деформации: молоткообразный, молоточкообразный и когтеобразный палец (рисунок 3)[28].



Рисунок 3 – Основные виды деформаций малых пальцев стопы:

а – молоткообразная, б – когтеобразная, в – молоточковая,
или палец-молоточек [28]

В основу данной классификации положена характеристика порочного положения в суставах, в первую очередь определяющегося дисбалансом сгибателей и разгибателей пальца. Молоткообразный палец характеризуется сгибательной контрактурой ПМФС. Для молоточкообразного пальца характерна сгибательная контрактура ДМФС. Сочетание сгибательной контрактуры ПМФС с переразгибанием ПФС соответствует когтеобразному пальцу. Ограниченность обсуждаемой классификации не позволяет отразить возможные компоненты деформации пальцев в горизонтальной плоскости, а также состояние стабильности ПФС. Указанная классификация не позволяет в полной мере решить вопрос предоперационного планирования.

Тем не менее, аналогичный подход к оценке различных вариантов сочетания контрактуры ПФС и ПМФС использован в классификации трех степеней молоткообразной деформации пальцев стопы [56]. Отсутствие контрактур служит критерием начальной степени деформации. Изолированная контрактура ПМФС соответствует умеренной степени. Сочетанная контрактура ПФС и ПМФС характерна для выраженной степени. При выборе алгоритма хирургической коррекции необходимо оценивать другие аспекты деформации вне рамок данной классификации.

Недостатки описанных выше классификаций не умаляют их значимости для научной и клинической практики. Рациональным подходом служит одновременное дополнительное использование нескольких систем оценки МЛС. Различные варианты отклонения в горизонтальной плоскости отмечены в

публикациях, посвященных кроссоверной или дивергентной деформации пальцев стопы [23 - 25, 57, 85, 112].

В отечественной литературе наибольшую популярность получила классификация молоткообразной деформации пальцев стопы, разработанная М. И. Кусликом [9]. В соответствии с ней определяются 3 степени деформации. На основании клинических признаков предлагается оценивать степень исправимости деформации при внешнем воздействии. Рентгенологическая картина служит критерием оценки ПФС. Удобство использования в клинической практике указанной классификации не оспоримо. В то же время, в ней не учтены варианты деформации в горизонтальной плоскости, а также возможность оценки начальных стадий нестабильности ПФС.

Оценке состояния ПФС посвящена классификация, предложенная F.M. Thompson и W.G. Hamilton [9]. Авторы выделили 4 степени нестабильности ПФС на основании оценки модифицированного теста смещения Лахмана (рисунок 4).

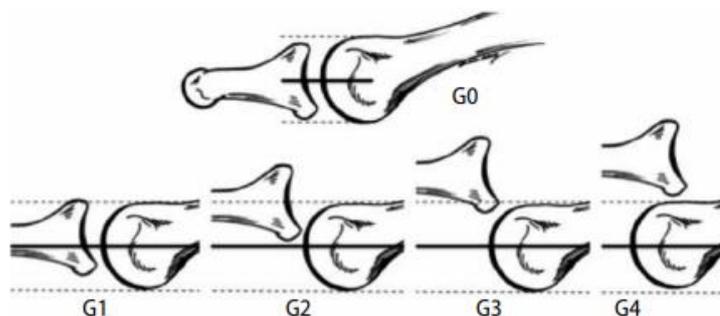


Рисунок 4 - Определение степени нестабильности малого ПФС при тесте выдвигного ящика: G0 – стабильный сустав; G1 – легкая нестабильность (подвывих до 50 %); G2 – умеренная нестабильность (подвывих 50 и более %); G3 – тяжелая нестабильность (способность к вывиху сустава); G4 – вывих сустава [9]

В рамках оценки стабильности ПФС С. Nery, M.J. Coughlin, D. Baumfeld et al. предложили анатомическую классификацию повреждений ПП [120]. В результате визуального осмотра при помощи артроскопа авторы установили связь относительной нестабильности без дефекта ПП с ее перерастяжением, что соответствует 0-й степени. Критерием I-й и II-й степени служил соответственно

не полный и полный поперечный разрыв ПП. Сочетание поперечного и продольного разрыва ПП соответствовало III-й степени. Критерием IV-й степени было наличие сложного разрыва с дефектом ПП. Авторы предложили алгоритм выбора способа восстановления ПП с учетом степени ее разрыва.

Существуют классификации, отражающие особенности деформации 5 луча стопы [13, 85]. Однако, с учетом направленности настоящего исследования, данная патология не рассматривалась нами в рамках подготовки литературного обзора.

Анализ распространенных в литературе классификаций, касающихся ДМЛС, позволяет оценить особенности научной и клинической практики их применения. Разнообразие и многочисленность актуальных характеристик не позволили разработать единую универсальную классификацию, отвечающую требованиям удобства применения в научной и клинической практике. Одновременное использование нескольких классификаций соответствует актуальным алгоритмам планирования ХКМЛС [11, 13, 16, 94, 113, 119, 150].

Диагностические классификации в значительной степени отвечают требованиям статистического учета и систематизации соответствующего варианта деформации переднего отдела стопы. Однако, существует актуальная задача разработки и использования единого подхода к оценке состояния МЛС на этапах пред- и после - операционного обследования [20, 26, 125, 135, 138, 139]. Такой подход необходим для объективного сравнения эффективности различных методов хирургического лечения пациентов с обсуждаемой патологией. Качественные критерии не отвечают требованиям объективного сравнительного анализа, используемого в научных исследованиях [125, 135, 138, 139].

Общепринятым инструментом универсальной количественной оценки результатов лечения в настоящее время служат специальные шкалы [20, 26, 125, 135, 138, 139]. В основе разработки таких шкал лежит определение клинической значимости субъективных и объективных характеристик патологии, выраженной в эквивалентных баллах. Актуальными клинически значимыми субъективными характеристиками ДМЛС служат: выраженность болевого синдрома, затруднения

при подборе обуви, двигательная активность, косметический дефект. Эти показатели шкалы формируются на основании балльной оценки ответов пациента на соответствующие пункты специального опросника. Для объективной оценки МЛС в рамках использования соответствующих шкал применяются клинически значимые данные осмотра, специальных тестов, инструментальных и дополнительных методов обследования [20, 26, 37, 125, 135, 138, 139]. По результатам осмотра определяется адаптация пальцев стопы к плоскости опоры и эквивалентный оценочный балл. При помощи модифицированного сдвигового теста Лахмана производится оценка нестабильности ПФС. Дополнительные клинически значимые функциональные характеристики позволяет выразить в баллах тест прижатия бумажной полоски. Результаты измерения при помощи угломера позволяют оценить амплитуду движений в суставах МЛС. Рентгенометрические показатели отражают объективные параметры «параболы Лельевра» и отклонения пальцев в горизонтальной плоскости [135, 138].

Универсальной общепринятой шкалы для оценки состояния МЛС и результатов ХКМЛС в настоящее время не существует. Наиболее часто в публикациях, посвященных обсуждаемой в рамках исследования патологии, авторы используют шкалу Американской Ассоциации Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава (AOFAS) [20, 26, 37, 125, 135]. Критериями выбора указанной шкалы по мнению многих авторов являются простота применения и возможность сравнения собственных результатов с другими исследованиями. Тем не менее, анализ 660 статей (в период 2012 по 2017гг.), содержащих результаты оценки хирургического лечения деформаций стопы, послужил основанием для изменения практики использования шкал AOFAS [125]. Авторы пришли к заключению, что большинство из указанных исследований (55,91%) отвечали лишь 4-му уровню доказательности, не позволяющему получить статистически значимые результаты [125]. Диагностические свойства шкалы AOFAS LMIS, предназначенной для оценки МЛС, были проанализированы в ряде исследований [125, 135]. В указанных исследованиях было отмечено не соответствие шкалы

АOFAS LMIS критериям внутренней однородности, структурной значимости, специфичности и воспроизводимости.

В настоящее время продолжаются исследования, направленные на разработку новых шкал оценки МЛС, отвечающих требованиям клинической и научной практики. Обращает на себя внимание шкала Американского Колледжа Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава (ACFAS (Module 2)) [138]. В данной шкале клинически значимые критерии оценки состояния МЛС разделены на две группы (субъективные и объективные), каждая из которых имеет максимальный эквивалент в 50 баллов. Общее максимальное количество баллов при отсутствии патологии равно 100. Авторы шкалы, при выборе критериев, учитывали воспроизводимость результатов оценки и распространенность использования по данным литературы и консенсуса экспертов. В иностранной литературе имеются малочисленные публикации, посвященные оценке диагностических свойств шкалы ACFAS (Module 2) [138, 139]. В отечественной литературе отсутствуют публикации, посвященные данному вопросу. С учетом изложенных обстоятельств целесообразно проведение исследований по сравнению различных шкал оценки МЛС в рамках решения актуальной задачи совершенствования методов диагностики рассматриваемой ортопедической патологии.

1.3 Методы хирургической коррекции малых лучей стопы

Консервативные методы не позволяют достичь эффективного результата лечения пациентов с ДМЛС, сочетающейся с нестабильностью ПФС [11, 16, 37, 85, 94, 113, 119, 150]. Приоритетность хирургического лечения таких пациентов в настоящее время не вызывает сомнений [1 – 5, 8 – 14, 16 - 19, 37, 85, 113, 136, 139]. В большинстве случаев выполняется одновременное хирургическое вмешательство на ЛС и МЛС в рамках коррекции деформации переднего отдела стопы [1 – 5, 8 – 14, 16 - 19, 31, 37, 83, 85, 105, 113, 136, 139, 150]. Такая необходимость обусловлена общностью и взаимосвязью патогенетических механизмов возникновения и прогрессирования исследуемой патологии, а также

поздним обращением пациентов за помощью. Предложено и применяется множество способов ХКМЛС, предполагающих изолированное или сочетанное вмешательство на костях, суставах и мягких тканях [3, 5, 8, 9, 11, 12, 17, 22, 29, 30, 34, 37, 38, 54, 61, 68, 77, 85, 113, 136, 139, 150].

1.3.1 Операции на костях

Устранить анатомические и биомеханические нарушения МЛС в значительной степени удается при выполнении корригирующей остеотомии плюсневой кости [16, 33, 34, 45, 46, 47, 52, 64, 88, 108, 116]. Различные способы этой хирургической техники позволяют изменить положение головки плюсневой кости, сместив ее в дорсальном, а также, в поперечном и проксимальном направлениях [18, 31, 33, 34, 37, 107]. За счет этого восстанавливается поперечный свод стопы и нормализуется «парабола Лельевра». С анатомической точки зрения принято выделять проксимальные, диафизарные и дистальные остеотомии плюсневой кости [13, 107].

Множество публикаций подтверждают высокую популярность в клинической практике техники дистальной остеотомии плюсневой кости МЛС, предложенной L.S.Weil [33, 34, 47, 64, 78, 88, 99, 90, 108, 116, 145]. Способ операции L.S.Weil предполагает выполнение косой остеотомии, позволяющей сместить головку плюсневой кости проксимально и в боковом направлении. Применение указанной техники наиболее целесообразно при избыточной длине М2. Была предложена модифицированная техника этой операции, которая позволяет сместить головку плюсневой кости в дорсальном направлении за счет выполнения двойной остеотомии с резекцией клиновидного фрагмента шейки плюсневой кости [47, 117]. Авторская методика L.S.Weil относится к фиксируемым остеотомиям, завершающимся остеосинтезом фрагментов при помощи бикортикального винта. В то же время, отдельные публикации посвящены применению модифицированных не фиксируемых вариантов дистальной остеотомии по L.S.Weil [64, 107]. Наряду с очевидными

преимуществами и высокой степенью удовлетворенности пациентов результатами операции с использованием остеотомии по L.S.Weil в ряде исследований отмечены ее недостатки, приводящие к характерным осложнениям в виде СФПС и СГЭПС [40, 76, 90, 124, 127, 141, 143]. В кадаверном исследовании было продемонстрировано что, укорочение плюсневой кости при выполнении остеотомии по L.S.Weil приводит к нарушению механизма пассивной стабилизации пальца, обусловленного натяжением подошвенного апоневроза и ПП при взаимодействии стопы с плоскостью опоры [141]. В том же исследовании продемонстрировано отсутствие нормализации положения сухожилий межкостных мышц по отношению к проекции центра ротации ПФС на головке М2 после выполнения популярной в клинической практике остеотомии по методике L.S.Weil (рисунок 5). По мнению авторов именно эта особенность является причиной высокой частоты СФПС пальца после выполнения остеотомии по L.S.Weil.

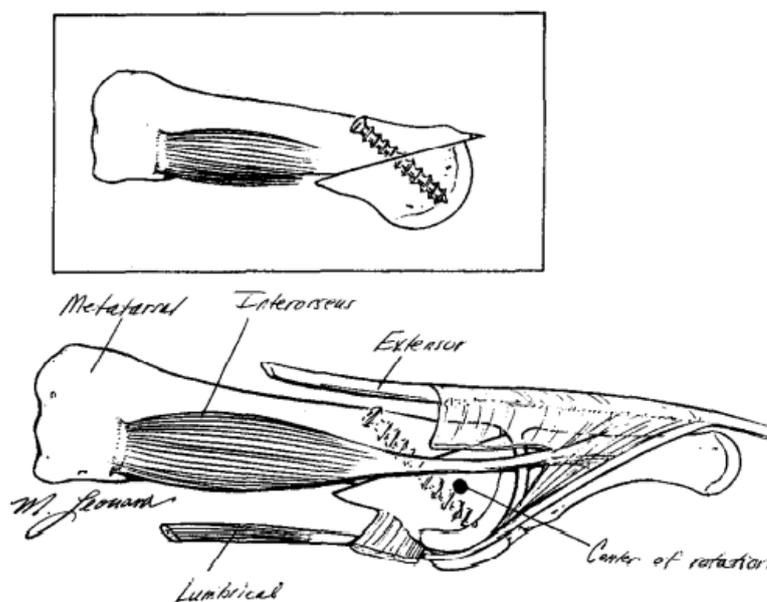


Рисунок 5 - После выполнения остеотомии по L.S.Weil ось сухожилия межкостной мышцы остается расположенной кверху по отношению к центру ротации ПФС2 [141]

Биомеханическая значимость положения центра ротации ПФС2 (рисунок 6) была подчеркнута в другом исследовании [46]. На кадаверном материале авторы

установили, что в результате выполнения остеотомии по L.S.Weil происходит плантарное смещение центра ротации ПФС2 на 3,09 – 3,93мм и дорсальное смещение сухожилия межкостной мышцы относительно продольной оси M2 на 1,33 – 2,09 мм. Применение модифицированной тройной остеотомии по L.S.Weil сопровождалось плантарным смещением центра ротации ПФС2 на 0,82 – 1,16 мм и дорсальное смещение сухожилия межкостной мышцы относительно продольной оси M2 на 0,05 – 0,15 мм.



Рисунок 6 - Схема определения центра ротации ПФС [46]

Авторы пришли к выводу, что следствием, отмеченного ими биомеханического нарушения, является формирование СГЭПС и дорсифлекссионной контрактуры ПФС.

Наиболее известная техника проксимальной остеотомии плюсневых костей МЛС была предложена коллективом авторов: L.S.Barouk, P.Rippstein, E.Toueles (общепринятая аббревиатура BRT) [14, 119]. Способ BRT остеотомии заключается в резекции клиновидного фрагмента на уровне проксимальной метафизарной области плюсневой кости. Предпочтение такой технике следует отдавать в случае нормальной длины плюсневой кости со значительной степенью плантаризации ее головки. В авторской трактовке показанием служила деформация, соответствующая определению «полая стопа».

Для устранения выраженных изменений поперечного свода стопы при значительной степени плантаризации головок плюсневых костей МЛС В.Helal была предложена техника дистальной, косой, не фиксируемой остеотомии, особенности и результаты применения которой проанализированы в ряде публикаций [33, 107]. Ограничение в широком практическом использовании

указанного способа операции связано с высокой частотой не сращения зоны остеотомии [18, 31, 33]. В связи с этим были предложены и применяются модификации техники В. Helal, предполагающие фиксацию фрагментов винтом, а также пересечение кости в поперечной плоскости [18, 31, 33]. Очевидными преимуществами указанных модификаций является возможность персонализированного подхода к коррекции положения головки плюсневой кости, в том числе без необходимости ее укорочения, а также возможность ранней нагрузки на стопу без риска вторичного смещения и нарушения репаративной регенерации кости в области остеотомии. С учетом этих преимуществ и малого количества публикаций, посвященных оценке результатов применения указанного варианта дистальной остеотомии плюсневой кости, представляется целесообразным и обоснованным проведение дальнейших клинических исследований.

В числе операций, выполняемых на костях МЛС, внедрение в клиническую практику получила сегментарная резекция диафиза основной фаланги пальца [60, 98]. Частота применения указанной техники не высока из-за редкой встречаемости избыточной длины малых пальцев стопы при нормальной «плюсневой формуле».

Среди осложнений, характерных для дистальных остеотомий плюсневых костей МЛС, следует отметить десмогенную контрактуру ПФС [124, 127, 141]. Ее формирование объясняется фиброзно-спаечным процессом в периартикулярных тканях, возникающим после капсулотомии, необходимой для обеспечения хирургического доступа к дистальной части плюсневой кости. Указанного недостатка лишена методика дистальной малоинвазивной внесуставной остеотомии, применяющейся в рамках чрезкожной хирургии стопы [16, 45, 52, 88, 11, 116]. В то же время, имеются объективные ограничения применения такой техники, обусловленные длительностью «кривой обучения» и низкой эффективностью коррекции при выраженной нестабильности ПФС [127, 136].

1.3.2 Операции на суставах

Выраженные фиксированные деформации МЛС большинством авторов расцениваются в качестве показания для вмешательства на ПМФС [9, 44, 71, 72, 84, 92, 123, 130, 147, 149]. Описание одного из первых способов артропластики ПМФС с целью хирургической коррекции СМДПС было опубликовано в 1911 году [9]. Научное обоснование и внедрение в клиническую практику пластики ПМФС на основе резекции головки проксимальной фаланги пальца стопы осуществил G. Hohmann в 1922 году [9, 85]. Эффективность такого подхода была подтверждена W.H. Trethowen, опубликовавшим результаты своего исследования в 1925 году в журнале «Lancet» [8, 14]. В современных руководствах и публикациях по хирургии стопы данный способ хирургического лечения обозначается термином «операция Хомана», что подтверждает признание значимости авторских исследований [9, 14, 28, 85, 94, 136]. Не смотря на эффективность «операции Хомана» в устранении деформации пальца стопы, отмечаются ее недостатки, обусловленные функциональными нарушениями и рецидивом деформации, отрицательно влияющими на удовлетворенность пациентов результатом лечения [9, 124, 130].

С учетом недостатков артропластической резекции головки проксимальной фаланги операцией выбора в современных алгоритмах коррекции фиксированной молоткообразной деформации пальца стопы является артродез ПМФС. Описание первоначальной техники резекционного артродеза ПМФС было опубликовано в 1910 году [9]. В последующем было предложено множество модификаций указанного способа хирургической коррекции пальца стопы. Изменения касались различных вариантов хирургического доступа к суставу, геометрических параметров резекции суставных поверхностей, а также подходов к фиксации [44, 71, 72, 84, 92, 123, 130, 147, 149]. Исходно применялись подошвенный доступ к суставу и внешняя иммобилизация гипсовой шиной в послеоперационном периоде [9]. Современные техники резекционного артродеза ПМФС

предполагают внутреннюю фиксацию, впервые предложенную R. Taylor в 1940 году [9]. В качестве фиксатора автор использовал спицу Киршнера. Такой вариант фиксации остается популярным среди современных хирургов стопы [123, 136, 139]. В модифицированном варианте предложено использовать специальный имплант из нитинола [123]. Недостаточная надежность фиксации одной спицей Киршнера может привести к несостоятельности резекционного артродеза ПМФС и рецидиву деформации [104]. Для повышения стабильности фиксации некоторые авторы рекомендуют использовать одновременно две спицы Киршнера [44, 92]. В ряде зарубежных и отечественных исследований представлены результаты использования оригинальных внутренних фиксаторов, позволяющих достигнуть лучшей стабильности и раннего функционального восстановления [8, 9, 84, 147]. Основным преимуществом таких фиксаторов указывается снижение частоты воспаления мягких тканей, связанного с нестабильностью и миграцией спицы Киршнера. В то же время, имеются сравнительные исследования, демонстрирующие отсутствие значимых отличий эффективности применения усовершенствованных погружных фиксаторов по отношению к спице Киршнера [71, 72]. Высокая эффективность и удовлетворенность пациентов результатами резекционного артродеза ПМФС продемонстрирована многими авторами [9, 37, 44, 71, 84, 92, 104, 147].

Другим известным способом хирургического вмешательства на суставах МЛС, применяющимся в лечении выраженной деформации в сочетании с нестабильностью ПФС, является артродез ПФС [82, 100]. Очевидным недостатком такого подхода является выраженное нарушение функции переката стопы, оказывающее отрицательное влияние на ходьбу и удовлетворенность пациентов результатом лечения.

В качестве способа хирургической коррекции тяжелой ДМЛС, сочетающейся с ригидным вывихом ПФС была предложена и применяется в настоящее время резекция головки плюсневой кости, известная как «операция Клэйтона-Хомана» (Clayton-Hohhman) [9, 17, 19]. Наиболее обоснован такой подход у пациентов с «ревматоидной деформацией стопы», возникающей на фоне

хронического иммунно-комплексного воспаления [56]. Некоторые авторы отдают предпочтение в таких случаях технике, предполагающей резекцию проксимального метафиза основной фаланги пальца [60, 98]. Существенными недостатками, отрицательно влияющими на удовлетворенность пациентов результатами указанных операций, являются: метатарзалгия, порочное положение и СФПС. Кроме этого, существенно повышается риск поверхностного и глубокого воспаления мягких и костной тканей из-за длительной фиксации ПФС спицами Киршнера [115].

Таким образом, анализ тематических публикаций подтверждает наибольшую эффективность применения резекционного артродеза ПМФС в качестве способа хирургической коррекции тяжелой фиксированной ДМЛС, относящегося к вмешательствам на суставах.

1.3.3 Операции на мягких тканях

Значительное количество исследований посвящено разработке, внедрению и оценке эффективности хирургических методов коррекции МЛС, предполагающих вмешательство на мягких тканях [4, 10, 48, 53, 57 - 59, 65, 70, 73, 80, 91, 93, 96, 118, 120, 121, 126, 142, 146]. Обоснованность такого подхода подтверждена многочисленными исследованиями, в которых установлена и подтверждена важнейшая роль мягких тканей в обеспечении статической и динамической стабилизации ПФС [39, 69, 103, 144]. Кроме этого, в патогенезе СМДПС значимую роль играет нарушение баланса натяжения сухожилий сгибателей и разгибателей пальцев, которое вызывает формирование порочного положения и ограничение подвижности в суставах МЛС [14, 56, 74]. Условно принято выделять следующие подгруппы таких операций [113]:

- вмешательства на сухожилиях (тенотомии, тенопластики, транспозиции сухожилий, тенодезы);
- вмешательства на суставных капсулах (капсулотомии, синовэктомии);
- вмешательства на связках (лигаментотомия, лигаментораффия, пластика связок);

- вмешательства на ПП (ушивание и пластика дефекта);
- вмешательства на коже и подкожных тканях (ятрогенная синдактилия, иссечение участков гиперкератоза, бурсэктомия).

С целью ХКМЛС предложены и применяются многочисленные способы операций на сухожилиях [27, 48, 59, 65, 67, 69, 70, 73, 85, 91, 96, 109, 112, 118, 121, 122, 142]. Эффективность закрытой малоинвазивной тенотомии, выполняемой при коррекции нефиксированной молоткообразной деформации пальцев, подтверждена зарубежными и отечественными специалистами в области чрезкожной хирургии стопы [16, 88, 122, 140]. Авторы обращают внимание на актуальное осложнение тенотомии длинного и короткого общего сгибателя, приводящее к нарушению механизма активного прижатия пальца стопы, что существенно ограничивает возможность применения данной техники у молодых физически активных пациентов. Для повышения эффективности коррекции и предотвращения рецидива сгибательной контрактуры ПМФС было предложено комбинировать тенотомию сгибателей с наложением матрачного шва на разгибатели пальца стопы [118].

В случае тяжелой нестабильности ПФС, проявляющейся ригидным вывихом, рекомендуется использование различных вариантов сухожильной пластики [56, 85, 121]. Хирургической техникой, позволяющей устранить патологическую дорсифлексию пальца стопы, является удлиняющая тенопластика разгибателей за счет их Z-образного рассечения и последующей тенораффии. Такая пластика выполняется в рамках открытой ХКМЛС.

Невозможность полноценной анатомической реконструкции коллатеральных связок привела к необходимости разработки и внедрения в клиническую практику различных вариантов сухожильной пластики и транспозиции сухожилий, направленных на обеспечение стабильности ПФС [27, 48, 59, 65, 70, 73, 91, 96, 118, 121, 142]. В кадаверном исследовании была обоснована хирургическая техника пластики коллатеральной связки ПФС при помощи фрагмента сухожилия межкостной мышцы [144], не получившая дальнейшего отражения в публикациях о ее клиническом внедрении.

Распространенной в клинической практике техникой служит транспозиция длинного сгибателя пальца стопы «Girdlestone - Taylor procedure» [9, 14, 121]. Отсеченный от ногтевой фаланги дистальный конец сухожилия, авторы предложили фиксировать к основной фаланге пальца за счет продольной тенотомии и сшивания перемещенных параоссально на тыльную поверхность пальца фрагментов. Недостатки указанной операции связаны с технической сложностью выполнения, высоким риском несостоятельности шва, необходимостью длительной трансартикулярной фиксации ПФС спицей Киршнера [82]. Следствием этих недостатков является значительная частота остаточных функциональных нарушений, обусловленных ограничением дорсифлексии и слабостью прижатия пальца к плоскости опоры [82]. С целью улучшения результатов лечения была предложена модификация операции «Girdlestone-Taylor», предполагающая интраоссальную фиксацию дистального конца сухожилия длинного сгибателя в канале, сформированном в основной фаланге пальца [65]. Авторам удалось улучшить удовлетворенность пациентов результатами лечения. Однако, техническая сложность выполнения данной прецизионной техники, а также необходимость использования специального инструментария и фиксатора, ограничивают ее широкое внедрение в клиническую практику.

Описаны хирургические техники восстановления стабильности ПФС, в которых делается акцент на пластику сухожилий сгибателей с их транспозицией и различными вариантами фиксации к основной фаланге пальца [136]. Однако, недостатком указанных методик является значительное укорочение длины рычага воздействия длинного сгибателя, что приводит к выраженному ограничению его функции и возникновению тугоподвижности ПФС и СФПС. Кроме этого, в данных способах не предусмотрена коррекция патологического бокового отклонения пальца.

В качестве альтернативы пластики сгибателей предложены и внедрены различные варианты транспозиции сухожилий разгибателей пальцев стопы. В качестве преимущества таких способов авторы указывают более высокую

эффективность коррекции бокового отклонения и дорсифлексии ПФС [91, 118, 121]. Заявленный эффект достигается за счет перемещения сухожилия под поперечную межплюсневую связку и фиксацию его дистального конца в поперечном канале, сформированном в горизонтальной плоскости проксимальной части основной фаланги пальца. Применение такой техники для коррекции 30 пальцев стопы позволило достигнуть отличных и хороших результатов лечения в 83% случаев [121]. Однако, перемещение сухожилий разгибателей под поперечную межплюсневую связку сопряжено с риском рубцово-спаечного процесса в области их контакта и развитием десмогенной контрактуры ПФС. Выполнение фиксации швом дистального фрагмента сухожилия короткого разгибателя пальца к плюсневой кости также повышает риск десмогенной контрактуры. Кроме этого, данные хирургические техники не обеспечивают анатомо-функциональную коррекцию ПП, что увеличивает вероятность возникновения СФПС [142].

Рассечение капсулы (капсулотомия) выполняется при осуществлении доступа к ПМФС и ПФС в случае открытой коррекции ригидной молоткообразной деформации пальца стопы [17, 85, 113, 124, 136]. Предложены различные варианты капсулотомии суставов МЛС. Как правило, рассечение капсулы производят со стороны порочного сгибания, разгибания и бокового отклонения в соответствующем суставе [9, 27, 136]. Формирование рубца после капсулотомии в некоторых случаях негативно влияет на клинические проявления ограничения подвижности ПФС. Аналогичный процесс в ПМФС, напротив, способствует его стабилизации и состоятельности артрореза.

В поиске наиболее эффективных подходов к восстановлению стабильности ПФС в рамках хирургической коррекции тяжелой ДМЛС все большее число хирургов стопы отдают свое предпочтение различным способам восстановления дефектов ПП [2, 4, 10, 42, 49, 66, 51, 53, 58, 75, 78, 80, 93, 95, 97, 101, 114, 120, 126, 131, 134, 137, 145, 146]. В основу такого подхода были положены результаты анатомических кадаверных и биомеханических исследований, продемонстрировавших важнейшую роль ПП в стабилизации ПФС [39, 69, 103]. В

кадаверном исследовании L.A. Ford, K.B. Collins, J.C. Christensen продемонстрировали, что повреждение ПП приводит к увеличению степени дорсального смещения проксимальной фаланги пальца на 74% [136]. В том же исследовании было установлено, что первичное восстановление дефекта ПП является обоснованной и эффективной альтернативой транспозиции сухожилия сгибателя пальца с целью стабилизации ПФС. Зависимость клинических проявлений нестабильности ПФС от анатомических параметров дефекта ПП отмечена в отдельном исследовании [120].

Отличия различных способов восстановления ПП касаются хирургического доступа и техники ушивания дефекта. Подошвенный доступ к ПП был использован R.T. Bouché и E.J. Neit рамках хирургической коррекции 17 стоп у 15 пациентов [118]. Авторы выполняли ушивание дефекта ПП в сочетании с транспозицией сухожилия длинного сгибателя для устранения хронической нестабильности ПФС. Средний срок оценки отдаленных результатов лечения составил 37 месяцев. Хорошая адаптация пальцев к плоскости опоры была отмечена при оценке 15 стоп, состояние малых лучей которых соответствовало в среднем 83 баллам по шкале AOFAS LIMS. Рецидива нестабильности ПФС не было отмечено ни в одном случае. S.H. Powless и M.E. Elze также использовали подошвенный доступ для ушивания и пластики дефекта ПП у 15 пациентов [134]. В качестве дополнительного исследования в пред- и послеоперационном периодах авторы применяли артрографию ПФС, которая подтвердила отсутствие дефектов через 30 месяцев после операции у 11 (73%) пациентов. В то же время клинические тесты подтвердили достижение стабильности ПФС во всех случаях. Использование подошвенного доступа к ПП отражено в отечественных публикациях, посвященных ХКМЛС [37, 38].

В ряде исследований описаны эффективные способы вмешательства на ПП через дорсальный доступ при выполнении Weil – остеотомии [49, 66, 78, 145]. Такой подход был использован в восстановлении стабильности 35 ПФС при хирургической коррекции переднего отдела 23 стоп [75, 134]. Значимая нестабильность ПФС (подвывих на 50%) при оценке результатов лечения через 26

месяцев после операции была отмечена авторами исследования лишь в 1 случае из 35. Эффективность использованного авторами подхода подтвердилась средним значением интегрального показателя шкалы AOFAS LIMS – 88 баллов. Высокая эффективность обсуждаемой хирургической техники была подтверждена устранением патологического бокового отклонения пальцев стопы наряду с восстановлением стабильности 40 ПФС у 22 пациентов, отдаленные результаты лечения которых оценивались через 17 месяцев после операции [134].

Для коррекции патологического разнонаправленного бокового отклонения на уровне второго и третьего ПФС предложено вмешательство на коже и подкожных тканях, направленное на формирование ятрогенной синдактилии [89]. Недостатком этого способа является косметический дефект и отсутствие влияния на нормализацию стабильности ПФС в сагиттальной плоскости, что не позволяет рассчитывать на эффективность его использования для лечения выраженной деформации МЛС. Другие хирургические манипуляции на коже и подлежащих мягких тканях, выполняемые в рамках ХКМЛС (иссечение участков гиперкератоза, бурсэктомия), не направлены на коррекцию деформации и восстановление стабильности ПФС [113].

Таким образом, анализ тематических публикаций подтверждает наличие консенсуса современных хирургов стопы относительно эффективности и необходимости выполнения пластики и транспозиции сухожилий в сочетании с восстановлением ПП в рамках ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС. Совершенствование подходов к пластике мягких тканей МЛС является обоснованной задачей исследований, направленных на улучшение результатов ХКМЛС.

1.3.4 Алгоритмы хирургической коррекции малых лучей стопы

Сложный и взаимосвязанный характер патологических функциональных и структурных изменений, лежащих в основе патогенеза ДМЛС, диктует необходимость комбинированного подхода к применению различных способов их

хирургической коррекции. Анализ тематических публикаций указывает на консенсус по поводу необходимости одновременного выполнения дистальной остеотомии плюсневых костей, артродеза ПМФС, капсулотомии ПФС, тенотомии и тенопластики сгибателей и разгибателей пальцев [3, 5, 8, 9, 11, 12, 17, 22, 29, 30, 34, 38, 54, 61, 68, 77, 85, 113, 136, 139]. Как правило, отмеченные выше подходы, описаны в публикациях, относящихся к лечению молоткообразной и кроссоверной деформации пальцев с акцентом на коррекцию 2ЛС.

Известны способы хирургической коррекции нестабильности ПФС МЛС за счет комбинированного выполнения дистальной остеотомии плюсневой кости и восстановления ПП с временной трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера [82]. Такой подход позволил авторам достигнуть хороших ближайших результатов лечения у 91 – 93% пациентов за счет купирования болевого синдрома и устранения проблем с подбором обуви. Однако, существенным недостатком указанных способов является техническая сложность сшивания пересеченных коллатеральных связок и недостаточная коррекция дисбаланса векторов стабилизирующих усилий в ПП и сухожилиях сгибателей, что зачастую проявляется возникновением контрактуры и деформирующего артроза ПФС, рецидивом боковой девиации и СФПС (в 52 - 61% случаев) [23, 143].

Предложены также способы устранения нестабильности ПФС за счет остеотомии плюсневой кости и восстановления ПП при помощи трансоссальной фиксации к проксимальному метафизу основной фаланги пальца с использованием специальных инструментов и сшивающих устройств [69, 120]. Такой подход позволяет добиться высокой степени пассивной стабилизации плантарной области ПФС. Однако, выполняемое при осуществлении данных способов обязательное рассечение коллатеральных связок и технические трудности их восстановления сопряжены с сохранением нестабильности ПФС в горизонтальной плоскости и риском рецидива патологической боковой девиации. Еще одним недостатком этих способов является отсутствие коррекции векторов активной стабилизации, что может зачастую привести к функциональной

недостаточности сгибателей с развитием СФПС и рецидиву его боковой деформации [136].

Усовершенствованный алгоритм ХКМЛС, защищенный патентом РФ, включает в себя восстановление ПП прямым подошвенным доступом в сочетании с остеотомией по L.S.Weil [18]. Авторы обосновали целесообразность сшивания дефекта ПП «конец в конец» в положении подошвенного сгибания пальца, укрывание линии шва оболочкой синовиального влагалища сухожилия длинного сгибателя пальцев с подшиванием ее к ПП. Способ обеспечивает надежное восстановление главного стабилизатора ПФС, раннюю мобилизацию движений в суставе, контролируруемую плантофлексию пальца, отсутствие необходимости трансартикулярной фиксации. Однако, отсутствие необходимой коррекции положения головки плюсневой кости в дорсальном направлении, при выполнении остеотомии по L.S.Weil, не полностью устраняет причину перегрузки ПП. Выполнение такого способа пластики ПП имеет однонаправленный характер с учетом плантофлексии, что не позволяет в полной мере устранить патологическое боковое отклонение и восстановить стабильность ПФС в горизонтальной плоскости. В способе не предусмотрена коррекция векторов активной стабилизации за счет пластики сухожилий сгибателей, что сопряжено с риском развития СФПС.

Для поддержки принятия врачебных решений при выборе методов ХКМЛС разработаны и эффективно применяются актуальные для современной клинической практики алгоритмы [113]. В основу данных алгоритмов положены результаты аналитической оценки многочисленных исследований и консенсус значительного числа специалистов в области хирургии стопы. Важное значение придается последовательности выполнения коррекции различных компонентов деформации. Первоочередным этапом рекомендуется исправлять имеющуюся деформацию ПФС в сагиттальной и горизонтальной плоскости в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке 7.



Рисунок 7 - Алгоритм хирургической коррекции гиперэкстензионной деформации ПФС (при деформации одного пальца) [113]

Для устранения гиперэкстензионной деформации ПФС используются: релиз мягких тканей (тенотомия разгибателей, капсулотомия, лигаментотомия), укорачивающая остеотомия плюсневой кости (по оригинальным или модифицированным методикам L.S.Weil, В.Helal, ДММО), восстановление ПП (при помощи различных способов сшивания и пластики), сухожильная пластика (наиболее часто транспозиция сухожилий сгибателей).

Алгоритм устранения кривоверной деформации ПФС (рисунок 8) имеет значительное сходство с алгоритмом коррекции его гиперэкстензии. В то же время, имеются особенности выполнения остеотомии плюсневой кости (коррекция положения головки в горизонтальной плоскости). Дополнительными

техниками устранения данной деформации служат: транспозиция сухожилий разгибателей и базальная остеотомия проксимальной фаланги пальца.



Рисунок 8 - Алгоритм хирургической коррекции кроссоверной деформации ПФС (при деформации одного пальца) [113]

После устранения деформации на уровне ПФС рекомендуется перейти к коррекции ДМФС с использованием соответствующего алгоритма (рисунок 9). Деформация ДМФС может быть изолированной (при молотчкообразной деформации пальца) или являться компонентом когтеобразной деформации пальца. Эластическую флексионную деформацию ДМФС устраняют при помощи тенотомии длинного сгибателя. Для коррекции ригидной деформации применяют артродез сустава и в редких случаях экзартикуляцию ногтевой фаланги.

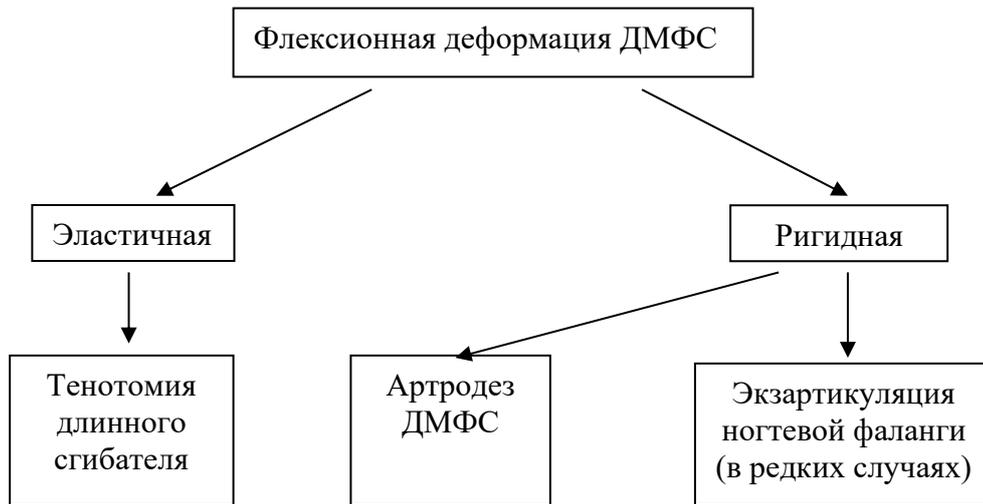


Рисунок 9 - Алгоритм хирургической коррекции флексионной деформации ДМФС [201]

На следующем (заключительном) этапе ХКМЛС рекомендовано использовать алгоритм коррекции флексионной деформации ПМФС (рисунок 10).



Рисунок 10 - Алгоритм хирургической коррекции флексионной деформации ПМФС [201]

Флексионная деформация ПМФС может быть изолированной (при молоткообразной деформации пальца) или являться компонентом когтеобразной деформации пальца. Принципиальным условием является соблюдение последовательности вмешательства на суставах МЛС. При наличии ригидной деформации ПМФС в сочетании с деформацией ПФС следует в первую очередь выполнить коррекцию ПФС. Хирургическими техниками, включенными в алгоритм последнего этапа ХКМЛС, служат: транспозиция сухожилий сгибателей (при эластичной устранимой деформации), резекционная артропластика и артродез ПМФС (при ригидной деформации).

Таким образом, важным компонентом предоперационного планирования ХКМЛС служит комплексная оценка анатомо-функциональных нарушений в соответствии с актуальными приемами клинического и дополнительных методов обследования, представленными в руководствах по хирургии стопы. С учетом сложного многокомпонентного и многовариантного характера ДМЛС в качестве поддержки принятия врачебных решений разработаны специальные алгоритмы выбора хирургических способов коррекции. Тем не менее, в настоящее время отсутствует консенсус специалистов в области хирургии стопы относительно эффективности множества применяющихся в клинической практике способов оперативного лечения, особенно в случае фиксированной тяжелой ДМЛС в сочетании с нестабильностью ПФС. В связи с этим актуальной задачей современной ортопедии в области хирургии стопы является проведение исследований, направленных на усовершенствование и повышение эффективности подходов к ХКМЛС.

Глава 2

Материал и методы исследования

2.1 Дизайн исследования

С методологической точки зрения исследование было организовано, как *проспективное, экспериментальное, открытое, не рандомизированное, со сплошным отбором*. Возможность применения рандомизированного подхода была существенно ограничена из-за необходимости учета критериев включения и документального оформления согласия на участие в исследовании.

Настоящее исследование основано на анализе результатов хирургической коррекции тяжелой фиксированной деформации второго луча стопы у 167 пациенток с сочетанной деформацией первого и МЛС, лечение которых проводилось в период с сентября 2019 года по сентябрь 2022 года в центре хирургии стопы на базе ГБУЗ «ГКБ им. С.С. Юдина ДЗМ». Минимальный срок наблюдения пациенток составил 1 год. Всем пациенткам на этапе предоперационного обследования был установлен диагноз: «Приобретенная деформация переднего отдела стопы. Сочетанная деформация первого и малых лучей стопы. Нестабильность 2-го плюснефалангового сустава». Диагностический алгоритм включал в себя оценку и анализ жалоб, данных анамнеза, а также результатов физикального, инструментального и рентгенологического методов обследования.

У всех пациенток осуществляли хирургическую коррекцию 1ЛС путем выполнения scarf - остеотомии М1, Akin – остеотомии Р1 в сочетании с латеральным релизом мягких тканей первого ПФС. Во всех случаях для коррекции 2ЛС выполняли дистальную фиксируемую модифицированную остеотомию В.Нелал М2 и пластику дефекта ПП, а также артродез ПМФС.

В зависимости от подхода к восстановлению стабильности 2ПФС пациентки были разделены на 2 группы. У 83 пациенток *контрольной группы* для достижения указанного результата применяли пластику дефекта ПП. В *основной*

группе (84 пациентки) выполняли комбинированную пластику дефекта ПП и пластику сухожилий сгибателей 2-го пальца стопы. В рамках одной операционной сессии выполняли хирургическую коррекцию одной стопы. После завершения курса восстановительного лечения и восстановления опорно-двигательной функции оперированной нижней конечности у 20 пациенток контрольной и 21 пациентки основной группы выполнили хирургическую коррекцию второй стопы при наличии показаний и соответствии критериям включения в исследование. Таким образом, количество подвергнувшихся хирургической коррекции и оценке в рамках диссертационного исследования, 2-х лучей стопы составило 103 и 105 в контрольной и основной группах соответственно. Сформированные группы соответствовали критериям репрезентативности по количеству наблюдений и были сопоставимы по результатам сравнительного анализа показателей возраста, веса, выраженности деформации первого и малых лучей стопы.

Критерием включения в исследование служило наличие у пациенток тяжелой (фиксированной) деформации 2ЛС с нестабильностью ПФС, сочетающейся с вальгусным отклонением первого пальца стопы.

Критериями невключения были определены:

- мужской пол;
- отказ пациенток от участия в исследовании;
- отсутствие признаков нестабильности 2ПФС;
- ревматоидная этиология деформации стопы;
- нейрогенная этиология деформации стопы;
- плоско-вальгусная деформация стопы;
- деформирующий артроз, осложненный контрактурой голеностопного сустава;
- сахарный диабет;
- ранее выполненная хирургическая коррекция переднего отдела стопы;

Критериями исключения из исследования считали:

- формальный и не формальный отказ пациенток от дальнейшего участия в исследовании;
- не соблюдение пациентками рекомендаций по восстановительному лечению и лечебно-охранительному режиму.

Решение задач, направленных на достижение цели исследования, было разделено на 5 этапов, характеристика которых представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Дизайн исследования эффективности хирургической коррекции малых лучей стопы с восстановлением стабильности плюснефалангового сустава

№	Содержание этапа исследования	Новизна
1	Анализ актуальных подходов к оценке состояния МЛС	1.Разработка и апробация программы ЭВМ для анализа рентгенограмм переднего отдела стопы 2.Включение в диагностический алгоритм двух шкал оценки МЛС
2	Анализ эффективности ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС	Уточнение причин ограничения эффективности ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС
3	Разработка усовершенствованного подхода к ХКМЛС	Предложение нового способа ХКМЛС
4	Оценка эффективности усовершенствованного подхода к ХКМЛС	Улучшение результатов ХКМЛС
5	Сравнительный анализ диагностических свойств разных шкал оценки МЛС	Улучшение качества диагностики пациентов с ДМЛС за счет применения шкалы ACFAS (Module 2)

Настоящее исследование проводили с соблюдением «рекомендаций по проведению биомедицинских исследований с участием человека в качестве объекта исследования» (Хельсинки, 1964), статьи 21 Конституции РФ, Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан (№5487–1 от 22.07.1993, с изм. от 20.12.1999г.) в рамках научно-исследовательской работы, протокол которой был рассмотрен и одобрен локальным этическим комитетом. Все пациентки были ознакомлены с целью и задачами исследования, особенностями методов обследования, хирургического и восстановительного лечения. Добровольный характер участия пациенток в исследовании подтверждался в письменной форме.

На основании данных истории болезни, результатов опроса и обследования пациенток на различных этапах исследования была сформирована компьютерная база данных. Оценку состояния переднего отдела стопы у каждой пациентки в рамках настоящего исследования проводили трехкратно. Первично - на этапе предоперационного обследования. В послеоперационном периоде проводили оценку ближайших (через 3 месяца после операции) и отдаленных (через 1 год после операции) результатов лечения.

2.2 Материал исследования

Общая характеристика

Гендерная принадлежность всех участников исследования соответствовала женскому полу в соответствии с критериями невключения. Средний возраст пациенток составил $58,6 \pm 6,3$ [min 43; max 76] лет. Распределение пациенток по возрастным категориям в соответствии с классификацией Всемирной Организации Здравоохранения представлено на рисунке 11.

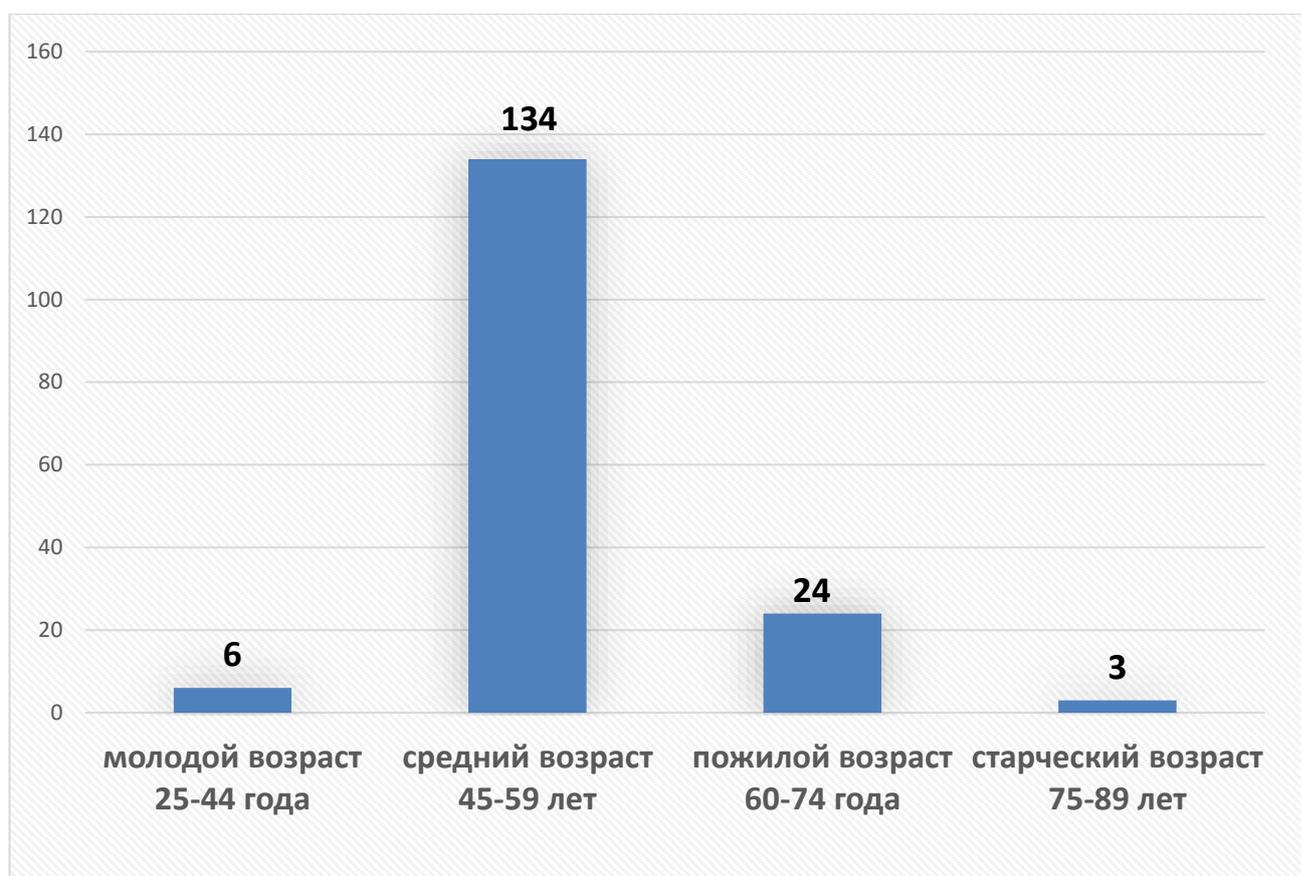


Рисунок 11 – Распределение пациенток по возрасту

Наибольшая часть пациенток (134 из 167) относилась к категории среднего возраста, удельный вес которой в общей совокупности составил 80%. Из 76 пациенток, относящихся к категории пенсионного возраста, 39 продолжали трудиться. 77,8% пациенток (130 из 167) были трудоспособными.

В большинстве наблюдений (у 126 пациенток из 167) была отмечена односторонняя тяжелая деформация 2ЛС с нестабильностью ПФС. В 24,5 % случаев (41 пациентка) изучаемая патология носила двусторонний характер.

Возрастные особенности отразились коморбидности пациенток. Сопутствующая и сочетанная патология была выявлена у 92,8 % пациенток (155 из 167). Распределение удельного веса этой патологии представлено на рисунке 12.

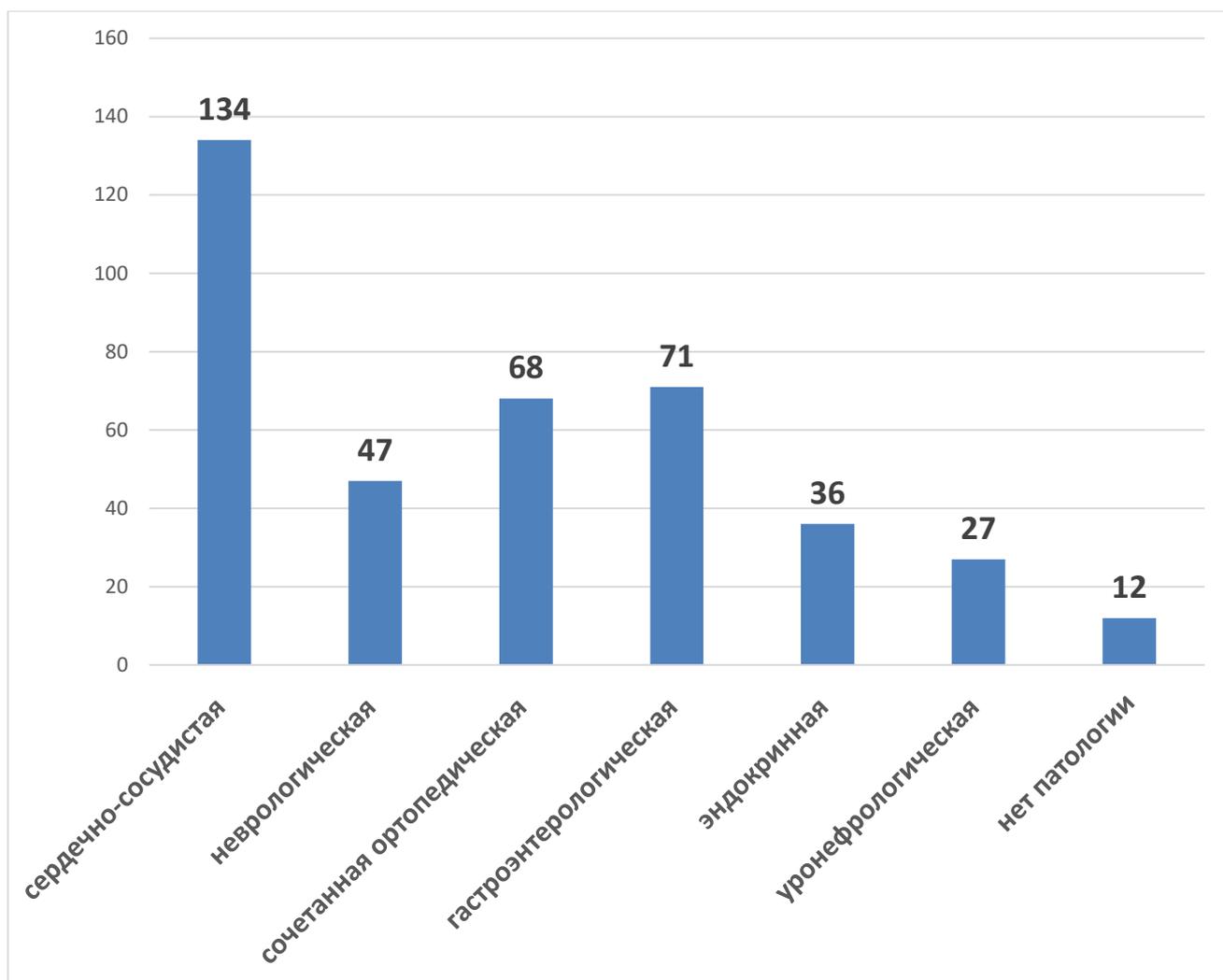


Рисунок 12 – Сопутствующая и сочетанная патология

Характеристика групп сравнения

Сформированные в рамках исследования, группы пациенток не имели статистически значимых отличий по полу, возрасту, росту, весу, степени деформации 1ЛС, интегральным показателям оценки 2ЛС по шкалам AOFAS LMIS и ACFAS Module 2 (таблица 2). Средний возраст в контрольной и основной группах пациенток составил соответственно $54,37 \pm 9,86$ [min 44; max 73] и $56,87 \pm 8,14$ [min 43; max 76] лет, что подтвердило данные литературы об увеличении частоты встречаемости и степени выраженности деформации переднего отдела стопы в соответствии с возрастом.

Таблица 2 - Сравнительная характеристика контрольной и основной групп пациенток

Сравниваемые показатели	Группа исследования		Критерий отличия р
	Контрольная N =83 n =103	Основная N =84 n =105	
Возраст, лет	54,37 ± 9,86	56,87 ± 8,14	p = 0,836
Рост, см	165,50 ± 4,82	165,68 ± 5,12	p = 0,904
Вес, кг	69,41 ± 5,18	70,11 ± 5,89	p = 0,791
Индекс массы тела, кг/м ²	25,37 ± 5,14	25,42 ± 4,71	p = 0,896
Частота встречаемости различных степеней деформации 1ЛС, абс.(%)			
1 степень	-	-	-
2 степень	25 (24,3%)	25 (23,8%)	p = 0.087
3 степень	78 (75,7%)	80 (76,2%)	p = 0.079
Рентгенометрические показатели деформации 1ЛС			
∠M1M2, °	22,23 ± 2,11	22,5 ± 2,24	p = 0,910
∠M1P1, °	38,2 ± 4,38	38,5 ± 4,61	p = 0,992
Интегральный показатель шкалы AOFAS LMIS, баллы	29 [0; 37]	29 [0; 37]	p = 0,937
Интегральный показатель шкалы ACFAS Module 2, баллы	26 [6; 33]	26 [6; 33]	p = 0,944

П р и м е ч а н и е: N – количество пациенток, n – количество вторых лучей стопы, подвергнутых хирургической коррекции; p (двусторонний) — критерий достоверности сравнения показателя между основной и контрольной группами пациенток, критический уровень значимости которого принят 0,05.

Оценка антропометрических показателей позволила сделать вывод о наличии избыточной массы тела у основной статистической совокупности пациенток обеих групп. При этом значимых отличий между группами по этим показателям не было выявлено ($p > 0,05$). В рамках сравнительной оценки групп пациенток учитывали патогенетическую связь деформации малых и первого

лучей стопы. Для обеих групп характерным показателем явилось преобладание 3 степени деформации 1ЛС, частота встречаемости которой достигала 76%. Рентгенометрические показатели, служившие критерием определения степени деформации 1ЛС, также не имели значимых отличий у пациенток контрольной и основной группы ($p > 0,05$). Выраженность деформации 2ЛС и соответствующие клинические проявления на этапе предоперационного обследования имели сходные характеристики в обеих группах пациенток, что подтверждалось отсутствием значимых отличий интегральных показателей шкал AOFAS LMIS ($p > 0,05$) и ACFAS Module 2 ($p > 0,05$).

Результаты детальной сравнительной оценки состояния 2ЛС у пациенток обеих групп до операции по шкале AOFAS LMIS не выявили значимых отличий ни по одному из показателей ($p > 0,05$). Субъективная оценка болевого синдрома, связанного с деформацией 1ЛС, в подавляющем большинстве случаев соответствовала критерию шкалы «умеренный ежедневный болевой синдром», эквивалентному 20 баллам. Во всех случаях пациентки отметили «ограничение повседневной и спортивной активности», эквивалентное 4 баллам. В большинстве случаев пациентки указали на необходимость «ношения обуви с ортопедическими стельками постоянно», что соответствовало 5 баллам шкалы. У большинства пациенток было отмечено тяжелое ограничение амплитуды движений 2ПФС (менее 30°), эквивалентное оценке в 0 баллов. Амплитуда движений межфалангового сустава в большинстве случаев была выражено ограничена (менее 10°), с соответствующим эквивалентом в 0 баллов. Эквивалент оценки стабильности ПФС и межфалангового суставов во всех случаях составил 0 баллов (очевидная нестабильность), что соответствовало критериям включения и невключения в исследование. Во всех случаях было отмечено «грубое, выраженное нарушение адаптации 2 – 5 пальцев стопы к поверхности с наличием симптоматики», что также было эквивалентно оценке 0 баллов.

Все оценочные показатели шкалы ACFAS Module 2 на этапе предоперационного обследования не имели значимых отличий между группами сравнения ($p > 0,05$). В большинстве случаев из предложенных вариантов

субъективной оценки болевого синдрома пациентки выбирали «у меня была боль и значительное ограничение активности», что соответствовало эквиваленту шкалы в 6 баллов. Для оценки внешнего вида стопы большинство пациенток выбирали характеристику «определенно не нравится», эквивалентную 0 баллам.

При субъективной оценке функциональных характеристик, связанных с проблемой подбора обуви, большинство пациенток выбрали вариант «я могу ходить только в туристической, спортивной или не модельной обуви», что соответствовало 5 баллам шкалы. Менее, чем в 1/4 случаев при оценке рентгенометрических критериев было отмечено значимое отклонение от нормы $\angle M4M5$, что не повлияло на снижение среднего значения соответствующей оценки в баллах. Во всех случаях были отмечены отклонения от нормальных рентгенометрических показателей длины плюсневых костей, оцениваемых по величине соответствующих тангенциальных плюсневых углов, что отразилось в снижении индивидуальной и средней эквивалентной оценки, составляющей в норме 10 баллов. Боковое отклонение в ПФС у большинства пациенток контрольной и основной группы имело отличие от нормальных значений и оценивалось в 0 баллов. Значительно реже встречалось не нормальное отклонение в ПМФС, средняя эквивалентная оценка которого приближалась к максимальной (2 балла).

В рамках функциональной оценки амплитуда разгибания ПФС сустава в подавляющем большинстве наблюдений составила менее 45° , что было эквивалентно 0 баллам шкалы. Характерной особенностью 2ЛС у пациенток, включенных в исследование, явилось значительное нарушение сгибания ПФС, амплитуда которого не превышала 0° , что соответствовало 0 баллам шкалы. Функциональный тест на прижатие 2 пальца к плоскости опоры стопы в преобладающем числе наблюдений был отрицательным, что не позволяло оценить его выше 0 баллов. Результаты оценки стабильности ПФС при помощи теста на смещение (drawer-теста) наиболее часто соответствовали состоянию подвывиха с эквивалентом шкалы в 4 балла, а в ряде случаев – вывиху с эквивалентом в 0 баллов. Стабильность сустава по данным теста, эквивалентная 8

баллам, служила критерием невключения в исследование. Более половины пациенток в качестве причины хромоты при ходьбе босиком отмечали болевой синдром, эквивалентный 0 баллам по шкале. В остальных случаях ходьба босиком не сопровождалась хромотой и болью, что оценивалось 5 баллами шкалы.

Таким образом, комплексная оценка подтвердила, что контрольная и основная группы пациенток, включенных в исследование, являются сопоставимыми по клинико-статистическим критериям.

2.3 Методы исследования

Всем пациенткам проводили комплексное обследование, включавшее общепринятые методы исследования: клинический, рентгенологический, лабораторный, инструментальный. Обследование проводили до операции, а также через 3 и 12 месяцев после хирургической коррекции стопы, что соответствовало ближайшим и отдаленным результатам лечения.

Для унификации подхода к систематизации полученных данных воспользовались специальными шкалами оценки МЛС. В первую очередь использовали шкалу AOFAS LMIS (приложение А), получившую широкое распространение в клинической и научной практике. С целью проведения сравнительного анализа диагностической информативности дополнительно применяли систематизацию полученных данных при помощи шкалы ACFAS Module 2 (приложение Б). Нормальному состоянию 2ЛС соответствовали максимальные значения интегрального показателя указанных шкал - 100 баллов. Для обработки и сравнительного анализа полученных данных применяли статистический метод исследования.

Клинический метод исследования

Использование клинического метода включало проведение опроса, физикального и инструментального обследования пациенток.

На основании опроса устанавливали жалобы и субъективную оценку выраженности болевого синдрома, косметического дефекта, а также затруднений при подборе и использовании обуви. Характерными жалобами пациенток, принявших участие в исследовании, были: болевой синдром в переднем отделе стопы, наличие «натоптышей», проблемы с подбором обуви, хромота, ограничение двигательной активности и косметический дефект. Наиболее значимыми участками локализации болевого синдрома служили подошвенная поверхность стопы в проекции головки М2 и тыльная поверхность 2 – го пальца стопы в проекции ПМФС. В рамках опроса проводили анкетирование пациенток при помощи соответствующих разделов шкал AOFAS LMIS и ACFAS Module 2, отражающих субъективную оценку болевого синдрома, проблем с подбором обуви, косметического дефекта, двигательной активности. В соответствии с критериями шкал определяли эквивалентные значения полученных результатов опроса в баллах.

Во время осмотра оценивали внешний вид стопы в положении пациентки стоя (в условиях физиологической статической нагрузки) и в положении лежа (без нагрузки). Обращали внимание на изменение нормальных анатомических соотношений в переднем отделе стопы. Отмечали отклонение пальцев от средне - физиологического положения в горизонтальной и сагиттальной плоскости. Оценивали изменение формы пальцев, обусловленное отклонением от средне - физиологического положения в ПФС и межфаланговых суставах. На основании указанных данных делали заключение о варианте деформации малых пальцев стопы в соответствии с распространенной в клинической и научной практике классификацией AOFAS («молоткообразная», «когтеобразная», «молоточкообразная»). Также обращали внимание на наличие, выраженность и локализацию участков гиперкератоза кожи. Типичными участками были подошвенная поверхность стопы в проекции головок М2, М3, а также тыльная поверхность 2 пальца в проекции ПМФС. Отдельное внимание обращали на дефекты кожного покрова и признаки воспаления (гиперэмия, наличие и характер отделяемого). Окраску и рельеф кожного покрова оценивали также с позиции

нарушения регионарного кровотока. Также при осмотре оценивали адаптацию 2 - 5 пальцев стопы к плоскости опоры в положении стоя. Результаты оценки выражали в баллах, соответствующих критериям шкал AOFAS LMIS и ACFAS Module 2.

При помощи пальпации определяли зоны болезненности и локальной гипертермии. Пальпаторно выполняли пассивные движения в межфаланговых и ПФС и «push up» тест (надавливанием на подошвенную поверхность в области головки М2) для определения вида деформации (фиксированная или нефиксированная) (рисунок 13).



Рисунок 13 - «Push up» тест

Также оценивали стабильность ПФС при помощи модифицированного сдвигового «drawer» теста Лахмана. Критерием нестабильности служила частичная или полная дислокация основной фаланги пальца в тыльном направлении относительно головки плюсневой кости вследствие внешнего воздействия посредством фиксации указанных образований между 1 и 2 пальцами рук исследователя (рисунок 14). Отсутствие признаков нестабильности служило критерием исключения из исследования.

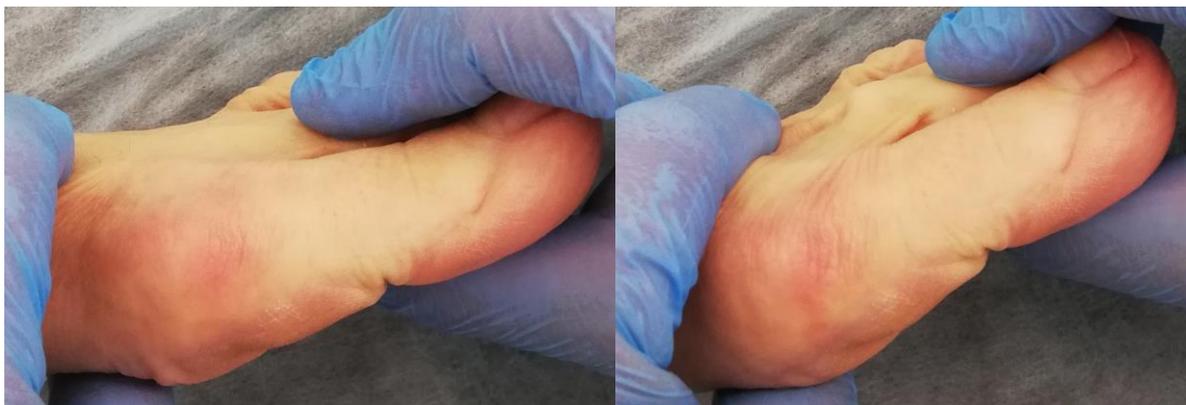


Рисунок 13 - «Drawer» тест

С целью оценки функциональной состоятельности МЛС проводили тест прижатия бумажной полоски (рисунок 14). Смещение из-под активно прижатого к плоскости опоры пальца не поврежденной бумажной полоски расценивалось как функциональное нарушение.



Рисунок 14 - Тест прижатия бумажной полоски

Инструментальное исследование проводили при помощи угломера для определения амплитуды движения в ПФС и ПМФС. Во время измерения бранши угломера помещали на тыльной поверхности переднего отдела стопы и пальца с расположением оси вращения угломера в проекции соответствующих суставов (рисунок 15).



Рисунок 15 - Измерение амплитуды движений ПФС и ПМФС

Полученные результаты регистрировали в виде абсолютных значений, а также проводили их балльную оценку в соответствии со шкалами AOFAS LMIS и ACFAS Module 2.

Рентгенологический метод исследования

В качестве обязательного дополнительного метода обследования пациенток перед операцией и при оценке результатов лечения использовали рентгенографию переднего отдела стопы. При анализе рентгенограммы в прямой проекции проводили измерение рентгенометрических показателей, используемых для количественной оценки деформации первого и МЛС. Деформацию 1ЛС оценивали при помощи $\angle M1M2$ и $\angle M1P1$. Рентгенометрическими показателями, характеризующими деформацию 2ЛС, были: $\angle M4M5$, угол бокового отклонения в ПФС и ПМФС, а также плюсневые тангенциальные углы. Величину плюсневых тангенциальных углов измеряли в соответствии с методикой, описанной в руководстве по применению шкалы ACFAS Module 2 [138] (рисунок 16).

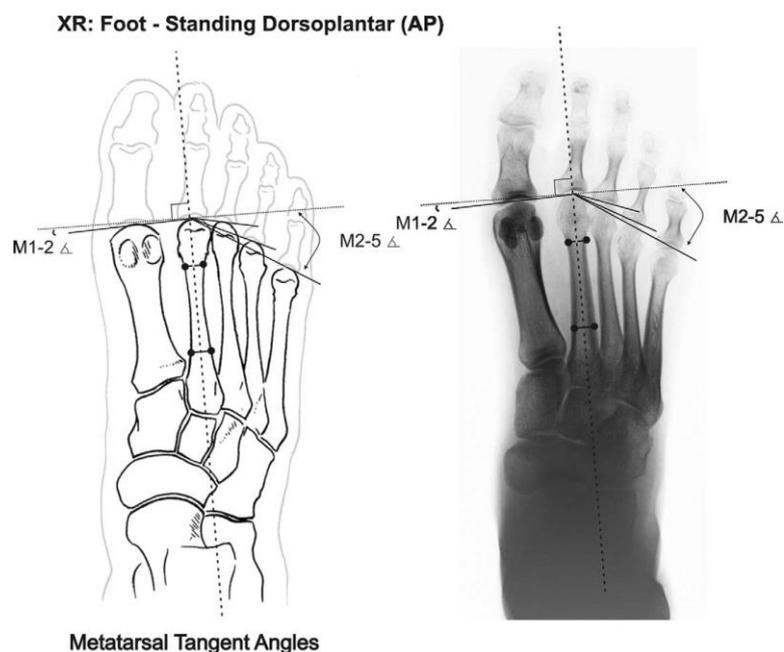


Рисунок 16 - Схема определения плюсневых тангенциальных углов [138]

Значительное количество рентгенометрических показателей, подлежащих измерению, обуславливает существенную трудоемкость и временные затраты, усложняющие работу рентгенологов. Для устранения указанных трудностей в рамках выполнения диссертационного исследования нами была разработана и внедрена в практику специальная программа для ЭВМ, предназначенная для анализа рентгенограмм переднего отдела стопы (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2020610547. Опубликовано 16.01.2020 Бюл. №1.).

Для создания указанной рентгенометрической программы нами были использованы: компьютерная среда Microsoft Visual Studio 2015, язык программирования C#, модель разработки WPF (Windows Presentation Foundation). Интерфейс программы предполагает загрузку изображения рентгенограммы переднего отдела стопы (рисунок17).

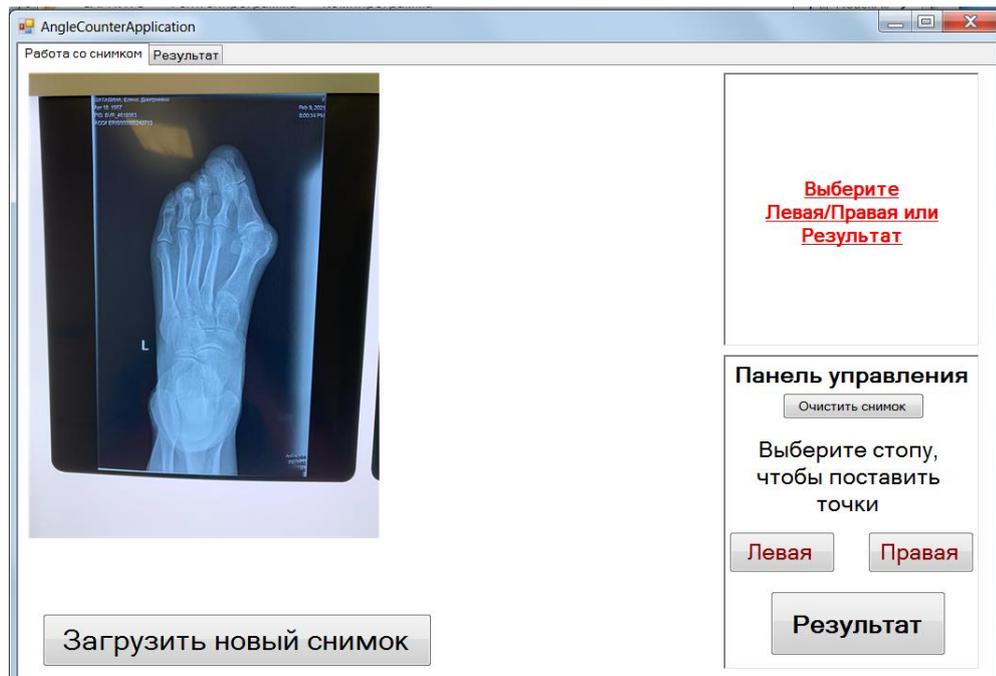


Рисунок 17 - Внешний вид интерфейса программы ЭВМ для оценки рентгенометрических показателей на этапе загрузки рентгенограммы переднего отдела левой стопы пациентки Ш.

Вторым этапом исследователь (оператор) расставляет контрольные точки в соответствии со специально разработанной схемой и инструкцией, освоение которой не требует длительного времени (рисунок 18).



Рисунок 18 - Внешний вид интерфейса программы ЭВМ для оценки рентгенометрических показателей на этапе расстановки контрольных точек на рентгенограмме переднего отдела левой стопы пациентки Ш.

После расстановки контрольных точек происходит автоматическое определение величин рентгенометрических показателей, формулировка и печать рентгенологического заключения (рисунок 19).

Дата исследования: 07.05.2019

Пациент: Пациентка Ш. Дата рождения: 18.04.1957

Описание: На рентгенограмме передних отделов обеих стоп определяются признаки поперечного плоскостопия, количественные критерии которого представлены в таблице:

	HV	IM	PASA	P1P2	M1M5	M5P5	M4M5
Левая	12,16	40,66	34,84	8,91	29,03	15,81	9,61
Правая	-	-	-	-	-	-	-

Заключение:

Деформация первого луча левой стопы: 3 степени

Рисунок 19 - Рентгенометрические показатели переднего отдела левой стопы пациентки Ш., вычисленные при помощи программы ЭВМ

Применение разработанной нами компьютерной рентгенометрической программы позволило устранить, возникающие в клинической практике, разногласия в методических подходах врачей-рентгенологов и ортопедов к оценке статических деформаций переднего отдела стопы. Опыт использования в рамках исследования позволил оценить данную программу, как доступное, высокоэффективное и точное средство рентгенометрической оценки деформации переднего отдела стопы, которое может быть рекомендовано к применению в профильных стационарах и амбулаторных центрах.

Статистический метод исследования

При определении размера выборки учитывали ранее выполненные расчеты в рамках исследований, посвященных изучению эффективности хирургического лечения деформации МЛС [9]. Гуди С.М. применил формулы для двоичной

конечной точки и гипотезы равенства исходя из частоты различных осложнений хирургической коррекции 2ЛС и пришел к выводу о достаточном объеме выборки в одной группе в количестве 82 пациентов. Тем не менее, нами был выполнен собственный расчет размера выборки, с учетом предполагаемого анализа основной переменной исхода в рамках планируемого исследования. Размер выборки мы рассчитали по формуле, базирующейся на методе примерного нормального распределения при сравнении двух средних величин, с учетом результатов ранее выполненных исследований с использованием интегрального показателя шкалы AOFAS LMIS для оценки результатов ХКМЛС [104]. Было установлено, что для выявления различий в 5 баллов по шкале AOFAS LMIS на 5% уровне значимости с 80% мощностью, принимая стандартное отклонение равным 11 баллам, потребуется 82 пациентки в контрольную и основную группу исследования. С учетом определения в качестве единицы совокупности данных результата оценки состояния 2ЛС и выполненных операций у части пациенток на обеих стопах размер выборки в каждой группе составил более 100, что значительно превышает расчетный показатель. Совпадение результата собственных расчетов с аналогичными расчетами других авторов послужило дополнительным критерием адекватности определения размеров выборки для выполнения запланированного диссертационного исследования.

На начальном этапе статистической обработки полученных данных выполняли построение вариационных рядов и определяли нормальность распределения по критериям Колмогорова, Смирнова и Шапиро-Уилка [15, 41]. Распределение считали близким к нормальному при p -value (p -значении) более 0,05. В случае нормального распределения использовали параметрический метод с вычислением средней арифметической (M), средней ошибки средней арифметической ($\pm m$), среднеквадратического отклонения ($\pm \sigma$). При несоответствии критериям нормального распределения значений анализируемого показателя достоверность отличий выясняли непараметрическим методом с вычислением моды (M_0) и квартилей, соответствующих 25% и 75% выборки [Q_1 ; Q_3].

Достоверность различия аналогичных показателей контрольной и основной группы пациенток оценивали с учетом методологических особенностей применения методов вариационной статистики [15, 41] при помощи t-критерия Стьюдента (для нормального распределения) или критерия-U Манна-Уитни (в случае несоответствия нормальному распределению). В случае $U_{эмп} < U_{кр}$ считали верной гипотезу о том, что различие значений сравниваемых показателей в контрольной и основной группах пациенток статистически значимо.

При сравнении интегральных показателей шкал оценки МЛС в каждой группе пациенток на различных этапах обследования достоверность отличия оценивали при помощи критерия Фридмана X^2_r , с учетом несоответствия нормальному распределению и связанного характера анализируемых данных. При сравнении показателей, отражавших частоту встречаемости, использовали ϕ^* – критерий Фишера. Надежность используемых статистических оценок принималась не менее 95%. Различия показателей считали статистически значимыми при значениях степени вероятности $p < 0,05$.

Для определения величин статистической зависимости распределения значений переменных в рамках исследования гомогенности и согласованности различных шкал МЛС рассчитывали ранговые коэффициенты корреляции Спирмена. Оценка силы связи между признаками осуществлялась по величине коэффициента корреляции – «r» ($r = 0-0,3$ – низкая связь; $r = 0,3-0,7$ – средняя связь; $r = 0,7-1,0$ – высокая связь). При анализе согласованности экспертных оценок в шкалах AOFAS LMIS и ACFAS Module 2 использовали критерий конкордации Кендала.

Глава 3

Хирургическое лечение пациенток с сочетанной деформацией первого и малых лучей стопы, осложненной нестабильностью второго плюснефалангового сустава

Предоперационное обследование и подготовку пациенток проводили в соответствии с общехирургическими и ортопедо - травматологическими стандартами, приказами, клиническими рекомендациями, а также требованиями СанПиН 2.1.3.2630-10. С учетом планового порядка госпитализации консультативный осмотр, лабораторное, рентгенологическое исследования и консультации смежных специалистов проводились амбулаторно. При поступлении пациенток в стационар проводили первичный осмотр, клиническое обследование, изучение результатов обследования, содержащихся в комплекте документов для госпитализации. По результатам первичного осмотра определяли план лечения, алгоритм хирургической коррекции переднего отдела стопы, назначали консультацию анестезиолога. Во всех случаях в качестве анестезиологического пособия была использована спинномозговая анестезия. Подготовку и обработку операционного поля проводили с соблюдением общехирургических требований. Хирургическое лечение осуществляли в асептических условиях операционной. На время проведения операции выполняли обескровливание нижней конечности турникетом при помощи бинта Мартенса (ленточного резинового жгута), наложенного на уровне средней трети голени. Продолжительность временной ишемии конечности во всех случаях не превышала 1 часа.

С учетом патогенетической связи и сочетанного характера деформации первого и МЛС, хирургическое лечение пациенток, принявших участие в исследовании, носило комплексный характер.

Коррекция первого луча стопы

На первом этапе выполнения операции производили коррекцию 1ЛС, используя одинаковый алгоритм в контрольной и основной группах пациенток.

Указанный алгоритм включал в себя выполнение краевой резекции медиального остеофита головки М1, остеотомий М1 и Р1, а также латерального релиза мягких тканей. Хирургическую коррекцию варусного отклонения М1 во всех случаях осуществляли при помощи scarf – остеотомии. Эффективность и обоснованность применения этой хирургической техники, в том числе для коррекции тяжелой деформации первого луча стопы, подтверждена результатами многочисленных (включая собственные) исследований. В большинстве случаев для достижения необходимой коррекции 1ЛС выполняли также остеотомию Р1 по методике О.Ф.Акин, получившей широкое распространение в клинической практике и подтвердившей свою эффективность в многочисленных исследованиях.

Коррекция малых лучей стопы

Для ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС на первом этапе исследования у пациенток контрольной группы использовали алгоритм, включавший в себя выполнение капсулотомии ПФС, тенотомии и пластики сухожилий разгибателей пальцев, дистальной остеотомии плюсневой кости, артродеза ПМФС, пластики дефекта ПП. На втором этапе исследования у пациенток основной группы в описанный выше алгоритм ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС была добавлена тенотомия и пластика сухожилий сгибателей пальцев.

Восстановительное лечение в послеоперационном периоде

В послеоперационном периоде проводили комплексное восстановительное лечение, которое включало в себя: перевязки, фармакотерапию, физиотерапию, лечебную физкультуру, лечебно-охранительный ортопедический режим. Медикаментозное лечение было направлено на коррекцию болевого синдрома, воспалительного процесса, агрегатного состояния крови, венозного кровотока и профилактику инфекционных осложнений. Ранняя активизация пациенток с разгрузкой переднего отдела оперированной стопы проводилась с использованием специальной послеоперационной обуви Барука, а также в некоторых случаях, средств дополнительной опоры. Средний срок стационарного лечения составил 5 койко-дней. Удаление спиц Киршнера, фиксирующих область

артродеза ПМФС, выполняли через 5 недель после операции. Пациенткам проводили инструктаж по расширению двигательной активности и увеличению нагрузки на оперированную стопу. Полная нагрузка с началом ходьбы без использования специальной обуви была рекомендована через 6 недель после операции. Решение о завершении восстановительного лечения принималось по результатам контрольного осмотра при отсутствии клинических признаков нарушения опорно-двигательной функции оперированной нижней конечности. Кроме этого, учитывали признаки консолидации и стабильности фиксации на контрольной рентгенограмме, выполненной через 6 недель после операции. Средняя продолжительность восстановительного лечения составила 56,4 [51,2; 62,5] дня и не имела значимых отличий между группами исследования.

3.1 Дистальная остеотомия плюсневой кости

Обязательным компонентом нашего подхода к комплексной хирургической коррекции тяжелой деформации 2ЛС с нестабильностью ПФС у пациенток обеих групп было выполнение остеотомии плюсневой кости. Нами были учтены результаты многочисленных исследований, подтверждающих необходимость и эффективность коррекции положения головки М2, достигаемой в результате хирургической реконструкции кости.

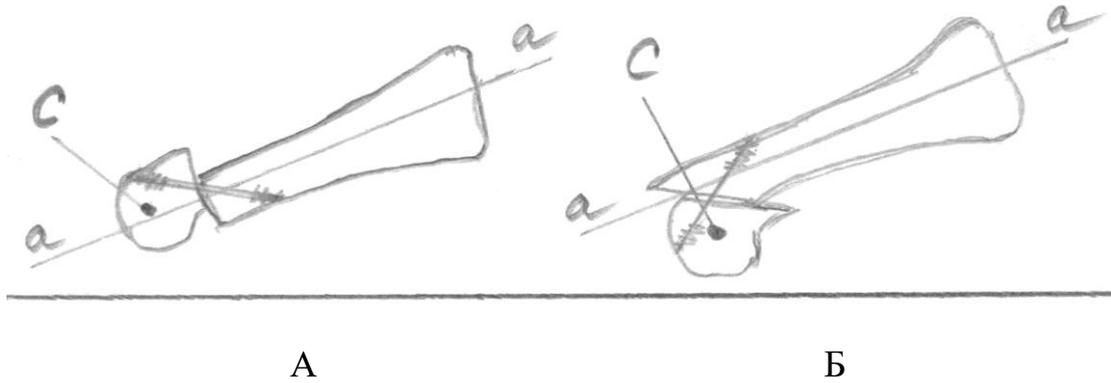
Коррекцию анатомического соотношения длины плюсневых костей с учетом «параболы Лельевра» осуществляли при помощи выполнения дистальных поперечных моделирующих остеотомий с сегментарной резекцией плюсневых костей с использованием модифицированной техники, предложенной В.Helal. Выполняли разрез кожи на тыльной поверхности стопы в проекции ПФС или промежутка между вторым и третьим ПФС. Последовательно производили капсулотомию, мобилизацию и дистальную поперечную остеотомию плюсневой кости при помощи осцилляторной пилы (рисунок 20).



Рисунок 20 - Выполнение дистальной остеотомии М2 левой стопы пациентки Е., 58 лет при помощи осцилляторной пилы

С целью коррекции уплощения поперечного свода стопы и восстановления пассивной стабилизации ПФС после выполнения остеотомии изменяли положение головок плюсневых костей в сагиттальной и горизонтальной плоскостях. Степень дорсального смещения головки М2 определяли достижением ее соосности с проксимальной суставной поверхностью основной фаланги второго пальца стопы. Осуществляли фиксацию зоны остеотомии бикортикальным винтом для повышения надежности достигнутой коррекции.

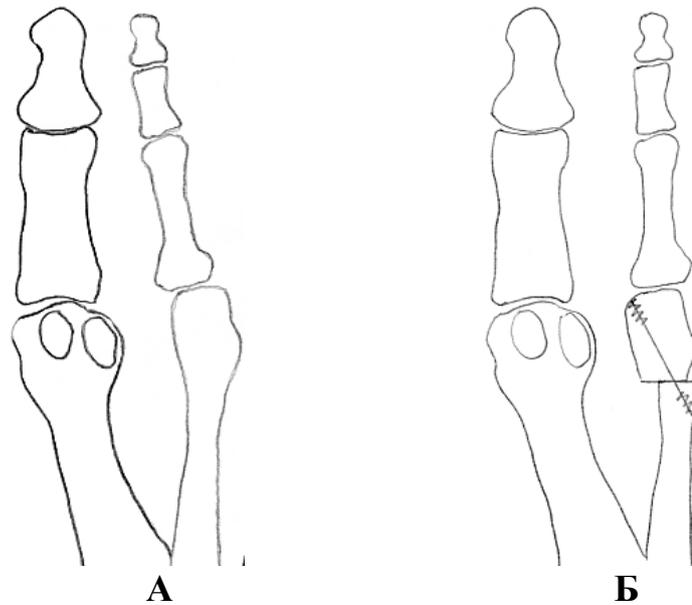
Улучшение возможности коррекции положения центра ротации ПФС2 при использовании модифицированной техники остеотомии М2 по В.Helal в сравнении с техникой L.S.Weil схематически представлено на рисунке 21.



А – модифицированный вариант остеотомии по В. Helal; Б – остеотомия по L. Weil;
 а-а – продольная ось М2; С – центр ротации ПФС2
 Рисунок 21 - Схема коррекции положения головки М2 и центра ротации ПФС2
 в сагиттальной плоскости при выполнении дистальной остеотомии

На представленных схемах наглядно видно, что центр ротации 2ПФС расположен по разные стороны от продольной оси М2 в зависимости от способа остеотомии. Выполнение остеотомии по L. Weil сопровождается смещением центра ротации 2ПФС плантарно по отношению к продольной оси М2. Возможность дорсального смещения головки М2 при выполнении модифицированной остеотомии по В. Helal позволяет добиться соответствующего смещения центра ротации 2ПФС по отношению к продольной оси М2.

Применение модифицированной остеотомии по В. Helal также позволяет эффективно устранить патологическое боковое отклонение в горизонтальной плоскости на уровне 2ПФС, которое в значительном проценте случаев является компонентом тяжелой деформации 2ЛС с нестабильностью ПФС. Биомеханический подход, обеспечивающий условия коррекции указанного компонента деформации, основан на восстановлении конгруэнтности 2ПФС в горизонтальной плоскости за счет соответствующего смещения головки М2 в направлении отклонения пальца после дистальной остеотомии (рисунок 22).



А – отклоненный в горизонтальной плоскости компонент деформации 2-го пальца на уровне 2ПФС; Б - нормализация взаимного расположения головки М2 и проксимальной суставной поверхности проксимальной фаланги 2-го пальца с устранением его бокового отклонения

Рисунок 22 - Схема коррекции положения головки М2 в горизонтальной плоскости

3.2 Артродез проксимального межфалангового сустава

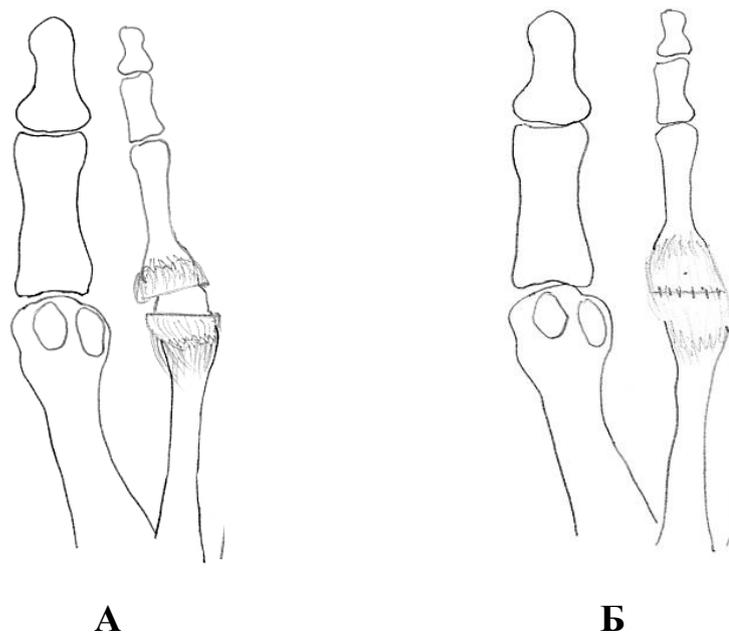
С целью устранения и профилактики рецидива патологической фиксированной сгибательной контрактуры ПМФС МЛС выполняли артродез этих суставов по стандартной методике. Для этого осуществляли разрез кожи по тыльной поверхности пальца в проекции ПМФС, выделяли и резецировали их суставные поверхности. После сопоставления плоскостей опиляли основную и среднюю фаланги пальца выполняли трансартикулярную интрамедуллярную фиксацию одной или двумя спицами Киршнера (рисунок 23).



Рисунок 23 - Внешний вид переднего отдела левой стопы пациентки Е., 58 лет после выполнения хирургических доступов на тыльной поверхности стопы и фиксации спицами Киршнера при выполнении артродеза ПМФС 2 и 3 пальцев по модифицированной методике Нohnman

3.3 Пластика мягких тканей малых лучей стопы

Восстановление ПП ПФС обеспечивали путем выполнения пластики в области дефекта за счет иссечения краев с образованием дефектов в форме прямоугольника или трапеции, широкое основание которой направлено в сторону противоположную отклонению пальца в горизонтальной плоскости (рисунки 24 и 25).



А – трапециевидный дефект ПП, сформированный путем моделирующей резекции краев ее первичного повреждения; Б – нормализация положения пальца в горизонтальной плоскости после адаптации и сшивания краев дефекта ПП

Рисунок 24 - Схема выполнения пластики ПП 2ПФС при отклоненной деформации второго пальца стопы

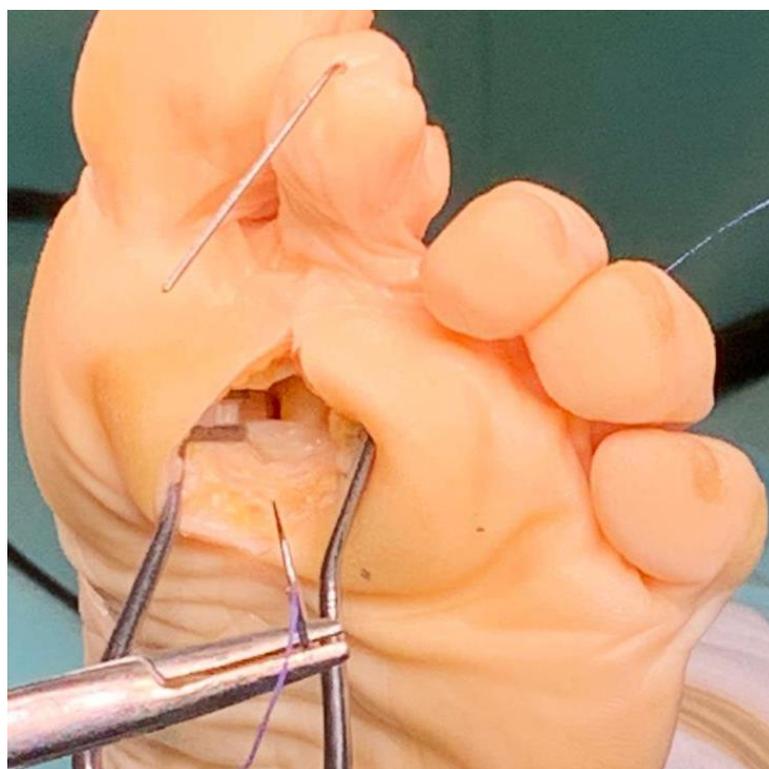
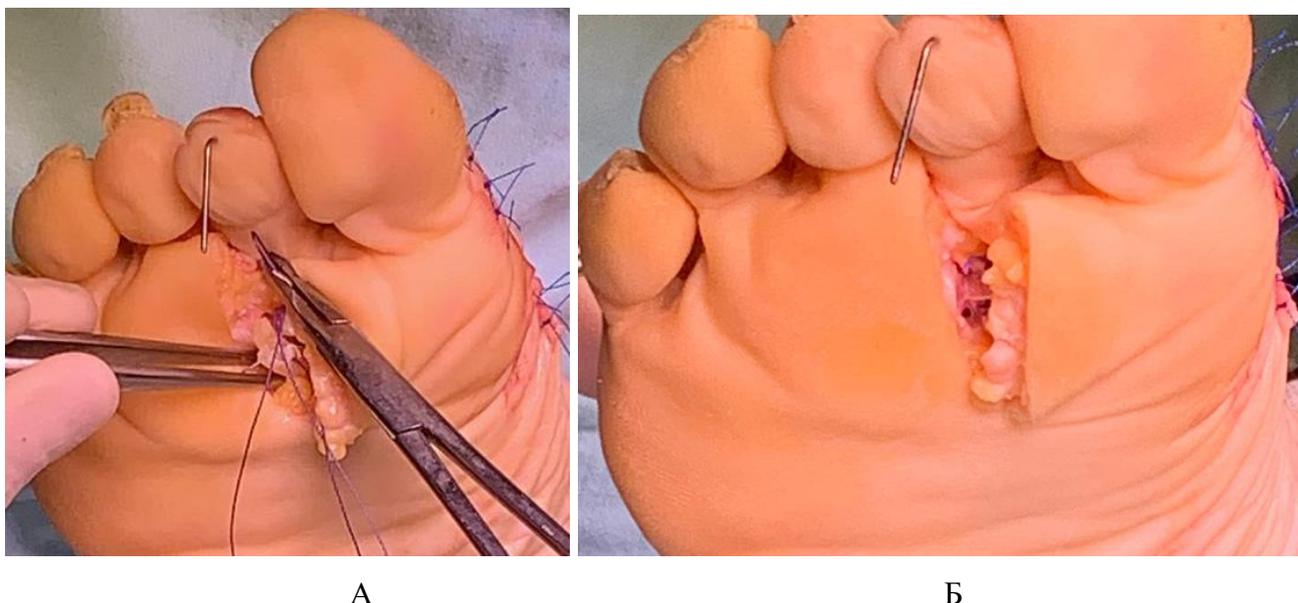


Рисунок 25 - Внешний вид дефекта ПП 2ПФС левой стопы пациентки В., 62 лет после моделирующей резекции краев первичного дефекта перед наложением шва

Последующее ушивание краев дефекта ПП позволяло достичь коррекции пассивных стабилизирующих усилий в ПФС в направлении плантофлексии и противоположном боковой девиации пальца (рисунок 26).



А

Б

А – наложение шва, Б – внешний вид восстановленного дефекта

Рисунок 26 - Выполнение пластики дефекта ПП 2ПФС правой стопы пациентки Б., 72 лет

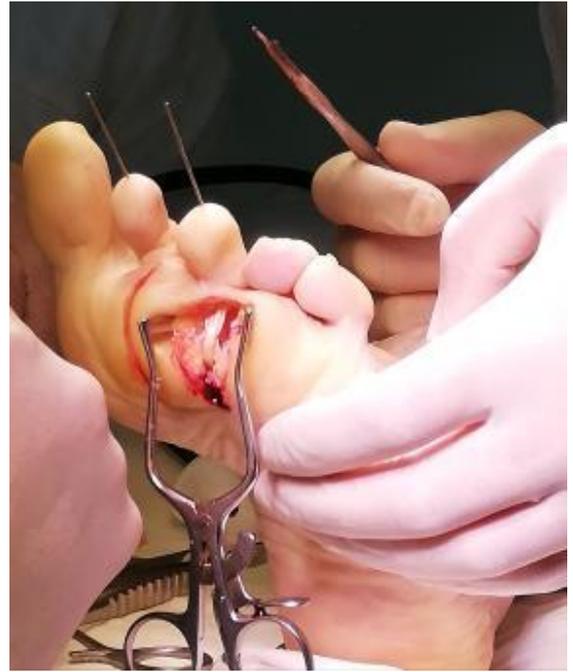
Коррекцию активных стабилизирующих усилий, действующих на ПФС в сагиттальной и горизонтальной плоскостях осуществляли путем тенотомии коротких разгибателей, удлиняющей тенопластики длинных разгибателей, тенотомии коротких сгибателей и подшивания их дистальных фрагментов к капсуле ПФС или сухожилиям длинных сгибателей пальцев стопы.

Удлиняющую тенопластику длинного разгибателя пальца стопы выполняли по общепринятой методике путем Z-образного рассечения и последующего сшивания адаптированных концов сухожилия (рисунок 27).



Рисунок 27 - Наложение шва при выполнении удлиняющей пластики сухожилия длинного разгибателя 2 пальца правой стопы пациентки Г., 68 лет

Анализ результатов лечения пациенток контрольной группы показал необходимость усовершенствования методики восстановления стабильности ПФС в рамках хирургической коррекции 2ЛС. В операционный алгоритм у пациенток основной группы мы включили выполнение пластики сухожилий сгибателей пальца стопы. Производили укорачивающую пластику сухожилия длинного сгибателя за счет фрагментарной резекции и последующей тенораффии «конец в конец» или за счет тенотомии с последующей тенораффией «бок в бок». Особенность пластики сухожилия короткого сгибателя заключалась в выполнении тенотомии и фиксации его дистального фрагмента к капсуле ПФС после транспозиции в направлении противоположном боковому отклонению пальца в горизонтальной плоскости (рисунок 28). Такой подход обеспечивал коррекцию динамических стабилизирующих усилий в направлении плантофлексии и противоположном девиации.

**А****Б**

А – транспозиция дистального фрагмента сухожилия короткого сгибателя пальца;

Б – состояние после фиксации швом дистального фрагмента сухожилия

Рисунок 28 - Выполнение пластики сухожилий сгибателей 3 пальца левой стопы
пациентки Е., 63 лет

Глава 4

Результаты лечения пациенток с сочетанной деформацией первого и малых лучей стопы, осложненной нестабильностью второго плюснефалангового сустава

4.1 Ближайшие результаты хирургической коррекции второго луча стопы с восстановлением стабильности плюснефалангового сустава

Оценку ближайших результатов лечения пациенток групп сравнения проводили через 3 месяца после операции. Полученные данные были представлены в виде таблиц, позволяющих провести анализ эффективности различных подходов к ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС. Динамика значений рентгенометрических показателей 1ЛС и интегральных показателей шкал оценки МЛС у пациенток контрольной группы представлена в таблице 3.

Таблица 3 - Ближайшие результаты хирургической коррекции переднего отдела стопы у пациенток контрольной группы

Показатели оценки	Сроки оценки		Критерий отличия р
	До операции	Через 3 месяца после операции	
Рентгенометрические показатели деформации 1ЛС			
$\angle M1M2, ^\circ$	$22,23 \pm 2,11$	$5,54 \pm 0,83$	$p < 0,01$
$\angle M1P1, ^\circ$	$38,2 \pm 4,38$	$9,74 \pm 1,69$	$p < 0,01$
Интегральный показатель шкалы AOFAS LMIS, баллов	29 [0; 37]	57 [32;67]	$p < 0,01$
Интегральный показатель шкалы ACFAS Module 2, баллов	26 [6; 33]	69 [63; 81]	$p < 0,01$

П р и м е ч а н и е: р (двусторонний) — критерий достоверности сравнения показателя до и через 3 месяца после операции, критический уровень значимости которого принят 0,05.

При оценке ближайших результатов лечения пациенток контрольной группы было отмечено достижение эффективной коррекции 1ЛС, что

подтверждалось нормальными значениями $\angle M1M2$ и $\angle M1P1$, которые значимо отличались от предоперационных показателей ($p < 0,05$). Эффективность ХКМЛС в этой группе подтвердилась значимым увеличением моды интегрального показателя шкалы AOFAS LMIS на 28 [26; 32] баллов ($p < 0,05$) и моды интегрального показателя шкалы ACFAS Module 2 на 40 [37; 42] баллов ($p < 0,05$).

Динамика значений рентгенометрических показателей 1ЛС и интегральных показателей шкал оценки МЛС у пациенток основной группы представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Ближайшие результаты хирургической коррекции переднего отдела стопы у пациенток основной группы

Показатели оценки	Сроки оценки		Критерий отличия р
	До операции	Через 3 месяца после операции	
Рентгенометрические показатели деформации 1ЛС			
$\angle M1M2, ^\circ$	$22,5 \pm 2,24$	$5,48 \pm 0,94$	$p < 0,01$
$\angle M1P1, ^\circ$	$38,5 \pm 4,61$	$9,63 \pm 1,25$	$p < 0,01$
Интегральный показатель шкалы AOFAS LMIS, баллов	29 (0; 37)	64 (32; 67)	$p < 0,01$
Интегральный показатель шкалы ACFAS Module 2, баллов	26 (6; 33)	77 (63; 89)	$p < 0,01$

Примечание: р (двусторонний) — критерий достоверности сравнения показателя до и через 3 месяца после операции, критический уровень значимости которого принят 0,05.

Нормализация рентгенометрических показателей указывала на эффективную и сопоставимую эффективность хирургической коррекции 1ЛС у пациенток основной группы в сравнении с контрольной на этапе оценки ближайших результатов лечения. В то же время динамика значений интегрального показателя шкал оценки МЛС оказалась значимо лучшей в основной группе пациенток. По шкале AOFAS LMIS интегральный показатель увеличился на 35 [32; 38] баллов, что превысило аналогичное изменение у пациенток контрольной группы на 7 [5; 8] баллов ($p < 0,05$). Увеличение моды

интегрального показателя шкалы ACFAS Module 2 в основной группе составило 51 [48; 53] балл, т. е. на 11 [10; 13] баллов больше по сравнению с аналогичным изменением в контрольной группе пациенток ($p < 0,05$).

Результаты детальной сравнительной оценки, отражающие значимые отличия состояния 2ЛС у пациенток обеих групп на этапе оценки ближайших результатов лечения по шкале AOFAS LMIS представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Показатели шкалы AOFAS LMIS, имеющие значимые отличия между группами пациенток, на этапе оценки ближайших результатов лечения

Показатели шкалы (оцениваемые в баллах)	Группа исследования		Критерий отличия р
	Контрольная N =83 n =103	Основная N =84 n =105	
Функция			
Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности	8 [8; 15]	15 [8; 15]	$p = 0,03$
Интегральный показатель шкалы	57 [32;67]	64 [32; 67]	$p = 0,04$

П р и м е ч а н и е: N – количество пациенток, n – количество вторых лучей стопы, подвергнутых хирургической коррекции; р (двусторонний) — критерий достоверности сравнения показателя между основной и контрольной группами пациенток, критический уровень значимости которого принят 0,05.

Через 3 месяца после операции клиническая значимость субъективной оценки болевого синдрома, обусловленного состоянием МЛС, в подавляющем большинстве случаев у пациенток контрольной и основной группы соответствовала критерию шкалы «умеренный эпизодический болевой синдром или легкий ежедневный болевой синдром (после длительной ходьбы)», эквивалентному 30 [20;30] баллам. Более половины пациенток в контрольной и основной группах на этапе оценки ближайших результатов ХКМЛС отметили «ограничение повседневной и спортивной активности» из-за болевого синдрома и отека переднего отдела оперированной стопы, связанных с продолжительной ходьбой и статической опорой. В обеих группах через 3 месяца после операции большинство пациенток соблюдали рекомендации по «ношению обуви с ортопедическими стельками постоянно», в связи с чем, значимых отличий по

эквивалентному показателю шкалы также не было отмечено. Ближайший результат операции характеризовался «умеренным ограничением ($30^\circ - 74^\circ$)» амплитуды движений 2ПФС у большинства пациенток контрольной и основной группы, что соответствовало отсутствию значимых отличий эквивалентных показателей шкалы ($p > 0,05$). Амплитуда движений ПМФС практически у всех пациенток (за исключением единичных наблюдений: 3 наблюдения в контрольной и 2 наблюдения в основной) в обеих группах исследования через 3 месяца после операции не определялась из-за состоявшегося артродеза, с соответствующим эквивалентом показателя в 0 [0; 0] баллов, не имевшим статистически значимых отличий ($p > 0,05$). Ближайшие результаты ХКМЛС характеризовались сопоставимой эффективностью достижения стабильности ПФС и ПМФС у пациенток обеих групп, что подтвердилось совпадением значений моды и квартилей эквивалентного показателя шкалы, равными 5 [0; 5] баллов ($p > 0,05$). В то же время, в основной группе было отмечено достоверно лучшее значение моды критерия оценки «адаптации 2 – 5 пальцев стопы к поверхности» ($p < 0,05$), не смотря на совпадение нижнего и верхнего квартилей в обеих группах. Мода интегрального показателя шкалы у пациенток основной группы оказалась статистически значимо более высокой на 7 [4; 9] баллов ($p < 0,05$), что подтвердило более высокую эффективность усовершенствованного подхода к ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС.

Результаты детальной сравнительной оценки, отражающие значимые отличия состояния 2ЛС у пациенток обеих групп на этапе оценки ближайших результатов лечения по шкале ACFAS Module 2 представлены в таблице 6. Субъективные критерии оценки состояния 2ЛС по шкале ACFAS Module 2 через 3 месяца после операции не выявили значимых отличий моды и квартилей соответствующих показателей между группами исследования ($p > 0,05$), за исключением значения верхнего квартиля показателя оценки болевого синдрома.

Таблица 6 – Показатели шкалы ACFAS Module 2, имеющие значимые отличия между группами пациенток, на этапе оценки ближайших результатов лечения

Показатели шкалы (оцениваемые в баллах)	Группа исследования		Критерий отличия р
	Контрольная N =83 n =103	Основная N =84 n =105	
Функция			
Амплитуда движений ПФС			
Амплитуда разгибания ПФС	7 [3; 7]	3 [3; 7]	p = 0,04
Амплитуда сгибания ПФС	0 [0; 8]	8 [0; 8]	p < 0,01
Прижатие пальца	0 [0; 4]	4 [0; 4]	p < 0,01
Интегральный показатель шкалы	69 [63; 81]	77 [63; 89]	p = 0,03

П р и м е ч а н и е: N – количество пациенток, n – количество вторых лучей стопы, подвергнутых хирургической коррекции; р (двусторонний) — критерий достоверности сравнения показателя между основной и контрольной группами пациенток, критический уровень значимости которого принят 0,05.

Среди вариантов оценки болевого синдрома большинство пациенток обеих групп выбрали «у меня была легкая или периодическая боль, но не было ограничения активности». Тем не менее, в основной группе значимо большее количество пациенток «не испытывали болевого синдрома при нормальной активности» ($p < 0,05$). Отсутствие «хромоты из-за боли при ходьбе босиком», отмеченное большинством пациенток обеих групп, также выразилось в статистической незначимости отличий эквивалентных показателей шкалы ($p > 0,05$). Внешний вид стопы практически все пациентки в обеих группах оценили, выбрав формулировку, «в основном нравится» ($p > 0,05$). На момент оценки ближайших результатов лечения пациентки обеих групп не рассматривали возможность ношения модельной обуви по ряду причин. Во-первых, они придерживались рекомендаций по восстановительному лечению, которые исключали целесообразность ношения обуви с узкой носовой частью и высоким каблуком. Во-вторых, в единичных случаях пациентки отмечали объективные трудности при попытке ношения модельной обуви из-за болевого синдрома и

дискомфорта. Объективная оценка рентгенометрических критериев шкалы ACFAS Module 2 в обеих группах исследования подтвердила сопоставимую высокую эффективность базового алгоритма ХКМЛС. Соответствующие показатели шкалы, отражающие соотношение длины плюсневых костей, величину $\angle M4M5$, а также боковое отклонение на уровне ПМФС и ПФС, значимо не отличались между группами сравнения ($p > 0,05$). Мода показателя шкалы ACFAS Module 2, отражающего амплитуду разгибания 2ПФС, значимо меньше отличалась от нормы в контрольной группе пациенток ($p < 0,05$), не смотря на совпадение значений нижнего и верхнего квартилей в обеих группах. По нашему мнению, данное отличие было обусловлено преобладанием стабилизирующих усилий на подошвенной поверхности ПФС из-за не завершенной перестройки послеоперационных рубцов в области комбинированной пластики ПП и сухожилий сгибателей пальца стопы в ближайшем послеоперационном периоде. В связи с данным обстоятельством пациенткам основной группы рекомендовалось делать акцент на разработке движений в сторону разгибания ПФС во время занятий лечебной физкультурой. Показатель, соответствующий клинической значимости амплитуды сгибания 2ПФС, в основной группе пациенток имел значимое превосходство в сравнении с контрольной группой по величине моды ($p < 0,05$) при совпадении обоих квартилей. Значимо лучший показатель оценки теста прижатия вторым пальцем стопы бумажной полоски был отмечен у пациенток основной группы ($p < 0,05$). Разница моды этого показателя составила 4 [4; 4] балла, что соответствовало максимально возможному отличию оценок. Отсутствие значимых отличий моды и квартилей показателя, соответствующего интерпретации модифицированного сдвигового теста Лахмана ($p > 0,05$), подтвердило хорошую и сопоставимую на ближайшем послеоперационном этапе эффективность стабилизации 2ПФС сустава в сагиттальной плоскости у пациенток обеих групп. Мода интегрального показателя шкалы ACFAS Module 2 у пациенток основной группы оказалась статистически значимо большей на 8 [4; 8] баллов ($p < 0,05$) (не смотря на

совпадение нижних квартилей), что подтвердило более высокую эффективность усовершенствованного подхода к ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС.

4.2 Отдаленные результаты хирургической коррекции второго луча стопы с восстановлением стабильности плюснефалангового сустава

Оценку отдаленных результатов лечения пациенток групп сравнения проводили через 12 месяцев после операции. Полученные данные были представлены в виде таблиц, позволяющих провести анализ эффективности различных подходов к ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС. Динамика значений интегральных показателей оценки состояния переднего отдела стопы у пациенток контрольной группы представлена в таблице 7.

Таблица 7 - Отдаленные результаты хирургической коррекции переднего отдела стопы у пациенток контрольной группы

Показатели оценки	Сроки оценки		Критерий отличия р
	До операции	Через 12 месяцев после операции	
Рентгенометрические показатели деформации 1ЛС			
$\angle M1M2, ^\circ$	$22,23 \pm 2,11$	$5,54 \pm 0,83$	$p < 0,01$
$\angle M1P1, ^\circ$	$38,2 \pm 4,38$	$9,74 \pm 1,69$	$p < 0,01$
Интегральный показатель шкалы AOFAS LMIS, баллов	29 [0; 37]	70 [52;82]	$p < 0,01$
Интегральный показатель шкалы ACFAS Module 2, баллов	26 [6; 33]	67 [64; 72]	$p < 0,01$

Примечание: р (двусторонний) — критерий достоверности сравнения показателя до и через 12 месяцев после операции, критический уровень значимости которого принят 0,05.

На этапе оценки отдаленных результатов лечения у пациенток контрольной группы рентгенометрические показатели указывали на эффективность и надежность коррекции 1ЛС, значимо отличаясь от предоперационных значений ($p < 0,05$) и совпадая с нормой ($p > 0,05$). Результаты оценки состояния 2ЛС через

год после операции соответствовали критериям эффективности и надежности алгоритма хирургической коррекции в контрольной группе пациенток. Достоверное увеличение моды интегрального показателя шкалы AOFAS LMIS в сравнении с дооперационным значением составило 41 [36; 45] балл ($p < 0,05$). Соответствующая разница значений интегрального показателя шкалы ACFAS Module 2 также составила 41 [38; 42] балл ($p < 0,05$).

Динамика значений рентгенометрических и интегральных показателей оценки состояния переднего отдела стопы у пациенток основной группы через 12 месяцев после операции представлена в таблице 8.

Таблица 8 - Отдаленные результаты хирургической коррекции переднего отдела стопы у пациенток основной группы

Показатели оценки	Сроки оценки		Критерий отличия р
	До операции	Через 12 месяцев после операции	
Рентгенометрические показатели деформации 1ЛС			
$\angle M1M2, ^\circ$	$22,5 \pm 2,24$	$5,48 \pm 0,94$	$p < 0,01$
$\angle M1P1, ^\circ$	$38,5 \pm 4,61$	$9,63 \pm 1,25$	$p < 0,01$
Интегральный показатель шкалы AOFAS LMIS, баллов	29 [0; 37]	82 [60; 82]	$p < 0,01$
Интегральный показатель шкалы ACFAS Module 2, баллов	26 [6; 33]	89 [84; 89]	$p < 0,01$

Примечание: р (двусторонний) — критерий достоверности сравнения показателя до и через 12 месяцев после операции, критический уровень значимости которого принят 0,05.

Рентгенометрические показатели оценки 1ЛС у пациенток основной группы в отдаленном послеоперационном периоде соответствовали нормальным значениям ($p < 0,05$), достигнутым в результате хирургической коррекции. Значения интегрального показателя шкал оценки 2ЛС через 12 месяцев после операции также значимо отличались от предоперационного уровня ($p < 0,05$). Увеличение интегрального показателя шкалы AOFAS LMIS составило 53 [49; 56] балла ($p < 0,05$), что превысило аналогичное изменение у пациенток контрольной

группы на 12 [9; 15] баллов ($p < 0,05$). Среднее значение интегрального показателя шкалы ACFAS Module 2 увеличилось на 63 [61; 64] балла ($p < 0,05$), что оказалось на 22 [20; 25] балла больше по сравнению с аналогичным изменением в контрольной группе пациенток ($p < 0,05$).

Результаты детальной сравнительной оценки, отражающие значимые отличия состояния 2ЛС у пациенток обеих групп на этапе оценки отдаленных результатов лечения по шкале AOFAS LMIS представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Показатели шкалы AOFAS LMIS, имеющие значимые отличия между группами пациенток, на этапе оценки отдаленных результатов лечения

Показатели шкалы (оцениваемые в баллах)	Группа исследования		Критерий отличия р
	Контрольная N =83 n =103	Основная N =84 n =105	
Функция			
Ограничение активности	7 [4; 7]	7 [7; 7]	$p = 0,04$
Амплитуда движений ПФС	5 [5; 10]	10 [5; 10]	$p = 0,03$
Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности	8 [8; 15]	15 [8; 15]	$p = 0,03$
Интегральный показатель шкалы	70 [52;82]	82 [60; 82]	$p = 0,03$

П р и м е ч а н и е: N – количество пациенток, n – количество вторых лучей стопы, подвергнутых хирургической коррекции; р (двусторонний) — критерий достоверности сравнения показателя между основной и контрольной группами пациенток, критический уровень значимости которого принят 0,05.

Через год после операции результаты субъективной оценки болевого синдрома, обусловленного состоянием МЛС, значимо не отличались у пациенток контрольной и основной группы, что подтверждалось совпадением моды и квартилей эквивалентного показателя шкалы - 40 [30; 40] баллов ($p > 0,05$). Большинство пациенток выбирали вариант ответа «болевого синдрома нет или легкий эпизодический болевой синдром, не влияющий на активность». Повседневная активность через год после операции значимо лучше оказалась в основной группе ($p < 0,05$), не смотря на совпадение значений моды и квартилей эквивалентного показателя шкалы AOFAS LMIS в обеих группах пациенток. Большинство пациенток контрольной и основной группы к моменту оценки

отдаленных результатов лечения не испытывали существенных затруднений при подборе обуви. Тем не менее, ни одна из пациенток, принявших участие в исследовании, не отметила «возможность ношения разнообразной, модельной обуви (без ограничений)». Значительная часть пациенток пользовалась обычной обувью без стелек, но ввиду отсутствия в шкале такого варианта оценки, в качестве наиболее приемлемой формулировки выбиралась «ношение обуви с ортопедическими стельками постоянно». Эквивалентный показатель шкалы, отражающий проблемы подбора обуви, не имел значимых отличий между группами ($p > 0,05$). Не смотря на совпадение квартилей показателя оценки амплитуды движений ПФС в обеих группах, значимо лучшая на 5 [0; 5] баллов величина его моды была отмечена в основной группе пациенток ($p < 0,05$). Результаты оценки показателя, отражающего подвижность ПМФС, через год после операции значимо не отличались между группами, что подтвердилось совпадением моды и квартилей - 0 [0; 0] баллов ($p > 0,05$). В обеих группах к моменту оценки отдаленных результатов лечения отсутствовали случаи рецидива очевидной нестабильности ПФС и были зафиксированы единичные наблюдения несостоятельности артродеза ПМФС (2 наблюдения в контрольной и 1 наблюдение в основной), не повлиявшие на величину моды и верхнего квартиля соответствующего показателя шкалы. Тем не менее, не смотря на отсутствие статистически значимых отличий данного показателя между группами ($p > 0,05$), была отмечена меньшая величина нижнего квартиля, связанная с выявлением в ПФС 25 пациенток контрольной группы «способности смещаться». Через год после ХКМЛС в основной группе пациенток была отмечена лучшая «адаптация 2 – 5 пальцев стопы к поверхности», на что указывало значимое отличие моды эквивалентного критерия шкалы на 7 [0; 7] баллов ($p < 0,05$). Сравнение интегрального показателя шкалы позволило установить статистическую значимость отличия его моды на 12 [10; 12] баллов ($p < 0,05$), что подтверждало более высокую эффективность достижения отдаленных результатов лечения при использовании усовершенствованного подхода к ХКМЛС у пациенток основной группы.

Результаты детальной сравнительной оценки, отражающие значимые отличия состояния 2ЛС у пациенток обеих групп на этапе оценки отдаленных результатов лечения по шкале ACFAS Module 2 представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели шкалы ACFAS Module 2, имеющие значимые отличия между группами пациенток, на этапе оценки отдаленных результатов лечения

Показатели шкалы (оцениваемые в баллах)	Группа исследования		Критерий отличия р
	Контрольная N =83 n =103	Основная N =84 n =105	
Боль	22 [22; 22]	30 [30; 30]	p < 0,01
Рентгенологическая оценка			
Боковое отклонение в ПФС	0 [0; 2]	2 [0; 2]	p = 0,04
Функция			
Амплитуда движений ПФС			
Амплитуда сгибания ПФС	0 [0; 8]	8 [0; 8]	p < 0,01
Прижатие пальца	0 [0; 4]	4 [0; 4]	p < 0,01
Симптом смещения в ПФС (drawer-тест)	8 [4; 8]	8 [8; 8]	p = 0,04
Интегральный показатель шкалы	67 [64; 72]	89 [84; 89]	p < 0,01

П р и м е ч а н и е: N – количество пациенток, n – количество вторых лучей стопы, подвергнутых хирургической коррекции; р (двусторонний) — критерий достоверности сравнения показателя между основной и контрольной группами пациенток, критический уровень значимости которого принят 0,05.

Болевой синдром через 12 месяцев после операции у большинства пациенток обеих групп не вызывал ограничения повседневной нормальной активности (p > 0,05). В то же время мода соответствующего показателя шкалы ACFAS Module 2 в основной группе значимо превысила аналогичное значение в контрольной группе на 8 [8; 10] баллов (p < 0,05). Однако, оценка «хромоты из-за боли при ходьбе босиком», не имела отличий между группами пациенток, при сравнении значений эквивалентного показателя шкалы (p > 0,05). Сопоставимая оценка внешнего вида стопы в обеих группах пациенток через 12 месяцев после операции выразилась в совпадении квартилей и моды, эквивалентных формулировке «в основном нравится» (p > 0,05). В отдаленном послеоперационном периоде в обеих группах пациенток не возникало значимых

проблем подбора обуви. Тем не менее, лишь в единичных случаях (3 наблюдения в контрольной и 5 наблюдений в основной группе) пациентки отметили способность ношения модельной обуви в течение длительного времени. При сравнении соответствующего показателя шкалы ACFAS Module 2 не было установлено значимого отличия между группами ($p > 0,05$). Рентгенометрические критерии шкалы, отражающие соотношение длины плюсневых костей, величину $\angle M4M5$ и боковое отклонение на уровне ПМФС, в обеих группах исследования не имели значимых отличий квартилей и моды, что подтвердило эффективность и надежность соответствующих компонентов базового алгоритма ХКМЛС ($p > 0,05$). Боковое отклонение в ПФС превысило 5° в более половине случаев оценки отдаленных результатов лечения пациенток контрольной группы (54 случая). Нижний квартиль и мода соответствующего показателя шкалы значимо выше оказались в основной группе ($p < 0,05$). Амплитуда разгибания второго ПФС в отдаленном послеоперационном периоде не имела статистически значимых отличий моды эквивалентного показателя шкалы между группами сравнения, что подтвердилось совпадением значений нижнего и верхнего квартилей ($p > 0,05$). Мода эквивалентного показателя шкалы ACFAS Module 2, отражающего клиническую значимость амплитуды сгибания 2ПФС, значимо большей оказалась у пациенток основной группы ($p < 0,05$). Мода эквивалентного показателя оценки теста прижатия бумажной полоски у пациенток основной группы значимо превысила аналогичное значение в контрольной группе ($p < 0,05$). Показатель оценки сдвигового теста статистически значимо отличался в лучшую сторону в основной группе пациенток не смотря на совпадение моды в обеих группах ($p < 0,05$). В основной группе интегральный показатель шкалы оказался значимо большим на 12 [10; 12] баллов ($p < 0,05$), что подтверждало более высокую эффективность достижения отдаленных результатов лечения при использовании усовершенствованного подхода к ХКМЛС у пациенток основной группы.

4.3 Клинические примеры лечения пациенток контрольной и основной групп исследования

Пример лечения пациенток контрольной группы

Пациентка Г., 68 лет. Диагноз: Приобретенная статическая деформация переднего отдела правой стопы. Вальгусная деформация первого пальца правой стопы. Молоткообразная фиксированная деформация 2 пальца. Молоткообразная фиксированная деформация 3 и 4 пальцев. Внешний вид правой стопы пациентки Г. до выполнения операции хирургической коррекции представлен на рисунке 29.



Рисунок 29 - Фотографии правой стопы пациентки Г., 68 лет до выполнения хирургической коррекции

Результаты рентгенологического обследования пациентки на этапе предоперационного обследования (представлены на рисунке 30) подтвердили наличие выраженной дислокации в области 2ПФС.



Рисунок 30 - Рентгенограммы переднего отдела правой стопы пациентки Г., 68 лет до выполнения хирургической коррекции

В рамках комплексной хирургической коррекции переднего отдела правой стопы пациентке Г. были выполнены корригирующие остеотомии М1 – М4 и Р1. Наряду с удлиняющей пластикой сухожилий разгибателей 2 пальца стопы было выполнено ушивание разрыва ПП 2ПФС (через подошвенный доступ) (рисунок 31).

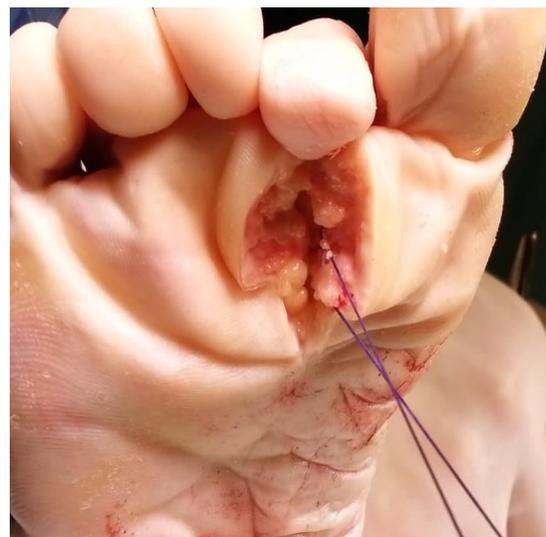


Рисунок 31 - Наложение шва через подошвенный доступ на область разрыва ПП 2-го ПФС правой стопы пациентки Г., 68.

Контрольная рентгенограмма на этапе оценки отдаленных результатов лечения (через 12 месяцев после операции) подтвердила консолидацию в зонах остеотомий и отсутствие миграции фиксаторов (рисунок 32).



Рисунок 32 - Рентгенограммы переднего отдела правой стопы пациентки Г., 68 лет через 12 месяцев после хирургической коррекции

При клиническом осмотре на этапе оценки отдаленных результатов было отмечено наличие гиперэкстензии 2 пальца правой стопы пациентки Г. (рисунок 33).



Рисунок 33 - Фотографии правой стопы пациентки Г., 68 лет через 12 месяцев после хирургической коррекции

Примеры лечения пациенток основной группы

Пациентка Л., 62 лет. Диагноз: Приобретенная статическая деформация переднего отдела левой стопы. Вальгусная деформация первого пальца левой стопы. Молоткообразная фиксированная деформация 2 пальца. Нестабильность 2ПФС. Внешний вид левой стопы пациентки Л. до выполнения операции хирургической коррекции представлен на рисунке 34.



Рисунок 34 - Фотографии левой стопы пациентки Л., 62 лет до выполнения хирургической коррекции

Результаты рентгенологического обследования пациентки на этапе предоперационного обследования (представлены на рисунке 35) подтвердили наличие тыльного вывиха проксимальной фаланги 2-го пальца левой стопы.

В рамках комплексной хирургической коррекции переднего отдела левой стопы пациентке Л. были выполнены корригирующие остеотомии М1 – М3 и Р1, а также резекционный артродез ПМФС 2-го пальца. Наряду с удлиняющей пластикой сухожилий разгибателей 2 пальца стопы была выполнена пластика разрыва ПП 2ПФС и пластика сухожилий сгибателей 2 - го пальца (через подошвенный доступ). Клинически и рентгенологически была подтверждена достигнутая в результате операции коррекция переднего отдела левой стопы пациентки Л. (рисунок 36).



Рисунок 35. Рентгенограммы переднего отдела левой стопы пациентки Л., 62 лет до выполнения хирургической коррекции



Рисунок 36 - Внешний вид и контрольные рентгенограммы переднего отдела левой стопы пациентки Л., 62 лет после хирургической коррекции

Контрольная рентгенограмма на этапе оценки отдаленных результатов лечения (через 12 месяцев после операции) подтвердила консолидацию в зонах остеотомий и отсутствие миграции фиксаторов (рисунок 37).



Рисунок 37 - Рентгенограммы переднего отдела левой стопы пациентки Л., 62 лет через 12 месяцев после хирургической коррекции

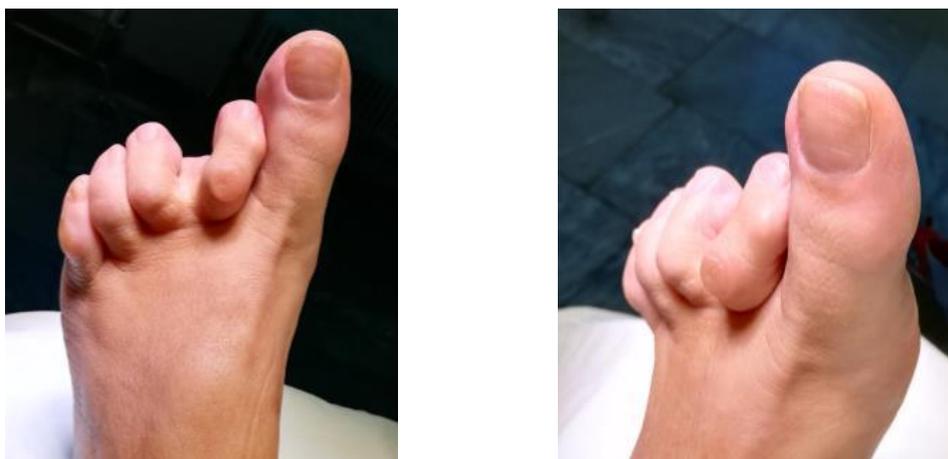
При клиническом осмотре на этапе оценки отдаленных результатов было отмечено отсутствие гиперэкстензии и дисфункции 2-го пальца левой стопы пациентки Л. (рисунок 38).



Рисунок 38 - Фотографии левой стопы пациентки Л., 62 лет через 12 месяцев после хирургической коррекции

Комбинация хирургических техник, реализованная в лечении пациенток основной группы, позволила нам добиться хороших результатов коррекции, в том числе и в случае редко встречающейся, дивергентной (отклоненной в противоположные стороны) деформации 2-го и 3-го пальцев стопы. Новизна предложенного нами подхода была подтверждена патентом РФ («способ хирургической коррекции дивергентной молоткообразной деформации пальцев стопы»), патент на изобретение RU 2 744 624 С1, 12.03.2021. Заявка № 2020115916 от 15.05.2020). В качестве иллюстрации эффективности применения нашего способа приводим клинический пример.

Пациентке Е., 63 лет, была оказана специализированная помощь в центре хирургии стопы ГKB ДЗМ им. С.С. Юдина (г. Москва), куда она была госпитализирована с диагнозом: «Приобретенная деформация переднего отдела левой стопы. Молоткообразная дивергентная деформация 2, 3 пальцев левой стопы. Метатарзалгия». Диагноз был установлен на основании данных клинического обследования. Характерные проявления деформации определены по данным осмотра (рисунок 39) и подтверждены рентгенологически (рисунок 40).

**А****Б**

А – вид сверху; Б – вид сбоку

Рисунок 39 - Внешний вид переднего отдела левой стопы пациентки Е., 63 лет до выполнения хирургической коррекции



Рисунок 40 - Рентгенограмма (прямая проекция) переднего отдела левой стопы пациентки Е., 63 лет до выполнения хирургической коррекции

После проведенной подготовки выполнена хирургическая коррекция молоткообразной дивергентной деформации пальцев левой стопы. Через разрезы на тыльной поверхности 2, 3 пальцев и дистальной трети второго межплюсневого промежутка последовательно выполнены: фиксация спицами Киршнера проксимальных межфаланговых суставов 2 и 3 пальцев; поперечные дистальные укорачивающие остеотомии М2 и М3 при помощи осцилляторной пилы с коррекцией положения путем перемещения в дорсальном и взаимнопротивоположном боковом направлении с последующей фиксацией бикортикальными винтами; тенотомии коротких разгибателей 2 и 3 пальцев; удлиняющая тенопластика длинных разгибателей 2 и 3 пальцев. Через 2 разреза на подошвенной поверхности в проекции 2-го и 3-го ПФС обнажили участки повреждения ПП и выполнили их пластику путем резекции краев дефекта в форме трапеции с последующей адаптацией и наложением швов. Через эти же разрезы выполнили тенотомию с последующей транспозицией дистальных фрагментов коротких сгибателей 2, 3 пальцев и фиксацию их швами к противоположным сухожилиям длинных сгибателей соответствующих пальцев.

Интраоперационный контроль подтвердил эффективность устранения всех компонентов деформации. Операционные раны были ушиты. Наложена асептическая повязка. На следующие сутки после операции пациентка начала ходьбу в послеоперационной обуви. На контрольной послеоперационной рентгенограмме была подтверждена эффективность выполнения хирургической коррекции, корректное положение костных фрагментов и фиксаторов (рисунок 41).



Рисунок 41 - Рентгенограмма (прямая проекция) переднего отдела левой стопы пациентки Е., 63 лет после выполнения хирургической коррекции

При контрольном осмотре через 3 месяца после операции было отмечено отсутствие рецидива деформации и СФПС (рисунок 42).



Рисунок 42 - Внешний вид (положение пальцев) переднего отдела левой стопы пациентки Е., 63 лет через 3 месяца после операции

4.4 Анализ осложнений хирургической коррекции второго луча стопы с восстановлением стабильности плюснефалангового сустава

Объективными общепризнанными причинами возникновения послеоперационных осложнений являются: неполная обратимость патологических изменений (возникающих при негативном воздействии этиологических и патогенетических факторов); возникновение структурно-функциональных изменений в области оперативного вмешательства, связанных с дополнительной (хирургической) травмой; индивидуальные особенности пациентов, влияющие на регенераторные и восстановительные процессы локального и регионарного характера. Настоящее исследование в соответствии принципами доказательной медицины включало в себя учет и анализ осложнений. Качественная и количественная характеристика осложнений, возникших при ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС, представлена в таблице 11.

С учетом причинно-следственной связи осложнения были разделены на 2 группы: имеющие непосредственную связь с «хирургической травмой» и обусловленные эффективностью хирургической коррекции. В качестве обобщенных показателей использовали количество вторых лучей стопы с послеоперационными осложнениями, в том числе отрицательно повлиявших на удовлетворенность пациенток результатом лечения, в каждой группе пациенток. Частота возникновения осложнений, непосредственно связанных с хирургическим вмешательством, не превышала 4,8% и не имела значимых отличий между группами пациенток ($p > 0,05$). Болевой синдром в области послеоперационных рубцов подошвенной поверхности стопы был отмечен на этапе оценки ближайших результатов лечения в 4,8 % случаев у пациенток контрольной и основной групп. Дополнительные курсы консервативного лечения (медикаментозная противовоспалительная терапия, фонофорез гидрокортизона, локальная инъекционная терапия глюкокортикостероидов) во всех случаях оказались успешными.

Таблица 11 - Осложнения после хирургической коррекции деформации 2-го луча стопы с восстановлением стабильности плюснефалангового сустава

Осложнение	Группа исследования		Критерий отличия р
	Контрольная N =83 n =103	Основная N =84 n =105	
	Абс. (%)	Абс. (%)	
Имеющие непосредственную связь с «хирургической травмой»			
Рубцовая метатарзалгия	5 (4,8%)	5 (4,8%)	p = 1,00
Замедленная или незавершенная консолидация зоны остеотомии М2	5 (4,8%)	4 (3,8%)	p = 0,67
Периферическая нейропатия пальцевых нервов	5 (4,8%)	5 (4,8%)	p = 1,00
Инфекционные осложнения	5 (4,8%)	4 (3,8%)	p = 0,70
Миграция металлофиксатора	4 (3,9%)	4 (3,8%)	p = 0,97
Асептический некроз головки М2	4 (3,9%)	3 (2,8%)	p = 0,59
Несостоятельность артродеза ПМФС	3 (2,9%)	2 (1,9%)	p = 0,62
Рецидив СМДПС	3 (2,9%)	2 (1,9%)	p = 0,62
Обусловленные эффективностью хирургической коррекции			
СФПС	15 (14,6%)	4 (3,8%)	p < 0,01
СГЭПС	12 (11,6%)	3 (2,8%)	p = 0,01
Контрактура ПФС	8 (7,8%)	7 (6,7%)	p = 0,08
Ротационная или отклоненная (приведенная/отведенная) деформация пальца	9 (8,7%)	2 (1,9%)	p = 0,03
Обобщенные показатели частоты осложнений			
Количество вторых лучей стопы с послеоперационными осложнениями	31 (30,1%)	18 (17,1%)	p = 0,02
Осложнения, отрицательно повлиявшие на удовлетворенность пациенток результатом лечения	5 (4,8%)	2 (1,9%)	p = 0,04

Замедленная или незавершенная консолидация зоны остеотомии М2 были установлены по результатам рентгенологического контроля (без клинических проявлений) через 3 месяца после операции у пациенток контрольной и основной группы в 5 и 4 случаях соответственно ($p > 0,05$). Были сделаны дополнительные назначения (медикаментозная терапия комплексными препаратами кальция,

микроэлементов и витамина ДЗ в сочетании с лекарственным электрофорезом кальция и фосфора). Эффективность лечения подтвердилась во всех случаях при контрольном обследовании через 1 год после операции. Асептический некроз головки М2, частота которого не имела значимых отличий между группами ($p > 0,05$) и не превысила 3,9 %, во всех случаях носил парциальный характер. Клинические проявления этого осложнения (болезненная контрактура ПФС) у 2 пациенток контрольной группы и 1 пациентки основной группы были устранены путем ревизионного вмешательства. Сопоставимая между группами частота возникновения ($p > 0,05$) была отмечена для нарушений чувствительной иннервации и поверхностного воспаления мягких тканей в области операционных (в том числе спицевых) ран, которые не оказали значимо влияния на удовлетворенность пациенток результатом лечения. В большинстве случаев воспаление возникало в области выступающей над кожей ногтевой фаланги 2-го пальца спицы при ее миграции, частота которой не превышала 3,9% и не имела значимых отличий между группами исследования ($p > 0,05$). Локальная антисептическая терапия и дополнительные перевязки во всех случаях позволили купировать поверхностное воспаление мягких тканей. По поводу нейропатии все пациентки были проконсультированы неврологом с последующим проведением дополнительного курса лечения (витамины группы В, никотиновая кислота, аксамон). Эффективность лечения этого осложнения превысила 50% в обеих группах пациенток ($p > 0,05$). Частота рецидива СМДПС не превышала 3% и не имела значимых отличий между группами пациенток ($p > 0,05$). Аналогичные показатели частоты возникновения были отмечены для несостоятельности артродеза ПМФС ($p > 0,05$), связанной с индивидуальными особенностями и временным характером фиксации спицей Киршнера. Несостоятельность артродеза ПМФС в сочетании с рецидивом СМДПС потребовали ревизионного вмешательства у 3 пациенток контрольной и 2 пациенток основной группы.

В структуре осложнений, обусловленных эффективностью хирургической коррекции 2ЛС у пациенток контрольной группы, наиболее значимым оказался СФПС. Частота возникновения этого осложнения в основной группе была

достоверно меньшей на 10,8% ($p < 0,05$). Вторым по частоте возникновения осложнений в контрольной группе явился СГЭПС. Это проявление функциональной недостаточности оперированного 2ЛС в основной группе было отмечено на 8,8% реже, что соответствовало критерию значимости отличий ($p < 0,05$). Статистически значимое снижение в основной группе пациенток частоты осложнений, связанных с нарушением механизма пассивного и активного прижатия пальца, подтвердило положительное влияние комбинированной пластики ПП и сухожилий сгибателей на эффективность ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС. Возникновение СФПС в 2 случаях контрольной и 3 случаях основной группы пациенток было связано с избыточной коррекцией положения головки М2 при выполнении ее дистальной остеотомии. Для лечения СФПС и СГЭПС, сочетавшихся с рецидивом СМДПС потребовалось выполнение ревизионного вмешательства у 3 пациенток контрольной и 2 пациенток основной группы (о чем уже было сказано ранее при анализе осложнений, непосредственно связанных с «хирургической травмой»). В остальных случаях пациентки предпочли ограничиться использованием ортопедических фиксаторов пальцев стопы.

Частота ротационной и отклоненной в горизонтальной плоскости деформации 2-го пальца значимо большей (на 6,8%) оказалась у пациенток контрольной группы в сравнении с основной ($p < 0,05$). По нашему мнению, указанное отличие подтверждает существенность положительного эффекта усовершенствованного подхода к комбинированной пластике мягких тканей на стабильность ПФС в горизонтальной плоскости. Степень выраженности этой деформации во всех случаях была умеренной и не потребовала ревизионного вмешательства, так как не повлияла на удовлетворенность пациенток результатом лечения.

Частота возникновения контрактуры ПФС не имела значимых отличий между группами исследования ($p > 0,05$). По нашему мнению, этиологическими факторами ограничения амплитуды движений ПФС были рубцово-спаечные изменения в мягких периартикулярных тканях, связанные с первичной

нестабильностью и индивидуальными особенностями регенераторных процессов. С целью лечения указанного осложнения у 8 пациенток контрольной группы и 7 пациенток основной группы были проведены курсы консервативного лечения (фонофорез гидрокортизона, локальная инъекционная терапия глюкокортикостероидов, лечебная физкультура с разработкой движений). Эффективность проведенного лечения превысила 50%. Стойкая контрактура ПФС при оценке отдаленных результатов лечения была отмечена в 3 случаях контрольной и 3 случаях основной группы. Тем не менее, во всех случаях удалось устранить болевой синдром, связанный с контрактурой ПФС.

Отмеченные осложнения в большинстве случаев носили сочетанный характер, в связи с чем их суммарное количество не совпадало с обобщенными по группам абсолютными и относительными значениями. В то же время, было отмечено значимое уменьшение обобщенного показателя частоты послеоперационных осложнений у пациенток основной группы на 23% по сравнению с контрольной ($p < 0,05$). Значимо меньшим на 2,9% оказалось число осложнений, отрицательно повлиявших на удовлетворенность результатом лечения, у пациенток основной группы по сравнению с контрольной ($p < 0,05$). Таким образом, детальный и обобщенный сравнительный анализ осложнений у пациенток, включенных в исследование, позволил нам прийти к заключению о наличии оснований, подтверждающих эффективность усовершенствованного подхода к ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС.

Глава 5

Сравнительный анализ диагностической информативности различных шкал оценки малых лучей стопы

Для определения диагностических качеств различных шкал оценки МЛС нами были выбраны критерии надежности и внутренней согласованности. С целью оценки гомогенности шкал рассчитывали коэффициенты корреляции Спирмена каждого пункта с интегральным показателем. Для определения согласованности экспертных оценок каждой шкалы рассчитывали коэффициент конкордации Кендалла. Согласованность оценки состояния МЛС на различных этапах хирургического лечения пациенток основной и контрольной групп при помощи различных шкал оценивали на основании расчетов коэффициента корреляции Спирмена.

5.1 Оценка диагностической информативности шкалы AOFAS LMIS

Характеристика внутренней гомогенности шкалы AOFAS LMIS представлена в таблице 12. Анализ показателей, представленных в таблице 12, показал изменение степени гомогенности шкалы AOFAS LMIS на разных этапах оценки состояния 2ЛС. При этом относительно лучшая гомогенность была отмечена на этапе предоперационного планирования. Из 7-ми показателей шкалы лишь у 1-го (характеризующего стабильность ПФС и межфалангового суставов) отсутствовала корреляционная связь с ее интегральным значением. Сильную связь имел лишь показатель оценки боли. Показатели подвижности ПФС и требований к обуви характеризовались умеренной связью. Остальные 3 показателя имели слабую связь. Через 3 месяца после операции лишь у 2-х из 7-ми показателей шкалы была отмечена связь с интегральным значением. Сильная связь соответствовала амплитуде движений ПФС. Умеренной связью характеризовалась оценка двигательной активности пациенток. Через 1 год после операции была установлена сильная связь двух показателей (оценка боли и

адаптации сегмента к плоской поверхности) и умеренная связь одного показателя (амплитуда движений ПФС).

Таблица 12 - Значение коэффициента корреляции Спирмена показателей шкалы AOFAS LMIS по отношению к ее интегральному показателю на различных этапах оценки 2-го луча стопы в общей совокупности пациенток основной и контрольной группы

Показатели шкалы	Сроки проведения оценки		
	До операции	Через 3 месяца после операции	Через 12 месяцев после операции
Боль	0,92***	-	0,91***
Функция			
Ограничение активности	0,19*	0,56**	-
Требования к обуви	0,37**	-	-
Амплитуда движений ПФС	0,52**	0,74***	0,66**
Амплитуда движений межфалангового сустава	-0,01*	-	-
Стабильность ПФС и межфалангового суставов	-	-	-
Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности	0,21*	-	0,88***
Интегральный показатель шкалы	1,0***	1,0***	1,0***

Примечание: *** - связь сильная (значение коэффициента $> 0,7$); ** - связь умеренная (значение коэффициента $> 0,3 - 0,7 <$); * - связь слабая (значение коэффициента $< 0,3$); - - отсутствие связи

На этапе предоперационного обследования было также отмечено наилучшее (по сравнению с другими сроками оценки) значение коэффициента конкордации Кендалла (0,4), которое соответствовало слабой согласованности экспертных оценок шкалы AOFAS LMIS.

5.2 Оценка диагностической информативности шкалы ACFAS (Module2)

Характеристика внутренней гомогенности шкалы ACFAS (Module2) представлена в таблице 13.

Таблица 13 - Значение коэффициента корреляции Спирмена показателей шкалы ACFAS (Module2) по отношению к ее интегральному показателю на различных этапах оценки 2-го луча стопы в общей совокупности пациенток основной и контрольной группы

Показатели шкалы	Сроки проведения оценки		
	До операции	Через 3 месяца после операции	Через 12 месяцев после операции
Боль	0,91***	-	0,91***
Внешний вид	0,47**	0,51**	-
Функциональные характеристики	0,57**	0,67**	0,98***
Рентгенологическая оценка			
∠M4M5	0,37**	-	-
Длина плюсневых костей - плюсневые тангенциальные углы	0,46**	0,87***	0,84***
Боковое отклонение в ПФС	-	0,08*	-
Боковое отклонение в ПМФС	-	-	0,09*
Функция			
Амплитуда движений ПФС			
Амплитуда разгибания ПФС	0,56**	0,15*	-
Амплитуда сгибания ПФС	-	0,95***	-0,21*
Прижатие пальца	-	0,95***	0,97***
Симптом смещения (drawer – тест)	0,78***	0,41**	0,97***
Хромота из-за боли при ходьбе босиком	0,68**	-	-
Интегральный показатель шкалы	1,0***	1,0***	1,0***

Примечание: *** - связь сильная (значение коэффициента > 0,7); ** - связь умеренная (значение коэффициента > 0,3 – 0,7 <); * - связь слабая (значение коэффициента < 0,3); - - отсутствие связи

Из 12-ти показателей шкалы у 8-ми имелась корреляционная связь с ее интегральным значением перед операцией и через 3 месяца после хирургической коррекции. Семь показателей характеризовались связью с интегральным значением через 1 год после операции. До операции сильную связь имели два показателя (оценки боли и теста на смещение в ПФС). Показатели, характеризующие боковое отклонение в ПФС и межфаланговом суставах, амплитуду сгибания ПФС, прижатие пальца не имели связи с интегральной оценкой шкалы ACFAS (Module2). Остальные шесть показателей имели

умеренную связь. Количество показателей, характеризующихся сильной корреляционной связью с интегральным значением шкалы ACFAS (Module2), увеличилось до трех при оценке ближайших и до пяти при оценке отдаленных результатов ХКМЛС. На этапе предоперационного обследования было также отмечено наилучшее (по сравнению с другими сроками оценки) значение коэффициента конкордации Кендалла (0,8), которое соответствует сильной согласованности экспертных оценок шкалы ACFAS (Module2) и значительно отличается от аналогичного коэффициента шкалы AOFAS LMIS ($p < 0,05$). Анализ показателей, представленных в таблице 13, показал различную степень гомогенности шкалы ACFAS (Module2) на разных этапах оценки состояния 2ЛС. Установлено улучшение гомогенности шкалы ACFAS (Module2) в послеоперационном периоде по отношению к этапу предоперационного планирования. В то же время, относительное количество показателей данной шкалы, имеющих связь с интегральным значением, оказалось значительно большим по сравнению со шкалой AOFAS LMIS.

5.3 Сравнительная оценка диагностических качеств шкал AOFAS LMIS и ACFAS (Module2)

Для сравнительного анализа чувствительности шкал был произведен расчёт корреляционной взаимосвязи значений их интегрального показателя на различных этапах оценки малых лучей стопы в общей совокупности пациенток контрольной и основной группы, результаты которого представлены в таблице 14. Слабая степень отрицательной корреляционной связи интегрального показателя обеих шкал при сравнении предоперационной оценки с ближайшими и отдаленными результатами ХКМЛС подтверждает их высокую степень чувствительности. В то же время, на более высокую чувствительность шкалы ACFAS (Module2) указывает вдвое меньшее значение соответствующего коэффициента корреляции.

Таблица 14 - Значение коэффициента корреляции Спирмена между интегральными показателями шкал на различных этапах оценки 2-го луча стопы в общей совокупности пациенток основной и контрольной группы

Сравниваемые сроки оценки интегрального показателя	Шкалы оценки	
	AOFAS LMIS	ACFAS (Module2)
до операции – 3 месяца после операции	-0,24*	-0,12*
до операции – 12 месяцев после операции	-0,24*	-0,20*
3 месяца после операции – 12 месяцев после операции	0,84***	0,95***

Примечание: *** - связь сильная (значение коэффициента $> 0,7$); ** - связь умеренная (значение коэффициента $> 0,3 - 0,7 <$); * - связь слабая (значение коэффициента $< 0,3$); - - отсутствие связи

При сравнении отдаленных результатов с предоперационной оценкой состояния МЛС значения соответствующих коэффициентов корреляции не имели существенного отличия, что подтвердило сопоставимую степень чувствительности обеих шкал. Сильная положительная корреляционная связь между интегральными показателями при сравнении ближайших и отдаленных результатов лечения обусловлена не низкой чувствительностью шкал, а стабильностью достигнутой коррекции патологических проявлений деформации 2ЛС в общей совокупности пациенток.

Различие абсолютных и относительных величин интегрального показателя оценки состояния МЛС при использовании различных шкал ограничивает возможность сравнительного анализа результатов по данным литературы. Для иллюстрации приводим диаграмму оценки результатов лечения пациенток основной группы с использованием двух шкал (рисунок 43).

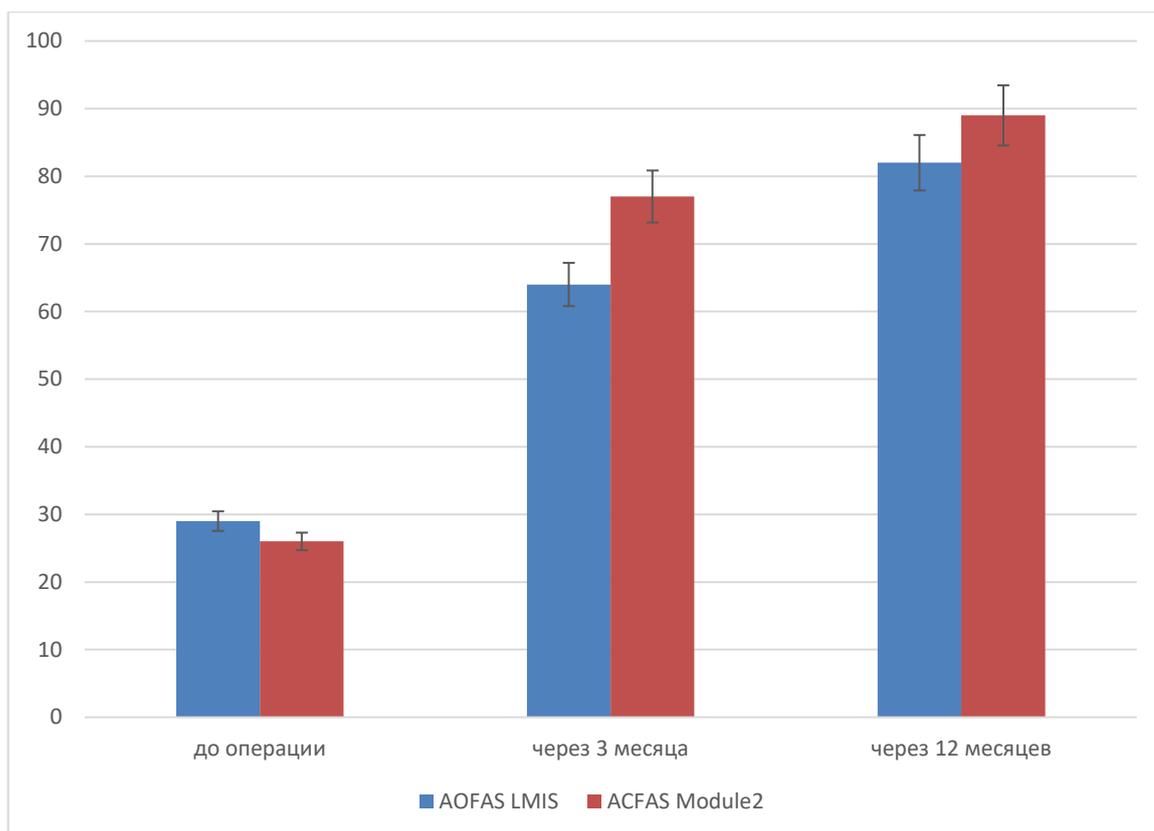


Рисунок 43 - Динамика значений интегрального показателя различных шкал оценки малых лучей стопы у пациенток основной группы

Не смотря на одинаковый ранговый уровень обеих шкал, составляющий от 0 до 100 баллов, абсолютные и относительные значения их интегрального показателя достоверно отличаются между собой на разных этапах оценки состояния МЛС у одних и тех же пациентов. Так, на этапе предоперационного обследования интегральный показатель шкалы AOFAS LMIS оказался в 1,12 раза большим в сравнении с интегральным показателем шкалы ACFAS (Module2). Для оценки послеоперационных результатов характерным оказалось более высокое значение показателя шкалы ACFAS (Module2). Это отличие составило: на этапе оценки ближайших результатов – 1,20, а на этапе оценки отдаленных результатов - 1,09. Следовательно, невозможно применить принцип пересчета с использованием соответствующего коэффициента, для сравнения результатов оценки состояния МЛС при помощи шкал AOFAS LMIS и ACFAS (Module2), выполненных в различных исследованиях.

Заключение

В специализированной отечественной и зарубежной литературе отмечается тенденция к увеличению числа публикаций, посвященных СМДПС, распространенность которого достигает 34,5% среди всех заболеваний стопы и голеностопного сустава у пациентов старшей возрастной группы [11, 12, 50, 86, 113]. Необходимость вмешательства на МЛС возникает у 28 – 46 % пациентов, подвергающихся хирургической коррекции переднего отдела стопы [16, 37, 85, 136]. При этом результаты ХКМЛС не всегда удовлетворяют пациентов из-за сохраняющихся морфо - функциональных нарушений, отмечающихся в 33 – 39% случаев [17, 31, 116, 119]. В настоящее время отсутствует консенсус специалистов в области хирургии стопы в отношении наиболее оптимального и эффективного алгоритма хирургической коррекции СМДПС. Приоритетным направлением повышения эффективности хирургического лечения пациентов с деформацией МЛС многие современные авторы считают совершенствование подхода к пластике мягких тканей, играющих существенную роль в статической и динамической стабилизации ПФС [8, 9, 21, 28, 37, 85, 116, 136, 143]. Распространенность и негативное влияние деформации МЛС на трудоспособность и социальную активность пациентов, которые не во всех случаях полностью удовлетворены результатами хирургического лечения, а также обоснованность совершенствования подходов к пластике мягких тканей, подтверждают актуальность настоящего диссертационного исследования.

В качестве материала для проведения настоящего исследования использован анализ результатов хирургической коррекции 2ЛС у 167 пациенток, лечение которых проводилось в центре хирургии стопы на базе ГБУЗ «ГКБ им. С.С. Юдина ДЗМ». Всем пациенткам на этапе предоперационного обследования был установлен диагноз: «Приобретенная деформация переднего отдела стопы. Сочетанная деформация первого и малых лучей стопы. Нестабильность 2-го плюснефалангового сустава». Диагностический алгоритм включал в себя оценку

и анализ жалоб, данных анамнеза, а также результатов физикального, инструментального, рентгенологического и лабораторных методов обследования.

Во всех случаях для коррекции 2ЛС выполняли дистальную фиксируемую остеотомию М2 и пластику дефекта ПП, а также артродез ПМФС 2-го пальца. В зависимости от подхода к восстановлению стабильности 2ПФС пациентки были разделены на 2 группы. У 83 пациенток контрольной группы для достижения указанного результата применяли пластику дефекта ПП. В основной группе (84 пациентки) выполняли комбинированную пластику дефекта ПП и пластику сухожилий сгибателей 2-го пальца стопы. Новизна усовершенствованного подхода к пластике мягких тканей в рамках комбинированной ХКМЛС у пациенток основной группы подтверждена авторским патентом (RU 2 744 624 С1, 12.03.2021. Заявка № 2020115916 от 15.05.2020). В большинстве наблюдений деформация переднего отдела стопы носила двусторонний характер. В рамках одной операционной сессии выполняли хирургическую коррекцию одной стопы. После завершения курса восстановительного лечения и восстановления опорно-двигательной функции оперированной нижней конечности у части пациенток контрольной и основной группы выполняли хирургическую коррекцию второй стопы при наличии показаний и соответствии критериям включения в исследование. Таким образом, количество подвергнувшихся хирургической коррекции и оценке в рамках диссертационного исследования, 2-х ЛС составило 103 и 105 в контрольной и основной группах соответственно. Сформированные группы соответствовали критериям репрезентативности по количеству наблюдений и были сопоставимы по результатам сравнительного анализа показателей возраста, веса, выраженности деформации 1ЛС и МЛС.

Средний возраст в контрольной и основной группах пациенток составил соответственно $54,37 \pm 9,86$ и $56,87 \pm 8,14$ лет ($p > 0,05$), что подтвердило данные литературы об увеличении частоты встречаемости и степени выраженности деформации переднего отдела стопы в соответствии с возрастом. Выраженность деформации 2ЛС и соответствующие клинические проявления на этапе предоперационного обследования имели сходные характеристики в обеих группах

пациенток, что подтверждалось отсутствием значимых отличий интегральных показателей шкал AOFAS LMIS и ACFAS Module 2 ($p > 0,05$).

Результаты оценки состояния 2ЛС до операции по шкале AOFAS LMIS не выявили значимых отличий у пациенток обеих групп ($p > 0,05$). Субъективная оценка болевого синдрома, связанного с деформацией МЛС, в подавляющем большинстве случаев соответствовала критерию шкалы «умеренный ежедневный болевой синдром», эквивалентному 20 баллам. Во всех случаях пациентки отметили «ограничение повседневной и спортивной активности», эквивалентное 4 баллам. В большинстве случаев пациентки указали на необходимость «ношения обуви с ортопедическими стельками постоянно», что соответствовало 5 баллам шкалы. У большинства пациенток было отмечено тяжелое ограничение амплитуды движений 2ПФС (менее 30°), эквивалентное оценке в 0 баллов. Амплитуда движений межфалангового сустава в большинстве случаев была выражено ограничена (менее 10°), с соответствующим эквивалентом в 0 баллов. Эквивалент оценки стабильности ПФС и межфалангового суставов во всех случаях составил 0 баллов (очевидная нестабильность), что соответствовало критериям включения и невключения в исследование. Во всех случаях было отмечено «грубое, выраженное нарушение адаптации 2 – 5 пальцев стопы к поверхности с наличием симптоматики», что также было эквивалентно оценке 0 баллов.

Применение новой шкалы ACFAS Module 2 на этапе предоперационного обследования также подтвердило сопоставимость обеих групп исследования по критериям оценки 2ЛС ($p > 0,05$). В большинстве случаев из предложенных вариантов субъективной оценки болевого синдрома пациентки выбирали «у меня была боль и значительное ограничение активности», что соответствовало эквиваленту шкалы в 6 баллов. Для оценки внешнего вида стопы большинство пациенток выбирали характеристику «определенно не нравится», эквивалентную 0 баллам. При субъективной оценке функциональных характеристик, связанных с проблемой подбора обуви, большинство пациенток выбрали вариант «я могу ходить только в туристической, спортивной или не модельной обуви», что

соответствовало 5 баллам шкалы. Менее, чем в 1/4 случаев при оценке рентгенометрических критериев было отмечено значимое отклонение от нормы $\angle M4M5$, что не повлияло на снижение среднего значения соответствующей оценки в баллах. Во всех случаях были отмечены отклонения от нормальных рентгенометрических показателей длины плюсневых костей, оцениваемых по величине соответствующих тангенциальных плюсневых углов, что отразилось в снижении индивидуальной и средней эквивалентной оценки, составляющей в норме 10 баллов. Боковое отклонение в ПФС у большинства пациенток контрольной и основной группы имело отличие от нормальных значений и оценивалось в 0 баллов. Значительно реже встречалось не нормальное отклонение в ПМФС, средняя эквивалентная оценка которого приближалась к максимальной (2 балла). В рамках функциональной оценки амплитуда разгибания ПФС сустава в подавляющем большинстве наблюдений составила менее 45° , что было эквивалентно 0 баллам шкалы. Характерной особенностью 2ЛС у пациенток, включенных в исследование, явилось значительное нарушение сгибания ПФС, амплитуда которого не превышала 0° , что соответствовало 0 баллам шкалы. Функциональный тест на прижатие 2 пальца к плоскости опоры стопы в преобладающем числе наблюдений был отрицательным, что не позволяло оценить его выше 0 баллов. Результаты оценки стабильности ПФС при помощи теста на смещение (drawer-теста) наиболее часто соответствовали состоянию подвывиха с эквивалентом шкалы в 4 балла, а в ряде случаев – вывиху с эквивалентом в 0 баллов. Стабильность сустава по данным теста, эквивалентная 8 баллам, служила критерием невключения в исследование. Более половины пациенток в качестве причины хромоты при ходьбе босиком отмечали болевой синдром, эквивалентный 0 баллам по шкале. В остальных случаях ходьба босиком не сопровождалась хромотой и болью, что оценивалось 5 баллами шкалы.

При оценке ближайших результатов лечения пациенток контрольной группы было отмечено достижение эффективной коррекции 1ЛС, что подтверждалось нормальными значениями $\angle M1M2$ и $\angle M1P1$. Эффективность ХКМЛС в этой группе подтвердилась увеличением моды интегрального

показателя шкалы AOFAS LMIS на 28 [26; 32] баллов ($p < 0,05$) и моды интегрального показателя шкалы ACFAS Module 2 на 40 [37; 42] баллов ($p < 0,05$). Нормализация рентгенометрических показателей указывала на эффективную и сопоставимую эффективность хирургической коррекции 1ЛС у пациенток основной группы в сравнении с контрольной на этапе оценки ближайших результатов лечения. В то же время динамика значений интегрального показателя шкал оценки МЛС оказалась значимо лучшей в основной группе пациенток. По шкале AOFAS LMIS интегральный показатель увеличился на 35 [32; 38] баллов, что превысило аналогичное изменение у пациенток контрольной группы на 7 [5; 8] баллов ($p < 0,05$). Увеличение моды интегрального показателя шкалы ACFAS Module 2 в основной группе составило 51 [48; 53] балл, т. е. на 11 [10; 13] баллов больше по сравнению с аналогичным изменением в контрольной группе пациенток ($p < 0,05$).

На этапе оценки отдаленных результатов лечения у пациенток контрольной группы рентгенометрические показатели указывали на эффективность и надежность коррекции 1ЛС. Результаты оценки состояния 2ЛС через год после операции соответствовали критериям эффективности и надежности алгоритма хирургической коррекции в контрольной группе пациенток. Достоверное увеличение моды интегрального показателя шкалы AOFAS LMIS в сравнении с дооперационным значением составило 41 [36; 45] балл ($p < 0,05$). Соответствующая разница значений интегрального показателя шкалы ACFAS Module 2 также составила 41 [38; 42] балл ($p < 0,05$).

Рентгенометрические показатели оценки 1ЛС у пациенток основной группы в отдаленном послеоперационном периоде соответствовали нормальным значениям, достигнутым в результате хирургической коррекции. Значения интегрального показателя шкал оценки 2ЛС через 12 месяцев после операции также значимо отличались от предоперационного уровня. Увеличение интегрального показателя шкалы AOFAS LMIS составило 53 [49; 56] балла ($p < 0,05$), что превысило аналогичное изменение у пациенток контрольной группы на 12 [9; 15] баллов ($p < 0,05$). Среднее значение интегрального

показателя шкалы ACFAS Module 2 увеличилось на 63 [61; 64] балла ($p < 0,05$), что оказалось на 22 [20; 25] балла больше по сравнению с аналогичным изменением в контрольной группе пациенток ($p < 0,05$).

Эффективность применения модифицированной техники дистальной остеотомии M2 у пациенток контрольной и основной группы исследования подтвердилась при сравнении до и послеоперационных показателей шкал оценки состояния МЛС, связанных с положением головки M2 и центра ротации 2ПФС. На этапах оценки ближайших и отдаленных результатов лечения было отмечено статистически значимое улучшение соответствующих показателей шкалы AOFAS LMIS, характеризующих боль, ограничение активности и амплитуду движений ПФС сустава у пациенток обеих групп ($p < 0,05$). Аналогичные показатели шкалы ACFAS (Module2), характеризующие боль, рентгенологическую оценку длины плюсневых костей, амплитуду сгибания ПФС и боль при ходьбе босиком также статистически значимо улучшились на этапах оценки ближайших и отдаленных результатов у пациенток обеих групп ($p < 0,05$).

Частота возникновения осложнений, непосредственно связанных с хирургическим вмешательством, не превышала 4,8% и не имела значимых отличий между группами пациенток ($p > 0,05$). В структуре осложнений, обусловленных эффективностью хирургической коррекции 2ЛС у пациенток контрольной группы, наиболее значимым оказался СФПС. Частота возникновения этого осложнения в основной группе была достоверно меньшей на 10,8% ($p < 0,05$). Вторым по частоте возникновения осложнений в контрольной группе явился СГЭПС. Это проявление функциональной недостаточности оперированного 2ЛС в основной группе было отмечено на 8,8% реже, что соответствовало критерию значимости отличий ($p < 0,05$). Статистически значимое снижение в основной группе пациенток частоты осложнений, связанных с нарушением механизма пассивного и активного прижатия пальца, подтвердило положительное влияние комбинированной пластики ПП и сухожилий сгибателей на эффективность ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС. Возникновение СФПС в 2 случаях контрольной и 3 случаях основной группы пациенток было

связано с избыточной коррекцией положения головки М2 при выполнении ее дистальной остеотомии. Для лечения СФПС и СГЭПС, сочетавшихся с рецидивом СМДПС потребовалось выполнение ревизионного вмешательства у 3 пациенток контрольной и 2 пациенток основной группы (о чем уже было сказано ранее при анализе осложнений, непосредственно связанных с «хирургической травмой»). В остальных случаях пациентки предпочли ограничиться использованием ортопедических фиксаторов пальцев стопы. Частота ротационной и отклоненной в горизонтальной плоскости деформации 2-го пальца значительно большей (на 6,8%) оказалась у пациенток контрольной группы в сравнении с основной ($p < 0,05$). По нашему мнению, указанное отличие подтверждает существенность положительного эффекта усовершенствованного подхода к комбинированной пластике мягких тканей на стабильность ПФС в горизонтальной плоскости. Отмеченные осложнения в большинстве случаев носили сочетанный характер, в связи с чем их суммарное количество не совпадало с обобщенными по группам абсолютными и относительными значениями. В то же время, было отмечено значимое уменьшение обобщенного показателя частоты послеоперационных осложнений у пациенток основной группы на 23% по сравнению с контрольной ($p < 0,05$). Значимо меньшим на 2,9% оказалось число осложнений, отрицательно повлиявших на удовлетворенность результатом лечения, у пациенток основной группы по сравнению с контрольной ($p < 0,05$). Таким образом, детальный и обобщенный сравнительный анализ осложнений у пациенток, включенных в исследование, позволил нам прийти к заключению о наличии оснований, подтверждающих эффективность усовершенствованного подхода к ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС.

В рамках настоящего исследования был проведен сравнительный анализ диагностических качеств различных шкал оценки МЛС по критериям надежности и внутренней согласованности, а также динамике интегрального показателя. На этапе предоперационного планирования установлен более высокий уровень согласованности новой шкалы оценки МЛС ACFAS (Module2) по сравнению с распространенной в клинической и научной практике шкалой AOFAS LMIS.

Значение коэффициента конкордации Кендалла 0,8 соответствует сильной согласованности экспертных оценок шкалы ACFAS (Module2). Значение коэффициента конкордации Кендалла 0,4 соответствует слабой согласованности экспертных оценок шкалы AOFAS LMIS ($p < 0,05$). Установлена лучшая гомогенность шкалы ACFAS (Module2), относительное количество показателей которой, имеющих сильную и умеренную корреляционную связь с интегральным значением, оказалось значительно большим по сравнению со шкалой AOFAS LMIS ($p < 0,05$). Слабая степень отрицательной корреляционной связи интегрального показателя обеих шкал при сравнении предоперационной оценки с ближайшими и отдаленными результатами ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС подтвердила их высокую степень чувствительности. В то же время, более высокая чувствительность шкалы ACFAS (Module2) была подтверждена вдвое меньшим значением соответствующего коэффициента корреляции ($p < 0,05$).

Таким образом, анализ результатов, полученных в рамках выполнения настоящего диссертационного исследования, подтвердил возможность улучшения результатов лечения пациентов с СМДПС за счет применения усовершенствованного подхода к ХКМЛС с восстановлением стабильности ПФС, который включал базовый алгоритм (капсулотомия ПФС, дистальную остеотомию плюсневой кости, резекционный артродез ПМФС), а также модифицированную комбинированную пластику ПП и сухожилий сгибателей. Кроме этого, была подтверждена целесообразность и обоснованность внедрения в клиническую и научную практику новой шкалы оценки состояния МЛС ACFAS (Module2), обеспечивающей улучшение диагностики состояния пациентов с СМДПС за счет повышения согласованности экспертных оценок по сравнению с распространенной шкалой AOFAS LMIS.

Выводы

1. Наиболее значимыми осложнениями, влияющими на удовлетворенность результатами хирургической коррекции тяжелой фиксированной деформации малых лучей стопы, являются: синдром флотирующего пальца (14,6%), синдром гиперэкстензии пальца (11,6%) и отклоненная деформация пальца (8,7%). Анатомо-функциональная связь указанных осложнений с состоянием мягких тканей подтверждает актуальность совершенствования комбинированной пластики плантарной пластинки и сухожилий сгибателей пальцев стопы.
2. Модифицированная фиксируемая остеотомия по В.Helal обладает преимуществами перед распространенной в клинической практике остеотомией по L.Weil и позволяет исправить положение центра ротации плюснефалангового сустава с укорочением плюсневой кости, что в сочетании с комбинированной пластикой дефекта плантарной пластинки и сухожилий сгибателей способствует улучшению показателей, отражающих эффективное прижатие пальца к поверхности опоры стопы, на 12,5 - 32,9% ($p < 0,05$).
3. Применение усовершенствованного подхода к хирургической коррекции малых лучей стопы с восстановлением стабильности плюснефаланговых суставов позволило улучшить ближайшие и отдаленные результаты лечения, что подтвердилось статистически значимым увеличением интегральных показателей шкалы AOFAS LMIS (на 7 [4; 9] ($p < 0,05$) и 12 [10; 12] ($p < 0,05$) баллов) и шкалы ACFAS (Module2) (на 8 [4; 8] ($p < 0,05$) и 12 [10; 12] ($p < 0,05$) баллов).
4. Применение усовершенствованного подхода к хирургической коррекции малых лучей стопы с восстановлением стабильности плюснефаланговых суставов позволило статистически значимо сократить частоту возникновения функциональной недостаточности в виде синдрома флотирующего пальца стопы на 10,8% ($p < 0,05$) и синдрома гиперэкстензии пальца стопы на 8,8% ($p < 0,05$).
5. Применение новой шкалы Американского Колледжа Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава позволяет повысить согласованность экспертных оценок состояния малых лучей стопы на предоперационном этапе по сравнению с

распространенной в клинической и научной практике шкалой Американской Ассоциации Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава, что подтверждается двукратным увеличением коэффициента конкордации Кендалла ($p < 0,05$).

Практические рекомендации

1. В диагностический алгоритм у пациентов с синдромом молоткообразной деформации пальцев стопы наряду со стандартным протоколом клинического и дополнительного обследования необходимо включать специальные шкалы оценки малых лучей стопы для обеспечения возможности проведения сравнительного индивидуального и статистического анализа эффективности хирургического лечения.
2. При проведении научных исследований, предполагающих повышение диагностической информативности и сравнение собственных результатов с литературными данными, следует использовать новую шкалу оценки малых лучей стопы Американского Колледжа Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава одновременно с распространенной шкалой Американской Ассоциации Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава.
3. Специальную «программу ЭВМ для анализа рентгенограмм переднего отдела стопы» необходимо использовать при проведении научных исследований, чтобы определить расширенный, по сравнению со стандартным протоколом, перечень рентгенометрических показателей.
4. В рамках комплексной хирургической коррекции тяжелой деформации малых лучей стопы с нестабильностью плюснефаланговых суставов необходимо использовать модифицированную фиксируемую остеотомию по В.Helal, позволяющую расширить диапазон коррекции положения центра ротации плюснефаланговых суставов в вертикальном направлении без избыточного укорочения плюсневой кости.
5. Для обеспечения эффективности интраоперационного контроля хирургической коррекции тяжелой деформации малых лучей стопы необходимо выполнять «push up» тест на этапах выполнения: дистальной остеотомии плюсневой кости; пластики сухожилий разгибателей; пластики дефекта плантарной пластинки и пластики сухожилий сгибателей.

6. В рамках выполнения хирургической коррекции отведенной молоткообразной деформации пальцев стопы следует выполнять пластику плантарной пластинки с иссечением краев ее дефекта в форме трапеции, более широкое основание которой расположено на стороне, противоположной отклонению пальца.

7. В рамках выполнения хирургической коррекции отведенной молоткообразной деформации пальцев стопы необходимо выполнять пластику сухожилий сгибателей с тенотомией проксимальных концов дистальных фрагментов сухожилий со смещением точки крепления относительно центра к капсуле плюснефалангового сустава в сторону, противоположную отклонению пальца.

Список сокращений

ЛС – луч стопы

1ЛС – первый луч стопы

2ЛС – второй луч стопы

МЛС – малые лучи стопы

ДМЛС -деформация малых лучей стопы

ХКМЛС – хирургическая коррекция малых лучей стопы

М1 – первая плюсневая кость

М2 – вторая плюсневая кость

М3 – третья плюсневая кость

М4-четвертая плюсневая кость

М5 – пятая плюсневая кость

Р1 – основная фаланга первого пальца стопы

∠М1М2 – первый межплюсневый угол

∠М1Р1 - угол отклонения основной фаланги первого пальца стопы

∠М4М5 – угол между 4-й и 5-й плюсневыми костями

СМДПС – синдром молоткообразной деформации пальца стопы

ПФС – плюснефаланговый сустав

2ПФС – второй плюснефаланговый сустав

ПП – плантарная (подошвенная) пластинка

ПМФС – проксимальный межфаланговый сустав

ДМФС – дистальный межфаланговый сустав

АOFAS LMIS – шкала оценки малых лучей стопы Американской Ассоциации Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава

ACFAS (Module2) - шкала оценки малых лучей стопы Американского Колледжа Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава

СФПС – синдром флотирующего пальца стопы

СГЭПС – синдром гиперэкстензии пальца стопы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бардюгов, П.С. Консервативная коррекция поперечного свода стопы при плоскостопии / П.С. Бардюгов, М.В. Паршиков // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2020. – Т. 27, № 2. – С. 50-59.
2. Блаженко А.Н., Черевцов В.Н., Тадж А.А., Процко В.Г., Загородний Н.В. Способ хирургического восстановления плантарной пластинки малого плюснефалангового сустава прямым подошвенным доступом при травматических разрывах ее вследствие перегрузочной метатарзалгии. - Патент № 2673382 РФ. - Бюл. № 33. – 2018. - 8 с.
3. Бобров, Д.С. Перегрузочная метатарзалгия: патогенез, биомеханика и хирургическое лечение (аналитический обзор литературы) / Д.С. Бобров, Л.Ю. Слиянчиков, Н.В. Ригин // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2017. – Т. 72, № 1. – С. 53-58.
4. Бобров, Д.С. Реконструкция подошвенной связки при I-IV степени нестабильности второго плюснефалангового сустава / Д.С. Бобров, А.В. Лычагин, Н.В. Ригин // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. – 2018. – № 4. – С. 57-58.
5. Бобров, Д.С. Хирургическое лечение молоткообразной деформации пальцев стоп (обзор литературы) / Д.С. Бобров, А.А. Шубкина, А.В. Лычагин, Л.Ю. Слиянчиков, Л.А. Якимов // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2019. – Т. 74, № 4. – С. 272-282.
6. Гацкан, О.В. Профилактика и коррекция плоскостопия: обзор литературы / О.В. Гацкан // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 12-2 (102). – С. 123-128.
7. Гацкан, О.В. Лечение плоскостопия: обзор российской литературы / О.В. Гацкан // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 1-3 (103). – С. 15-23.
8. Гуди, С.М. Анализ результатов хирургического лечения пациентов с фиксированной молоткообразной деформацией второго пальца стопы / С.М. Гуди,

- В.В. Епишин, В.В. Кузнецов, А.Г. Самохин, И.А. Пахомов // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29077> (дата обращения: 17.06.2022).
9. Гуди, С.М. Хирургическая коррекция фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы: дисс. ... канд. мед. наук: 14.01.15 / С.М. Гуди. – Новосибирск, 2020. – 128 с.
10. Егиазарян К.А., Коробушкин Г.В., Мирошникова Е.А., Жаворонков А.П., Абилемец А.С. Способ оперативного лечения метатарзалгии при деформациях переднего отдела стопы. - Патент № 2705233 РФ. – Бюл. № 31. – 2019. – 19 с.
11. Егиазарян, К.А. Анализ результатов оперативного лечения сложных комплексных деформаций переднего отдела стопы у пациентов старшей возрастной группы / К.А. Егиазарян, Е.А. Мирошникова, Е.А. Жаворонков, А.П. Ратьев, А.С. Абилемец // Политравма. – 2021. – № 3. – С. 46-53.
12. Егиазарян, К.А. Среднесрочные результаты лечения тяжелой деформации переднего отдела стопы у пациентов пожилого возраста / К.А. Егиазарян, А.П. Ратьев, Е.А. Мирошникова, Е.А. Жаворонков, А.С. Абилемец // Вестник РГМУ. – 2023. – №1. – С. 63-69.
13. Карданов, А.А. Руководство по реабилитации после оперативного лечения статических деформаций переднего отдела стопы: Учебно-методическое пособие / А.А. Карданов, Д.В. Ильченко, А.А. Ахпашев, Л.Г. Макинян, Д.О. Ильин, Ф.Л. Лазко, А.П. Призов. – Санкт-Петербург: ООО «Эко-Вектор», 2017. – 56 с.
14. Карданов, А.А. Хирургическая коррекция деформаций стопы / А.А. Карданов. – М.: Медпрактика-М, 2016. – 220 с.
15. Кендэл, М.Дж. Статистические выводы и связи / М. Дж. Кендэл, А. Стьюарт. – М.: Наука, 1973. – 899 с.
16. Керимов, А.А. Совершенствование тактики хирургического лечения больных со статическими деформациями переднего отдела стопы: дисс. ... канд. мед. наук: 14.01.15 Травматология и ортопедия / А.А. Керимов. – М., 2020. – 144 с.

17. Кетов, М.С. Оперативная коррекция ригидных вывихов пальцев стоп / М.С. Кетов, Н.В. Загородний, В.Г. Процко, А.А. Панов, А.В. Мазалов // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2016. – № 4. – С. 33-36.
18. Кетов М.С., Процко В.Г., Загородний Н.В., Кетова Д.В., Тадж А.А. Способ устранения неригидных молоткообразных деформаций 2, 3, 4 пальцев при поперечном плоскостопии. - Патент № 2610335 РФ. - Бюл. № 4. – 2017. - 2 с.
19. Кетов М.С. Суставосберегающий метод хирургического лечения ригидных вывихов пальцев стоп: дис. ... канд. мед. наук. 14.01.15 / М.С. Кетов – Москва, 2018. – 131 с.
20. Королев, М.А. Валидизация шкал MFTS и AQSA у больных с переломами костей стопы в составе множественной и сочетанной травмы / М.А. Королев, Д.О. Ярмак, Е.А. Мирошникова, Г.В. Коробушкин // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2016. – № 2. – С. 60-64.
21. 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.
22. Кузьмина, Ю.О. Выбор метода хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стоп: дисс. ... канд. мед. наук: 14.00.22 Травматология и ортопедия / Ю.О. Кузьмина. – М., 2009. – 92 с.
23. Леонова, С.Н. Хирургическое лечение перекрещенных пальцев стопы / С.Н. Леонова, И.В. Усольцев // Новости хирургии. – 2019. – Т. 27, №2. – С. 227-231.
24. Леонова, С.Н. Новый метод хирургической коррекции деформации малых пальцев стопы / С.Н. Леонова, И.В. Усольцев, М.А. Косарева // Acta Biomedica Scientifica. – 2021. –Т. 6, № 5. – С. 167-177.
25. Леонова, С.Н. Способ хирургического лечения молоткообразной деформации второго пальца стопы / С.Н. Леонова, И.В. Усольцев, М.А. Косарева // Acta Biomedica Scientifica. – 2020. – Т. 5, № 6. – С. 243-247.
26. Осмоналиев, И. Ж. Шкалы оценки морфометрической готовности культы конечности к протезированию и технического состояния эксплуатируемого протеза / И.Ж. Осмоналиев, М.Г. Бильгильдеев, Х.Х. Эргашев, Р.В. Абдурахманов,

- Р.Ф. Байкеев // Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова. - 2023. - Т. 30. - №2. - С. 161-173.
27. Пахомов И.А., Гуди С.М. Способ коррекции отведенной деформации II-IV пальцев стопы. - Патент № 2668467 РФ. - Бюл. № 28. – 2018. - 11 с.
28. Пахомов, И.А. Хирургическая коррекция фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы. Учебное пособие / И.А. Пахомов, С.М. Гуди, И.А. Кирилова. – Новосибирск, 2022. – 51 стр.
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.
30. Прозоровский, Д.В. Дифференцированный подход к лечению молоткообразных деформаций пальцев стопы у взрослых / Д.В. Прозоровский, К.К. Романенко, Д.В. Ершов // Травма. – 2014. – Т. 15, № 2. – С. 125-129.
31. Процко В.Г., Загородний Н.В., Тадж А.А., Мазалов А.В., Черевцов В.Н. Способ устранения метатарзалгии и деформации пальцев при поперечном плоскостопии. - Патент № 2675455 РФ. - Бюл. № 35. – 2018. -10 с.
32. Слиянков, Л.Ю. Основные принципы диагностики перегрузочной метатарзалгии в поликлинической практике / Слиянков Л.Ю., Д.С. Бобров, Н.В. Ригин, Ц. Мо, Л.А. Якимов, Н.Д. Хурцилава // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2015. – № 3 (15). – С. 21-24.
33. Тадж, А.А. 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.
34. Усольцев, И.В. Хирургическое лечение тяжёлых деформаций пальцев стопы при ревматоидном артрите / И.В. Усольцев, С.Н. Леонова // Acta Biomedica Scientifica. – 2019. – Т. 4, № 6. – С. 123-127.
35. Федоров, В.Г. Биомеханика формирования поперечно-распластанной деформации стопы и патогенетически оправданные способы лечения / В.Г. Федоров, А.В. Злобин // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – №

6. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28297> (дата обращения 14.06.2022).
36. Хоминец, В.В. Алгоритм хирургического лечения и послеоперационной реабилитации больных с поперечным плоскостопием / В.В. Хоминец, О.В. Рикун, С.В. Гамолин, В.М. Шаповалов, А.С. Гранкин, А.А. Буткевич // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2016. – № 4 (20). – С. 57-63.
37. Черевцов, В.Н. Хирургическое лечение деформаций стоп, сопровождающихся неригидными молоткообразными деформациями пальцев: дисс. ... канд. мед. наук: 3.1.8. Травматология и ортопедия / В.Н. Черевцов. – М., 2023. – 126 с.
38. Черевцов, В.Н. 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.
39. Akoh, C.C. Plantar plate injury and angular toe deformity / C.C. Akoh, P. Phisitkul // J Foot Ankle Clin. – 2018. – Vol. 23, No. 4. – P. 703-713.
40. Albright R.H. Risk Factors for Failure in Hammertoe Surgery / R.H. Albright, M. Hassan, J. Randich, R. O'Keefe, E.E. Klein, L. Weil Jr, L. Weil Sr, A.E. Fleischer // Foot Ankle Int. – 2020. – Vol. 41, No. 5. – P. 562-571.
41. Altman, D.G. Practical Statistics for Medical Research / D.G. Altman. – London: Chapman and Hall, 1991. – 611 p.
42. Baker, J.R. Treatment of Lesser Metatarsophalangeal Joint Instability With Plantar Plate Repair: A Systematic Review and Meta-Analysis / J.R. Baker, R. Albright, R. Jameson, M. Chingre, E.E. Klein, L. Weil Jr, A. Fleischer // J Foot Ankle Surg. – 2022. – Vol. 61, No. 5. –P. 1114-1118.
43. Bergeron, M.C. Use of metatarsophalangeal joint dorsal subluxation in the diagnosis of plantar plate rupture / M.C. Bergeron, J. Ferland, D.S. Malay, S.E. Lewis, J.A. Burkmar, N.A. Giovinco // J Foot Ankle Surg. – 2019. – Vol. 58, No. 1. – P. 27-33.

44. Boffeli, T.J. Two-pin fixation of proximal interphalangeal joint fusion for hammertoe correction / T.J. Boffeli, J.C. Thompson, J.A. Tabatt // *J Foot Ankle Surg.* – 2016. – Vol. 55, No. 3. – P. 480-487.
45. Boss, A. The Conventional Weil Osteotomy Does Not Require Screw Fixation / A. Boss, E. Herrmann, Y. Gramlich, A. Klug, O. Neun, S. Manegold, R. Hoffmann, S. Fischer. // *J Clin Med.* – 2023. – Vol. 12, No. 2. – Art. No 428.
46. Bougiouklis, D. Biomechanical Analysis of the Change of the Metatarsophalangeal Joint's Center of Rotation After Weil and Triple Weil Osteotomies: A Comparative Cadaveric Study / D. Bougiouklis, M.Tyllianakis, D.Deligianni, E.Panagiotopoulos // *J. Cureus.* – 2022. – Vol. 14, No. 2. – e21866.
47. Bougiouklis, D. Comparison of the Weil and Triple Weil Osteotomies: A Clinical Retrospective Study / D Bougiouklis, M Tyllianakis, D Deligianni, Panagiotopoulos E. // *J. Cureus* – 2022. – Vol. 14, No. 2. – e22220.
48. Butterworth, M. Tendon transfers for management of digital and lesser metatarsophalangeal joint deformities / M. Butterworth // *Clin Podiatr Med Surg.* – 2016. – Vol. 33, No. 1. – P. 71-84.
49. Chang, SM. A versatile method for dorsal-approach plantar plate repair using standard operative instruments / SM Chang, PJ Huang, Farn CJ, SY Lin, CC Wang, CL Wang, PY. Chen // *BMC Musculoskelet Disord.* – 2022. – Vol. 23, No. 1. – Art. No. 11.
50. Charen, D.A. Overview of metatarsalgia / D.A. Charen, J.S. Markowitz, Z.B. Cheung, D.J. Matijakovich, J.J. Chan, E. Vulcano // *Orthopedics.* – 2019. – No. 42. – e138-e143.
51. Clements, J.R. An innovative method for plantar plate repair: technique guide and case report / J.R. Clements, A.K. Ghai // *J Foot Ankle Surg.* – 2019. – Vol. 58, No. 3. – P. 555-561.
52. Coillard, J.Y. Distal Metatarsal Minimally Invasive Osteotomy (DMMO): Surgical technique, variants, indications, and treatment decision-tree / J.Y. Coillard, M. Lalevée, Y. Tourné // *Foot (Edinb).* – 2021. – No. 47. – Art. No. 101801.

53. Cook, J.J. Anatomic reconstruction versus traditional rebalancing in lesser metatarsophalangeal joint reconstruction / J.J. Cook, L.J. Johnson, E.A. Cook // *J Foot Ankle Surg.* – 2018. – Vol. 57, No. 3. – P. 509-513.
54. Cook, J.J. One-Year Outcome Study of Anatomic Reconstruction of Lesser Metatarsophalangeal Joints / J.J. Cook, E.A. Cook, D.D. Hansen, M. Matthews, T. Karthas, B. Collier, B. McKenna, E. Manning // *Foot Ankle Spec.* – 2020. – Vol. 13, No. 4. – P. 286-296.
55. Coster, M.C. Comparison of the Self-reported Foot and Ankle Score (SEFAS) and the American Orthopedic Foot and Ankle Society Score (AOFAS) / M.C. Coster, B.E. Rosengren, A. Bremander, L. Brudin, M.K. Karlsson // *J Foot Ankle Int.* – 2014. – Vol. 35, No. 10. – P. 1031-1036.
56. Coughlin, M.J. *Mann's Surgery of the Foot and Ankle. 9th ed.* / M.J. Coughlin (ed.), C.L. Saltzman, R.B. Anderson. – Philadelphia, PA: Elsevier Saunders, 2013. – 2336 p.
57. Coughlin, M.J. Metatarsophalangeal joint pathology in crossover second toe deformity: a cadaveric study / M.J. Coughlin, S.A. Schutt, C.B. Hirose, M.J. Kennedy, B.R. Grebing, B.W. Smith, M.T. Cooper, P. Golano, R. Viladot, F. Alvarez // *J Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, No. 2. – P. 133-140.
58. Coughlin, M.J. Second MTP joint instability: grading of the deformity and description of surgical repair of capsular insufficiency / M.J. Coughlin, D.S. Baumfeld, C. Nery // *Phys Sportsmed.* – 2011. – Vol. 39, No. 3. – P. 132-141.
59. Dalmau-Pastor, M. Extensor apparatus of the lesser toes: anatomy with clinical implications – topical review / M. Dalmau-Pastor, B. Fargues, E. Alcolea, N. Martínez-Franco, P. Ruiz-Escobar, J. Vega, P. Golanó // *J Foot Ankle Int.* – 2014. – Vol. 35, No. 10. – P. 957-969.
60. Dang, D.Y. Mallet Toes, Hammertoes, Neuromas, and Metatarsophalangeal Joint Instability: 40 Years of Development in Forefoot Surgery / D.Y. Dang, M.J. Coughlin // *JOIO.* – 2020. – No. 54. – P. 3-13.
61. Darcel, V. Lesser-toe deformity / V. Darcel, B. Piclet-Legré // *Orthop Traumatol Surg Res.* – 2023. – Vol. 108, No. 6. – S1-S10.

62. Deleu, P.A. Reliability of the Maestro radiographic measuring tool / P.A. Deleu, H. Pod, T. Leemrijse, I. Birch, B. Vande Berg, B.D. Bevernage // *J Foot Ankle Int.* – 2010. – Vol. 31, No. 10. – P. 884-891.
63. Devos Bevernage, B. Predictive value of radiographic measurements compared to clinical examination / B. Devos Bevernage, T. Leemrijse // *J Foot Ankle Int.* – 2008. – Vol. 29, No. 2. – P. 42-49.
64. Devos Bevernage, B. The translating Weil osteotomy in the treatment of an overriding second toe: a report of 25 cases / B. Devos Bevernage, P.A. Deleu, T. Leemrijse // *J Foot Ankle Surg.* – 2010. – Vol. 16, No. 4. – P. 153-158.
65. DiPaolo, Z.J. Proximal phalanx and flexor digitorum longus tendon biomechanics in flexor to extensor tendon transfer / Z.J. DiPaolo, M.S. Ross, R.T. Laughlin, G. Gould, K. Flower, L. Kiger, R.J. Markert // *J Foot Ankle Int.* – 2015. – Vol. 36, No. 5. – P. 585-590.
66. Dohle, J. Naht der plantaren Platte des Kleinzehengrundgelenks über einen dorsalen transartikulären Zugang [Reconstruction of the plantar plate of the metatarsophalangeal joint using a dorsal transarticular approach] / J. Dohle, A. Marques // *Oper Orthop Traumatol.* – 2021. – Vol. 33, No. 5. – P. 422-429 (German).
67. Donegan, R.J. Anatomic repair of plantar plate with flexor tendon sheath reinforcement: case series / R.J. Donegan, D. Caminear // *J Foot Ankle Spec.* – 2016. – Vol. 9, No. 5. – P. 438-443.
68. Doty, J.F. Etiology and management of lesser toe metatarsophalangeal joint instability / J.F. Doty, M.J. Coughlin, L. Weil Jr., C. Nery // *J Foot Ankle Clin.* – 2014. – Vol. 19, No. 3. – P. 385-405.
69. 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, No. 4. – P. 235-245.
70. Dowd, T. Tendon transfers-how do they work? / T. Dowd, E.M. Bluman // *J Foot Ankle Clin.* – 2014. – Vol. 19, No. 1. – P. 17-27.
71. Ellington, J.K. Hammertoes and clawtoes: proximal interphalangeal joint correction / J.K. Ellington // *J Foot Ankle Clin.* – 2011. – Vol. 16, No. 4. – P. 547-558.

72. Ellington, J.K. Radiographic analysis of proximal interphalangeal joint arthrodesis with an intramedullary fusion device for lesser toe deformities / J.K. Ellington, R.B. Anderson, W.H. Davis, B.E. Cohen, C.P. Jones // *J Foot Ankle Int.* – 2010. – Vol. 31, No. 5. – P. 372-376.
73. Ellis, S.J. Correction of multiplanar deformity of the second toe with metatarsophalangeal release and extensor brevis reconstruction / S.J. Ellis, E. Young, Y. Endo, J.T. Deland // *J Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, No. 6. – P. 792-799.
74. Ellis, T.S. *The Human Foot. Its Form and Structure, Functions and Clothing* / T.S. Ellis. – London: Churchill, 2013. – 50 p.
75. Elmajee, M. A systematic review of plantar plate repair in the management of lesser metatarsophalangeal joint instability / M. Elmajee, Z. Shen, J. A'Court, A. Pillai // *J Foot Ankle Surg.* – 2017. – Vol. 56, No. 6. – P. 1244-1248.
76. Fatima, M. The effect of osteotomy technique (flat-cut vs wedge-cut Weil) on pain relief and complication incidence following surgical treatment for metatarsalgia in a private metropolitan clinic: Protocol for a randomised controlled trial / M. Fatima, N. Ektas, C. Scholes, M. Symes, A. Wines // *Trials.* – 2022. – No. 23. – Atr. No. 690.
77. Finney, F.T. Anatomy and physiology of the lesser metatarsophalangeal joints / F.T. Finney, E. Cata, J.R. Holmes, P.G. Talusan // *J Foot Ankle Clin.* – 2018. – Vol. 23, No. 1. – P. 1-7.
78. Fleischer, A.E. Comparison of combination Weil metatarsal osteotomy and direct plantar plate repair versus Weil metatarsal osteotomy alone for forefoot metatarsalgia / A.E. Fleischer, E.E. Klein, M. Bowen, T.P. McConn, M.D. Sorensen, L. Weil Jr. // *J. Foot Ankle Surg.* – 2020. – Vol. 59, No. 2. – P. 303-306.
79. Fleischer, A.E. Plantar Plate Injuries / A.E. Fleischer, R.H. Albright, E.E. Klein, L. Weil // In: Cain, J.D., Hogan, M.V. (eds). *Tendon and Ligament Injuries of the Foot and Ankle.* – 2022. – Springer, Cham. – P. 53-80.
80. Flint, W.W. Plantar plate repair for lesser metatarsophalangeal joint instability / W.W. Flint, D.M. Macias, J.R. Jastifer, J.F. Doty, C.B. Hirose, M.J. Coughlin // *J Foot Ankle Int.* – 2017. – Vol. 38, No. 3. – P. 234-242.

81. Fuhrmann, R.A. Vorfußkorrektur [Forefoot correction] / R.A. Fuhrmann // Orthopade. – 2021. – Vol. 50, No. 10. – P. 822-824 (German).
82. Galli, M.M. Pinning across the metatarsophalangeal joint for hammertoe correction: where are we aiming and what is the damage to the metatarsal articular surface? / M.M. Galli, S.A. Brigido, N.M. Protzman // J Foot Ankle Surg. – 2014. – Vol. 53, No. 4. – P. 405-410.
83. Gribbin, C.K. Relationship of radiographic and clinical parameters with hallux valgus and second ray pathology / C.K. Gribbin, S.J. Ellis, J. Nguyen, E. Williamson, E.A. Cody // J Foot Ankle Int. – 2017. – Vol. 38, No. 1. – P. 14-19.
84. Guelfi, M. Arthrodesis of proximal inter-phalangeal joint for hammertoe: intramedullary device options / M. Guelfi, A. Pantalone, J.C. Daniel, D. Vanni, M.G. Guelfi, V. Salini // Journal of Orthopaedics and Traumatology. – 2015. – Vol. 16, No. 4. – P. 269-273.
85. Hammertoes: A Case-Based Approach / E.A. Cook, J.J. Cook (Eds). – Switzerland: Springer Nature. – 2019. – 419 p.
86. Hannan, M.T. Hallux valgus and lesser toe deformities are highly heritable in adult men and women: the Framingham Foot Study / M.T. Hannan, H.B. Menz, J.M. Jordan, L.A. Cupples, C.H. Cheng, Y.H. Hsu // Arthritis Care Res (Hoboken). – 2013. – Vol. 65, No. 9. – P. 1515-1521.
87. Hapsari, V.D. High heels on human stability and plantar pressure distribution: Effects of heel height and shoe wearing experience / V.D. Hapsari, S. Xiong, S. Yang // Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 58th Annual Meeting. – 2014. – P. 1653-1657.
88. Henry, J. Distal osteotomy of the lateral metatarsals: a series of 72 cases comparing the Weil osteotomy and the DMMO percutaneous osteotomy / J. Henry, J.L. Besse, M.H. Fessy, AFCP // Orthop Traumatol Surg Res. – 2011. – Vol. 97, Suppl. 6. – P. 57-65.
89. Hetherington, V. Hallux Valgus and Forefoot Surgery / V. Hetherington // New York, NY: Churchill Livingstone, 1994. – 582 p.

90. Highlander, P. Complications of the Weil osteotomy / P. Highlander, E. Von Herbulis, A. Gonzalez, J. Britt, J. Buchman // *Foot Ankle Spec.* – 2011. – Vol. 4, No. 3. – P. 165-170.
91. 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 and Ankle Specialist.* – 2016. – Vol. 9, No. 3. – P. 252-257.
92. 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, No. 5. – P. 432-437.
93. Hsu, R.Y. Lesser metatarsophalangeal joint instability: advancements in plantar plate reconstruction / R.Y. Hsu, A. Barg, F. Nickisch // *J Foot Ankle Clin.* – 2018. – Vol. 23, No. 1. – P. 127-143.
94. Hyer, C.F. *Essential Foot and Ankle Surgical Techniques: A Multidisciplinary Approach* / Hyer C.F., Berlet G.C. et al. (eds.) – Springer, 2019. – 474 p.
95. Hyer, C.F. Lesser Metatarsophalangeal Plantar Plate Repair / C.F. Hyer, D. Consul, J.E. McAlister, J.M. Cottom // *Clin Podiatr Med Surg.* – 2022. – Vol. 39, No. 2. – P. 167-185.
96. Iglesias, M.E. 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, No. 5. – P. 359-368.
97. Jastifer, J.R. Plantar Plate Repair for Metatarsophalangeal Joint Instability of the Lesser Toes / J.R. Jastifer // *Orthop Clin North Am.* – 2022. – Vol. 53, No. 3. – P. 349-359.
98. Jeleč, Ž. Extraction of the Proximal Phalanx: A New Option in Surgical Treatment of the Crossover Second Toe / Ž. Jeleč, T. Gjurašin, A. Vuković Pirkli, G. Rujevčan // *Case Rep Orthop.* – 2020. – Vol. 2020. – Art. 3901458.
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, No. 4. – P. 488-494.

100. Joseph, R. A retrospective analysis of lesser metatarsophalangeal joint fusion as a treatment option for hammertoe pathology associated with metatarsophalangeal joint instability / R. Joseph, K. Schroeder, M. Greenberg // *J Foot Ankle Surg.* – 2012. – Vol. 51, No. 1. – P. 57-62.
101. Kindred, K.B. Outcomes study of an innovative method of direct repair of metatarsophalangeal joint instability with an Angiocatheter needle / K.B. Kindred, A. Rusher, A. Baker, C.N. Groh, B.R. Fink // *J Foot Ankle Surg.* – 2020. – Vol. 59, No. 1. – P. 178-183.
102. Kinter, C.W. Lesser Metatarsophalangeal Instability: Diagnosis and Conservative Management of a Common Cause of Metatarsalgia / C.W. Kinter, C.W. Hodgkins // *Sports Health.* – 2020. – Vol. 12, No. 4. – P. 390-394.
103. Kirby, K.A. Understanding the biomechanics of plantar plate injuries / K.A. Kirby // *Podiatry Today.* – 2017. – Vol. 30, No. 4. – P. 30-39.
104. Klammer, G. Early Complications and recurrence rates after Kirschner wire transfixion in lesser toe surgery: a prospective randomized study / G. Klammer, G. Baumann, B.K. Moor, M. Farshad, N. Espinosa // *J Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, No. 2. – P. 105-112.
105. Klein, E.E. Clinical examination of plantar plate abnormality: a diagnostic perspective / E.E. Klein, L. Weil Jr, L.S. Weil Sr, M.J. Coughlin, J. Knight // *J Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, No. 6. – P. 800-804.
106. Klein, E.E. The underlying osseous deformity in plantar plate tears: a radiographic analysis / E.E. Klein, L. Weil Jr, L.S. Weil Sr, J. Knight // *J Foot Ankle Spec.* – 2013. – Vol. 6, No. 2. – P. 108-118.
107. Laffenêtre, O. Osteotomías de los metatarsianos laterales / O. Laffenêtre, M. Dalmau-Pastor, T. Bauer // *J EMC – Técnicas Quirúrgicas – Ortopedia y Traumatología.* – 2019. – Vol. 11, No. 1. – P. 1-10 (French).
108. Leemisje, T. L'ostéotomie de Weil 0,25 ans. In: Monographie AFCP No. 10. Journées de Spécialités, SOFCOT 2014 / J. Brilhault, J.L. Besse, A. Rochwerger (eds.) – Montpellier: Sauramps Medical, 2014. – P. 101-133.

109. Leung, Y.T. Claw Toe With Dislocated Second Metatarsophalangeal Joint: Treated by Plantar Plate Tenodesis and Release of Collateral Ligaments / Y.T. Leung, T.H. Lui // *Arthrosc Tech.* – 2022. – Vol. 11, No. 10. – e1695-e1702.
110. Lintz F, Beldame J, Kerhousse G, Bernasconi A, Brunel H, Darcel V, Helix-Giordanino M, Piclet-Legré B. Intra- and inter-observer reliability of the AFCP classification for sagittal plane deformities of the second toe. *Foot Ankle Surg.* 2020 Aug;26(6):650-656. doi: 10.1016/j.fas.2019.08.011. Epub 2019 Aug 29. PMID: 31522870.
111. Lopez-Vigil, M. 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, C. Naranjo-Ruiz, C. Rodriguez // *J Orthop Surg Res.* – 2019. – Vol. 14, No. 1. – Art. No. 121.
112. Lui, T.H. Correction of Severe Crossover Toe Deformity By Plantar Plate Tenodesis, Arthroscopic Release of Lumbrical and Plication of Lateral Capsuloligamentous Complex / T.H. Lui, Y.L.C. Chan. // *Arthrosc Tech.* – 2021. – Vol. 10, No. 8. – e1921-e1927.
113. Malhotra, K. The pathology and management of lesser toe deformities / K. Malhotra, K. Davda, D. Singh // *EFORT Open Rev.* – 2016. – Vol. 1, No. 11. – P. 409-419.
114. McCartan, B.L. Technique and Tips for Multiplanar Correction of Plantar Plate Repairs in Lesser Metatarsophalangeal Joints / B.L. McCartan, C.A. Juels, J.A. Shih // *J Am Podiatr Med Assoc.* – 2019. – Vol. 109, No. 1. – P. 80-86.
115. McKenzie, J.C. Incidence and Risk Factors for Pin Site Infection of Exposed Kirschner Wires Following Elective Forefoot Surgery / J.C. McKenzie, R.G. Rogero, S. Khawam, E.L. McDonald, K. Nicholson, R.J. Shakked, D. Fuchs, S.M. Raikin // *Foot Ankle Int.* – 2019. – Vol. 40, No. 10. – P. 1154-1159.
116. Mocoçain Mac-iver, P.E. Incidence and Functional Impact of Floating Toe after Distal Metatarsal Minimal Invasive Osteotomy Compared to Open Modified Weil Osteotomy / P.E. Mocoçain Mac-iver, C. Valderrama, R.D. Radkievich, S. Elgueta, D.A.

Salinas, A.K. Díaz, D.H. Zanolli de Solminihac // *Foot Ankle Orthop.* – 2022. – Vol. 7, No. 4. – 2473011421S00818.

117. Monteagudo, M. Evolution of the Weil Osteotomy: The Triple Osteotomy/ M. Monteagudo, E. Maceira // *Foot Ankle Clin.* – 2019. – Vol. 24, No. 4. – P. 599-614.

118. Myers, S.H. Forefoot tendon transfers / S.H. Myers, L.C. Schon // *J Foot Ankle Clin.* – 2011. – Vol. 16, No. 3. – P. 471-488.

119. Myerson, M.S. Reconstructive Foot and Ankle Surgery: Management of Complications, 3rd Edition / M.S. Myerson, A.R. Kadakia. – Elsevier, 2018. – 576 p.

120. Nery, C. Lesser metatarsophalangeal joint instability: prospective evaluation and repair of plantar plate and capsular insufficiency / C. Nery, M.J. Coughlin, D. Baumfeld [et al.] // *J Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, No. 4. – P. 301-311.

121. Nery, C. Lesser metatarsophalangeal joint instability: treatment with tendon transfers / C. Nery, D. Baumfeld // *J Foot Ankle Clin.* – 2018. – Vol. 23, No. 1. – P. 103-126.

122. Nieto-García, E. The impact of associated tenotomies on the outcome of incomplete phalangeal osteotomies for lesser toe deformities / E. Nieto-García, J. Ferrer-Torregrosa, L. Ramírez-Andrés, E. Nieto-González, A. Martínez-Nova, C. Barrios // *J Orthop Surg Res.* – 2019. – Vol. 14, No 1. – Art. 308.

123. Payo-Ollero, J. The efficacy of an intramedullary nitinol implant in the correction of claw toe or hammertoe deformities / J. Payo-Ollero, A. Casajús-Ortega, R. Llombart-Blanco, C. Villas, M. Alfonso // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery.* – 2019. – No. 139. – 1681–1690.

124. Phisitkul, P. Managing complications of lesser toe and metatarsophalangeal joint surgery / P. Phisitkul // *Foot Ankle Clin.* – 2018. – Vol. 23, No. 1. – P. 145-156.

125. Pinsker, E. AOFAS Position Statement Regarding the Future of the AOFAS Clinical Rating Systems / E. Pinsker, T. Daniels // *J Foot Ankle Int.* – 2011. – Vol. 32, No. 9. – P. 841-842.

126. Powell, E.G. Plantar Plate Repair via a Plantar Approach. In: *Hammertoes: A Case-Based Approach*, E.A. Cook, J.J. Cook (eds.) / E.G. Powell, M.A. Bowlby, J.C. Christensen. – Springer, Cham, 2019. – P. 241-253.

127. Reddy, V.B. Metatarsal Osteotomies: Complications / V.B. Reddy // *Foot Ankle Clin.* – 2018. – Vol. 23, No. 1. – P. 47-55.
128. Redfern, D. Treatment of metatarsalgia with distal osteotomies / D. Redfern // *Foot Ankle Clin.* 2018. – Vol. 23, No. 1. – P. 21-33.
129. Rodríguez-Sanz, D. Foot disorders in the elderly: A mini-review / D. Rodríguez-Sanz, N. Tovaruela-Carrión, D. López-López, P. Palomo-López, C. Romero-Morales, E. Navarro-Flores, C. Calvo-Lobo // *Dis Mon.* – 2018. – Vol. 64, No. 3. – P. 64-91.
130. Rothermel, S.D. Proximal interphalangeal arthrodesis of lesser toes utilizing k-wires versus expanding implants: comparative biomechanical cadaveric study / S.D. Rothermel, U. Aydogan, E.P. Roush, G.S. Lewis // *Foot and Ankle International.* – 2019. – Vol. 40, No. 2. – P. 231-236.
131. Sachs, B.D. Operative Management: Plantar Plate / B.D. Sachs, L.B. Adler, R.J. Cavaliere // *Clin Podiatr Med Surg.* – 2022. – Vol. 39, No. 3. – P. 489-502.
132. Şaylı, U. Prevalence estimation and familial tendency of common forefoot deformities in Turkey: A survey of 2662 adults / U. Şaylı, E.Ç. Altunok, M. Güven, B. Akman, J. Biros, A. Şaylı // *Acta Orthop Traumatol Turc.* – 2018. – Vol. 52, No. 3. – P. 167-173.
133. Sharpe, B.D. Direct Plantar Approach to Plantar Plate Repair and Associated Wound Complications / B.D. Sharpe, M.P. Ebaugh, T.M. Philbin, M.A. Prissel, C.F. Hyer, G.C. Berlet, D.A. Goss // *Foot Ankle Spec.* – 2022. – Art. No. 19386400221118500.
134. Shilpa, J. Plantar plate rupture: aetiology, diagnosis and treatment / J. Shilpa, C. Callum // *Orthopaedics and Trauma.* – 2023. – Vol. 37, No. 1. – P. 28-33.
135. SooHoo, N.F. Responsiveness of the foot function index, AOFAS clinical rating systems, and SF-36 after foot and ankle surgery / N.F. SooHoo, R. Vyas, D. Samimi // *J Foot Ankle Int.* – 2006. – Vol. 27, No. 11. – P. 930-934.
136. Sotelano, P. Deformity of the Lesser Toes / P. Sotelano, D.S. Villena. // In: Wagner Hirschfeld, E., Wagner Hirschfeld, P. (eds). *Foot and Ankle Disorders.* – Springer, 2022. – 1390 p.

137. Talusan, P.G. Surgical Imbrication of Plantar Plate to Metatarsal Neck in the Setting of Lesser Toe Metatarsophalangeal Joint Instability / P.G. Talusan, E. Colomb, R.N. Kent, V.D. Patel, J.R. Holmes, D.M. Walton // *Foot Ankle Orthop.* – 2022. – Vol. 20, No. 7(1). – Art. No. 2473011421S00061.
138. Thomas, J.L. ACFAS Scoring Scale user guide / J.L. Thomas, J.C. Christensen, R.W. Mendicino [et al.] // *J Foot Ankle Surg.* – 2005. – Vol. 44, No. 5. – P. 316-335.
139. Thomas, J.L. Diagnosis and treatment of forefoot disorders. Section 1: digital deformities / J.L. Thomas, E.L. Blich, D.M. Chaney, K.A. Dinucci, K. Eickmeier, L.G. Rubin, M.D. Stapp, J.V. Vanore // *J Foot Ankle Surg.* – 2009. – Vol. 48, No. 2. – P. 230-238.
140. Thomas, M. Minimal-invasive Korrektur von Deformitäten der Kleinzehen und Behandlung der Metatarsalgie [Minimally invasive correction of lesser toe deformities and treatment of metatarsalgia] / M. Thomas, M. Jordan // *Oper Orthop Traumatol.* – 2018. – Vol. 30, No. 3. – P. 171-183 (German).
141. Trnka, H.J. Dorsiflexion contracture after the Weil osteotomy: results of cadaver study and three-dimensional analysis / H.J. Trnka, M. Nyska, B.G. Parks [et al.] // *J Foot Ankle Int.* – 2001. – Vol. 22, No. 1. – P. 47-50.
142. Veljkovic, A. Forefoot tendon transfers / A. Veljkovic, E. Lansang, J. Lau // *J Foot Ankle Clin.* – 2014. – Vol. 19, No. 1. – P. 123-137.
143. Wagner, E. Incidence of and Functional Significance of Floating Toe After Weil Osteotomy / E. Wagner, L.A. O’Connell, R. Radkievich, N. Caicedo, P. Mococain, P. Wagner // *Foot & Ankle Orthopaedics.* – 2019. – Vol. 4, No. 4. – Art. No. 2473011419891956.
144. Wang, B. Deep transverse metatarsal ligament and static stability of lesser metatarsophalangeal joints: a cadaveric study / B. Wang, A. Guss, O. Chalayon, K.N. Bachus, A. Barg, C.L. Saltzman // *J Foot Ankle Int.* – 2015. – Vol. 36, No. 5. – P. 573-578.
145. Watson, T.S. Dorsal approach for plantar plate repair with Weil osteotomy: operative technique / T.S. Watson, D.Y. Reid, T.L. Frerichs // *J Foot Ankle Int.* – 2014. – Vol. 35, No. 7. – P. 730-739.

146. Weil, L.S. Jr. Current concepts in plantar plate repair / L. Weil, E.K. Erin // *Podiatry Today*. – 2012. – Vol. 25, No. 4. – P. 62-72.
147. Wendelstein, J.A. Bioabsorbable fixation screw for proximal interphalangeal arthrodesis of lesser toe deformities / J.A. Wendelstein, P. Goger, P. Bock, R. Schuh, P. Doz, H.J. Trnka // *J Foot Ankle Int*. – 2017. – Vol. 38, No. 9. – P. 1020-1025.
148. Weyandt, Z. Lesser toe deformity classification: A simplified approach with treatment influence / Z. Weyandt, M. Capuzzi, W. McGlone, A. Bernatsky, T. Ford // *Foot (Edinb)*. – 2021. – No. 48. – Art. No. 101819.
149. Yu, G. Surgical repair of chronic tears of the second plantar plate / G. Yu, Y. Yu, P. Zhang, Y. Yang, B. Li, M. Zhang // *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. – 2013. – Vol. 27, No. 12. – P. 1446-1449 (Chinese).
150. Zazirnyi, I. Metatarsalgia: pathogenesis, biomechanics and surgical treatment / I. Zazirnyi, D.R. Blyzniuk-Khodorovskyi // *Trauma*. – 2020. – Vol. 21, No. 4. – P. 57-64.

Приложение А

(справочное)

Балльно-оценочная таблица малых лучей стопы шкалы AOFAS LMIS

Параметры	Баллы
Боль (40 баллов)	
Болевого синдрома нет или легкий эпизодический болевой синдром, не влияющий на активность	40
Умеренный эпизодический болевой синдром или легкий ежедневный болевой синдром (после длительной ходьбы)	30
Умеренный ежедневный болевой синдром	20
Тяжелый, постоянный болевой синдром	0
Функция (45 баллов)	
Ограничение активности (10 баллов)	
Отсутствие ограничений как повседневной, так и спортивной активности	10
Нет ограничения повседневной активности, но имеется ограничение спортивной активности	7
Ограничение повседневной и спортивной активности	4
Выраженное ограничение повседневной активности и спортивной активности	0
Требования к обуви (10 баллов)	
Возможность ношения разнообразной, модельной обуви (без ограничений) при отсутствии необходимости постоянного ношения ортопедических стелек	10
Ношение обуви с ортопедическими стельками постоянно	5
Необходимость ношения специальной ортопедической обуви или ортеза	0
Амплитуда движений плюснефалангового сустава (дорсифлексия плюс плантафлексия в градусах) (10 баллов)	
Норма или небольшое ограничение (75° и более)	10
Умеренное ограничение ($30^\circ - 74^\circ$)	5
Тяжелое ограничение (менее чем 30°)	0
Амплитуда движений межфалангового сустава (плантафлексия в градусах) (5 баллов)	
Никакого ограничения	5
Умеренное ограничение (более чем 10°)	3
Выраженное ограничение (менее чем 10°)	0
Стабильность плюснефалангового и межфалангового суставов (во всех направлениях) (5 баллов)	
Стабильны	5
Очевидная нестабильность или способность смещаться	0
Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности (15 баллов)	
Опороспособные 2 – 5 пальцы стопы, хорошо адаптированные к поверхности	15
Некоторые нарушения адаптации 2 – 5 пальцев стопы к поверхности при отсутствии симптоматики	8
Грубое, выраженное нарушение адаптации 2 – 5 пальцев стопы к поверхности с наличием симптоматики	0
Интегральный показатель шкалы	
	0 - 100

Приложение Б

(справочное)

Балльно-оценочная таблица малых лучей стопы шкалы ACFAS Module 2

Параметры	Баллы
Боль (30 баллов)	
(В течение последнего месяца как боль в стопе ограничивала вашу ежедневную активность?)	
У меня не было боли при нормальной активности	30
У меня была легкая или периодическая боль, но не было ограничения активности	22
У меня была выраженная боль, ограничивающая некоторую активность	14
У меня была боль и значительное ограничение активности	6
У меня была тяжелая боль, которая ограничивала практически всю активность	0
Внешний вид (5 баллов)	
(Как Вы оцениваете внешний вид стопы?)	
Очень нравится	5
В основном нравится	4
Не уверен – нейтральная оценка	3
Определенно не нравится	0
Функциональные характеристики (15 баллов)	
(Как часто Вы испытываете боль в обуви?)	
Я могу длительно ходить в любом типе обуви	15
Я могу ходить в любом типе обуви большую часть времени	10
Я могу ходить только в туристической, спортивной или не модельной обуви	5
Я могу ходить только в ортопедической или обуви ручной работы, изготовленной по специальному заказу	0
Рентгенологическая оценка (18 баллов)	
Угол между 4 и 5 плюсневыми костями (4 балла)	
0-8°	4
≥9°	0
Длина плюсневых костей (10 баллов) – Плюсневые тангенциальные углы	
Нормальные значения M2-M1: 0°-10° M2-M3: 10°-20° M2-M4: 20°-30° M2-M5: 30°-40°	10
Не нормальные значения M2-M1: <0° или >10° M2-M3: <10° или >20° M2-M4: <20° или >30° M2-M5: <30° или >40°	0
Боковое отклонение	
(в плюснефаланговом и проксимальном межфаланговом суставе) (4 балла)	
Плюснефаланговый сустав (2 балла)	
0°-5° приведение/отведение	2

>5° приведение/отведение	0
Проксимальный межфаланговый сустав (2 балла)	
0°-5° приведение/отведение	2
>5° приведение/отведение	0
Функция (32 балла)	
Амплитуда движений плюснефалангового сустава (15 баллов)	
Амплитуда разгибания плюснефалангового сустава (7 баллов)	
≥ 65°	7
45°-64°	3
< 45°	0
Амплитуда сгибания плюснефалангового сустава (8 баллов)	
≥ 0°	8
< 0°	0
Прижатие пальца (4 балла)	
Да	4
Нет	0
drawer -тест / Смещение (8 баллов)	
Стабильность	8
Подвывих	4
Вывих	0
Хромота из-за боли при ходьбе босиком (5 баллов)	
Нет	5
Да	0
Интегральный показатель шкалы	
	0 - 100