

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

На правах рукописи

ГУДИ
СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ

**ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ФИКСИРОВАННОЙ
МОЛОТКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИИ МАЛЫХ ПАЛЬЦЕВ СТОПЫ**

14.01.15 – травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
И.А. Пахомов

Новосибирск

2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	10
1.1 Особенности анатомии и биомеханики переднего отдела и малых пальцев стопы	10
1.2 Определения и термины	17
1.3 Причины синдрома молоткообразной деформации малых пальцев стопы	18
1.4 Обследование пациентов с синдромом молоткообразной деформации малых пальцев стопы	20
1.5 Лечение пациентов с синдромом молоткообразной деформации малых пальцев стопы	23
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	35
2.1 Материалы исследования	35
2.2 Методы исследования	35
2.2.1 Клинический метод исследования	35
2.2.2 Лучевые методы исследования	40
2.2.3 Хирургический метод исследования	43
2.2.4 Функциональный метод исследования	43
2.2.5 Статистический метод исследования	44
ГЛАВА 3 ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА	49
3.1 Методы хирургической коррекции деформации 1-го луча стопы в лечении пациентов обеих групп	49
3.2 Метод проксимального межфалангового артродеза с трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера для коррекции деформации 2-го луча стопы в лечении пациентов группы сравнения	50
3.3 Метод проксимального межфалангового артродеза с фиксацией интрамедуллярным имплантатом в сочетании с апсулолигаментопластикой 2-го плюснефалангового сустава для коррекции деформации 2-го луча стопы в лечении пациентов группы исследования	51
ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	64

4.1 Результаты хирургического лечения пациентов методом проксимального межфалангового артродеза с трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера для коррекции деформации 2-го луча стопы	64
4.1.1 Оценка клинических результатов лечения пациентов в группе сравнения	64
4.1.2 Оценка рентгенологических данных у пациентов группы сравнения	68
4.1.3 Оценка функциональных результатов лечения пациентов в группе сравнения	70
4.1.4. Итоговая оценка результатов лечения пациентов в группе сравнения	71
4.2 Результаты хирургического лечения пациентов методом проксимального межфалангового артродеза с фиксацией интрамедуллярным имплантатом в сочетании с капсулолигаментопластикой 2-го плюснефалангового сустава... ..	73
4.2.1 Оценка клинических результатов лечения пациентов в группе исследования	73
4.2.2 Оценка рентгенологических данных у пациентов в группе исследования.....	77
4.2.3 Оценка функциональных результатов лечения пациентов в группе исследования	79
4.2.4 Итоговая оценка результатов лечения пациентов в группе исследования	80
4.3 Осложнения хирургического лечения пациентов в обеих группах.....	81
4.4 Сравнительная оценка результатов хирургического лечения пациентов обеих групп.....	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
ВЫВОДЫ.....	91
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	92
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	93
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	95
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	124

ВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Деформации малых пальцев на фоне статических деформаций переднего отдела стопы встречаются у 24–85 % взрослого населения (Крамаренко Г.Н., 1970; Черкес-Заде Д.И. и др., 2002; Easley M.E. et al., 2004; Тихилов Р.М. и др., 2008; Обухов И.Э. и др., 2011; Бережной С.Ю., 2014; Карданов А.А., 2016; Rodríguez-Sanz D. et al., 2018), преимущественно у женщин (соотношение мужчин и женщин 1:9), а их частота увеличивается почти линейно с возрастом, достигая максимума в 6-м и 7-м десятилетиях жизни (Coughlin M.J. et al., 1995; Федоров В.Г., 2018; Rodríguez-Sanz D. et al., 2018). Ещё более драматичной становится картина, если принять во внимание глобальный рост численности населения данной возрастной группы: в середине 2019 г. в мире насчитывалось 703 млн чел. в возрасте 65 лет и старше, что в 5,5 раза больше, чем в 1950 г. – 129 млн чел., а к 2050 г., по имеющимся прогнозам ВОЗ (2019), эта цифра превысит 1,5 млрд чел. Проблемы данной группы больных обусловлены болезненными конфликтами вершин деформации стопы с компонентами обуви, что затрудняет ношение модельной, а иногда даже ортопедической обуви и делает человека малоподвижным, отрицательно влияя на его профессиональную, спортивную и даже повседневную деятельность (Загородний Н.В. и др., 2006; Гутов С.П., 2011; Мазалов А.В. и др., 2012; Кетов М.С., 2016; Coughlin M.J. et al., 1995; Golightly Y.M. et al., 2011; Rodríguez-Sanz D. et al., 2018). Помимо этого, данные деформации неприемлемы косметически, что негативно сказывается на психоэмоциональном состоянии пациентов (Coughlin M.J. et al., 1995; Сорокин Е.П., 2011). Кроме того, у пожилых людей статические деформации переднего отдела стопы достоверно увеличивают риски падений, а с ними и частоту возникновения остеопоротических переломов шейки бедра, тел позвонков, которые зачастую становятся летальными для данной группы больных (Menz H.V. et al., 2001; Leveille S.G. et al., 2002; Golightly Y.M. et al., 2011). Частота хирургических вмешательств,

выполняемых на малых пальцах, составляет 28–48 % всех операций на стопе (Dunn J.E. et al., 2004; Пахомов И.А., 2012; McAlister J.E. et al., 2013; Weill L., 2010; Rodríguez-Sanz D. et al., 2018). В лечении пациентов с фиксированной молоткообразной деформацией малых пальцев большинство травматологов-ортопедов отдают предпочтение артродезу проксимального межфалангового сустава (Yao L. et al., 1996; Yin Y.M. et al., 1996; Miller J.M. et al., 2010; Yu G. et al., 2013; Kramer et al., 2015). При этом многие авторы отмечают, что неизменным условием формирования костного блока и надежной коррекции деформации является стабильная фиксация скрепляемых фрагментов, которая в настоящее время достигается использованием различных конструкций (Шевцов В.И. и др., 2007; Miller J.M. et al., 2010; Yu G. et al., 2013; Вавилов, М.А. и др., 2016), а традиционным методом фиксации по-прежнему остается трансартикулярное чрескожное проведение спицы Киршнера, предложенное еще в 1940 г. R. Taylor. Более чем полувековой опыт использования данного метода выявил ряд серьезных недостатков, ограничивающих его применение. Так, при трансартикулярном проведении спицы повреждаются интактные суставы (плюснефаланговый и дистальный межфаланговый), отмечаются высокие риски миграции и/или перелома спицы при ранней активизации больных, рана в области кончика пальца с торчащей спицей является воротами для инфекции и требует динамического наблюдения врача, перевязок, удаление спицы может вызвать беспокойство и боль у пациентов (Lamm B.M. et al., 2001). Этот метод фиксации сопровождается высокой частотой возникновения остаточных или рецидивных деформаций, несращений зоны артродеза (более 20 % случаев) и контрактур смежных суставов, что является поводом частых повторных оперативных вмешательств (Coughlin M.J. et al., 1995; Ohm O.W., 1990; Lamm B.M. et al., 2001; Smith B.W., et al., 2009; Witt B.L. et al., 2012; Catena F. et al., 2014; Rodríguez-Sanz D. et al., 2018). Таким образом, существует потребность в улучшении методов коррекции фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы, при которых отсутствуют недостатки

трансартикулярной фиксации спицей и минимизирована возможность формирования остаточных деформаций.

Цель исследования: разработать и научно обосновать эффективную методику хирургической коррекции фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев для улучшения результатов лечения пациентов со статическими деформациями переднего отдела стопы.

Задачи исследования

1. Изучить преимущества и недостатки существующих методов коррекции фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы.
2. Предложить метод хирургической коррекции фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы на основе сочетания проксимального межфалангового артродеза с фиксацией интрамедуллярным имплантатом и капсулолигаментопластикой плюснефалангового сустава.
3. Разработать оригинальный способ устранения остаточного отведения малых пальцев стопы в комплексе хирургической коррекции, их фиксированной молоткообразной деформации.
4. Провести сравнительную оценку эффективности предложенного в клинике подхода к хирургической коррекции фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы и традиционно используемого метода хирургического лечения.

Научная новизна исследования

1. Продемонстрированы методологические особенности одномоментного выполнения проксимального межфалангового артродеза с внутренней фиксацией интрамедуллярным имплантатом и капсулолигаментопластики плюснефалангового сустава у пациентов с фиксированной молоткообразной деформацией 2-го пальца стопы.

2. Предложена оригинальная методика пластики медиального капсулолигаментарного комплекса малого плюснефалангового сустава, защищенная патентом Российской Федерации № 2668467/28.
3. Впервые на большом клиническом материале продемонстрирована эффективность одномоментного выполнения проксимального межфалангового артродеза с внутренней фиксацией интрамедуллярным имплантатом и капсулолигаментопластики плюснефалангового сустава при лечении пациентов с фиксированной молоткообразной деформацией малых пальцев стопы.

Практическая значимость работы

Внедрение в клиническую практику усовершенствованной методики коррекции фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы позволяет повысить эффективность результатов хирургического лечения пациентов со статическими деформациями, снизить количество рецидивов и послеоперационных осложнений.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Операцию проксимального межфалангового артродеза с интрамедуллярной фиксацией необходимо сочетать с восстановлением поврежденных капсулолигаментарных структур плюснефалангового сустава для устранения всех компонентов фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы.
2. Предложенный в клинике подход к лечению пациентов с фиксированной молоткообразной деформацией малых пальцев стопы обладает преимуществом за счет увеличения количества хороших результатов лечения и снижения частоты возникновения осложнений.

Апробация диссертации

Основные результаты диссертационного исследования представлены и обсуждены на 14 российских и международных конференциях и съездах (2016–2019): на заседаниях Новосибирской ассоциации травматологов-ортопедов

(Новосибирск, 2016, 2017); на IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2016); на заседаниях Новосибирской ассоциации травматологов-ортопедов (Новосибирск, 2017); на XX юбилейной Всероссийской научно-практической конференции «Интегративная медицина» (Ленинск-Кузнецкий, 2017); на II Конгрессе Российской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава (Москва, 2017); на Первом Евразийском ортопедическом форуме (Москва, 2017); на X Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2017); на IX Российской (итоговой) научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых «АВИЦЕННА-2018» (Новосибирск, 2018); на международной научно-практической конференции «Илизаровские чтения» (Курган, 2018); на международной конференции «Травма-2018: мультидисциплинарный подход» (Москва, 2018); на III Конгрессе Российской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава (Санкт-Петербург, 2019); на Втором Евразийском ортопедическом форуме (Москва, 2019); на XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Цивьяновские чтения» (Новосибирск, 2019).

Публикации и сведения о внедрении в практику

По проблеме диссертации опубликовано 11 работ, из них 6 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России для публикации основных результатов исследования. Получен патент Российской Федерации на изобретение.

Материалы диссертационного исследования имеют научно-практическое значение и внедрены в практику ГАУЗ КО «Областной клинический центр охраны здоровья шахтеров», в практику и учебный процесс кафедры травматологии и ортопедии Новосибирского государственного медицинского университета, травматолого-ортопедического отделения медицинского центра «Авиценна», а также травматолого-ортопедического отделения № 2 ФГБУ

«ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России.

Объем и структура работы

Диссертационная работа изложена на 128 страницах, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка использованной литературы. Работа иллюстрирована 25 рисунками, 14 таблицами и 5 приложениями. Библиографический список содержит 280 источников, среди которых 42 отечественных и 238 иностранных.

Личный вклад автора в работу

Состоит в формулировке цели, задач исследования и основных положений, выносимых на защиту. Автором проанализированы зарубежные и отечественные источники литературы по проблеме исследования, лично выполнено хирургическое лечение 56 (32,9 %) пациентов со статическими деформациями переднего отдела стопы, осуществлено наблюдение всех пациентов в период исследования. С участием автора разработан и внедрен в практику способ коррекции отведенной деформации 2-го–4-го пальцев стопы (патент Российской Федерации № 2668467).

Диссертационная работа выполнена в рамках запланированной темы НИР (№ гос. регистрации 4-04-01) в ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России.

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Особенности анатомии и биомеханики переднего отдела и малых пальцев стопы

В результате прямохождения стопа человека испытывает интенсивные нагрузки, при этом значительная их доля приходится на передний отдел стопы, особенно на головки 1-й, 2-й и 3-й плюсневых костей [119, 142, 154]. Основная функция пальцев стопы заключается в увеличении площади опоры переднего отдела для оптимального распределения веса тела на эту область стопы, особенно при перекате и в толчковой фазе шага, что значительно снижает нагрузку с головок плюсневых костей [154]. Не менее важная функция малых пальцев – захват плоскости опоры в фазе толчка помогает сохранять равновесие при изменении положения центра тяжести во время движения [105]. Таким образом, участие малых пальцев стопы в биомеханике шага напрямую зависит от степени их контакта с поверхностью опоры [120]. При нормальной биомеханике они контактируют с поверхностью опоры в течение 3/4 времени цикла ходьбы и испытывают давление, аналогичное головкам плюсневых костей [120, 148]. При этом при прохождении одного километра осуществляется не менее 1000 циклов, а при переносе тяжестей, беге и прыжках нагрузка значительно возрастает [11, 171, 196]. Таким образом, трудно переоценить функцию малых пальцев в биомеханике переднего отдела стопы человека, без которой невозможно нормальное передвижение [1, 8, 89, 191, 244].

Учитывая анатомо-функциональные особенности 2-го, 3-го, 4-го (малых) лучей стопы (плюсневых костей и пальцев), имеющих сходные биомеханические условия функционирования, их деформации рассматриваются совместно, а деформации 1-го и 5-го луча стопы – отдельно. При этом малые пальцы стопы, несмотря на кажущуюся небольшую величину, отличаются сложной региональной анатомией [157, 224]. Каждый малый палец имеет проксимальную, среднюю и дистальную фаланги (рисунок 1). Проксимальная

фаланга сочленяется с соответствующей плюсневой костью в плюснефаланговом суставе (ПФС), проксимальная и средняя фаланги образуют проксимальный межфаланговый сустав (ПМФС), а средняя и дистальная — дистальный межфаланговый сустав (ДМФС) [90].

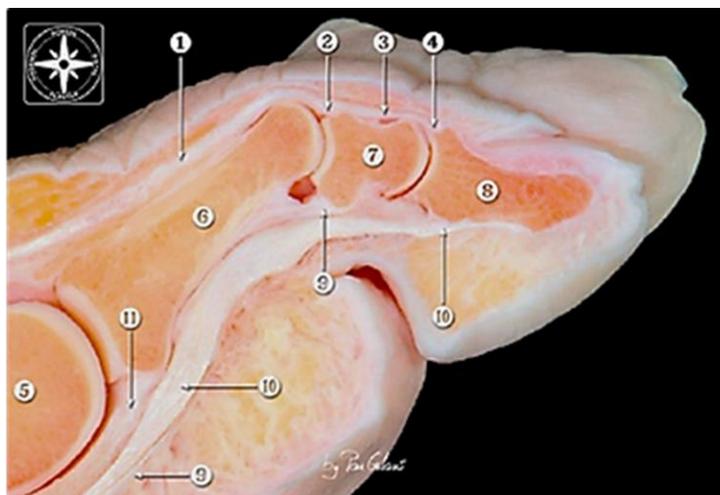


Рисунок 1 – Фотография анатомического препарата сагиттального распила третьего пальца стопы [90]: 1 – сухожилие длинного разгибателя пальцев. 2 – центральная ножка разгибательного расширения; 3, 4 – латеральная ножка разгибательного расширения; 5 – головка плюсневой кости; 6 – проксимальная фаланга; 7 – средняя фаланга; 8 – дистальная (ногтевая) фаланга; 9 – сухожилие короткого сгибателя пальцев; 10 – сухожилие длинного сгибателя пальцев; 11 – подошвенная пластинка

Особенностью биомеханики малых пальцев стопы является наличие дисбаланса между основными моторными единицами (сгибателями и разгибателями) в точках приложения тяги сухожилий на уровне их суставов. Сухожилие длинного сгибателя пальцев стопы проходит от подошвы, прикрепляется к основанию дистальной фаланги и первоначально осуществляет сгибание в дистальном межфаланговом суставе. Сухожилия короткого сгибателя пальцев стопы на уровне проксимальных фаланг разделяются на две ножки, которые прикрепляются к подошвенной поверхности основания средней фаланги и сгибают преимущественно ПМФС [157]. На уровне

проксимальной фаланги сухожилия не прикрепляются, поэтому влияние сгибателей на этом уровне опосредовано [67, 157]. Таким образом, длинный и короткий сгибатели пальцев стопы являются слабыми сгибателями ПФС (рисунок 2).

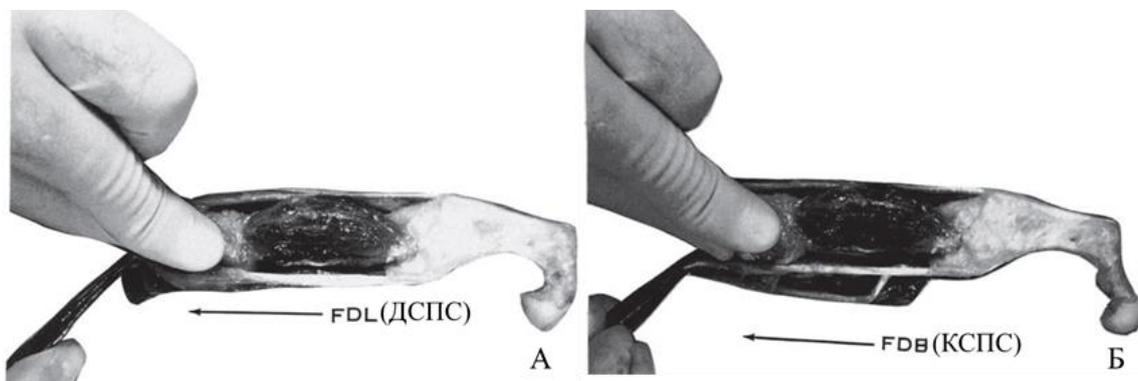


Рисунок 2 – Фотографии анатомических препаратов, демонстрирующие работу сухожилий сгибателей 2-го пальца стопы: А – тяга за сухожилие длинного сгибателя пальцев стопы (ДСПС) приводит к сгибанию преимущественно в дистальном межфаланговом суставе и незначительно в плюснефаланговом; Б – тяга за сухожилие короткого сгибателя пальцев стопы (КСПС) приводит к сгибанию преимущественно в проксимальном межфаланговом суставе и незначительно в плюснефаланговом [157]

Малые пальцы стопы имеют сложный разгибательный аппарат, который состоит из сухожилий длинного и короткого разгибателей пальцев стопы. На уровне ПФС эти сухожилия, срастаясь, формируют сухожильное расширение разгибателей. Последний над проксимальной фалангой образует три ножек или пучка (один средний или центральный и два боковых: медиальный и латеральный) [157, 192,224]. При этом центральная ножка крепится к основанию средней фаланги. Два боковых пучка постепенно сходятся над средней фалангой и образуют общее терминальное сухожилие, которое крепится к основанию дистальной фаланги [90, 157, 224]. Необходимо отметить наличие разгибательного апоневроза, состоящего из двух связок: капюшонной и крыловидной [90, 109]. Волокна капюшонной связки, отходя вертикально

вниз от разгибательного расширения, окружают ПФС и вплетаются в подошвенные структуры его капсулы, глубокую поперечную межплюсневую связку и синовиальное влагалище сгибателей пальцев стопы. Более дистальные волокна крыловидной связки имеют наклонное направление и простираются почти к головке проксимальной фаланги. Такое строение разгибательного аппарата обеспечивает работу стропового механизма (рисунок 3) с преимущественным разгибанием малого пальца в ПФС [90, 109, 157, 224].

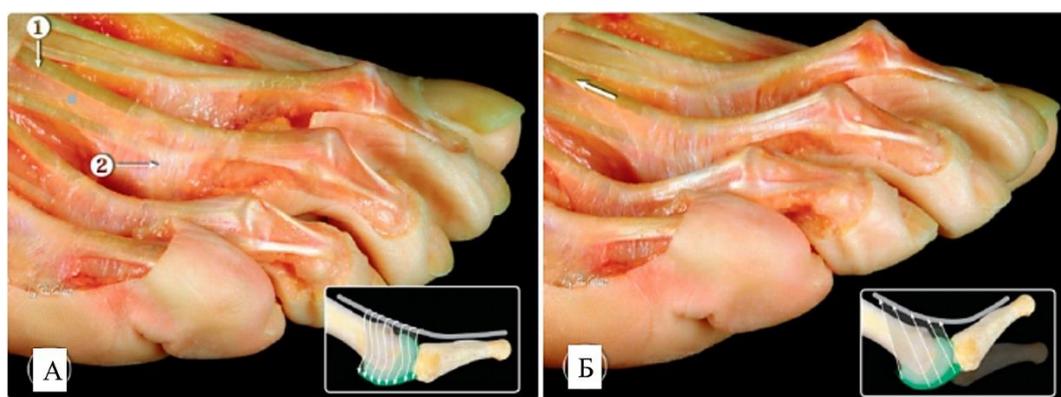


Рисунок 3 – Фотографии анатомических препаратов, демонстрирующие работу стропного механизма разгибательного аппарата: А – положение пальцев без тяги разгибателей малых пальцев; Б – изменение положения пальцев после тяги за сухожилия разгибателей малых пальцев; 1 – сухожилие длинного разгибателя 2-го пальца; 2 – разгибательный апоневроз [90, 109]

На протяжении длительного времени считалось, что основными стабилизаторами ПФС являются внутренние мышцы, которые включают в себя 7 межкостных (3 подошвенных, 4 тыльных) и 4 червеобразные мышцы [90, 109, 157, 190]. Межкостные мышцы берут свое начало от диафизов плюсневых костей, проходя дистально в сухожилие, и прикрепляются к основанию проксимальных фаланг, осуществляя сгибание в ПФС. Червеобразные мышцы начинаются на сухожилиях длинного сгибателя пальцев стопы, проходят под поперечной межплюсневой связкой и вплетаются в медиальную ножку разгибательного расширения 2-го–4-го пальцев [157]. Червеобразные мышцы, помимо сгибания в ПФС, осуществляют разгибание в межфаланговых суставах

соответствующего пальца [90, 109]. При этом основной причиной деформации малых пальцев стопы считали хронический устойчивый мышечный дисбаланс сгибателей и разгибателей или внутренних и внешних мышц стопы. Однако современная концепция формирования синдрома молоткообразной деформации малых пальцев стопы невозможна без понимания строения и патологических изменений, так называемых пассивных стабилизаторов ПФС (рисунок 4), главную роль среди которых играют подошвенная пластинка и коллатеральные связки – истинные и добавочные [50, 56, 93, 149].

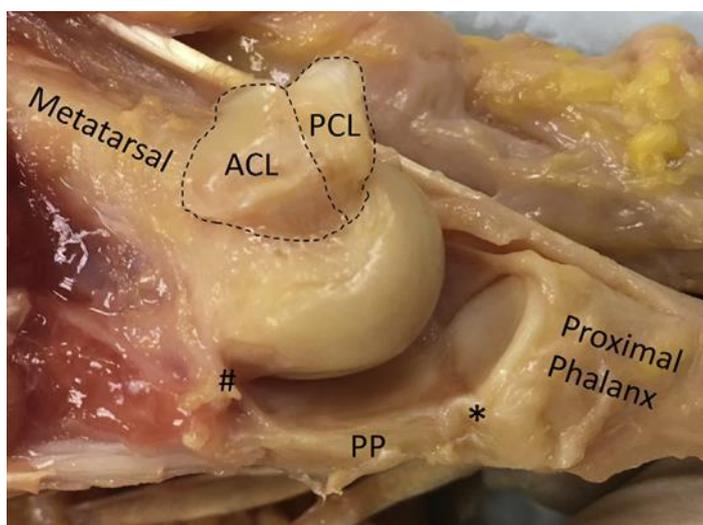


Рисунок 4 – Фотография анатомического препарата 2-го ПФС: PP – подошвенная пластинка; ACL – добавочная коллатеральная связка; PCL – истинная коллатеральная связка; # – проксимальное прикрепление подошвенной пластинки к плюсневой кости; * – дистальное прикрепление подошвенной пластинки к основанию проксимальной фаланги [110]

В 1994 г. D. Bhatia et al. [56] в исследовании на кадавере продемонстрировали, что изолированное рассечение подошвенной пластинки или коллатеральных связок позволяет полностью вывихнуть палец силой, которая в противном случае даже не вызвала бы 2,5 мм тыльного смещения в ПФС. Кроме того, одномоментное рассечение как подошвенной пластинки, так и коллатеральных связок позволило вывихнуть палец даже при еще меньших усилиях. Была также исследована роль коллатеральных связок в сагиттальной

стабильности ПФС при интактной подошвенной пластинке. Так, J.T. Deland et al. продемонстрировали, что рассечение дорсальной капсулы и обеих коллатеральных связок ранее стабильного ПФС способствовало тыльному смещению основания проксимальной фаланги при повторном стресс-исследовании [94]. В своем исследовании A. Barg et al. доказали, что даже одностороннее рассечение боковой коллатеральной связки увеличивает нестабильность ПФС [50]. При этом изолированное рассечение добавочных коллатеральных связок, которые своими волокнами вплетаются в подошвенную пластинку, приводит к большей тыльной нестабильности, чем изолированное рассечение коллатеральных связок, которые крепятся к основанию проксимальной фаланги и обеспечивают стабильность преимущественно в плантарной плоскости [50, 94]. Таким образом, подошвенная пластинка малого ПФС обеспечивает 30 % стабильности и предотвращает тыльные вывихи пальцев в сагиттальной плоскости. Коллатеральные связки являются более мощными статическими стабилизаторами ПФС, совместно с капсулой ПФС обеспечивают 50 % устойчивости, но в большей степени в поперечной плоскости. Остальные 20 % стабильности ПФС достигаются за счет работы динамических стабилизаторов малых пальцев стопы. Многие анатомические и биомеханические исследования показали, что подошвенная пластинка и коллатеральные связки ПФС являются основными стабилизаторами малых пальцев [56, 81, 149, 164, 208, 253]. Гистологически подошвенная пластинка представляет собой фиброзно-хрящевую ткань с большим количеством волокон коллагена I типа (до 75–80 %) и очень низким содержанием эластина [74, 113]. Волокна подошвенной пластинки разнонаправленно ориентированы и по структуре она напоминает мениск коленного сустава или фиброзное кольцо межпозвонкового диска, что объясняет высокую ее прочность не только на растяжение, но и на сжатие. Таким образом, подошвенная пластинка расположена непосредственно под головкой плюсневой кости и подвергается значительным циклическим нагрузкам при контакте переднего отдела стопы с поверхностью опоры. Ходьба босиком по твердой поверхности, ношение обуви

на высоких каблуках, бег или прыжки, переноска тяжестей увеличивают эту нагрузку, что, несомненно, увеличивает риск ее повреждения [99, 135, 203, 214, 219]. Доказано, что повреждение подошвенной пластинки является пусковым механизмом развития ряда нозологических форм, включая метатарзалгию, капсулит, синовит, синдром предислокации или нестабильность ПФС, вплоть до тыльного вывиха пальца и синдрома молоткообразной деформации малых пальцев стопы [45, 50, 67, 73, 89, 90, 130, 149, 160, 169, 172, 182, 197, 205, 208, 252]. Таким образом, современное патогенетическое лечение указанных нозологий должно быть направлено на анатомическое восстановление поврежденных стабилизаторов ПФС [5, 90, 94, 120, 208, 270,].

Необходимо отметить, что разрывы подошвенной пластинки 2-го ПФС встречаются гораздо чаще. Так, согласно клиническим исследованиям, от 63 до 90 % всех повреждений подошвенной пластинки малых пальцев стопы приходится на 2-й ПФС, от 10 до 33 % – на 3-й, от 0 до 4 % – на 4-й и не встречаются такие повреждения на 5-м ПФС [88, 170, 208]. Наиболее вероятным объяснением такого распределения частоты повреждения подошвенных пластинок ПФС является наибольшее давление головки 2-й плюсневой кости на подошвенную пластинку, значительно возрастающее при деформации 1-го луча стопы [146, 162,]. Таким образом, если 1-я плюсневая кость врожденно, травматически или хирургически удлинена или укорочена, если наблюдается ее отклонение в результате статической деформации или гипермобильности 1-го плюснеклиновидного сустава, а головка 1-й плюсневой кости не несет своей доли нагрузки, давление под головкой 2-й плюсневой кости значительно возрастает [162]. При этом подошвенная пластинка 2-го ПФС подвергается более высоким нагрузкам, увеличиваются риски ее повреждения, что и является пусковым механизмом молоткообразной деформации [137, 139, 196]. Таким образом, патогенетически обоснованно 1-м этапом проводить коррекцию деформации 1-го луча стопы, создавая необходимые условия для исправления деформации малых пальцев стопы.

1.2 Определения и термины

Несмотря на многовековой опыт лечения пациентов со статическими деформациями переднего отдела стопы, в частности малых пальцев, среди травматологов и ортопедов до сих пор отсутствует общее мнение в отношении определений и терминов [2, 43, 94, 242]. Такая размытость номенклатуры привела к терминологической путанице и трудностям проведения сравнительного анализа эффективности различных методов лечения [230]. В 1883 г. А. Blum впервые ввел термин «молоткообразный палец» (англ. hammertoe) и определил его как деформацию пальца стопы в дорзоплантарной (сагиттальной) плоскости, при которой он похож на шею лебедя [58]. Тремя годами позже S. Shattock более детально описал молоткообразную деформацию: «Сустав между первой и второй фалангами согнут под прямым углом, а между второй и третьей фалангами легко переразогнут. Также имеется ороговение на вершине выпуклости и под ороговением хорошо определяемая слизистая сумка» [247]. Однако S. Shattock, изучая ампутированные пальцы по линии ПФС, не зафиксировал важный компонент деформации, а именно переразогнутое положение проксимальной фаланги и тыльное смещение ее основания с подвывихом или вывихом пальца, о чем писал Н. Kelikian [155]. Таким образом, при типичном молоткообразном пальце проксимальная фаланга разогнута, средняя – склонена к подошве, а дистальная обычно умеренно разогнута к тылу или находится в среднефизиологическом положении. При этом на тыльной поверхности в области проксимального межфалангового сустава имеется твердая мозоль *heloma durum* (англ. corn) [230], под ней располагается слизистая сумка, которая может воспалиться. Подушечка концевой фаланги может также иметь мозоль на своем подошвенном отделе или вдоль свободного края ногтя. Разогнутое положение проксимальной фаланги и тыльное смещение ее основания с подвывихом или вывихом в ПФС является причиной локальных участков повышенного давления и формирования подошвенных гиперкератозов в области головок пораженных

пальцев [230, 117, 248]. На первых этапах формирования деформация является мобильной [30], но при длительном течении гиалиновый хрящ и суставные капсулолигаментарные структуры деформированного луча стопы подвергаются дегенеративным изменениям, повреждаются и замещаются рубцовыми тканями. Таким образом, формируются необратимые изменения суставов пальцев стопы с формированием фиксированной молоткообразной деформации [131].

Для уменьшения терминологических несоответствий определения деформаций малых пальцев стопы профессиональным травматолого-ортопедическим сообществом принят термин «синдром молоткообразного пальца», который оказался удобным в практической работе [30]. Согласно данным Американской ассоциации хирургии стопы и голеностопного сустава, этот синдром относится к деформациям малых пальцев стопы и включает в себя молоткообразную деформацию пальца, сопровождающуюся разгибательной контрактурой ПФС, сгибательной контрактурой проксимального межфалангового сустава и переразгибанием в дистальном межфаланговом суставе; когтеобразную деформацию, проявляющуюся разгибательной контрактурой ПФС, сгибательной контрактурой обоих межфаланговых суставов, а также молоточковую деформацию, или палец-молоточек, при которой отмечается сгибательная контрактура в дистальном межфаланговом суставе пальца [30, 257].

1.3 Причины синдрома молоткообразной деформации малых пальцев стопы

Общеизвестно, что ношение нерациональной обуви играет большую роль в этиопатогенезе статических деформаций переднего отдела стопы [39, 51, 76, 99, 161, 184, 192, 200, 201, 208]. Сжатие пальцев стопы в ограниченном пространстве закрытой обуви (особенно при зауженном носке модельной обуви) и патологическое перераспределение нагрузки при ношении модельной обуви на высоких каблуках неизбежно [1, 48, 109, 119, 172, 182, 200].

Безусловно, эта закономерность не является абсолютной, и у достаточно большого количества людей, пользующихся нерациональной обувью, деформации переднего отдела стопы не наблюдаются [111]. Таким образом, необходимо отметить важную роль предрасполагающих факторов развития синдрома молоткообразной деформации малых пальцев стопы, таких как наличие фоновой деформации стопы, в результате которой возникают усилия, действующие на головки плюсневых костей, приводящие к деформации малых пальцев. В качестве примера можно привести плоскостопие (продольное и поперечное), *hallux valgus*, *hallux rigidus*, *metatarsus primus varus*, контрактуру голеностопного сустава, варусную деформацию пяточной кости как наиболее частые причины [63, 66, 105, 124, 149, 182, 208]. Не менее важными (хотя и более редкими) причинами являются индивидуальные врожденные анатомические особенности стопы, а именно: избыточная длина пальца (палец Мортон) и/или плюсневой кости и аномалии развития [67, 76, 143, 145, 166, 167, 212, 229, 268], повышенная связочная растяжимость [76, 108, 165, 188]. Такие особенности могут наблюдаться у нескольких членов одной семьи. Так, еще в 1782 г. LaForest сообщал о наследственном характере патологии переднего отдела стопы, однако до сих пор не много известно о роли наследственных факторов [106]. Важность генетических законов наследования признаков деформаций переднего отдела стопы подтверждается многими наблюдениями [99, 106, 110, 115, 181, 190, 196]. При этом авторы отмечали, что семейный анамнез этих деформаций присутствовал у 63–93 % пациентов. Эти предположения также подтверждаются экспериментальными данными. Так, в 2001 г. Н. Neus et al. сообщили, что наследственной основой деформации малых пальцев чистолинейных мышей является D5mit387-маркер, локализованный в коротком плече 5-й хромосомы [134]. В роли предрасполагающего фактора могут также выступать и сопутствующие заболевания, такие как ревматоидный полиартрит (ревматоидная стопа), сахарный диабет (диабетическая стопа) и т. д. [26, 38, 63, 69].

1.4 Обследование пациентов с синдромом молоткообразной деформации малых пальцев стопы

Стандартное клиническое обследование пациентов с деформациями переднего отдела стопы начинается со сбора жалоб, анамнеза заболевания и жизни, оценки статуса по органам и системам, проведения ортопедического осмотра по общепринятой методике [21]. При клинической оценке деформаций малых пальцев стопы важно проводить осмотр стопы не только в положении пациента сидя или лежа, но и в нагрузке стоя. Уже при первичном визуальном осмотре можно оценить вовлеченность суставов деформированного луча и определить вид деформации. Обследование кожи выявляет мозоли, гиперкератозы или язвы на вершинах деформации. Очень важно тщательное исследование состояния нервно-сосудистой системы, потому что неврологические состояния могут быть причиной деформации, а нарушение регионального кровообращения являться препятствием к оперативному лечению.

Для определения тактики лечения важным является определение мобильности деформации: мобильной считается деформация, которая исправляется при пассивном выведении стопы в нейтральное положение, тогда как фиксированная (жесткая) деформация при этом не корригируется. На практике очень удобным оказался предложенный Н.Kelikian push-up тест: исследователь производит давление с подошвы на головку плюсневой кости деформированного пальца и оценивает степень его коррекции [158].

Важным этапом обследования является клиническая оценка пассивных стабилизаторов ПФС, в частности диагностика повреждений подошвенной пластинки и коллатеральных связок [55, 108, 170, 218, 254]. Так, пациент отмечает боль под головкой плюсневой кости усиливающиеся при пальпации, наличие локального подошвенного гиперкератоза, отеки в области ПФС и деформацию пальца в сагиттальной и/или поперечной плоскостях [218]. Для определения стабильности ПФС, предложен модифицированный тест выдвигного ящика Лахмана), предложенный F.Thompson и W. Hamilton в 1987

г. [258]. Современные биомеханические исследования показали, что разрыв подошвенной пластинки размером всего 2 мм (приблизительно 19 % от ширины подошвенной пластинки) достаточен для получения положительного модифицированного теста Лахмана с чувствительностью 66,7 % и прямо пропорционален увеличению степени разрыва [55]. Так, модифицированный тест выдвижного ящика Лахмана является надежным методом клинической диагностики разрыва подошвенной пластинки [156] и может также использоваться для оценки ее хирургического восстановления [208]. Для оценки силы давления подушечки малого пальца на поверхность опоры в литературе описан тест удержания бумажной полоски [59, 146]. Тест считается положительным, когда у пациента имеется снижение силы опоры деформированного пальца на поверхность опоры и бумажная полоска вырывается без ее повреждения [61].

Лучевые методы исследования. Основным лучевым методом диагностики является рентгенография стоп в прямой и боковой проекциях под нагрузкой стоя. При этом оценивается степень уплощения продольного и распластанность поперечного сводов; определяются показатели угловых деформаций на уровне плюснефаланговых и межфаланговых суставов в сагиттальной и фронтальной плоскостях; деформации 1-го луча: *hallux valgus*, *metatarsus adductovarus*; относительные длины плюсневых костей, оцениваются признаки дегенеративных изменений суставов [32, 142, 146, 156].

Для рентгенографической оценки повреждений мягких тканей в 1988 г. впервые R. Karpman и M. MacCollum внедрили в клиническую практику артрографию малых ПФС [155]. В норме на артрограммах контрастное вещество равномерно распределяется в полости сустава, на суставной поверхности нет дефектов, нет вытекания – экстравазации контрастного вещества. Экстравазация контрастного вещества в оболочку сгибателя или вдоль подошвенных отделов сустава свидетельствует о повреждении подошвенной пластинки. В 1994 г. L. Yao et al. впервые использовали артрографию ПФС для оценки повреждения коллатеральных связок [276].

Однако применение артрографии суставов в травматологии и ортопедии подвергается критике, что в основном связано с большим количеством ложноположительных или ложноотрицательных результатов [133, 165, 184, 189, 277]. При этом ложноположительные результаты артрографии ПФС в большинстве случаев связаны с вытеканием контраста из места инъекции в окружающие ткани [191, 276]. Таким образом, для снижения их количества важно соблюдение техники пункции сустава и дозирование количества вводимого контраста. По данным различных авторов, оптимальный объем контрастного вещества для артрографии 2-го ПФС варьирует от 0,5 до 3,0 мл [155, 220, 276]. При этом в исследовании на кадаверном материале M. Mizel et al. сообщили, что средний объем 2-го ПФС составил 0,51 мл (диапазон от 0,4 до 0,6 мл). Однако N. Blitzetal. утверждают, что для полного растяжения капсулы 2-го ПФС необходимо введение до 3,0 мл контрастного вещества [57]. При этом авторы отмечают, что избыточное количество нагнетаемой жидкости может вызвать ятрогенное повреждение капсулы сустава из-за перегрузки объемом и, конечно, является причиной вытекания контрастного вещества в области инъекции с ложноположительным результатом [57]. По нашему мнению, объем вводимого контрастного вещества не должен превышать 1,0 мл, а контролем достаточного количества введения является сопротивление поршня шприца и рентгенологическая визуализация растяжения капсулы. Ряд авторов отмечают ложноотрицательные результаты артрографии ПФС [14, 146, 178]. Так, в проспективном исследовании J. Mazzucaetal. [191] при оценке стандартных артрограмм в прямой, боковой, медиальной и латеральной кривой проекциях выявили повреждение капсулолигаментарного аппарата малых ПФС в 66,7 % (16/24 случаев). Однако при проведении дополнительной «отвесной» латеральной кривой проекции точность исследования достигла 100 % (15/15). При этом авторы пришли к выводу, что артрография является точным и экономически эффективным методом диагностики разрывов подошвенной пластинки малых ПФС.

Согласно литературным данным, передовым методом визуализации патологии капсулолигаментарных структур суставов стопы является МРТ [263]. В 1996 г. L. Yao et al. [223] впервые дали МРТ-оценку картине подошвенной пластинки ПФС в норме и патологии. В последующем С. Neryetal. [175] и W. Sung et al. [254] сообщили, что МРТ является специфическим и надежным методом диагностики патологии подошвенной пластинки. Этот метод является высокочувствительным (96 %), специфичным (95 %) и точным (91 %). Однако оценка степени тяжести повреждения подошвенной пластинки по данным МРТ совпадает с интраоперационными находками лишь в 62 % случаев. По мнению V. Dinoaetal., применение контрастного вещества при МРТ-артрографии патологии ПФС увеличивает диагностическую возможность данного метода на 30 % [97]. Однако J. Jastifer et al. утверждают, что только МРТ в 3 тесла может обеспечить отличную визуализацию повреждений подошвенной пластинки и позволяет отказаться от инвазивных методов диагностики [146]. Ряд авторов отмечают преимущества ультразвуковой диагностики патологии ПФС [121, 139, 141, 254]. Согласно данным J. Gregg et al., ультразвук является хорошим методом визуализации повреждений подошвенной пластинки и более чувствительным методом диагностики, чем МРТ (91,5 % против 73,9 %), однако МРТ более специфичен (100 % против 25 %) [121]. Авторы отметили, что точность результатов УЗИ-исследования напрямую зависит от уровня подготовки специалиста.

1.5 Лечение пациентов с синдромом молоткообразной деформации малых пальцев стопы

Выбор метода лечения пациентов с синдромом молоткообразного пальца стопы до сих пор является объектом дискуссии в профессиональной среде травматологов и ортопедов [242, 257]. Принято выделять консервативные и хирургические методы лечения.

Консервативные методы лечения. Консервативные методы лечения пациентов с синдромом молоткообразной деформации малых пальцев стопы являются паллиативными и, прежде всего, направлены на снижение болезненных конфликтов деформированного луча стопы с компонентами обуви. Так, еще в 1847 г. J. Chelins предлагал использовать кусочки кожи с липким пластырем с целью защиты вершин деформации. В начале XX в. появились щиты экзостозов, подушки, пластыри, ленты [158]. Особое внимание заслуживают каучуковые обертки Miller, разделители пальцев Peck и Holdon [197, 219], которые стали прототипами мягко-эластичных вкладышей и силиконовых межпальцевых прокладок, широко используемых в наше время. На современном рынке ортопедических изделий представлен огромный выбор разнообразных корректоров молоткообразной деформации малых пальцев стопы. Однако их использование максимально эффективно на ранних стадиях формирования деформации и позволяет только снизить темпы ее прогрессирования. Согласно литературным данным, большое распространение, получил метод тейпирования поврежденных пальцев в правильном положении [81, 152]. Большое внимание уделяется подбору обуви, рекомендуется носить обувь с широким носом и каблуком не выше 4 см [83]. При фиксированной деформации малых лучей стопы консервативные методы лечения в основном направлены на снижение симптомов заболевания, а не на его коррекцию. Защита болезненных мозолей, натоптышей путем использования войлочных или силиконовых стелек, метатарзальных подушечек, колпачков, колец, которые могут значительно облегчить страдания пациентов, особенно пожилого и старческого возраста. Также может быть полезна периодическая обрезка или механическая и химическая обработка болезненных гиперкератозов. При этом широкое распространение получил аппаратный медицинский педикюр в рамках подологического ухода за стопами. Из медикаментов широкое распространение получило использование нестероидных противовоспалительных препаратов, инъекций глюкокортикостероидов, что приводит к снижению воспаления и болевого

синдрома. Местное использование разнообразных мазей, гелей, кремов, которые обеспечивают уменьшение воспаления, размягчения гиперкератозов, увлажнение и питание кожи. Большое значение в лечении пациентов с деформациями переднего отдела стопы имеет физиолечение: физиопроцедуры направленные на размягчение кератозов, снижение воспалительных процессов и болевого синдрома; ЛФК, направленное на укрепление мышц голени и стопы; массаж, применение которого позволяет снять обострение заболевания и снизить темпы ее прогрессии [75]. Таким образом, ввиду крайней низкой эффективности и кратковременности достигаемого клинического эффекта, особенно при фиксированной форме деформации, уже в конце XIX – начале XX вв. травматологи и ортопеды практически отказались от консервативных методов лечения, оставив их для предоперационной подготовки или для пациентов, которым хирургическое лечение противопоказано.

Хирургические вмешательства на проксимальном межфаланговом суставе. Вмешательства данного типа появились в конце XIX в. Так, А. Post в 1882 г. для коррекции молоткообразного пальца рекомендовал артропластическую резекцию головки проксимальной фаланги [223]; W. Anderson в 1887 г. предложил оригинальную методику декапитация основной фаланги деформированного пальца [158]; J. O'Neill в 1911 г. предложил использовать жировую или фиброзную ткань в качестве интерпоната при артропластической резекции ПМФС [158, 215]. В 20-е гг. XX в. метод артропластической резекции головки основной фаланги в лечении пациентов с молоткообразной деформацией был научно обоснован и получил широкое распространение благодаря работам немецкого хирурга G. Nohmann [138], в связи с чем данная операция была названа в его честь. До настоящего времени операция G. Nohmann остается востребованной среди практикующих ортопедов. Однако артропластическая резекция и формирование фиброзного анкилоза проксимального межфалангового сустава влекут за собой нарушение функции корригированного пальца стопы, являются причиной остаточных деформаций и низкой удовлетворенности пациентов [232]. Исходя из этого, для лечения

пациентов с фиксированной молоткообразной деформацией малых пальцев все большее число ортопедов отдают предпочтение операции артродеза проксимального межфалангового сустава в физиологически правильном положении, а формирование костного блока исключает риск вторичного смещения и снижает количество рецидивов деформации [79, 162, 182, 198, 273, 274, 277, 278, 280]. Артродез ПМФС впервые предложил R. Soule еще в 1910 г. [250]. Автор использовал подошвенный доступ, а для фиксации пальца в правильном положении накладывал гипсовую шину по его тыльной поверхности. В 1917 г. R. Jones предложил выполнять артродез ПМФС из тыльного доступа, а в послеоперационном периоде фиксировать корригированный палец повязкой [150]. В эпоху отсутствия фиксаторов для скрепления костных фрагментов ряд авторов (S.Higgs, 1931; C. Yang, 1938; и т.д.) предлагали оригинальные методы скрепления фаланг по типу «ножка – паз» [135, 158, 278]. И только в 1940 г. R. Taylor для скрепления фаланг корригированного пальца при артродезе проксимального межфалангового сустава впервые предложил использовать фиксатор – спицу Киршнера [256]. До сих пор данный метод трансартикулярной фиксации корригированного пальца стопы является методом выбора у большинства травматологов-ортопедов. Однако на фоне преимуществ метод трансартикулярной фиксации спицей обладает существенными недостатками, такими как миграция и/или переломы металлоконструкции, высокой частотой несращений зоны артродеза и инфекционных осложнений в области проминирования спицы (выхода спицы на кожу), что может приводить к рецидиву деформации и необходимости повторных оперативных вмешательств [43, 87]. По данным ряда авторов, несращения скрепляемых фаланг после операции R. Taylor могут встречаться более чем у 20 % пациентов [179]. Большое количество псевдоартрозов, вероятно, обусловлено отсутствием ротационной стабильности и подвижностью костных фрагментов в зоне артродеза, что и нарушает процессы консолидации [80, 274]. Стоит подчеркнуть, что до сих пор четко не определена продолжительность фиксации и сроки удаления спицы, большинство авторов

рекомендуют ее удаление в сроки от трех до шести недель после операции. Так, G Klammer et al. утверждали, что 6-недельная фиксация не приводит к увеличению частоты инфекции, но улучшает стабильность и снижает риски смещений и рецидивов деформаций [163]. При этом A. Reese et al. отмечают, что при сроке фиксации больше 6 недель частота инфекционных осложнений равна 18 %, что является недопустимо высоким [227]. Также необходимо отметить интраоперационные проблемы, связанные с проведением спицы, такие, как нарушение кровоснабжения пальцев в результате натяжения сосудисто-нервного пучка и повреждение хряща смежных интактных суставов [66, 212]. Кроме того, выступающая на кончике корригированного пальца спица нуждается в защите повязкой и постоянном уходе в послеоперационном периоде, а ее удаление вызывает беспокойство и боль у пациентов [179]. Чтобы избежать описанных недостатков традиционного метода фиксации, исследователи предлагали разнообразные методы внутреннего скрепления костных фрагментов для проксимального межфалангового артродеза малых пальцев стопы. Так, предложены различные варианты погружной фиксации спицей Киршнера [1, 47, 65, 87, 139, 181, 272]. При этом авторы отметили снижение количества осложнений, однако, по мнению A. Scholl et al., у данного метода сохранялась проблема высокой частоты несращений в зоне артродеза, так, костный блок достигнут только в 82,1 % случаев, несостоятельность металлоконструкций в виде перелома спиц – у 7,1 % пациентов, что потребовало повторных вмешательств в 10,7 % случаев [240]. Артродез ПМФС с фиксацией интрамедуллярным канюлированным винтом впервые был описан R. Caterini et al. в 2004 г. Авторы отмечают высокую (до 94%) частоту формирования костных блоков в зоне артродеза и ни одного случая рецидива деформаций при использовании данного метода фиксации [67]. Однако недостатками этой методики являются повреждение ДМФС из-за трансартикулярного введения винта и необходимости повторной операции для удаления металлоконструкции [67, 151, 180]. В нашем столетии ортопеды в лечении данной группы больных все большее предпочтение отдают

интрамедуллярным конструкциям [65, 124]. На мировом рынке медицинских изделий уже представлено около 68 разнообразных имплантатов, созданных для проксимального межфалангового артродеза малых пальцев стопы [65]. Интрамедуллярные имплантаты принято разделять на 4 группы, представленные ниже, в соответствии с техническими характеристиками и составом материалов [124].

1. Биоактивные имплантаты, изготовленные из аллокости, поскольку эти устройства являются трансплантатами. Они обладают остеоиндуктивными и остеокондуктивными свойствами, что значительно улучшает их интеграцию. К этой группе также можно отнести биodeградируемые конструкции.
2. Формообразующие устройства из металла с памятью формы (Memometal, NiTiInol), которые активируются температурой тела, изменяя свою форму после имплантации и обеспечивая стабильность фиксации.
3. Двухкомпонентные имплантаты, которые после установки компонентов (одного в проксимальную фалангу, а другого – в среднюю) скрепляются.
4. Однокомпонентные имплантаты, при использовании которых проксимальная часть ввинчивается в основную фалангу, а средняя фаланга насаживается на дистальную часть. Канюлированный тип также позволяет использовать спицу в качестве направителя. Они могут изготавливаться из стали, титана или полимеров.

Из имплантатов 1-й группы в литературе [173, 268] представлен опыт использования биodeградируемых пинов и винтов. Авторы обеих статей отметили, что использование интрамедуллярных рассасывающихся конструкций позволило добиться лучших результатов с минимальным количеством осложнений и высокой удовлетворенностью пациентов. Другие исследователи также полагают, что биodeградируемые имплантаты могут быть хорошей альтернативой металлоконструкциям у пациентов с аллергией на металл [217]. Однако биodeградируемые конструкции широко не применяются в связи с рядом недостатков: местное токсическое действие деградируемого

полимера, низкие прочностные характеристики имплантатов и высокой их стоимость [174, 268]. Согласно литературным данным, из металлических имплантатов наиболее хорошо изучены устройства второй группы, в частности имплантат Smart Toe [66, 159, 235, 240]. Однако при сравнении результатов лечения пациентов с молоткообразной деформацией малых пальцев с использованием имплантата Smart Toe и традиционного метода фиксации спицей Киршнера большинство авторов не отмечают статистически значимых различий. В 2010 г. J. Ellington опубликовал анализ рентгенограмм результатов хирургического лечения 28 пациентов с молоткообразной деформацией малых пальцев стопы с использованием двухкомпонентного устройства StayFuse. Коррекция деформации сохранялась у 23 (82 %) пациентов, но только у 17 (61 %) автор отмечает формирование костного блока в зоне артродеза, а 3 (8 %) пациентам было проведено ревизионное хирургическое лечение. Во всех случаях это связано с несостоятельностью металлоконструкции: у одного пациента произошел перелом имплантата, у двух других – его разъединение, что является основным недостатком данной группы устройств [103]. В 2016 г. R. Jay et al. опубликовали результаты рандомизированного исследования о применении двухкомпонентного имплантата Nextra, отметив положительное влияние внутренней фиксации на комфортность послеоперационного периода лечения, скорость реабилитации, удовлетворенность пациентов результатами хирургического лечения. Авторы не отметили ни одного осложнения, связанного с несостоятельностью металлоконструкций или инфекцией, однако число фиброзных анкилозов составило 42 %, что является недопустимо высоким [147]. Таким образом, необходимо отметить, что установка проксимальной и дистальной частей имплантата данной группы сопряжена с тонким балансом создания плотного соприкосновения сочленяющихся поверхностей и надежной фиксации пазов фиксатора, что иногда является трудной задачей и чревато формированием фиброзного блока в зоне артродеза или несостоятельностью конструкции. Наименее изученными и наиболее перспективными имплантатами для коррекции молоткообразной деформации являются

интрамедуллярные конструкции четвертой группы. При этом авторы единичных исследований отмечают хорошие результаты коррекции деформации, значительное уменьшение боли и сохранение функции оперированного пальца с низкой частотой осложнений [71]. В 2012 г. В. Witt и С. Nyer сообщили о серии оперативного лечения фиксированной молоткообразной деформации семи пальцев у трех пациентов с использованием монолитного интрамедуллярного имплантата из нержавеющей стали (PRO-TOE). Авторы сообщают об отсутствии интраоперационных или послеоперационных осложнений за 1-летний период наблюдения, при этом они сообщили, что данный имплантат является альтернативой трансартикулярной фиксации спицей Киршнера и отметили ряд технических преимуществ данного имплантата, включая уплощенную елочкообразную форму дистальной его части, что улучшает стабильность скрепляемых фрагментов в зоне артродеза. Также авторы предположили, что имплантат из одного компонента является более надежной конструкцией, чем двухкомпонентный [274]. Схожие данные получили в 2015 г. А. Basil et al. при анализе результатов лечения 23 пациентов (54 пальца), они отмечают высокую удовлетворенность, снижение болевого синдрома и улучшение функциональных показателей согласно шкале AOFAS [52]. Однако наш опыт применения данного имплантата показал однозначную необходимость одномоментного вмешательства на поврежденных капсулолигаментарных структурах ПФС и устранение его нестабильности.

Хирургическое лечение нестабильности малых плюснефаланговых суставов. Для лечения нестабильности ПФС в литературе предложены различные вмешательства, например синовэктомия [155], синдактилия пальцев стопы [78], реконструкций коллатеральных связок [77, 83], тенотомии и транспозиции сухожилий [77, 95, 168, 177, 208], остеотомии плюсневых костей [87, 149, 262], артродез ПФС [126], коаблиция подошвенной пластинки [176] и стабилизация (аугментирование, тенодез) ПФС шовным материалом [156, 208]. Однако данные методы сопровождаются недопустимым количеством остаточных деформаций на уровне ПФС, которые составляют от 25 до 38,5 % случаев [87,

97, 168, 192, 208], , при этом более 25 % пациентов не удовлетворены результатами хирургического лечения [168]. В последнее десятилетие травматологи-ортопеды начали уделять особое внимание анатомическому восстановлению подошвенных пластинок для лечения пациентов с нестабильностью ПФС в сагиттальной плоскости [90, 92, 169, 173, 177, 211, 214, 220], в том числе в комплексе лечения пациентов с молоткообразной деформацией малых пальцев [73, 209]. Восстановление подошвенной пластинки может быть выполнено через прямой подошвенный [57, 89, 159] или тыльный [90, 92, 150, 156, 173, 177, 192, 209, 214, 221, 267] доступы. При этом последний имеет то преимущество, что восстановление подошвенной пластинки можно сочетать с другими вмешательствами, например периартикулярным высвобождением мягких тканей, и/или удлинением сухожилия разгибателей, и/или вмешательством на костных структурах, и не требует дополнительного разреза [90, 92, 150, 156, 173, 176, 214]. Тем не менее при восстановлении подошвенной пластинки через тыльный доступ для ее визуализации необходимо 1-м этапом выполнить остеотомию головки плюсневой кости либо отсечь коллатеральные связки, что значительно повышает травматичность операции [57, 89]. Но даже после остеотомии и смещения головки плюсневой кости данный доступ может дать лишь ограниченный обзор плантарных капсулолигаментарных структур ПФС. Также необходимо отметить технические трудности и необходимость в применении уникального инструментария и расходных материалов для шва подошвенной пластинки из тыльного доступа. При этом использование и самых современных технологий в условиях ограниченной визуализации при наложении шва возможно только на дистальный отдел подошвенной пластинки, который, как правило, максимально подвержен дегенеративным изменениям и истончен. Таким образом, прошивание подошвенной пластинки ПФС в этом отделе непременно приводит к прорезыванию нитей при нагрузке. По нашему мнению, не менее важным остается вопрос выбора методики восстановления подошвенной пластинки при наличии дефекта ее тканей (IV тип разрыва), так

как пластика дефекта с тыльного доступа в настоящее время невозможна, а предоперационная диагностика затруднительна. Преимущества подошвенного доступа в сравнении с тыльным – прямая визуализация подошвенной пластинки, возможность избежать дистальной остеотомии плюсневой кости и/или ятрогенного повреждения коллатеральных связок ПФС, возможность получения точной коррекции и надежной фиксации без использования специфического инструментария и имплантатов, возможность восстановления дефектов подошвенной пластинки [159]. Однако обширное рассечение мягких тканей подошвенной области чревато формированием болезненных рубцов из-за разрушения организованных жировых перегородок [7], в связи с чем вмешательства из подошвенного доступа требуют максимально аккуратного обращения с тканями, послойное ушивание раны с минимальным количеством шовного материала, полной разгрузки переднего отдела стопы и должного ухода за раной в раннем послеоперационном периоде, что, по данным литературы и нашего опыта, позволяет избежать этого осложнения [89, 159].

В профессиональной травматолого-ортопедической литературе вопрос методов коррекции нестабильности ПФС в плантарной плоскости остается дискуссионным. По данным ряда авторов, костные остеотомии в коррекции деформаций малых пальцев стопы в поперечной плоскости на фоне своих преимуществ, обладают серьезными недостатками. Так, при использовании предложенной W. Davis [92] остеотомии проксимальной фаланги деформированного пальца сохраняется остаточный подвывих или дислокация на уровне ПФС, что, по мнению автора, ограничивает ее использование в качестве изолированного и/или основного метода лечения деформации в плантарной плоскости. При оценке результатов использования остеотомии Weil в лечении деформаций малых пальцев стопы в плантарной плоскости ряд авторов отмечают до 35 % случаев осложнений [54, 196, 246, 255]. Наиболее распространенными осложнениями, которые наблюдаются после остеотомии Weil, являются формирование так называемого плавающего пальца (нарушение опоры пальца с поверхностью), асептический некроз остеотомированной

головки, раскол костных фрагментов при остеосинтезе [261]. Таким образом, современный опыт лечения отведенной деформации малых пальцев стопы показывает однозначную необходимость вмешательств на мягких тканях ПФС. При этом общепринятый метод капсулолигаментотомии с трансартикулярной фиксацией спицей [148] показал свою низкую эффективность. Патогенетически обоснованным подходом коррекции нестабильности ПФС в плантарной плоскости является восстановление поврежденных капсулолигаментарных структур ПФС. Анатомическое восстановление коллатеральной связки крайне затруднительно ввиду малого количества местных тканей и техническими сложностями манипуляций в узком межплюсневом пространстве [251]. Методом выбора при ее восстановлении является ее сухожильная пластика. Так, в 1992 г. J. T. Deland et al. [94] впервые предложили реконструктивное восстановление коллатеральной связки ПФС частью сухожилия тыльной или подошвенной межкостной мышцы. Данное исследование имеет то достоинство, что авторы изучили предложенный метод на десяти кадаверных образцах и подтвердили, что пластика коллатеральной связки обеспечивает боковую стабильность и не ограничивает движения в ПФС. Дальнейшие исследования продемонстрировали возможность использования сухожилия короткого разгибателя пальцев стопы для восстановления капсулолигаментарного комплекса ПФС без ущерба для функции малых пальцев [102, 104, 113, 137, 232]. В 2013 г. S. J. Ellis et al. [104] предложили оригинальную методику транспозиции сухожилия короткого разгибателя пальцев стопы. При этом сухожилие короткого разгибателя пальца стопы отсекают проксимальнее уровня ПФС стопы и проводят через сформированный канал в проксимальной фаланге в направлении от тыльно-медиальной до подошвенно-латеральной стороны. Затем его (сухожилие) переносят обратно через 2-й канал, сформированный в направлении от подошвенно-латеральной до тыльно-медиальной стороны в шейке плюсневой кости, тем самым повторяя ход и точки крепления коллатеральной связки. Осуществляют коррекцию деформации пальца путем тяги за сухожилие, затем проводят тенодез винтом

диаметром 2,0 или 2,4 мм к диафизу плюсневой кости. Однако, хоть метод и направлен на воссоздание анатомии медиальной коллатеральной связки с учетом точек прикрепления, авторы недооценивают важности взаимодействия коллатеральных связок с плантарным капсулолигаментарным комплексом, что, вероятно, обуславливает описанное ими осложнение в виде остаточного тыльного смещения корригированного пальца интраоперационно. Схожий биомеханический феномен коррекции деформаций малых пальцев в поперечной плоскости путем транспозиции короткого разгибателя описали К. В. Nobizal et al. [137]. Авторы обеих статей сообщают о высокой удовлетворенности пациентов результатами коррекции деформации малых пальцев, однако отмечают наличие остаточной гиперэкстензии корригированного пальца и подчеркивают необходимость внешней фиксации в послеоперационном периоде. Таким образом, у данных методов при проведении сухожилия короткого разгибателя возможно отклонение 2-го пальца к тылу с подвывихом в ПФС. Нами предложен оригинальный способ восстановления медиальных капсулолигаментарных структур ПФС, преимуществом которого является то, что проведение сухожилия короткого разгибателя пальцев стопы в подсвязочном пространстве обеспечивает репонирующую тягу, приложенную к основанию проксимальной фаланги, и восстанавливает конгруэнтность суставных поверхностей одновременно с коррекцией деформации малого пальца стопы.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материалы исследования

В ходе исследования проведен анализ результатов хирургического лечения 170 пациентов: 5 (3 %) мужчин, 165 (97 %) женщин, средний возраст $54 \pm 7,20$ лет, оперированных в клинике травматологии ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России в 2016–2018 гг. Всем пациентам установлен диагноз «*hallux valgus* II–III степени, синдром молоткообразной деформации 2-го пальца стопы». Пациенты разделены на 2 группы: группу исследования из 85 человек – 3 (3,50 %) мужчины, 82 (96,50 %) женщины, средний возраст $57,30 \pm 8,70$, и группу сравнения из 85 человек – 2 (2,40 %) мужчины, 83 (97,60 %) женщины, средний возраст $53,80 \pm 14,20$. Группы отличались способом коррекции деформации 2-го луча стопы. Обе группы репрезентативны по количеству и сопоставимы по половозрастным характеристикам.

2.2 Методы исследования

Научная работа запланирована как простое нерандомизированное контролируемое сравнительное исследование. Для исследования использовали клинический, лучевые, хирургический, функциональный и статистический методы. Для окончательной оценки клинических результатов разработана система критериев. В расчет принимали клинические, рентгенологические и функциональные критерии исходов лечения, а также частоту возникновения осложнений.

2.2.1 Клинический метод исследования

При клиническом исследовании оценивали жалобы на боль в области стопы, проблемы с подбором и ношением стандартной обуви, функциональные нарушения и косметический дефект. При визуальном осмотре пациентов отмечали наличие и степень деформации 1-го луча стопы, наличие костно-

хрящевого экзостоза головки 1-й плюсневой кости, наличие и тип деформации 2-го пальца стопы; определяли наличие гиперкератозов на вершинах деформации 2-го луча стопы (под головкой 2-й плюсневой кости, над проксимальным межфаланговым суставом и на подушечке 2-го пальца).

Вид деформации 2-го пальца стопы определяли по классификации Американской ассоциации хирургии стопы и голеностопного сустава, согласно которой для исследования отобраны все пациенты с молоткообразной деформацией 2-го пальца (рисунок 5А).



Рисунок 5 – Основные виды деформаций малых пальцев стопы: А – молоткообразная; Б – когтеобразная; В – молоточковая, или палец-молоточек

Проводили измерение величины углов ПФС и ПМФС 2-го луча при помощи модифицированных гониометров (рисунок 6), оценку объема активных и пассивных движений в 1-м и 2-м ПФС, в ПМФС и ДМФС 2-го пальца стопы, оценку мобильности деформаций (мобильной считали деформацию, при которой все компоненты обратимы при клинической пробе, тогда как фиксированная деформация не поддается коррекции при усилиях исследователя). Большое значение имел push-up тест, при котором исследователь производит давление с подошвы на головку плюсневой кости деформированного пальца и оценивает степень его коррекции.

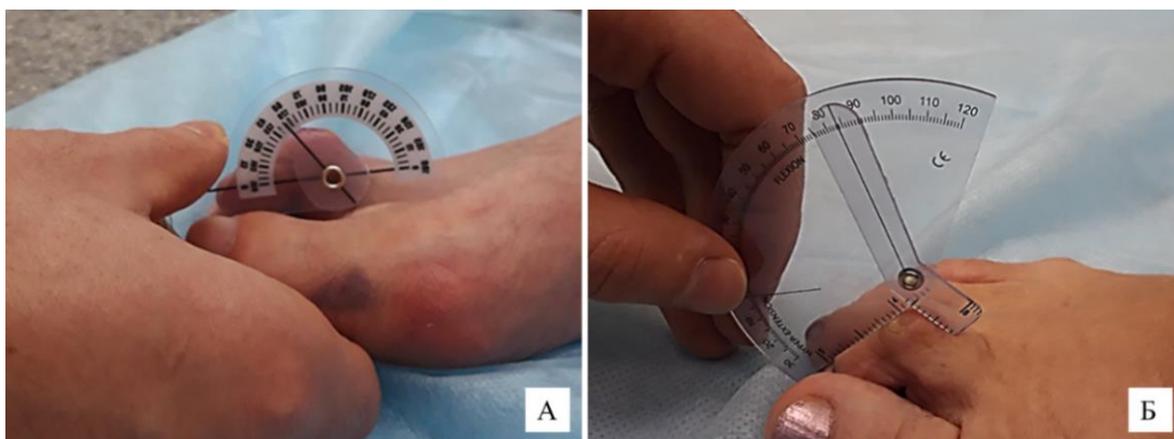


Рисунок 6 – Фотографии демонстрируют методику измерения величины угла ПФС (А) и проксимального межфалангового сустава (Б) при помощи модифицированных гониометров

Систематизацию деформации *hallux valgus* проводили согласно шкале Manchester [113] (приложение 1). Степень деформации определяли согласно классификации М.И. Куслика (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация степени молоткообразной деформации пальцев стопы по М.И. Куслику

Степень	Клиническая симптоматика	Рентгеносемиотика
I	Искривление, при котором палец может быть пассивно выпрямлен (выведен в физиологическое положение)	Соотношение в плюснефаланговом суставе не нарушено
II	Палец пассивно не может быть полностью выпрямлен	Соотношение в плюснефаланговом суставе не нарушено
III	Фиксированное искривление пальца	Подвывих или вывих в плюснефаланговом суставе

Для оценки стабильности 2-го ПФС использовали модифицированный тест выдвигающего ящика Лахмана. При проведении теста врач указательным и большим пальцем левой руки фиксирует головку плюсневой кости, а правой рукой производит вертикальное смещение пальца к тылу, оценивая устойчивость сустава (рисунок 7).

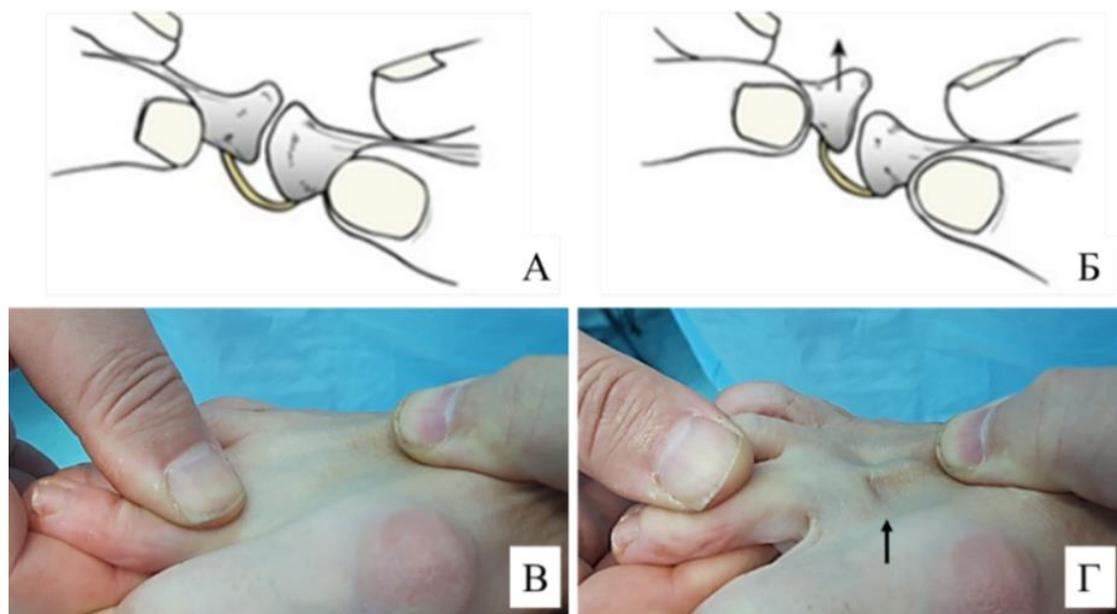


Рисунок 7 – Модифицированный тест выдвигающего ящика Лахмана, предложенный Thompson и Hamilton [258]: А, Б – схема проведения теста (пояснения в тексте); В, Г – фотография стопы пациентки К., 63 лет, во время проведения теста, определяется 50 % тыльное смещение 2-го пальца в ПФС (черная стрелка), тест считается положительным

Тест считается положительным при тыльном смещении основания проксимальной фаланги по отношению к головке плюсневой кости в сагиттальной плоскости на 50 % и более [82, 258]. На основании результатов этого теста, согласно классификации Hamilton – Thompson [258], выделяют 4 степени нестабильности малых ПФС (рисунок 8).

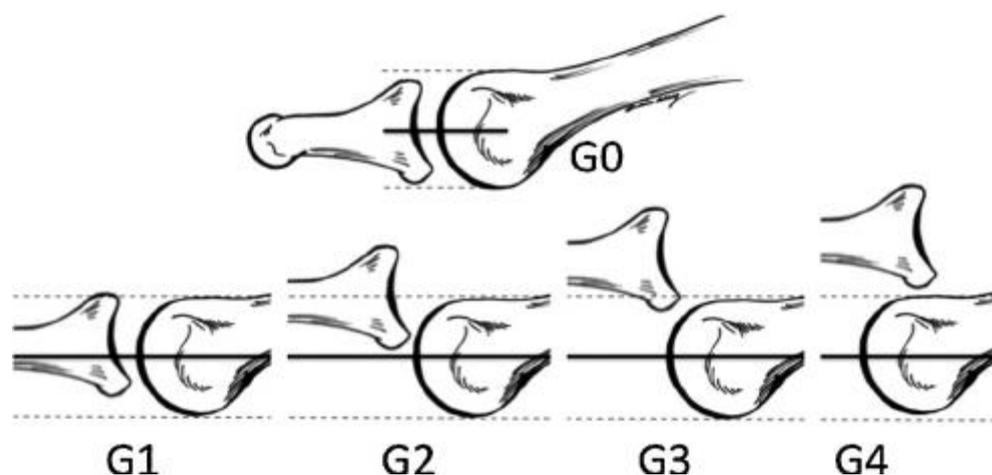


Рисунок 8 – Схема определения степени нестабильности малого ПФС при проведении модифицированного теста выдвигного ящика Лахмана согласно классификации Hamilton – Thompson [258]: G0 – стабильный сустав; G1 – легкая нестабильность (подвывих до 50 %); G2 – умеренная нестабильность (подвывих 50 и более %); G3 – тяжелая нестабильность (способность к вывиху сустава); G4 – вывих сустава

Для оценки опорной функции 2-го пальца стопы проводили тест удержания бумажной полоски, для чего под подушечку ногтевой фаланги подкладывали полоску бумаги (размером 1х6 см), вырезанную из стандартного листа бумаги А4. Просили пациента максимально прижать бумажную полоску к поверхности опоры, осуществляли тягу за противоположный край полоски с попыткой вытянуть ее из-под пальца (рисунок 9). Тест считался положительным, если бумажная полоска вырывалась без повреждения [61].

Для документирования данных о пациентах, включенных в исследование, разработана и применена «Индивидуальная карта пациента с деформациями переднего отдела стопы (приложение 2). Все пациенты осмотрены до операции, сразу после операции, через 6 недель после операции, окончательную оценку результата лечения проводили через 1 год после операции.



Рисунок 9 – Клинический пример пациентки М. из группы сравнения, 1964 г.р., № ИБ 102543, представлены фотографии этапов проведения теста удержания бумажной полоски: А – бумажная полоска установлена под 2-й палец левой стопы; Б – пациентка подушечкой ногтевой фаланги исследуемого пальца захватывает и прижимает к поверхности опоры бумажную полоску, исследователь осуществляет тягу за свободный край (синяя стрелка), бумажная полоска вынимается без повреждения – тест считается положительным; В – клинический вид стопы в аксиальной плоскости, сохраняется гиперэкстензия 2-го пальца, отсутствует контакт корригированного пальца с поверхностью опоры (красная стрелка)

2.2.2 Лучевые методы исследования

Рентгенография. Всем пациентам проводили рентгенографию обеих стоп в прямой и боковой проекциях перед операцией, сразу после, через 6 недель и 1 год после операции. На прямых рентгенограммах оценивали динамику изменения величины 1-го межплюсневого угла (M1M2), 1-го (M1P1) и 2-го (M2P1) плюснефаланговых углов, оценивали динамику изменения положения сочленяющихся фаланг в проксимальном (P1P2) и дистальном (P2P3) межфаланговых суставах 2-го пальца стопы (рисунок 10). Для удобства

подсчета угловые значения отклонения 2-го пальца и его сегментов расценивали, приняв среднефизиологическое положение пальца за «0»: численное значение латерального отклонения со знаком «-», медиального – со знаком «+». На боковой рентгенограмме оценивали динамику изменений взаимоотношений сочленяющихся костей 2-го ПФС, величину 2-го ПФС, значения проксимального (ПМФС) и дистального (ДМФС) межфаланговых углов 2-го пальца стопы (рисунок 10). На интраоперационных рентгенограммах в прямой и боковой проекциях оценивали степень коррекции деформации 1-го и 2-го лучей, положение костных фрагментов и корректность установки металлофиксаторов. Кроме того, при контроле через 6 недель и через 1 год после операции на рентгенограммах оценивали также наличие консолидации в зонах артродезов и остеотомий.

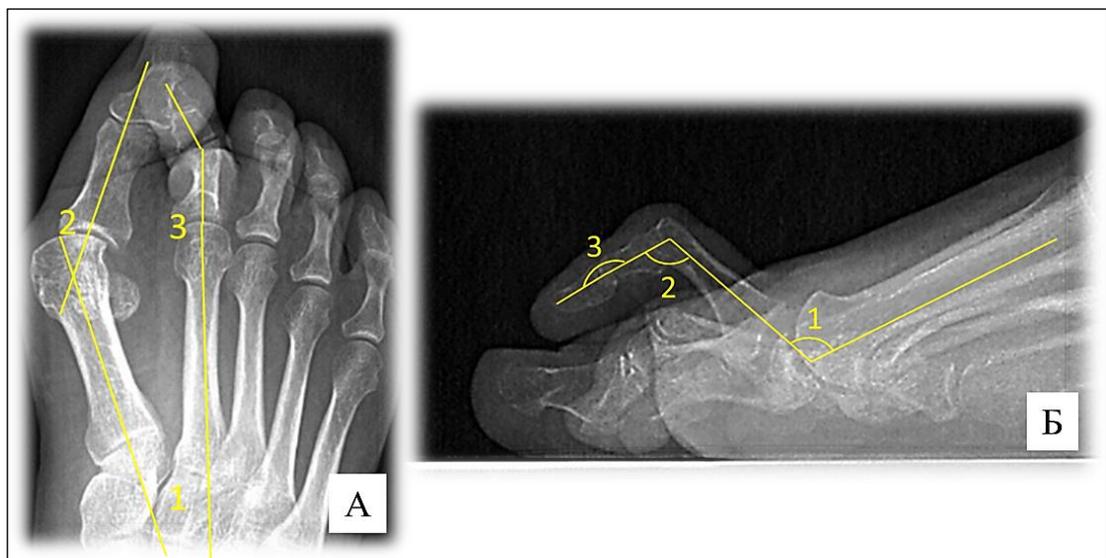


Рисунок 10 – Рентгенограммы левой стопы: А – в прямой проекции показана методика определения величины углов: 1 – варусного отклонения 1-й плюсневой кости (M1M2); 2 – вальгусного отклонения 1-го пальца (M1P1); 3 – медиального/латерального отклонения 2-го пальца (M2P1); Б – в боковой проекции показана методика определения величины углов: 1 – разгибания в ПФС, 2 – сгибания в ПМФС; 3 – сгибания в ДМФС

Артрография. Для оценки повреждения капсулолигаментарных структур 2-го ПФС у 23 (27,05 %) пациентов группы сравнения и 35 (41,17 %) группы исследования использовали артрографию 2-го ПФС, согласно методике, предложенной Mazzuca J. W. et al. в 2013 г. Манипуляцию проводили в условиях чистой операционной. Пациента укладывали на спину, операционное поле обрабатывали трехкратно кожным антисептиком. В области 2-го ПФС проводили местную анестезию методом туго ползучего инфильтрата с использованием 1,0–2,0 мл 0,5 % раствором анестетика (лидокаин или новокаин или нарופן). Под прямым ЭОП-контролем инъекционная игла вводилась во 2-й ПФС через дорзально-медиальный доступ. Перед введением контрастного вещества положение иглы подтверждалось снимком стопы ЭОП в двух проекциях. Убедившись в правильности положения иглы, вводили контрастное вещество (раствор омнипака 300 мг йода/мл) в количестве 0,5–1,0 мл. Не удаляя иглу, удаляли остатки контрастного вещества с кожных покровов с целью исключения артефактов. Проводили рентгенографию сустава в прямой, боковой, медиальной, латеральной косых и латеральной наклонной проекциях. Проводили оценку изображения анатомических образований в норме и патологии. Показанием к хирургическому лечению были перерастянность капсулы ПФС и наличие симптома вытекания – экстравазации контрастного вещества. Указанные находки – патогномоничные симптомы тяжелого повреждения плантарной пластинки, что является прямым показанием к ее хирургической ревизии и восстановлению.

Томография. Для подтверждения дегенеративных изменений, локализации и размера разрыва подошвенной пластинки 2-го ПФС 15 (17,65 %) пациентам группы сравнения и 45 (52,94 %) группы исследования выполнили МРТ-исследование с использованием магнитно-резонансного компьютерного томографа Toshiba Vantage Atlas 1,5T.

2.2.3 Хирургический метод исследования

Всем пациентам обеих групп в качестве основного этапа коррекции *hallux valgus* проводили корригирующий артродез 1-го плюснеклиновидного сустава с внутренней фиксацией металлоконструкциями. При наличии *hallux valgus interphalangeus* и/или остаточной вальгусной деформации 1-го пальца стопы у 51 (30 %) пациента выполнили остеотомию основной фаланги 1-го пальца по Akin. Группы исследования и сравнения отличались методом коррекции деформации 2-го луча стопы. В группе сравнения у всех 85 (100%) пациентов для коррекции деформации 2-го пальца стопы использована операция коррекции молоткообразной деформации 2-го пальца стопы, проксимального межфалангового сустава с трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера. В группе исследования у всех 85 (100 %) пациентов проводили проксимальный межфаланговый артродез с интрамедуллярной фиксацией имплантатом и капсулолигаментопластикой 2-го ПФС, всем 85 (100 %) пациентам выполнили восстановление подошвенной пластинки и у 30 (35,3 %) – пластику медиальных коллатеральных связок оригинальным способом транспозиции короткого разгибателя 2-го пальца (защищено патентом Российской Федерации № 2668467).

2.2.4 Функциональный метод исследования

В обеих группах в предоперационном периоде проводили оценку функциональных показателей стопы пациентов. Для комплексной оценки результата коррекции деформации стопы использовали шкалу AOFAS для переднего отдела стопы (приложение 3). Для оценки болевого синдрома использовали 10-балльную шкалу ВАШ (приложение 4). Опрос проводили до операции и спустя 1 год, после чего сравнивали оценку результатов.

Результаты различных методов исследования приводили к общим методам оценки, для чего нами были сформированы совокупные критерии результатов лечения пациентов с деформацией переднего отдела стопы,

включающие в себя данные всех методов обследования, на основе которых выделяли 3 вида клинических исходов.

Хороший исход – безболезненная стопа, позволяющая носить стандартную обувь (AOFAS 75–100 баллов); рентгенография стопы подтверждает коррекцию пальца, отсутствие остаточных деформаций; без осложнений; больной удовлетворён функциональным и косметическим результатом операции.

Удовлетворительный исход – безболезненная стопа (или легкий болевой синдром) в сочетании с одним из перечисленных признаков: нарушение контакта пальца с поверхностью опоры, необходимость в использовании дополнительных ортопедических изделий (AOFAS 51–74 баллов); рентгенография стопы подтверждает коррекцию пальца, отсутствует остаточная деформация, без осложнений, больной удовлетворён функциональным и косметическим результатом операции.

Неудовлетворительный исход – болевой синдром в стопе, рецидив деформации, потребность в ортопедической обуви (AOFAS 50 и менее баллов); рентгенография стопы подтверждает недостаточную коррекцию пальца, наличие остаточной деформации и/или дислокаций костей, осложнение в виде нагноения, сосудистого и/или неврологического дефицита и т.д., больной не удовлетворён функциональным и косметическим результатом операции.

2.2.5 Статистический метод исследования

Для описания показателей, собранных в ходе исследования, использована описательная статистика. Для интервальных переменных рассчитано среднее значение (с 95 % доверительным интервалом), стандартное отклонение, медиана и квантили. Для номинальных переменных были рассчитаны частоты категорий, доли в процентах, для бинарных переменных дополнительно были приведены 95 % доверительные интервалы.

С учетом относительно небольших групп пациентов, сравнение их по переменным, относящимся к интервальной шкале, проведено при помощи непараметрических критериев. При парных сравнениях различия считали статистически значимыми при уровне значимости строго меньше установленного значения альфа, равного 0,05; при множественных сравнениях различия считали значимыми в том случае, если достигнутый уровень значимости был меньше, чем расчетное значение альфа, вычисленное с учетом поправки Бонферрони на множественность сравнений.

Анализ номинальных переменных проводили при помощи точного критерия Фишера либо критерия хи-квадрат, в зависимости от применимости того или иного метода в каждом конкретном случае.

Статистический анализ проведен с использованием программного обеспечения IBMSPSSStatistics (версия 21.0).

Демографические характеристики групп и исходные значения показателей приведены для популяции всех пациентов, завершивших исследование в соответствии с планом исследования, в таблицах с описательной статистикой для каждой группы.

Для оценки однородности групп по демографическим характеристикам и исходным значениям показателей использованы дисперсионный анализ для количественных показателей и точный критерий Фишера для номинальных признаков.

Расчет размеров выборки. Исследование представляло собой проспективное нерандомизированное открытое контролируемое сравнительное, целью которого была сравнительная оценка эффективности двух методов хирургического лечения изучаемой патологии: операции артродеза проксимального межфалангового сустава 2-го пальца стопы с трансартикулярной фиксацией спицей и проксимального межфалангового артродеза 2-го пальца стопы с погружной фиксацией металлическим имплантатом в сочетании с капсулолигаментопластикой 2-го ПФС.

В данном исследовании запланировано сравнение долей участников с успешным исходом операции (отсутствие осложнений, рецидивов и нежелательных явлений) через 1 год после операции в соответствии с гипотезой о статистическом равенстве:

$$\text{Нулевая гипотеза. } H_0: p_1 - p_0 = 0$$

$$\text{Альтернативная гипотеза. } H_a: p_1 - p_0 \neq 0,$$

где p_0 и p_1 – доли пациентов с успешным исходом лечения через 1 год в группе сравнения и исследования соответственно. Отклонение нулевой гипотезы будет означать, что статистическое превосходство продемонстрировано.

Расчет выборки выполнен с применением формулы для двоичной конечной точки и гипотезы равенства, приведенной в книге Chow et al. *Sample Size Calculations in Clinical Research*. – 2018. – С. 77, формула 4.7. Учитывая, что в опубликованных в мировой литературе результатах ретроспективных исследований у пациентов с изучаемой нозологией в отдаленном периоде (более 1 года) суммарный уровень различного рода осложнений составил 19,6 % при среднем сроке наблюдения 20,8 мес. [273], мы использовали следующие исходные предположения при расчете необходимой популяционной выборки. В случае применения операции Тейлора ожидаемая доля пациентов с успешным результатом лечения – 80 %; при применении метода артрореза проксимального межфалангового сустава с погружной фиксацией в сочетании с плантарной капсулолигаментопластикой ожидаемая доля пациентов с успешным результатом лечения должна составить примерно 95 %. При мощности 80 % и уровне значимости 5 % минимальное число участников в каждой группе лечения должно составлять не менее 73:

$$n_0 = n_1 = \frac{(1.96 + 0.84)^2 \cdot (0.80 \cdot (1 - 0.80) + 0.95 \cdot (1 - 0.95))}{0,15^2} \approx 73$$

Таким образом, для тестирования гипотезы о равенстве исследуемого метода лечения в сравнении с методом-компаратором требуется включить в анализ не менее 73 пациентов в каждую из групп (группу исследования и группу сравнения).

С учетом ожидаемого досрочного выбывания пациентов во время проведения исследования на уровне 10 %, потребуется набрать в каждую группу не менее $73/(1-0,1) = 81,11 \approx 82$ пациента, итого не менее чем 164 пациента суммарно в обе группы.

ГЛАВА 3 ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Все пациенты были госпитализированы в плановом порядке в клинику травматологии и ортопедии ФГБУ «Новосибирский НИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России за день до операции. Все пациенты проходили предоперационное обследование амбулаторно, при отсутствии противопоказаний к плановому оперативному лечению были госпитализированы в стационар. При поступлении пациентам проводили предоперационную подготовку в следующем объеме:

- 1) осмотр анестезиолога и по показаниям смежных специалистов;
- 2) удаление волос стопы и голени до уровня коленного сустава;
- 3) трехкратное мытье ноги с мылом;
- 4) обработка кожных покровов антисептиком, ногтевых лож – йодом;
- 5) бинтование голеностопной области стерильным бинтом;
- 6) прием феназепама – 1 таблетка (0,5 мг) на ночь;
- 7) антибиотикопрофилактика препаратом широкого спектра, который вводили в операционной за 30 мин до кожного разреза.

Хирургическое лечение проводилось в условиях чистой операционной в положении на спине с валиком, подложенным под голень, в условиях обескровливания оперированной конечности с наложением пневматического жгута на среднюю треть бедра. Проводили обработку операционного поля в соответствии с СанПиН 2.1.3.2630-10 раствором кожного антисептика.

3.1 Методы хирургической коррекции деформации 1-го луча стопы в лечении пациентов обеих групп

Учитывая неизбежную необходимость освобождения пространства для коррекции 2-го пальца стопы, пациентам обеих групп первым этапом проводили коррекцию деформации 1-го луча. Во всех случаях использовали операцию корригирующего артродеза 1-го плюснеклиновидного сустава с

внутренней фиксации и костной аутопластикой. Выполняли линейный доступ длиной 5–8 см по медиальной поверхности стопы над костно-хрящевым экзостозом с переходом на диафиз 1-й плюсневой кости, с учетом хода медиального тыльного кожного нерва большого пальца стопы. Послойно рассекали кожу, подкожную клетчатку, фасции стопы. На данном этапе большое внимание уделяли сохранению вен, поперечно пересекавших линию хирургического доступа. Выделяли 1-й плюснеклиновидный сустав, устанавливали дистрактор, осуществляли дистракцию на 4–5 мм для визуализации 1-го плюснеклиновидного сустава. С сочленяющихся суставных поверхностей попеременно скоростным буром и распатором удаляли суставной хрящ, проводили множественную остеоперфорацию сочленяющихся поверхностей костей, после чего удаляли дистрактор. Производили коррекцию деформации 1-й плюсневой кости, осуществляли ее компрессию к 1-й клиновидной кости 1-м лаговым винтом. Взаиморасположение 1-й и 2-й плюсневых костей при достижении значения 1-го межплюсневого угла в 5–7° фиксировали 2-м и 3-м лаговыми винтами. Проводили окончательную фиксацию достигнутого положения костей наложением пластины с угловой стабильностью в области 1-го плюснеклиновидного сустава.

После достижения коррекции 1-й плюсневой кости у всех пациентов проводили экзостэктомию ее головки, используя как ориентир борозду Гейбаха. Поочередно маятниковой пилой и высокоскоростным буром добивались округлости головки и отсутствия проминирования кости. По показаниям попеременно тупым и острым путем выполняли латеральный релиз 1-го ПФС с целью мобилизации плантарного, сесамовидного комплекса и редукции сесамовидных костей в анатомическое положение на их суставных поверхностях. По показаниям у 51 (30 %) пациента обеих групп, при сохраняющейся остаточной вальгусной деформации или *hallux valgus interphalangeus*, выполняли закрытоугольную остеотомию проксимальной фаланги 1-го пальца по Akin с фиксацией винтом.

Для оценки положения костных фрагментов и металлоконструкций проводили ЭОП-контроль. Выполняли послойное ушивание послеоперационной раны. На этом 1-й этап считали законченным и условия для коррекции 2-го луча созданными.

3.2 Метод проксимального межфалангового артродеза с трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера для коррекции деформации 2-го луча стопы в лечении пациентов группы сравнения

Всем пациентам группы сравнения для коррекции фиксированной молоткообразной деформации 2-го луча стопы выполняли проксимальный межфаланговый артродез с трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера. Для этого выполняли разрез по средней линии тыла 2-го пальца, отступив 1,0–1,5 см от края ногтевого ложа, проходя на 1,5–2,0 см проксимальнее линии 2-го ПФС. Рассекали кожу, подкожную клетчатку, отсепаровывали сухожильное расширение разгибателей 2-го пальца, отсекая капюшонную связку, и отводили сухожильный комплекс в сторону. Выделяли ПМФС для коррекции его сгибательной деформации проводили резекцию головки основной фаланги 2-го пальца стопы на 2–5 мм и основания средней фаланги на 0,5–1 мм. С целью закрепления фаланг в правильном положении осуществляли трансартикулярную фиксацию пальца спицей Киршнера, проводя ее ретроградно через весь палец до основания соответствующей плюсневой кости интрамедуллярно. Оценивали положение костных фрагментов и металлоконструкций с помощью ЭОП-контроля. Послойно ушивали рану отдельными узловыми швами. Снимали турникет со средней трети бедра, оценивали восстановление кровоснабжения в области оперированных пальцев. Накладывали асептическую повязку.

3.3 Метод проксимального межфалангового артродеза с фиксацией интрамедуллярным имплантатом в сочетании с капсулолигаментопластикой 2-го плюснефалангового сустава для коррекции деформации 2-го луча стопы в лечении пациентов группы исследования

Всем пациентам группы исследования для коррекции фиксированной молоткообразной деформации выполняли проксимальный межфаланговый артродез с использованием интрамедуллярного имплантата в сочетании с капсулолигаментарной пластикой 2-го ПФС. Операцию проводили в соответствии с инструкцией по хирургической технике, разработанной производителем данного изделия [226]. Для этого выполняли разрез по средней линии тыла 2-го пальца, отступив 1,0–1,5 см от края ногтевого ложа, проксимально не пересекая уровень суставной линии 2-го ПФС (рисунок 11А).



Рисунок 11– Интраоперационные фотографии стопы пациентки Б., 50 лет, ИБ № 126784: А – вид кожного разреза при доступе к проксимальному межфаланговому суставу 2-го пальца: Б– общий вид операционной раны при доступе к проксимальному межфаланговому суставу, сухожилия разгибателей пальца отведены латерально (указано стрелкой)

Рассекали кожу, подкожную клетчатку, отсепаровывали сухожильное расширение разгибателей пальца и отводили сухожильный комплекс в сторону. Определяли линию ПФС 2-го пальца стопы. Выполняли артротомию, отсекая дорзальную капсулу и боковые коллатеральные связки (рис 11Б).

Проводили резекцию головки основной фаланги 2-го пальца стопы на 3–5 мм (рисунок 12А). В центр суставной поверхности средней фаланги вводили спицу (рисунок 12Б). На спицу надевали круглый рашпиль, предварительно соединенный с рукояткой. Вращательными движениями по часовой стрелке рашпилем (при визуальном контроле) обрабатывали суставную поверхность средней фаланги таким образом, чтобы полностью убрать хрящевой покров и при этом сохранить кортикальную замыкательную пластинку (рисунок 12В).



Рисунок 12 – Интраоперационные фотографии стопы пациентки. Б, 50 лет, ИБ № 126784: А – резекция головки основной фаланги 2-го пальца стопы маятниковой пилой; Б – проведение направляющей спицы в центр суставной поверхности средней фаланги; В – удаление суставного хряща со средней фаланги 2-го пальца стопы круглым рашпилем

Если кортикальная кость замыкательной пластинки прочная и толстая, то, используя спицу, просверливали два дополнительных отверстия, латеральное и медиальное центрального, для последующего облегчения прохождения лезвия плоского рашпиля. Последний подбирали в соответствии с требуемым размером, соединяли с рукояткой и вводили в дистальную фалангу так, чтобы соединить 3 просверленных отверстия в линию, которая послужит ложем для заострённой ножки имплантата (рисунок 13).

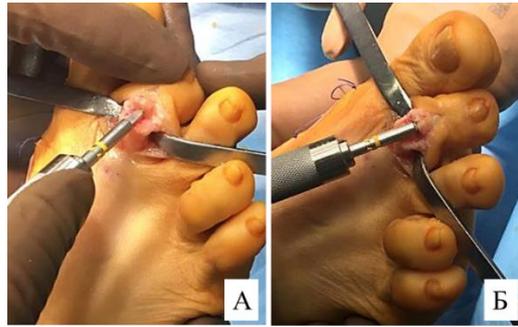


Рисунок 13 – Интраоперационные фотографии стопы пациентки Б., 50 лет, ИБ № 126784: А – установка копьевидного рашпиля на средней фаланге 2-го пальца стопы; Б – формирование ложа под заостренную ножку имплантата в средней фаланге 2-го пальца

Для подготовки проксимальной фаланги брали спицу Киршнера, 1,1 мм, с нанесенными на нее тремя метками, и вводили в центр опилов проксимальной фаланги, придерживаясь её оси (рисунок 14А).

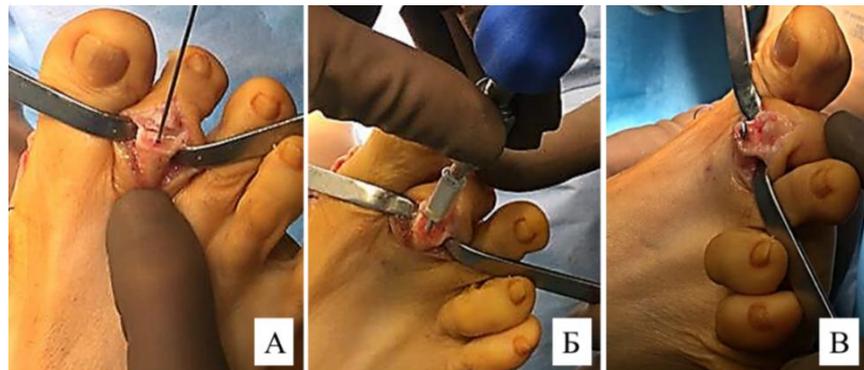


Рисунок 14 – Интраоперационные фотографии стопы пациентки Б., 50 лет, ИБ № 126784: А – определение глубины костного канала спицей с метками для подбора нужного размера имплантата; Б – установка резьбовой части имплантата в проксимальную фалангу 2-го пальца; В– внешний вид имплантата, установленного в проксимальную фалангу

Спицу вводили на максимальную глубину до отметки, не выходя за пределы кости. Расстояние от метки до кончика спицы определяет требуемую длину резьбовой части имплантата. Проводили рентген-контроль. Оценив размер компонентов имплантата, спицу удаляли. Проводник для имплантации

соединяли с имплантатом через удерживатель и в сборе вводили резьбовую часть в проксимальную фалангу с таким расчетом, чтобы после погружения в кость метка, отражающая угол наклона лезвия, была обращена кверху (рисунок 14Б и В).

После этого производили ручную дистракцию пальца и редукцию средней фаланги так, чтобы лезвие имплантата было установлено в предварительно подготовленный паз в средней фаланге (рисунок 15А). Достигали плотного контакта между суставными поверхностями проксимальной и средней фаланги (рисунок 15Б). После этого проводили ЭОП-контроль, клиническую пробу, при этом необходимыми условиями надёжной фиксации фаланг являлись отсутствие люфта, флотации, плотное прилегание обработанных поверхностей костей (рисунок 15В).

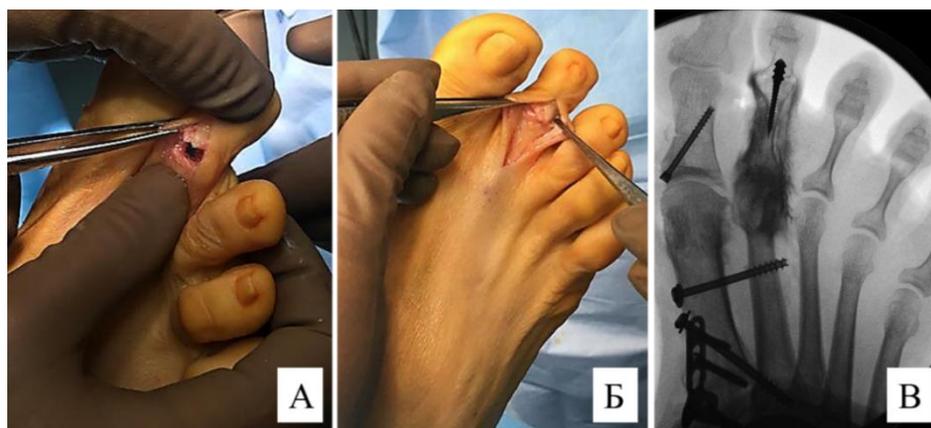


Рисунок 15 – Интраоперационные фотографии и рентгенограмма стопы пациентки Б., 50 лет, ИБ № 126784; А – ручная репозиция средней фаланги и фиксация на заостренной ножке имплантата; Б – внешний вид проксимального межфалангового сустава после его артродеза; В – контрольная рентгенограмма правой стопы в прямой проекции, определяется остаточное отклонение 2-го пальца на уровне ПФС (состояние после артрографии 2-го ПФС)

Всем пациентам проводили оценку стабильности 2-го ПФС и положения корригированного пальца. Для оценки повреждения капсулолигаментарных структур 2-го ПФС использовали артрографию. Исследование проводили в условиях чистой операционной. Пациента укладывали на спину, операционное

поле обрабатывали трехкратно кожным антисептиком. В области 2-го ПФС проводили местную анестезию методом туго ползучего инфильтрата с использованием 1,0–2,0 мл 0,5 % раствором анестетика (лидокаин, новокаин или наропин). Под прямым ЭОП-контролем инъекционную иглу вводили во 2-й ПФС через дорзально-медиальный доступ. Перед введением контрастного вещества положение иглы подтверждалось снимком ЭОП стопы в двух проекциях (рисунок 16А и Б).

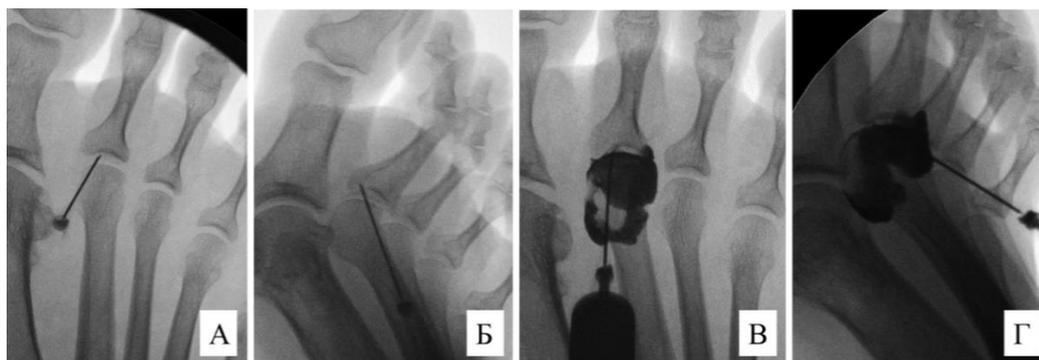


Рисунок 16 – Этапы проведения артрографии 2-го ПФС правой стопы пациентки Б., 50 лет, ИБ № 126784: А, Б – рентгенограммы правой стопы в прямой и медиальной $\frac{3}{4}$ проекциях, определяется внутрисуставное введение инъекционной иглы; В, Г – рентгенограмма правой стопы в прямой и медиальной $\frac{3}{4}$ проекциях после введения контрастного вещества, определяются признаки перерастянутой капсулы 2-го ПФС

Убедившись в правильности положения иглы, вводили контрастное вещество (раствор омнипака 300 мг йода/мл) в количестве 0,5–1,0 мл. Не удаляя иглы, проводили удаление остатков контрастного вещества с кожных покровов с целью исключения артефактов. Проводили рентгенографию сустава в двух проекциях (рисунок 16В и Г), оценку изображения анатомических образований в норме и патологии. Показанием к хирургическому лечению были перерастянность капсулы ПФС (рисунок 16В и Г) и наличие симптома вытекания (рисунок 20А и Б). Необходимо добавить, что указанные находки являлись патогномоничными симптомами тяжелого повреждения плантарной

пластинки, что является прямым показанием к ее хирургической ревизии и восстановлению.

При клинической оценке положения пальца после артрореза ПМФС интраоперационно у всех пациентов группы исследования сохранялась остаточная деформация 2-го пальца на уровне ПФС, что в сочетании с данными артрографии явилось показанием для хирургической ревизии и восстановления поврежденных структур.

Для коррекции остаточной тыльной девиации (гиперэкстензии) 2-го пальца (рисунок 17А) выполняли восстановление подошвенной пластинки ПФС, для чего производили линейный разрез по подошвенной поверхности стопы длиной 2–3 см с центром под головкой 2-й плюсневой кости с переходом на основание 2-го пальца (рисунок 17Б).

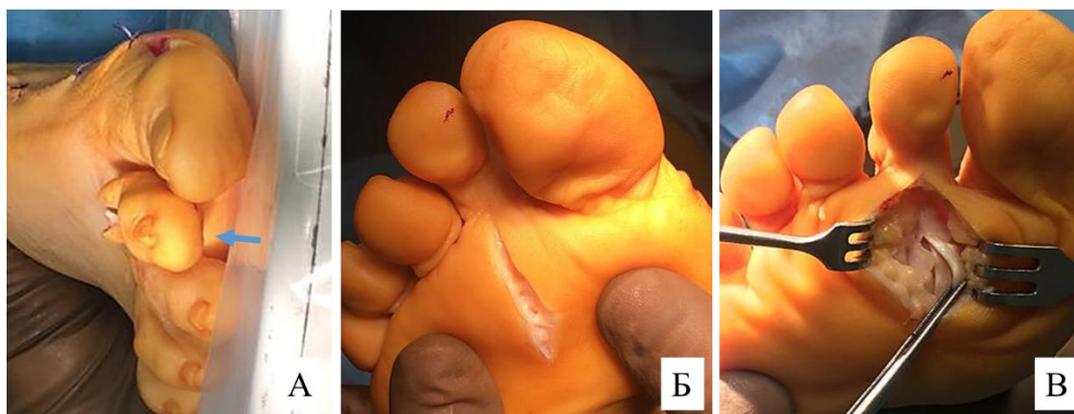


Рисунок 17 – Интраоперационная фотографии пациентки Б., 50 лет, ИБ № 126784: А – определяется остаточная тыльная девиация (гиперэкстензия) 2-го пальца, проявляющаяся отсутствием контакта подушечки пальца и поверхности опоры (синяя стрелка); Б – внешний вид кожного разреза по подошвенной поверхности над 2-м ПФС; В– внешний вид рассеченной оболочки синовиального влагалища сухожилий сгибателей 2-го пальца

Послойно рассекали кожу, подлежащие мягкие ткани. Производили продольное рассечение оболочки синовиального влагалища сухожилий длинного и короткого сгибателей пальца (рисунок 17В).

Сухожилия сгибателей 2-го пальца стопы выделяли и отводили в медиальную сторону, обнажали подошвенную пластинку, определяли тип и

локализацию ее повреждения (рисунок 18А). У пациентов, у которых гиперэкстензия сочеталась с приведением (медиальным отклонением) 2-го пальца стопы, во время ревизии сухожилия сгибателей 2-го пальца находились в медиальном подвывихе и смещались в 1-й межплюсневый промежуток. При этом освобождение сухожилий сгибателей и восстановление подошвенной пластинки позволяли достичь благоприятного положения 2-го пальца (рисунок 18В).

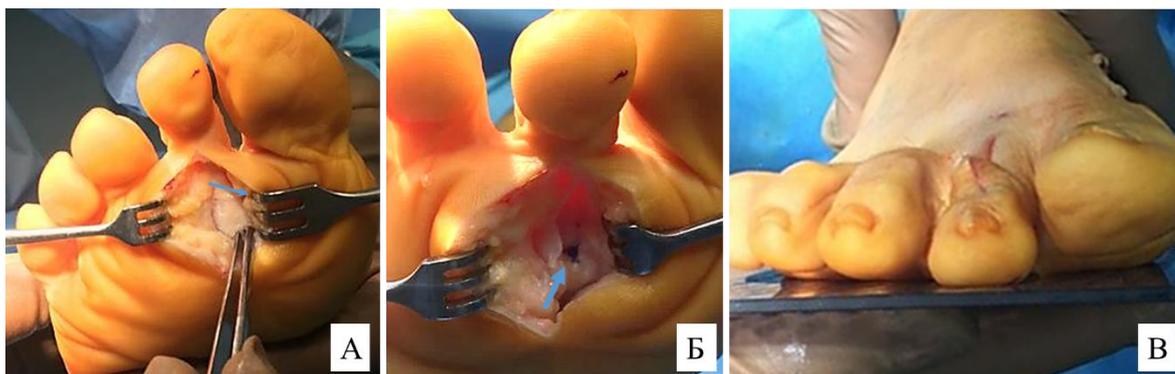


Рисунок 18 – Интраоперационные фотографии пациентки Б., 50 лет, ИБ № 126784: А – внешний вид кожного разреза по подошвенной поверхности под 2-м ПФС, сухожилия сгибателей отведены (тонкая синяя стрелка), хорошо видна плантарная пластинка (повреждение I типа – перерастяжение); Б – внешний вид восстановленной плантарной пластинки методом гофрирующего шва (синяя стрелка); В – внешний вид правой стопы, восстановление контакта 2-го пальца и поверхности опоры после восстановления подошвенной пластинки

С практической точки зрения для систематизации поражений подошвенной пластинки и определения способа ее восстановления оказалось целесообразным использование классификации Coughlin M.J., Nery C. 2009 г. (рисунок 19).

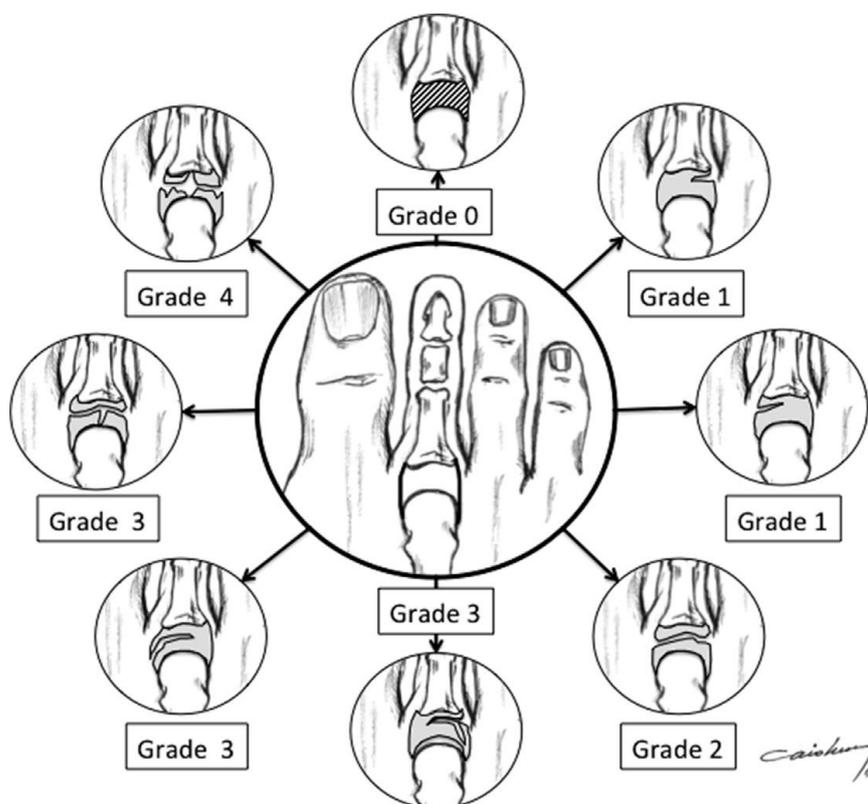


Рисунок 19 – Анатомическая классификации разрывов подошвенной пластинки малого ПФС: 0 степень – перерастяжение подошвенной пластинки; I степень – дистальный латеральный или медиальный поперечный разрыв до $< 50\%$ ширины подошвенной пластинки; II степень – полный поперечный дистальный разрыв ($> 50\text{--}100\%$) подошвенной пластинки; III степень – сочетанный поперечный и продольный разрыв подошвенной пластинки в виде цифры 7, или буквы Т, или перевернутой цифры 7; IV степень – сложный разрыв с дефектом подошвенной пластинки [209]

Восстановление подошвенной пластинки проводили одним из четырех способов в зависимости от тяжести повреждения (формирование дубликатуры (рисунок 18Б), ушивание дефекта плантарной пластинки П-образным швом с иссечением или без иссечения его краев, пластика плантарной пластинки местными тканями (рисунок 20Д), при необходимости трансоссальная фиксация подошвенной пластинки к основанию проксимальной фаланги).

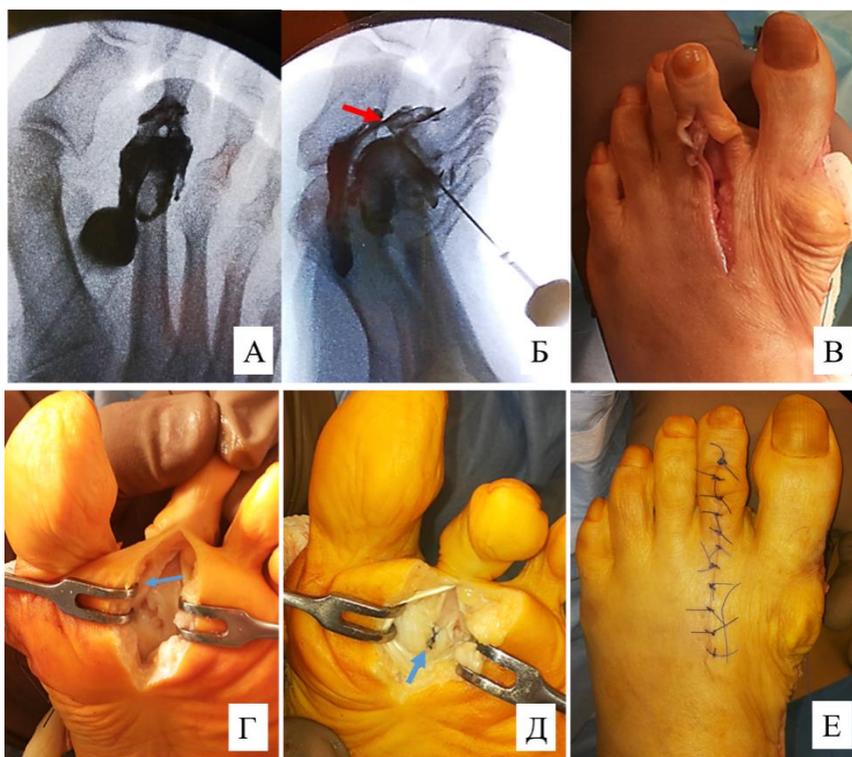


Рисунок 20 – Артрограммы и интраоперационные фотографии пациентки М., 65 лет, ИБ № 110567: А, Б – артрограммы 2-го ПФС левой стопы в прямой и медиальной $\frac{3}{4}$ проекциях, определяется симптом вытекания (красная стрелка) контрастного вещества в синовиальное влагалище сгибателей 2-го пальца стопы; В – внешний вид стопы после коррекции деформации 1-го луча и проксимального межфалангового артродеза 2-го пальца, определяется остаточная гиперэкстензия 2-го пальца; Г – внешний вид кожного разреза по подошвенной поверхности под 2-м ПФС, сухожилия сгибателей отведены (тонкая синяя стрелка), хорошо видна плантарная пластинка (повреждение III типа – комбинированный разрыв); Д – внешний вид восстановленной плантарной пластинки методом ушивания дефекта П-образным швом и пластики области дефекта оболочками синовиального влагалища сухожилий сгибателей (синяя стрелка); Е – внешний вид левой стопы после коррекции деформации

У 30 (35,3 %) пациентов – 1 (3,3 %) мужчина, 29 (96,7%) женщин, средний возраст 51 ± 7 лет, в группе исследования интраоперационно отметили

остаточную отведенную деформацию 2-го пальца стопы. У всех этих пациентов при ревизии 2-го ПФС выявлено повреждение медиальных коллатеральных связок.

Для коррекции латерального отклонения 2-го пальца стопы – остаточной отведенной деформации использовали разработанный нами способ пластики медиального капсулолигаментарного комплекса 2-го ПФС путем транспозиции сухожилия короткого разгибателя 2-го пальца стопы (патент № 2668467 РФ). При этом продлевали тыльный доступ на 1–1,5 см проксимальнее уровня ПФС. Производили релиз капсулолигаментарного аппарата 2-го ПФС на короткой латеральной стороне деформации, отсечение истинной коллатеральной связки от основания проксимальной фаланги. Короткий разгибатель выделяли на всем протяжении и отсекали в месте перехода в мышечную часть. Сухожилие проводили на медиальную поверхность через сформированный костный канал в основании проксимальной фаланги 2 мм сверлом. Затем сухожилие проводили под мягкотканым комплексом 1-го межплюсневого пространства на уровне головок плюсневых костей и в положении репозиции 2-го пальца прикрепляли к диафизу 2-й плюсневой кости трансоссальным швом (рисунок 21, 22).

Преимущества предложенного способа по сравнению с существующими заключаются в том, что при пластике медиальных капсулолигаментарных структур сухожилием короткого разгибателя пальца стопы предложенным способом учитываются особенности анатомии как истинной, так и дополнительной коллатеральной связок ПФС стопы. Так, проведение сухожилия короткого разгибателя пальцев стопы между головками плюсневых костей в подвязочном пространстве обеспечивает репонирующую тягу, и основание проксимальной фаланги смещается не только медиально, но и к подошве, а прочная фиксация к диафизу плюсневой кости осуществляет стойкое репонирующее усилие. Таким образом, коррекция остаточной отведенной деформации осуществляется как в плантарной, так и сагиттальной плоскостях и позволяет избежать описанных в литературе недостатков существующих методов пластики коллатеральных связок малого ПФС, а

именно тыльного смещения основания проксимальной фаланги и гиперэкстензии корригированного пальца в ПФС.

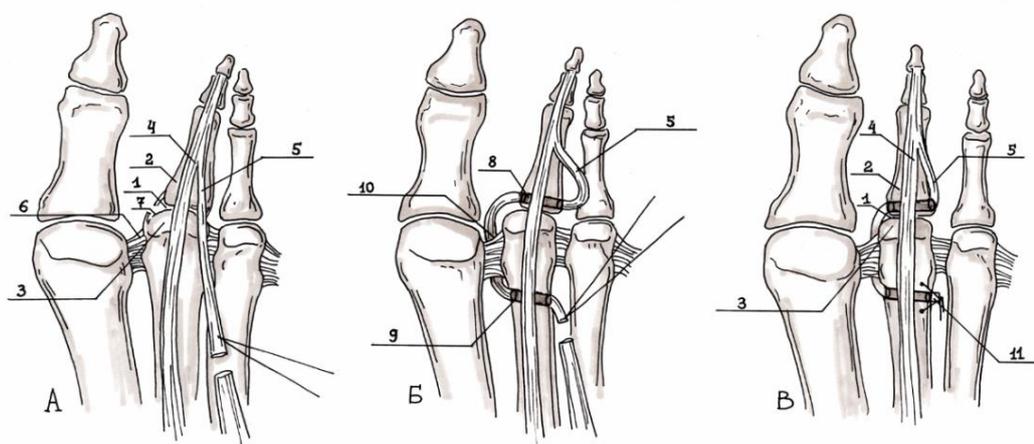


Рисунок 21 – Схема оригинальной методики формирования медиального капсулолигаментарного комплекса 2-го ПФС путем транспозиции сухожилия короткого разгибателя 2-го пальца стопы: А – схема отсечения сухожилия короткого разгибателя и формирование сухожильного аутотрансплантата; Б – схема проведения сухожильного аутотрансплантата через костные структуры и межплюсневые связки; В – схема окончательной фиксации сухожилия и коррекции 2-го пальца стопы: 1 – 2-й ПФС, 2 – проксимальная фаланга 2-го пальца стопы, 3 – головка 2-й плюсневой кости, 4 – сухожилия длинного сгибателя 2-го пальца стопы, 5 – сухожилие короткого разгибателя 2-го пальца стопы, 6 – волокна поперечной межплюсневой связки, 7 – медиальная коллатеральная связка 2-го ПФС, 8 – костный канал в основании проксимальной фаланги 2-го пальца стопы, 9 – костный канал во 2-й плюсневой кости, 10 – переброшенное сухожилие короткого разгибателя 2-го пальца стопы, 11 – трансоссальная фиксация сухожилия короткого разгибателя 2-го пальца стопы



Рисунок 22 – Интраоперационные фотографии стопы пациентки Ф., 59 лет, ИБ № 110184: А – определяется остаточная отведенная деформация 2-го пальца стопы, выполнено отсечение сухожилия короткого разгибателя 2-го пальца стопы; Б – коррекция отведенной деформации 2-го пальца стопы при тяге за аутотрансплантат сухожилия после его транспозиции; В – клинический вид стопы после коррекции деформации 1-го и 2-го луча стопы

Проводили окончательную клиническую оценку достигнутой коррекции и контрольную рентгенографию в операционной, оценивали: положение скрепляемых фаланг и имплантата, анатомическое взаимоотношение во 2-м плюснефаланговом, проксимальном и дистальном межфаланговых суставах. Снимали турникет со средней трети бедра, оценивали восстановление кровоснабжения в области оперированных пальцев. Проводили гемостаз, послойное ушивание ран. Накладывали асептическую повязку.

В послеоперационном периоде всем пациентам проводили перевязки 1 раз в 2–3 дня: у пациентов группы исследования до заживления послеоперационных ран и снятия швов (2-я–3-я недели), а у пациентов группы сравнения – до момента удаления спицы из области 2-го пальца (6-я–7-я недели), физиолечение после консультации физиотерапевта и в среднем на $5,30 \pm 1,20$ сут выписывали на амбулаторный этап лечения. Всем пациентам проводили полную разгрузку оперированной конечности, для чего на 3–4 недели накладывали заднюю гипсовую шину от головок плюсневых костей до верхней трети голени с последующим переходом к дозированной нагрузке на

передний отдел стопы – хождение в специализированной разгрузочной обуви, известной как туфля Барука. Через 6–7 недель после операции при рентгенологических признаках консолидации костей разрешали возрастающую нагрузку на оперированную ногу, проводили реабилитационное лечение до полного восстановления трудоспособности.

ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценивая результаты лечения пациентов обеих групп, можно утверждать, что коррекция 1-го луча стопы и устранение вальгусного отклонения 1-го пальца стопы является необходимым условием для освобождения пространства для возвращения вытесненного 2-го пальца в анатомическое положение после коррекции его молоткообразной деформации. Данная задача у всех пациентов группы исследования и группы сравнения была достигнута с помощью операции артродеза 1-го плюснеклиновидного сустава, с внутренней фиксацией, костной аутопластикой. Различия в результатах лечения пациентов обеих групп преимущественно связаны с различными подходами к коррекции деформации 2-го пальца стопы.

4.1 Результаты хирургического лечения пациентов методом проксимального межфалангового артродеза с трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера для коррекции деформации 2-го луча стопы

В группу сравнения вошло 85 человек – 4 (4,7 %) мужчины, 81 (95,3 %) женщина, средний возраст $59,60 \pm 6,04$. Для коррекции фиксированной молоткообразной деформации 2-го пальца стопы всем пациентам проведен проксимальный межфаланговый артродез с трансартикулярной фиксацией 2-го пальца стопы спицей Киршнера.

4.1.1 Оценка клинических результатов лечения пациентов в группе сравнения

Проведен анализ динамики клинических данных 85 (100 %) пациентов группы сравнения, окончательная оценка клинических исходов лечения выполнена через 1 год после операции (таблица 2).

Таблица 2 – Клинические результаты лечения пациентов в группе сравнения (n = 85)

Параметры	До операции	Через 12 мес. после операции	Статистическая значимость (p)
Наличие гиперкератозов в области 2-го луча стопы, n (%)	83 (97,6)	17 (20,0)	< 0,001
Наличие экзостоза головки 1-й плюсневой кости, n (%)	85 (100)	4 (4,70)	< 0,001
Величина вальгусного отклонения 1-го пальца (M±SD)	38,60 ± 5,30°	7,20 ± 2,96°	< 0,001
Величина плюснефалангового угла 2-го луча стопы в сагиттальной плоскости (M±SD)	44,80 ± 9,63°	27,80 ± 4,64°	< 0,001
Величина проксимального межфалангового угла 2-го пальца в сагиттальной плоскости (M±SD)	60,20 ± 14,51°	5,00 ± 1,84°	< 0,001
Объем пассивных движений во 2-м ПФС (M±SD)	48,80 ± 7,60°	47,30 ± 3,26°	0,088
Объем активных движений во 2-м ПФС (M±SD)	28,90 ± 6,70°	27,50 ± 2,66°	0,071
Положительный тест удержания бумажной полоски, n (%)	81 (94,3)	29 (34,1)	<0,001
Степень нестабильности 2-го ПФС, n (%)			
0	0	14 (16,5)	<0,001
I	12 (14,1)	34 (40,0)	<0,001
II	35 (41,2)	34 (40,0)	<0,001
III	27 (31,8)	3 (3,5)	<0,001
IV	11 (12,9)	0	<0,001

При оценке тяжести деформации 1-го луча стопы до операции у 3 (3,5 %) пациентов отметили умеренную степень *hallux valgus*, а в остальных 82 (96,5 %) случаях – тяжелую. У всех 85 пациентов определили экзостоз области головки 1-й плюсневой кости, при этом в 7 (8,24 %) случаях он сопровождался наличием серозного бурсита. Через 1 год после хирургической коррекции

hallux valgus достигнуты хорошие результаты у большинства пациентов, а рецидив вальгусной деформации 1-го пальца стопы отметили у 2 (3,5 %) пациентов.

При оценке деформации 2-го луча стопы, согласно классификации Американской ассоциации хирургии стопы и голеностопного сустава, у всех 85 (100 %) пациентов выявили его молоткообразную деформацию. При этом у 50 (58,8 %) пациентов отметили многоплоскостной характер деформации 2-го пальца стопы. Медиальное отклонение 2-го пальца встретили в 22 (25,9 %) случаях (перекрещенная деформация – 17 (20,0 %) и подлежащая – 5 (5,9 %) пациентов). Латеральное отклонение 2-го пальца стопы встречалось у 28 (32,9 %) больных, что подтверждено и рентгенологическими данными (таблица 3). Тыльный вывих 2-го пальца стопы встретили у 11 (12,9 %) пациентов. Болезненные гиперкератозы на вершинах деформации 2-го луча стопы обнаружили у 83 (97,6%) пациентов, при этом под головкой 2-й плюсневой кости гиперкератоз у 72 (84,7 %), над проксимальным межфаланговым суставом у 83 (97,6 %) и на подушечки пальца у 3 (3,53 %) пациентов. Согласно классификации молоткообразной деформации пальцев стопы М. И. Куслика, отметили II степень деформации у 68 (80,0 %) пациентов и III степень – у 17 (20,0 %) больных. При проведении push-up теста у всех 85 (100 %) деформацию определили как фиксированную. Тест на удержание бумажной полоски был положительным у 81 (94,3 %) пациента. При проведении теста выдвижного ящика Лахмана по классификации Hamilton – Thompson нестабильность 2-го ПФС I степени выявили у 12 (14,1 %), II– у 35 (41,2 %), III – 27 (31,8 %) и IV– у 11 (12,9 %) больных. При измерении гониометром средняя величина 2-го плюснефалангового угла в сагиттальной плоскости составила $44,80 \pm 9,63^\circ$ тыльного разгибания 2-го пальца, проксимального межфалангового угла 2-го пальца в сагиттальной плоскости $61,70 \pm 14,53^\circ$ подошвенного сгибания. Объем пассивных движений во 2-м ПФС составил $48,80 \pm 7,60^\circ$, а активных – $28,9 \pm 6,70^\circ$.

Оценка клинических результатов через 1 год после операции продемонстрировала уменьшение основных жалоб пациентов на болезненные кератозы на тыле 2-го пальца и под головкой 2-й плюсневой кости. Однако у 17 (20,0 %) пациентов отмечены рецидивы их появления, которые сопутствовали рецидивам деформации 2-го пальца стопы, и нестабильность 2-го ПФС. Так, из 85 (100%) пациентов группы сравнения у 13 (15,3 %) отметили остаточные или рецидивные деформации 2-го луча стопы. Деформация на уровне ПМФС сохранялась только у 9 (10,6 %) пациентов: в 3 (3,5 %) случаях остаточная молоткообразная и в 6 (7,0 %) – ротационная деформация средней и ногтевой фаланг. Деформацию на уровне ПФС определили в 13 (15,3%) случаях: сохранялось латеральное отклонение – остаточная отведенная деформация 2-го пальца стопы, в 9 (10,6 %) случаях она сочеталась с гиперэкстензией в ПФС. Остаточные деформации сопровождались наличием гиперкератоза под головкой 2-й плюсневой кости у 17 (20,0 %) пациентов, над проксимальным межфаланговым суставом – у 3 (3,5 %) и на подушечки пальца – у 4 (4,7 %). При оценке опорной функции 2-го пальца стопы в послеоперационном периоде продемонстрировал свою ценность тест удержания бумажной полоски. Так, только у 56 (65,9%) пациентов через 1 год после операции отмечена хорошая опорная функция 2-го пальца, тест был отрицательным. Нестабильность 2-го ПФС сохранялась у 71 (84,5 %) пациента: I степень – у 34 (40,0 %), II – у 34 (40,0 %), III – у 3 (3,5%). Рецидивов вывиха у пациентов выявлено не было. При измерении гониометром средняя величина 2-го плюснефалангового угла в сагиттальной плоскости составила $27,80 \pm 4,64^\circ$ разгибания, проксимального межфалангового угла 2-го пальца в сагиттальной плоскости – $5,00 \pm 1,84^\circ$ сгибания. Объем пассивных движений во 2-м ПФС составил $47,30 \pm 3,26^\circ$, активных – $27,50 \pm 2,66^\circ$ (таблица 2).

4.1.2 Оценка рентгенологических данных у пациентов группы сравнения

Для подтверждения клинических результатов лечения пациентов группы сравнения использовался рентгенологический метод (таблица 3). Отмечено, что

динамика рентгенологических данных в основном соответствовала динамике клинических показателей. У всех пациентов отмечена статистически значимая коррекция вальгусного отклонения 1-го плюснеклиновидного сустава и варусного отклонения 1-й плюсневой кости, за исключением двух, у которых выявлена остаточная вальгусная деформация 1-го плюснеклиновидного сустава с величиной углов M1P1 до 19° . Рецидив деформации наступил в результате несостоятельности костного блока 1-го плюснеклиновидного сустава, сопровождающейся переломом металлоконструкций, что подтверждено рентгенологически. Однако при окончательной оценке исходов лечения через 1 год после операции средняя величина M1P1 уменьшилась до $8,00 \pm 2,98^\circ$ ($p < 0,001$), а M1M2 – до $5,00 \pm 1,75^\circ$ ($p < 0,001$). У 4 (4,70 %) пациентов с клиническими проявлениями экзостоза в области головки 1-й плюсневой кости отметили прогрессию деформирующего остеоартроза 1-го ПФС (таблица 3).

При рентгенологической оценке деформации 2-го луча стопы мы отметили рентгенологические признаки, подтверждающие недопустимо высокое количество остаточных и рецидивных деформаций, что подтверждается динамикой изменений основных показателей молоткообразной деформации 2-го пальца стопы. Рецидив молоткообразной деформации отметили у 3 (3,5 %) пациентов, при этом у всех пациентов определили несращение в зоне проксимального межфалангового артродеза. В 6 (7,0 %) случаях определили остаточную ротационную деформацию средней и ногтевой фаланг 2-го пальца. Показательно, что величины 2-го плюснефалангового угла и проксимального межфалангового в сагиттальной плоскости составили $28,70 \pm 4,56^\circ$ и $5,00 \pm 1,84^\circ$ соответственно.

Таблица 3 – Динамика рентгенологических изменений в группе сравнения (M±SD)

Параметры	До операции	Через 12 мес. после операции	Статистическая значимость (p)
Прямая проекция			
1-й плюснефаланговый угол (M1P1)	41,20 ± 5,62°	8,00 ± 2,98°	<0,001
1-й межплюсневый угол (M1M2)	18,00 ± 2,04°	5,00 ± 1,75°	< 0,001
Величина отведенной деформации 2-го ПФС	13,30 ± 4,51° (n = 28)	17,50 ± 7,18° (n = 13)	0,008
Величина угла приведенной деформации 2-го ПФС	17,50 ± 4,51° (n = 22)	12,25 ± 1,50° (n = 4)	0,034
Боковая проекция			
Величина плюснефалангового угла 2-го луча стопы в сагиттальной плоскости	44,80 ± 9,63°	28,70 ± 4,56°	<0,001
Величина проксимального межфалангового угла 2-го пальца в сагиттальной плоскости	61,70 ± 14,53°	5,00 ± 1,84°	<0,001
Наличие вывиха 2-го ПФС	11 (12,9%)	0	< 0,001

Характерным для группы сравнения был факт полной коррекции деформации 2-го пальца во время операции и возникновение в недопустимо большом количестве случаев частичного (иногда полного) рецидива деформации 2-го пальца стопы после удаления спицы в послеоперационном периоде. Наиболее часто, в 13 (15,3 %) случаях, мы отметили остаточную отведенную деформацию 2-го пальца стопы.

4.1.3 Оценка функциональных результатов лечения пациентов в группе сравнения

Анализ клинических и рентгенологических изменений в послеоперационном периоде у пациентов группы сравнения выявил их соответствие функциональным результатам, что подтверждено восстановлением функциональных показателей и уменьшением болевого синдрома за счет купирования болезненного конфликта вершин деформации при ее коррекции (таблица 4).

Таблица 4– Динамика функциональных результатов лечения пациентов в группе сравнения (n = 85)

Параметры	До операции	Через 12 мес. после операции	Статистическая значимость (p)
ВАШ, баллы (M±SD)	5,70 ± 1,50	1,90 ± 1,27	< 0,001
АOFAS, баллы (M±SD)	28,50 ± 3,72	70,70 ± 10,64	< 0,001
Функциональный результат по АOFAS, n (%)			
Отличный	0 (0)	0 (0)	-
Хороший	0 (0)	54 (63,5)	< 0,001
Удовлетворительный	0 (0)	26 (30,6)	< 0,001
Плохой	85 (100)	5 (5,9)	< 0,001

Болевой синдром в области 2-го луча стопы, согласно ВАШ, в среднем сохранялся на уровне $1,90 \pm 1,27$ баллов и зависел от наличия и степени

остаточной или рецидивной деформации и формирования болезненных конфликтов ее вершин с компонентами обуви. Функциональную оценку результатов лечения переднего отдела стопы проводили по шкале AOFAS (приложение 3). При этом оценивали возможность ношения стандартной обуви и подчеркивали необходимость дополнительных ортопедических изделий. Так, через 1 год после оперативного лечения оценка результатов по шкале AOFAS продемонстрировала улучшение показателей, а среднее количество баллов достоверно увеличилось с $28,50 \pm 3,73$ до $70,70 \pm 10,64$, но только у 54 (83.5 %) пациентов отмечены хорошие результаты лечения.

4.1.4.Итоговая оценка результатов лечения пациентов в группе сравнения

Окончательные результаты клинических, рентгенологических и функциональных исследований сведены для итоговой оценки и представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Итоговая оценка результатов хирургического лечения через 12 мес. после операции в группе сравнения, n (%)

Результат хирургического лечения через 12 месяцев после операции	n(%)
Хороший	56 (65,9)
Удовлетворительный	16 (18,8)
Неудовлетворительный	13 (15,3)
Итого	85 (100)

В ограниченном количестве наблюдений остаточные деформации 2-го пальца стопы не вызывали болевых ощущений и функциональных нарушений. Тем не менее наличие остаточной деформации 2-го пальца стопы оценивалась как неудовлетворительный результат, в том числе по причине грубого косметического дефекта (рисунок 23).



Рисунок 23 – Клинический пример пациентки О., 1954 г. р., ИБ № 96764:

А, Б, В – клинический картина и рентгенограмма правой стопы в прямой и боковой проекциях до операции, определяется *hallux valgus* III степени, молоткообразная деформация 2-го пальца стопы; Г – интраоперационный рентген-контроль правой стопы, после корригирующего артродеза 1-го плюснеклиновидного сустава, внутренней фиксации и проксимального межфалангового артродеза 2-го пальца с трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера;

Д, Е, Ж – контрольная рентгенограмма и клиническая картина правой стопы через 1 год после операции, определяется остаточная деформация 2-го пальца правой стопы, результат неудовлетворительный; И – интраоперационная фотография разрыва подошвенной пластинки 2-го ПФС; К – клинический вид стопы через 3 мес. после шва подошвенной пластинки ПФС и транспозиции сухожилия короткого разгибателя 2-го пальца стопы оригинальным способом, результат хороший

Итоговая оценка хирургического лечения пациентов группы сравнения показала, что традиционный метод проксимального межфалангового артродеза с трансартикулярной фиксацией спицей Киршнера сопровождается высоким количеством неудовлетворительных результатов (13 (15,3%)).

4.2 Результаты хирургического лечения пациентов методом проксимального межфалангового артрореза с фиксацией интрамедуллярным имплантатом в сочетании с капсулолигаментопластикой 2-го плюснефалангового сустава

В группу исследования вошло 85 человек – 3 (3,5 %) мужчины, 82 (96,5 %) женщины, средний возраст $57,3 \pm 8,7$, которым для коррекции фиксированной молоткообразной деформации 2-го пальца стопы выполняли проксимальный межфаланговый артрорез с интрамедуллярной фиксацией металлическим имплантатом в сочетании с капсулолигаментопластикой 2-го ПФС.

4.2.1 Оценка клинических результатов лечения пациентов в группе исследования

Изучена динамика изменений клинических данных у всех пациентов группы исследования, окончательная оценка клинических исходов лечения проведена через 1 год после операции. При анализе степени деформации 1-го луча стопы до операции у 2 (2,4 %) пациентов отметили умеренный *hallux valgus*, а в остальных 83 (97,6 %) случаях – тяжелый. У всех 85 (100 %) пациентов определили экзостоз области головки 1-й плюсневой кости, который в 13 (15,3 %) случаях сопровождался наличием серозного бурсита. Через 1 год после хирургической коррекции *hallux valgus* рецидив деформации отметили только у 1 (1,2 %) пациента, а в большинстве случаев достигнуты хорошие результаты коррекции *hallux valgus*.

При оценке фиксированной молоткообразной деформации 2-го пальца стопы у 48 (56,5 %) пациентов отметили ее многоплоскостной характер. Медиальное отклонение 2-го пальца выявлено в 26 (30,6 %) случаях (перекрещенная деформация – 19 (22,4 %) и подлежащая – 7 (8,2 %) пациентов). Латеральное отклонение 2-го пальца стопы – у 22 (25,7 %) больных. Гиперкератозы на вершинах деформации 2-го луча стопы обнаружили у всех пациентов, при этом под головкой 2-й плюсневой кости гиперкератоз

выявлен у 70 (82,4 %), над проксимальным межфаланговым суставом – у 83 (97,64 %) и на подушечке пальца – у 8 (9,4 %) пациентов. Болезненность в области гиперкератозов отмечена только у 79 (92,9 %) пациентов (таблица 6).

Таблица 6 – Клинические результаты обследования пациентов группы исследования (n = 85)

Параметры	До операции	Через 12 мес. после операции	Статистическая значимость (p)
Наличие гиперкератозов в области 2-го луча стопы, n (%)	79 (92,9)	3 (3,6)	<0,001
Наличие экзостоза головки 1-й плюсневой кости, n (%)	85 (100)	2 (2,4)	<0,001
Величина вальгусного отклонения 1-го пальца (M±SD)	38,50 ± 5,40	6,90 ± 2,29	<0,001
Величина плюснефалангового угла 2-го луча стопы в сагиттальной плоскости (M±SD)	48,00 ± 10,51°	17,10 ± 5,24°	<0,001
Величина проксимального межфалангового угла 2-го пальца в сагиттальной плоскости (M±SD)	60,20 ± 14,51°	9,30 ± 2,23	<0,001
Объем пассивных движений во 2-м ПФС (M±SD)	50,20 ± 7,30°	47,20 ± 2,84°	< 0,001
Объем активных движений во 2-м ПФС (M±SD)	28,70 ± 7,12°	31,80 ± 2,45°	< 0,001
Положительный тест удержания бумажной полоски, n (%)	83 (97,64)	15 (17,90)	0,001
Степень нестабильности 2-го ПФС, n (%)			
0	0	39 (45,9)	< 0,001
I	10 (11,9)	40 (47,1)	< 0,001
II	35 (41,7)	5 (5,9)	< 0,001
III	29 (34,5)	0	< 0,001
IV	10 (11,9)	0	0,001

При проведении push-up теста у всех 85 (100 %) пациентов деформацию определили как фиксированную. Тест удержания бумажной полоски был отрицательным у 83 (97,64 %) пациентов. Согласно классификации

молоткообразной деформации пальцев стопы М.И. Куслика, отметили II степень деформации у 64 (75,3 %) и III степень – у 21 (24,7 %) пациента. При этом клиническую нестабильность 2-го ПФС той или иной степени выявили у всех 85 (100 %) пациентов. Так, нестабильность 2-го ПФС I степени выявили у 10 (11,9%), II степени – у 35 (41,7%), III – у 29 (34,5%) и IV степени – у 10 (11,9%) больных. При измерении гониометром средняя величина 2-го плюснефалангового угла в сагиттальной плоскости составила $48,0 \pm 9,83^\circ$ тыльного разгибания, проксимального межфалангового угла 2-го пальца в сагиттальной плоскости – $60,2 \pm 14,51^\circ$ подошвенного сгибания. Объем пассивных движений во 2-м ПФС составил $50,20 \pm 7,30^\circ$, активных – $28,7 \pm 7,12^\circ$ (таблица 6).

Результаты через 1 год после операции в группе исследования продемонстрировали значительную положительную динамику коррекции деформации 2-го луча стопы. Заметно снизилось количество жалоб на наличие болезненных гиперкератозов, которые сохранялись лишь у 3 (3,6 %) пациентов. Остаточные или рецидивные деформации 2-го пальца стопы выявили только у 5 (5,9 %) пациентов. У 4 (4,7 %) больных отметили остаточную отведенную деформацию 2-го пальца стопы, которая в 2 (2,4 %) случаях сочеталась с гиперэкстензией 2-го пальца. Отметили 1 (1,2 %) случай рецидива молоткообразной деформации, который был связан с несращением в зоне артродеза, обусловленным нарушением техники установки имплантата с избыточным подошвенным отклонением средней фаланги 2-го пальца интраоперационно. При определении опорной функции 2-го пальца стопы через 1 год после операции тест удержания бумажной полоски был положительным только у 69 (82,1%) пациентов. Нестабильность 2-го ПФС выявили у 45 (53 %) пациентов, при этом преимущественно I степень – 40 (47,1 %) человек. Нестабильности 2-го ПФС III и IV степеней спустя 1 год после операции не выявлено ни у одного пациента. При измерении гониометром средняя величина 2-го плюснефалангового угла в сагиттальной плоскости уменьшилась до $27,80 \pm 4,64^\circ$ разгибания, а проксимального межфалангового угла 2-го пальца в

сагиттальной плоскости до $9,30 \pm 2,23^\circ$ сгибания. Объем пассивных движений во 2-м ПФС составил $47,20 \pm 2,84^\circ$, активных $31,80 \pm 2,45^\circ$ (таблица 6).

Таким образом, отмечен ряд факторов, положительно влияющих на окончательный результат, одним из которых было восстановление поврежденного капсулолигаментарного аппарата 2-го ПФС. Всем пациентам группы исследования проводили операцию восстановления подошвенной пластинки 2-го ПФС, по показаниям – пластику медиального капсулолигаментарного комплекса 2-го ПФС для коррекции латерального отклонения 2-го пальца стопы. Показанием для ревизии и восстановления плантарной пластинки были клинические признаки ее разрыва (положительный тест Лахмана и т.д.). Важным диагностическим приемом, определяющим наличие разрыва, было МРТ-исследование 2-го ПФС, абсолютным подтверждением – артрография 2-го ПФС.

При ревизии капсулолигаментарного аппарата 2-го ПФС у всех пациентов группы исследования выявлены повреждения подошвенной пластинки. Преобладал 3-й тип ее разрыва, реже – 2-й, 1-й, нулевой и наиболее редко – 4-й. Мы не выявили достоверной корреляционной связи между степенью нестабильности 2-го ПФС и тяжестью повреждения подошвенной пластинки. Таким образом, даже при нестабильности I степени выявлено повреждение подошвенной пластинки с дефектом 4-го типа и, наоборот, 1 случай вывиха молоткообразно деформированного 2-го пальца с повреждением подошвенной пластинки нулевого типа.

4.2.2 Оценка рентгенологических данных у пациентов в группе исследования

Динамика изменений клинической картины и преимуществ методов хирургической коррекции деформации 2-го луча, позволивших уменьшить количество осложнений хирургического лечения в группе исследования, проявилась в улучшении рентгенологических данных (таблица 7).

Таблица 7 – Динамика рентгенологических изменений в группе исследования, n = 85 (M±SD)

Параметры	До операции	Через 12 мес. после операции	Статистическая значимость (p)
Прямая проекция			
1-й плюснефаланговый угол (M1P1)	41,70 ± 5,59°	7,60 ± 2,57°	<0,001
1-й межплюсневый угол (M1M2)	18,30 ± 2,42°	4,90 ± 1,68°	<0,001
Отведенная деформация 2-го ПФС (n = 67)	15,90 ± 3,85° (n = 26)	20,20 ± 8,80° (n = 6)	0,292
Угол приведенной деформации 2-го ПФС	16,10 ± 3,89° (n = 22)	10,0° (n = 1)	0,138
Боковая проекция			
2-й ПФС (M2P1 L)	46,60 ± 10,37°	17,30 ± 5,34°	<0,001
Проксимальный межфаланговый угол (P1P2 L)	62,20 ± 18,15°	9,60 ± 2,23°	0,006
Наличие вывиха 2-го ПФС, n (%)	9 (10,6)	0	<0,001

Несращение в зоне артродеза 1-го плюснеклиновидного сустава и рецидив деформации 1-го луча стопы отметили у одного пациента. У остальных 84 (98,8 %) пациентов сохранялась коррекция *hallux valgus* через 1 год после операции. При оценке динамики основных рентгенологических показателей молоткообразной деформации 2-го пальца стопы отметили достоверное изменение величины плюснефалангового и проксимального межфалангового углов в боковой проекции. По оценке рентгенологических признаков консолидации зоны артродеза проксимального межфалангового сустава 2-го пальца стопы через 1 год после операции, костное сращение было достигнуто у большинства – у 73 (86,9 %) пациентов. Признаки несращения отметили у 3 (3,6 %) пациентов, у одной пациентки несостоятельность костного блока сопровождалась рецидивом молоткообразной деформации. Применение интрамедуллярного фиксатора у пациентов в группе исследования позволило

избежать травматизации смежных суставов за счет отказа от трансартикулярной фиксации спицей Киршнера.

4.2.3 Оценка функциональных результатов лечения пациентов в группе исследования

На фоне клинических и рентгенологических изменений в послеоперационном периоде у пациентов группы исследования отмечено значимое улучшение функциональных показателей и уменьшение болевого синдрома (таблица 8).

Таблица 8 – Динамика функциональных результатов у пациентов группы исследования (n = 85)

Параметры	До операции	Через 12 мес. после операции	Статистическая значимость (p)
ВАШ, баллы (M±SD)	5,50 ± 1,52	0,60 ± 0,72	< 0,0001
АOFAS, баллы (M±SD)	28,80 ± 4,50	85,10 ± 9,52	< 0,0001
Функциональный результат по АOFAS, n (%)			
Отличный	0	1 (1,2)	1,000
Хороший	0	76 (89,4)	< 0,0001
удовлетворительный	0	6 (7,1)	0,029
Плохой	85 (100)	2 (2,4)	< 0,0001

Так, болевой синдром в области 2-го луча стопы, согласно ВАШ, достоверно снизился с $5,50 \pm 1,50$ до $0,60 \pm 0,72$ баллов (таблица 8). Оценка болевого синдрома, степени ограничения активности пациентов, возможности ношения стандартной обуви, необходимости дополнительных ортопедических изделий, наличия гиперкератозов, объема движений суставов и опороспособности 2-го пальца стопы, согласно шкале AOFAS для переднего отдела стопы, через 1 год после оперативного лечения продемонстрировала значимое улучшение показателей, а среднее количество баллов достоверно увеличилось с $28,80 \pm 4,50$ до $85,10 \pm 9,52$. Практически у 90 % пациентов отмечены хорошие результаты лечения (таблица 8).

4.2.4 Итоговая оценка результатов лечения пациентов в группе исследования

Итоговые результаты клинических, рентгенологических и функциональных исследований представлены в таблице 9. В ограниченном количестве наблюдений остаточные деформации 2-го пальца стопы не вызывали болевых ощущений и функциональных нарушений. Тем не менее наличие остаточной деформации 2-го пальца стопы оценивалась как неудовлетворительный результат, в том числе по причине косметического дефекта.

Таблица 9 – Итоговая оценка результатов хирургического лечения через 12 мес. после операции в группе исследования (n = 85).

Результат хирургического лечения через 12 месяцев после операции	n(%)
Хороший	71 (83,5 %)
Удовлетворительный	9 (10,6 %)
Неудовлетворительный	5 (5,9 %)
Итого	85 (100)

Итоговая оценка хирургического лечения пациентов группы сравнения показала, что предложенная методика проксимального межфалангового артродеза с фиксацией интрамедуллярным имплантатом сопровождается высоким количеством хороших результатов (71 (83,5 %)) (рисунок 24).

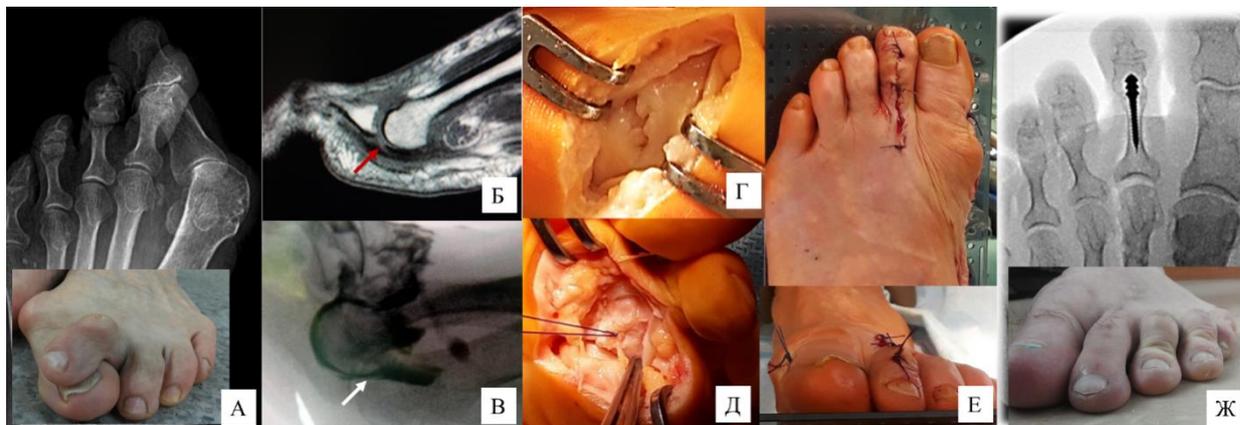


Рисунок 24 – Клинический пример пациентки К., 1959 г. р., ИБ № 97123:

А – клиническая картина и рентгенограмма левой стопы в прямой проекции до операции, определяется *hallux valgus* III степени, скрещенная молоткообразная деформация 2-го пальца стопы; Б – на МРТ 2-го ПФС определяется разрыв подошвенной пластинки (красная стрелка); В – артрограмма 2-го ПФС, определяется симптом вытекания контрастного вещества (белая стрелка); Г – интраоперационная фотография разрыва подошвенной пластинки 2-го ПФС; Д – интраоперационная фотография шва подошвенной пластики 2-го ПФС; Е – клинический вид стопы сразу после операции; Ж – клинический вид и рентгенограмма левой стопы через 1 год после операции, сохраняется удовлетворительная коррекция деформации 2-го пальца, результат хороший.

Необходимо отметить, что применение оригинального способа транспозиции сухожилия короткого разгибателя 2-го пальца стопы в качестве пластики медиальных стабилизаторов 2-го ПФС при коррекции остаточной отведенной деформации 2-го пальца позволило улучшить результаты хирургического лечения у пациентов группы сравнения через 1 год после операции.

4.3 Осложнения хирургического лечения пациентов в обеих группах

В обеих группах зафиксированы осложнения двух основных типов: как результат хирургической агрессии и как результат применяемого хирургического способа. Структура осложнений представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Структура осложнений хирургического лечения пациентов в обеих группах

Параметры	Группа исследования, n (%)	Группа сравнения, n (%)	Статистическая значимость (p)
Отсутствие контакта подушечки 2-го пальца с поверхностью опоры	8 (6,8)	28 (32,9)	< 0,001
Болезненные подошвенные послеоперационные рубцы	3 (3,5)	–	0,246
Прогрессирование деформирующего остеоартроза смежных суставов	–	5 (5,9)	0,059
Рецидивные или остаточные деформации 2-го луча стопы			
Количество пациентов	5 (5,9)	13 (15,3)	0,079
Рецидив молоткообразной деформации	1 (1,2)	3 (3,6)	0,368
Остаточная ротационная деформация 2-го пальца стопы	–	6 (7,1)	0,029
Остаточная отведенная деформация 2-го пальца стопы	4 (4,7)	13 (15,3)	0,046
Остаточная гиперэкстензия 2-го пальца стопы	2 (2,4)	9 (10,6)	0,057
Несостоятельность металлоконструкций			
миграция	2 (2,4)	9 (10,6)	0,057
перелом	–	2 (2,4)	0,497
Инфекция области хирургического вмешательства			
поверхностная	1 (1,2)	4 (4,7)	0,368
глубокая	1 (1,2)	2 (2,4)	0,621

Наиболее частым осложнением хирургического лечения, оказавшим влияние на клинический результат, было наличие остаточной или рецидивной деформации 2-го пальца стопы. Так, остаточные или рецидивные деформации 2-го луча стопы выявлены у 13 (15,3%) пациентов группы сравнения и только у 5 (5,9 %) пациентов группы исследования. При этом у пациентов группы исследования не выявлено ни одного случая ротационной деформации средней и ногтевой фаланг 2-го пальца стопы. Рецидив молоткообразной деформации выявлен у 3 (3,5 %) пациентов группы сравнения и у 1 (1,2%) в группе исследования. Все случаи рецидива молоткообразной деформации у пациентов обеих групп связаны с несращением в зоне артродеза ПМФС. Наиболее часто как в группе сравнения, так и в группе исследования выявлена остаточная деформация на уровне ПФС. Так, у 13 (15,3%) пациентов группы сравнения сохранялось латеральное отклонение – остаточная отведенная деформация 2-го пальца стопы, в 9 (10,6 %) случаях сочетавшаяся с гиперэкстензией в ПФС. В группе исследования отметили достоверное ($P = 0,046$) снижение до 4 (4,7 %) случаев остаточной отведенной деформации 2-го пальца стопы, которая у 2 (2,4%) пациентов сочеталась с гиперэкстензией 2-го пальца. Меньшее количество остаточных и отведенных деформаций 2-го луча стопы в группе исследования мы связываем с более надежной фиксацией скрепляемых фаланг интрамедуллярным имплантатом. Отмечена тенденция к снижению рисков миграции данной конструкции в 4,5 раза по сравнению со спицей Киршнера, не выявлено ни одного случая его повреждения. Необходимо также отметить тенденцию к 4-кратному снижению количества случаев поверхностной инфекции в области 2-го пальца стопы, что обусловлено отказом от трансартикулярной фиксации в пользу интрамедуллярной и отсутствием выступающей на кожу металлической конструкции. Помимо этого, у 5 (5,9 %) пациентов отмечена прогрессия деформирующего остеоартроза на уровне 2-го ПФС, что, вероятно, обусловлено его повреждением при трансартикулярном проведении спицы. Специфичным осложнением у пациентов группы

исследования было наличие болезненного послеоперационного рубца под головкой 2-й плюсневой кости, которое выявлено в 3 (3,5 %) случаях.

4.4 Сравнительная оценка результатов хирургического лечения пациентов обеих групп

При сравнительной оценке результатов хирургического лечения пациентов обеих групп отмечено, что артродез 1-го плюснеклиновидного сустава с внутренней фиксацией является хорошим методом коррекции деформации 1-го луча, что позволяет освободить пространство для редукции 2-го пальца стопы. Достоверных различий в показателях коррекции *hallux valgus* не отмечено, основные различия в результатах лечения исследуемых пациентов связаны с результатами хирургического лечения деформации 2-го луча стопы. Несомненным преимуществом оказалось использование интрамедуллярного имплантата для проксимального межфалангового артродеза 2-го пальца стопы в сочетании с восстановлением поврежденных капсулолигаментарных структур 2-го ПФС, что позволило отказаться от трансартикулярной фиксации спицей и избежать связанных с ней недостатков. Восстановление морфологического субстрата повреждения в сочетании с сохранением поверхностей смежных суставов обеспечило благоприятные условия и лучшие результаты лечения пациентов в группе исследования. Восстановление поврежденных стабилизаторов ПФС при капсулолигаментопластике имело положительный эффект в виде улучшения стабилизации пальца и снижения количества остаточных деформаций в группе исследования (таблица 10). Шов подошвенной пластинки позволил достоверно улучшить показатели стабильности ПФС в сагиттальной плоскости, а коррекция остаточной отведенной деформации 2-го пальца у ряда пациентов, дополнительная стабилизация медиального капсулолигаментарного комплекса 2-го ПФС оригинальным способом продемонстрировали хорошие результаты.

В группе исследования отмечено значительно меньшее количество гиперкератозов в области 2-го луча стопы через 1 год после операции,

что, вероятно, обусловлено более физиологичным взаимоотношением консолидированных фаланг и стабильностью ПФС. Проксимальный межфаланговый артродез с использованием интрамедуллярного имплантата позволил сохранить среднефизиологическое положение консолидированных фаланг, чего сложно добиться при использовании трансартикулярной фиксации спицей. Так, средняя величина проксимального межфалангового угла в группе исследования составила $9,30 \pm 2,23^\circ$, а в группе сравнения – $5,00 \pm 1,84^\circ$. Таким образом, у ряда пациентов группы сравнения отмечен неестественно ровный палец с формированием патологического конфликта подушечки ногтевой фаланги с носовой частью обуви. Не менее важным фактором, снижающим клиническую эффективность хирургического лечения в группе сравнения, по нашему мнению, оказалось значимо большее количество пациентов с нестабильностью 2-го ПФС через 1 год после операции. Вмешательство на капсулолигаментарном аппарате 2-го ПФС у пациентов группы исследования с восстановлением взаимоотношений сочленявшихся поверхностей сустава позволило добиться достоверно большей амплитуды активных движений, чем в группе сравнения. Степень адаптации корригированного пальца стопы с площадью опоры является одним из основных показателей нормальной функции малых пальцев с использованием теста удержания бумажной полоски, в группе исследования получено на 16,2 % достоверно большее количество благоприятных результатов (таблица 11).

Надежность оригинального способа транспозиции сухожилия короткого разгибателя 2-го пальца стопы в качестве пластики медиальных стабилизаторов 2-го ПФС при коррекции остаточной отведенной деформации 2-го пальца, а также преимущества использования погружной фиксации при артродезе проксимального межфалангового сустава в сочетании с плантарной капсулолигаментопластикой подтверждаются рентгенографическими данными, полученными у пациентов обеих групп спустя 12 мес. с момента операции (таблица 12).

Таблица 11– Сравнительная оценка клинических результатов лечения пациентов в обеих группах спустя 12 мес. после операции

Параметры	Группа исследования	Группа сравнения	Статистическая значимость (p)
Наличие гиперкератоза в области 2-го луча стопы, n (%)	3 (3,6)	17(20,0)	0,001
Величина плюснефалангового угла 2-го луча стопы в сагиттальной плоскости (M±SD)	17,10 ± 5,24°	27,80 ±4,64°	<0,001
Величина проксимального межфалангового угла 2-го пальца в сагиттальной плоскости (M±SD)	9,30 ± 2,23°	5,00 ± 1,84°	< 0,001
Объем пассивных движений во 2-м ПФС (M±SD)	47,20 ± 2,84°	47,30 ±3,26°	0,802
Объем активных движений во 2-м ПФС (M±SD)	31,80 ± 2,45°	27,50 ±2,66°	< 0,001
Положительный тест удержания бумажной полоски, n (%)	69 (82,1)	56 (65,9)	0,022
Степень нестабильности 2-го ПФС, n (%)			
0	40 (47,1)	14 (16,5)	< 0,001
I	40 (47,1)	34 (40,0)	0,439
II	5 (5,9)	34 (40,0)	< 0,001
III	0 (0)	3 (3,5)	0,246

Достоверно значимые улучшения клинических и рентгенологических показателей коррекции деформации 2-го луча стопы пациентов группы исследования нашли свое отражение в схожих изменениях функциональных показателей и степени уменьшения болевого синдрома.

Таблица 12 – Сравнительная оценка рентгенологических показателей результатов лечения пациентов обеих групп спустя 12 мес. после операции (M±SD)

Параметры	Группа исследования (n = 85)	Группа сравнения(n = 85)	Статистическая значимость (p)
Прямая проекция			
1-й плюснефаланговый угол (M1P1)	7,60 ± 2,57°	8,00 ± 2,98°	0,421
1-й межплюсневый угол (M1M2)	4,90 ± 1,68°	5,00 ± 1,75°	0,589
Величина отведенной деформации 2-го ПФС	20,17 ± 8,79° (n = 6)	17,53 ± 7,18° (n=32)	0,357
Величина приведенной деформации 2-го ПФС	10,00° (n = 1)	12,25 ± 1,50° (n=4)	0,400
Боковая проекция			
2-й плюснефаланговый угол (M2P1 L)	17,30 ± 5,34°	28,70 ± 4,56°	<0,001
Проксимальный межфаланговый угол (P1P2 L)	9,60 ± 2,23°	5,00 ± 1,84°	<0,001

Так, болевой синдром в области 2-го луча стопы, согласно ВАШ, достоверно ниже в группе исследования: $0,60 \pm 0,72$ балла в сравнении с $1,90 \pm 1,27$ балла в группе сравнения (таблица 13). Сравнительная оценка функциональных показателей переднего отдела стопы, согласно шкале AOFAS, через 1 год после оперативного лечения также продемонстрировала значимое улучшение данных показателей у пациентов группы исследования (таблица 13). Достоверно большим оказалось не только среднее количество баллов, но и частота хороших результатов: 76 (89,4 %) против 54 (63,5 %).

Итоговая сравнительная оценка хирургического лечения пациентов обеих групп, согласно интегральной частоте исходов лечения через 1 год после операции, в группе исследования показала достоверно большее количество хороших исходов: 71 (83,5 %) против 56 (65,9 %) группы сравнения (таблица 14).

Таблица 13 – Сравнительная оценка функциональных результатов лечения пациентов обеих групп спустя 12 мес. после операции

Параметры	Группа исследования (n = 85)	Группа сравнения (n = 85)	Статистическая значимость (p)
ВАШ, баллы (M±SD)	0,60 ± 0,72	1,90 ± 1,27	< 0,001
АOFAS, баллы (M±SD)	85,10 ± 9,52	70,70 ± 10,64	< 0,001
Функциональный результат по АOFAS, n (%)			
отличный	1 (1,2)	0 (0)	1,000
хороший	76 (89,4)	54 (63,5)	< 0,001
удовлетворительный	6 (7,1)	26 (30,6)	< 0,001
плохой	2 (2,4)	5 (5,9)	0,443

Таблица 14 – Итоговая оценка результатов хирургического лечения через 12 мес. после операции

Результат	Группа сравнения, (n = 85)	Группа исследования, (n = 85)	Статистическая значимость (p)
Хороший, n (%)	56 (65,9)	71 (83,5)	0,013
Удовлетворительный, n (%)	16 (18,8)	9 (10,6)	0,193
Неудовлетворительный, n (%)	13 (15,3)	5 (5,9)	0,079

Таким образом, применение методики проксимального межфалангового артродеза с использованием погружной фиксации в сочетании с восстановлением поврежденных стабилизаторов ПФС 2-го луча стопы в лечении пациентов со статическими деформациями переднего отдела позволило улучшить результаты хирургического лечения на 17,6 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статические деформации переднего отдела стопы являются причиной каждого третьего обращения к специалисту, занимающемуся патологией стопы и голеностопного сустава [101]. Деформации малых пальцев встречаются у 28–32 % пациентов, частота хирургических вмешательств, направленных на их исправление, достигает 28–48 % [192, 231]. Однако проблема недопустимо высокого количества осложнений и низкой удовлетворенности пациентов результатами лечения сохраняется [266, 270].

Многими исследованиями доказано, что подошвенная пластинка и коллатеральные связки ПФС являются основными стабилизаторами малых пальцев, их повреждение является пусковым механизмом развития ряда нозологических форм, включая метатарзалгию, капсулит, синовит, синдром предислокации или нестабильность ПФС, вплоть до тыльного вывиха пальца и синдрома молоткообразной деформации малых пальцев стопы [50, 56, 73, 81, 90, 130, 149, 190, 197, 205, 208]. При формировании молоткообразной деформации малых пальцев стопы длительно существующее суставное смещение в ПМФС и ПФС приводит к дегенеративным поражениям гиалинового хряща суставных поверхностей и капсулолигаментарных структур суставов, в результате чего формируются необратимые контрактуры суставов малого пальца стопы с образованием фиксированной молоткообразной деформации [72]. Консервативные методы лечения в основном направлены на уменьшение местной воспалительной реакции и устранение патологического конфликта деформированного пальца с обувью и обладают низкой эффективностью [107]. Таким образом, хирургическое вмешательство является методом выбора лечения данной группы больных. Оправданным является применение вмешательств на проксимальном межфаланговом суставе, таких, как артропластика или межфаланговый артродез в правильном положении [76]. Как показал наш опыт, для устранения всех компонентов деформации

необходимо восстановление равновесия сил, действующих на 2-й палец. Данное равновесие авторы предлагают достигать хирургическим восстановлением поврежденных стабилизаторов ПФС, что является патогенетически обоснованным с современной точки зрения [90, 94, 120, 270].

Нельзя согласиться с существующим в современной травматолого-ортопедической литературе мнением, что результаты артропластической резекции не отличаются от результатов артродеза ПФС [103]. Большинство авторов отмечают превосходящую надежность и меньшее количество остаточных и рецидивных деформация при артродезе ПФС [43, 162, 273, 274, 277, 278,]. При этом большое значение имеет надежность фиксации скрепляемых фаланг. По многим причинам предложенная еще в 40-х годах прошлого века R. Taylor трансартикулярная фиксация корригированного пальца стопы спицей Киршнера является наиболее востребованной среди современных травматологов-ортопедов [166, 256]. Согласно полученным в ходе исследования данным, подтверждены серьезные недостатки трансартикулярной фиксации, такие, как высокий риск миграции и/или перелома спицы; высокая частота несращения в зоне артродеза, возможность спицевой инфекции, как причин рецидива деформации и необходимости повторных оперативных вмешательств. Подобное отношение к трансартикулярной фиксации спицей все чаще звучит в современной травматолого-ортопедической литературе [61, 166, 189]. Также необходимо, отметить проблемы, связанные с повреждением хряща смежных интактных суставов при проведении спицы [87, 196]. Кроме того, выступающая на кожу спица нуждается в постоянном уходе в послеоперационном периоде и защите повязкой, а ее удаление может сопровождаться беспокойством и болевым синдромом у пациентов [166]. В ходе работы авторами решался вопрос, как избежать перечисленных опасностей и при этом достичь стабильной фиксации фрагментов пальцев. По нашему мнению, созвучному современным литературным данным, имплантаты интрамедуллярной системы фиксации имеют, несомненно, преимущество по сравнению со спицей Киршнера. В отличие от трансартикулярной фиксации

спицей при установке интрамедуллярного имплантата не повреждаются суставные поверхности смежных суставов (ПФС и ДМФС), сохранена функция этих суставов, создана возможность для раннего начала реабилитационного лечения. Значительно повышена комфортность реабилитационного периода за счет отказа от необходимости частых перевязок и визитов в лечебное учреждение в послеоперационном периоде. Однако достаточно неожиданной оказалось возникшая проблема формирования отведенной деформации корригированного пальца стопы, использование традиционного метода в виде капсулотомии 2-го ПФС не приводило к стабильному успеху. В связи с этим нами предложен оригинальный способ коррекции остаточной отведенной деформации путем капсулолигаментопластики малого ПФС сухожилием короткого разгибателя корригированного пальца стопы. Восстановление капсулолигаментарного аппарата ПФС сухожилием короткого разгибателя восстанавливает биомеханику этого сустава и не вызывает дефицита функции корригированного пальца стопы.

В диссертации затронут важный медико-социальный аспект. Применение метода трансартикулярной фиксации корригированного пальца стопы спицей требует повышенного внимания к пациенту в послеоперационном периоде: необходимости перевязок оперированного пальца, контроля над положением спицы для недопустимости ее миграции или перелома, над положением пальца во избежание ротационного смещения средней и ногтевой фаланг. Отказ от спицы позволяет снизить затраты врачебного труда, зависимость пациента от лечебного учреждения, что в значительной степени повышает комфортность реабилитационного периода для пациентов.

ВЫВОДЫ

1. Среди существующих методов коррекции фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы артродез проксимального межфалангового сустава обладает наибольшим количеством преимуществ, при этом использование трансартикулярной фиксации спицей приводит к осложнениям в 20–30 % случаев.
2. Применение метода хирургической коррекции фиксированной молоткообразной деформации малых пальцев стопы на основе сочетания проксимального межфалангового артродеза с фиксацией интрамедуллярным имплантатом и капсулолигаментопластикой плюснефалангового сустава позволило снизить количество осложнений в 3,7 раза ($p < 0,05$).
3. Разработанный способ коррекции остаточной отведенной деформации малых пальцев стопы (патент № 2668467/28 РФ) позволил улучшить результаты лечения пациентов с фиксированной молоткообразной деформацией за счет снижения частоты остаточного отведения корригированного пальца с 13 (15,3 %) до 4 (4,7 %) случаев ($p < 0,05$).
4. Сравнительный анализ исходов хирургического лечения пациентов с фиксированной молоткообразной деформацией 2-го пальца стопы через 1 год после операции показал, что предлагаемый в клинике подход позволил увеличить количество хороших результатов лечения на 17,6 % ($p < 0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В практической работе для уменьшения терминологических несоответствий определения деформаций малых пальцев стопы целесообразно использование термина «синдром молоткообразного пальца».
2. При физикальном осмотре пациентов с синдромом молоткообразного пальца необходимо определить тип деформации согласно классификации Американской ассоциации хирургии стопы и голеностопного сустава и оценить ее мобильность при проведении push-up теста.
3. Одновременное устранение всех компонентов деформации переднего отдела стопы, коррекцию деформации малых пальцев рекомендуется проводить после устранения деформации 1-го луча стопы.
4. Проксимальный межфаланговый артродез с внутренней фиксацией интрамедуллярным имплантатом в сочетании с капсулолигаментопластикой плюснефалангового сустава показан как оптимальная методика коррекции фиксированной молоткообразной деформации 2-го пальца стопы.
5. Для клинической оценки нестабильности малого плюснефалангового сустава рекомендуется применять модифицированный тест выдвижного ящика Лахмана [258].
6. Для обоснования целесообразности ревизии капсулолигаментарных структур необходимо проведение артрографии плюснефалангового сустава.
7. Для выбора метода восстановления подошвенной пластинки целесообразно использовать анатомическую классификацию ее повреждений по Coughlin M.J., Nery C., 2009 г. [209].
8. Предложенный оригинальный метод пластики медиальных капсулолигаментарных структур рекомендуется как эффективный в случае остаточной отведенной деформации 2-го пальца.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ПФС – плюснефаланговый сустав;
- ПМФС – проксимальный межфаланговый сустав;
- ДМФС – дистальный межфаланговый сустав;
- МРТ – магнитно-резонансная томография;
- ВАШ – визуально-аналоговая шкала;
- ЭОП – электронно-оптический преобразователь;
- АOFAS – шкала оценки результатов лечения деформации переднего отдела стопы Американской ассоциации ортопедов стопы и голеностопного сустава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранова, Т.С. Механогенез статического плоскостопия и клиничко-биомеханическое обоснование оперативного лечения вальгусного отклонения 1-го пальца стопы : автореф. дис. ... канд. мед.наук : 14.00.22 / Баранова Татьяна Семеновна. – Казань, 1988. – 18 с.
2. Бережной, С.Ю. Чрескожные операции в лечении статических деформаций переднего отдела стопы : дис. ... д-ра мед.наук : 14.01.15 / Бережной Сергей Юрьевич. – М.: ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, 2014. – 48 с.
3. Боярская, В.П. Ортопедические корригирующие стельки из полимеров / В.П. Боярская, В.Я. Виленский // Тр. 4-го Пленума по вопросам лечения заболеваний и деформаций стоп и обеспечения рациональной обуви. – М., 1972. – С. 141–142.
4. Бобров, Д.С. Перегрузочная метатарзалгия: патогенез, биомеханика и хирургическое лечение (аналитический обзор литературы) / Д.С. Бобров, Л.Ю. Слиянков, Н.В. Ригин // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2017. – Т. 72. – № 1. – С. 53–58.
5. Бобров, Д.С. Хирургическое лечение молоткообразной деформации пальцев стоп (обзор литературы) / Д.С. Бобров, А.А. Шубкина, А.В. Лычагин, Л.Ю. Слиянков, Л.А. Якимов // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2019. – Т. 74. – № 4. – С. 272–282.
6. Вавилов, М.А. Артродезирующие операции у детей старше 10 лет с деформациями стоп различной этиологии / М.А. Вавилов, В.Ф. Бландинский, И.В. Громов, М.А. Баушев, С.М. Платонов // Гений ортопедии. – 2016. – № 3. – С. 35–38.
7. Гутов, С.П. Способ коррекции молоткообразной деформации пальцев при распластанности переднего отдела стопы / С.П. Гутов // Медицинский вестник Башкортостана. – 2011. – Т. 6. – № 2. – С. 355–357.
8. Ежов, Ю.И. Патология стоп : учеб.-метод. пособие / Ю.И. Ежов, А.В. Мельгунов, Г.А. Буланов и др. – Н. Новгород, 1998. – 68 с.

9. Загородний, Н.В. Индивидуальная коррекция статических деформаций стоп с использованием новых технологий / Н.В. Загородний, С.Б. Шевченко, А.А. Карданов, В.Г. Процко, Э.М. Султанов, З.Х. Хамоков, М.П. Лукин // Современные технологии в травматологии и ортопедии : м-лы 3-го Международного конгресса. – М., 2006. – С. 271.
10. Карданов, А.А. Оперативное лечение деформаций первого луча стопы: история и современные аспекты / А.А. Карданов, Л.Г. Макинян, М.П. Лукин. – М., 2008. – 24 с.
11. Карданов А.А. Хирургическая коррекция деформаций стопы // М., 2016. – 220 с.
12. 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.
13. Коробушкин, Г.В. Клинические системы оценки для заднего отдела стопы и лодыжек, среднего отдела стопы, 1-го пальца стопы, 2–5-го пальцев стопы / Г.В. Коробушкин, Т.П. Холиков. – Режим доступа: <http://www.aofas.org/i4a/pages/index.cfm>.
14. Кенис, В.М. Мобильное плоскостопие у детей (обзор литературы) / В.М. Кенис, Ю.А. Лапкин, Р.Х. Хусаинов, А.В. Сапоговский // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2014. – Т. 2. – № 2. – С. 44–54.
15. Котельников, Г.П. Новое в хирургическом лечении Hallux valgus / Г.П. Котельников, А.П. Чернов, Д.А. Распутин // Первая международная конференция по хирургии стопы и голеностопного сустава в Москве : сб. тез. – М., 2006. – С. 54.
16. Крамаренко, Г.Н. Статические деформации стоп : автореф. дис. ... д-ра мед.наук / Крамаренко Галина Николаевна. – М., 1970. – 34 с.
17. Крамаренко, Г.Н. Заболевания стоп: Профилактика и лечение / Г.Н. Крамаренко // Актовая речь от 21 сент. 1979. – М., 1979. – 28 с.

18. Кривошеков, Е.П. Комплексное лечение пациентов с гнойно-некротическими формами синдрома диабетической стопы / Е.П. Кривошеков, А.А. Боклин, Е.Б. Ельшин, И.А. Дмитриева // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 1. – С. 975–979.
19. Куслик, М. И. Плоскостопие // *Многотомное руководство по хирургии* / под ред. В.Д. Чаклина. – М., 1960. – Т. 12. – С. 531–545.
20. Лысова, Д.П. Малые ампутации нижних конечностей при синдроме диабетической стопы / Д.П. Лысова, М.П. Лысова // *Бюллетень медицинских Интернет-конференций*. – 2015. – Т. 5. – № 5. – С. 853.
21. Маркс, В.О. Ортопедическая диагностика. Руководство-справочник / В.О. Маркс. – Минск, 1978. – 512 с.
22. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 18.05. 2010 г. № 58 «Об утверждении СанПиН О. 2.1. 3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» (вместе с «СанПиН 2.1. 3.2630-10. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы») // СПС КонсультантПлюс.
23. Куслик, М.И. Повреждения и заболевания стопы // *Руководство по хирургии*. – М., 1961. – Т. XII. – С. 481–486.
24. Кузьмина, Ю.О. Выбор метода хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стоп : дис. ... канд. мед.наук : 14.00.22 / Кузьмина Юлия Олеговна. – М., 2009. – 92 с.
25. Обухов, И.Э. Способы хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стопы / И.Э. Обухов, А.М. Савинцев, А.В. Бойченко // *Профилактическая и клиническая медицина*. – 2011. – № 2. – Т. 2. – С. 107–109.
26. Павлов, В.П. Ревмоортопедия / В.П. Павлов. – М.: МЕДпресс-информ, 2013. – 461 с.

27. Пат. 2668467 Российская Федерация, МПК А61В 17/00(2006.01). Способ коррекции отведенной деформации II–IV пальцев стопы / Пахомов И.А., Гуди С.М.; заявл. 07.12.2017; опубл. 01.10.2018, Бюл. № 28. – 11 с.
28. Пахомов, И.А. Хирургическая тактика и организация специализированной помощи пациентам с ортопедической патологией стопы и голеностопного сустава : дис. ... д-ра мед.наук : 14.01.15 / Пахомов Игорь Анатольевич. – Новосибирск, 2012. – 323 с.
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. Савинцев, А.М. Хирургическая коррекция молоткообразной деформации пальцев в комплексном лечении поперечного плоскостопия : автореф. дис. ... канд. мед.наук : 14.00.22 / Савинцев Александр Михайлович. – Л., 1992. – 22 с.
32. Сапоговский, А.В. Клиническая диагностика ригидных форм плановальгусных деформаций стоп у детей / А.В. Сапоговский, В.М. Кенис // Травматология и ортопедия России. – 2015. – № 4(78). – С. 46–51.
33. Сапоговский, А.В. Консервативное лечение пациентов с тарзальными коалициями / А.В. Сапоговский, Р.Х. Хусаинов, В.М. Кенис // Ученые записки СПбГМУ им. И.П. Павлова. – 2015. – Т. 22. – № 1. – С. 54–56.
34. Сорокин, Е.П. Хирургическое лечение вальгусного отклонения 1-го пальца стопы и его возможные осложнения (обзор литературы) / Е.П. Сорокин, А.А. Карданов, С.А. Ласунский, Ю.А. Безгодков, А.И. Гудз // Травматология и ортопедия России. – 2011. – № 4. – С. 123–130.

35. Старение населения мира по оценкам ООН 2019 г. // Демоскоп Weekly: электрон.журнал. – 2019. – № 837–838. – URL:<http://www.demoscope.ru/weekly/2019/0837/barom01.php>.
36. Тертышник. С.С. Оперативное лечение деформаций переднего отдела стопы при hallux valgus : автореф. дис. ... канд. мед.наук : 14.01.15 / Тертышник Сергей Сергеевич – Курган, 2011. – 23 с.
37. Тихилов, Р.М. Клинический опыт применения нового оперативного способа коррекции плоскостопия / Р.М. Тихилов, Н.А. Корышков, В.Г. Емельянов, А.М. Привалов // Травматология и ортопедия России. – 2008. – № 2. – С. 137.
38. Усольцев, И.В. Хирургическое лечение тяжёлых деформаций пальцев стопы при ревматоидном артрите / И.В. Усольцев, С.Н. Леонова // ActaBiomedicaScientifica. – 2019. – Т. 4. – № 6. – С. 123–127.
39. 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.
40. Черкес-Заде, Д.И. Хирургия стопы / Д.И. Черкес-Заде, Ю.Ф. Каменев. – М.: Медицина, 2002. – 327 с.
41. Шевцов, В.И. Результаты дифференцированного использования методик чрескостного остеосинтеза при лечении hallux valgus различной степени тяжести / В.И. Шевцов, Л.А. Попова, А.Н. Гохаева // Травматология и ортопедия России. – 2007. – № 4. – С. ???.
42. Шевц, Р.Л. Хирургия стопы – технология «нора» / Р.Л. Шевц // Первая международная конференция по хирургии стопы и голеностопного сустава в Москве : тез.докл. – М., 2006. – С. 108.
43. Akoh, C.C. Plantar plate injury and angular toe deformity / C.C. Akoh, P. Phisitkul // Foot Ankle Clin. – 2018. – Vol. 23, No. 4. – P. 703–713.

44. Al-Abdulwahab, S.S. Hallux valgus and preferred shoe types among young healthy Saudi Arabian females / S.S. Al-Abdulwahab, R.D. Al-Dosry // *Ann Saudi Med.* 2000. – Vol. 20, No. 4. – P. 319–321.
45. Alvine, F.G. Peg and dowel fusion of the proximal interphalangeal joint / F.G. Alvine, K.L. Garvin // *Foot Ankle.* – 1980. – Vol. 1, No. 2. – P. 90–94.
46. Anderson, W. A case of hammer toe, with some remarks upon the nature and cause of the deformity / W. Anderson // *Tr Clin Soc Lond.* – 1986–1987. – Vol. 20. – P. 248–251.
47. Badlissi, F. Foot musculoskeletal disorders, pain, and footrelated functional limitation in older persons / F. Badlissi, J.E. Dunn, C.L. Link, et al. // *J Am Geriatr Soc.* – 2005. – Vol. 53, No. 6. – P. 1029–1033.
48. Bajer, D. Correspondence (letter to the editor): High heels as a cause / D. Bajer // *Dtsch Arztebl Int.* – 2013. – Vol. 110, No. 17. – P. 296–296.
49. Banks, A.S. McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot and Ankle Surgery, Vol. 1. / A.S. Banks, B.A. Downey, D.E. Martin, et al. (eds). – 2001. – P. 1095–1097.
50. Barg, A. Role of collateral ligaments in metatarsophalangeal stability: a cadaver study / A. Barg, X.F. Courville, F. Nickisch, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, No. 10. – P. 877–882.
51. Barnicot, N.A. The position of the hallux in West Africans / N.A. Barnicot, R.H. Hardy // *J Anat.* – 1955. – Vol. 3, No. 89. – P. 355–361.
52. Basile, A. Intramedullary fixation system for the treatment of hammertoe deformity / A. Basile, F. Albo, A.G. Via // *J Foot Ankle Surg.* – 2015. – Vol. 54, No. 5. – P. 910–916.
53. Baumann, J.A. Valeur, variations et équivalences des muscles extenseurs, interosseux, adducteurs et abducteurs de la main et du pied, chez l'homme / J.A. Baumann // *Cell Tissues Organs.* – 1947–1948. – Vol. 4. – P. 10–16.

54. Beech, I. A retrospective review of the Weil metatarsal osteotomy for lesser metatarsal deformities: an intermediate follow-up analysis / I. Beech, S. Rees, M. Tagoe // *J Foot Ankle Surg.* – 2005. – Vol. 44, No. 5. – P. 358–364.
55. Bergeron, M.C. Use of metatarsophalangeal joint dorsal subluxation in the diagnosis of plantar plate rupture / M.C. Bergeron, J. Ferland, D.S. Malay, et al. // *J Foot Ankle Surg.* – 2019. – Vol. 58, No. 1. – P. 27–33.
56. Bhatia, D. Anatomical restraints to dislocation of the second metatarsophalangeal joint and assessment of a repair technique / D. Bhatia, M. S. Myerson, M.J. Curtis, et al. // *J Bone Joint Surg Am.* – 1994. – Vol. 76, No. 9. – P. 1371–1375.
57. Blitz, N.M. Second metatarsophalangeal joint arthrography: a cadaveric correlation study / N.M. Blitz, L.A. Ford, J.C. Christensen // *J Foot Ankle Surg.* – 2004. – Vol. 43, No. 4. – P. 231–240.
58. Blum, A. De l'orteil en marteau / A. Blum // *Bull Mém Soc Chir.* – 1883. – Vol. 9. – P. 738–745.
59. Boffeli, T.J. Surgical treatment guidelines for digital deformity associated with intrinsic muscle spasticity (intrinsic plus foot) in adults with cerebral palsy / T.J. Boffeli, R.C Collier // *J Foot Ankle Surg.* – 2015. – Vol. 54, No. 5. – P. 985–993.
60. Borchgrevink, G.E. [Resection of the proximal phalanx in hammertoe] / G.E. Borchgrevink, V. Finsen // *Tidsskr Nor Laegeforen.* – 2010. – Vol. 130, No. 21. – P. 2116–2118. – In Norwegian.
61. Bouché, R.T. Combined plantar plate and hammertoe repair with flexor digitorum longus tendon transfer for chronic, severe sagittal plane instability of the lesser metatarsophalangeal joints: preliminary observations / R.T. Bouché, E.J. Heit // *J Foot Ankle Surg.* – 2008. – Vol. 47, No. 2. – P. 125–137.
62. Brodsky, J.W. Transection of the plantar plate and the flexor digitorum longus tendon of the fourth toe as a complication of endoscopic treatment of interdigital neuroma. A case report / J.W. Brodsky, R.N. Passmore, S. Shabat // *J Bone Joint Surg Am.* – 2004. – Vol. 86, No. 10. – P. 2299–2301.

63. Bus, S.A. Role of intrinsic muscle atrophy in the etiology of claw toe deformity in diabetic neuropathy may not be as straightforward as widely believed / S.A. Bus, M. Maas, R.P. Michels, et al. // *Diabetes Care*. – 2009. – Vol. 32, No. 6. – P. 1063–1067.
64. Camasta, C.A. Buried Kirschner wire fixation for hammertoe arthrodesis / C.A. Camasta, A.D. Cass // *Podiatry Institute Update*. – 2008. – Vol. 2. – P. 5–8.
65. Canales, M.B. A simple method of intramedullary fixation for proximal interphalangeal arthrodesis / M.B. Canales, M.C. Razzante, D.J. Ehredt, et al. // *J Foot Ankle Surg*. – 2014. – Vol. 53, No. 6. – P. 817–824.
66. Catena, F. Prospective study of hammer toe correction with an intramedullary implant / F. Catena, J.F. Doty, J. Jastifer, et al. // *Foot Ankle Int*. – 2014.- Vol. 35, No. 4. – P. 319–325.
67. Caterini, R. Arthrodesis of the toe joints with an intramedullary cannulated screw for correction of hammertoe deformity / R. Caterini, P. Farsetti, U. Tarantino, et al. // *Foot Ankle Int*. – 2004. – Vol. 25, No. 4. – P. 256–261.
68. Chalayon, O. Role of plantar plate and surgical reconstruction techniques on static stability of lesser metatarsophalangeal joints: a biomechanical study / O. Chalayon, C. Chertman, A.D. Guss, et al. // *Foot Ankle Int*. – 2013. – Vol. 34, No. 10. – P. 1436–1442.
69. Cheng, S.H. Arthroscopic-assisted correction of lesser toe deformity: plantar plate tenodesis / S.H. Cheng, T.H. Lui // In: Scuderi G., Tria A. (eds), *Minimally Invasive Surgery in Orthopedics*. – Springer, Cham, 2016. – P. 1–8.
70. Cheuy, V.A. Muscle and joint factors associated with forefoot deformity in the diabetic neuropathic foot / V.A. Cheuy, M.K. Hastings, P.K. Commean, et al. // *Foot Ankle Int*. – 2016. – Vol. 37, No. 5. – P. 514–521.
71. Coillard, J.Y. Stabilization of proximal interphalangeal joint in lesser toe deformities with an angulated intramedullary implant / J.Y. Coillard, J.P. Gianfranco, G. van Damme, et al. // *Foot Ankle Int*. – 2014. – Vol. 35, No. 4. – P. 401–407.

72. Cook, E.A. Hammertoes: A Clinical Casebook / E.A. Cook, , J. J. Cook (eds). – Springer, 2018.
73. Cooper, M.T. Sequential dissection for exposure of the second metatarsophalangeal joint / M.T. Cooper, M.J. Coughlin // *Foot Ankle Int.* – 2011. – Vol. 32, No. 3. – P. 294–299.
74. Coughlin, M.J. Crossover second toe deformity / M.J. Coughlin // *Foot Ankle.* – 1987. – Vol. 8, No. 1. – P. 29–39.
75. Coughlin, M.J. Lesser toe abnormalities / M.J. Coughlin // *Instr Course Lect.* – 2003. – Vol. 52. – P. 421–444.
76. Coughlin, M.J. Mallet toes, hammer toes, claw toes, and corns: causes and treatment of lesser-toe deformities / M.J. Coughlin // *Postgrad Med.* – 1984. – Vol. 75, No. 5. – P. 191–198.
77. Coughlin, M.J. Mann's Surgery of the Foot and Ankle: Expert Consult – Online / M.J. Coughlin, C.L. Saltzman, R.A. Mann . – Elsevier Health Sciences, 2013. – 2336 p.
78. Coughlin, M.J. Metatarsophalangeal joint pathology in crossover second toe deformity: a cadaveric study / M.J. Coughlin, S.A. Schutt, C.B. Hirose // *Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, No. 2. – P. 133–140.
79. Coughlin, M.J. Operative repair of the fixed hammertoe deformity / M.J. Coughlin, J. Doris, E. Polk // *Foot Ankle Int.* – 2000. – Vol. 21, No. 2. – P. 94–104.
80. Coughlin, M.J. Operative repair of the mallet toe deformity / M.J. Coughlin, // *Foot Ankle Int.* – 1995. – Vol. 16, No. 3. – P. 109–116.
81. Coughlin, M.J. Second metatarsophalangeal joint instability in the athlete / M.J. Coughlin // *Foot Ankle.* – 1993. – Vol. 14, No. 6. – P. 309–319.

82. 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.
83. Coughlin, M.J. Subluxation and dislocation of the lesser metatarsophalangeal joint / M.J. Coughlin // In: *Mann's Surgery of the Foot and Ankle*, 9th ed. – Philadelphia: Mosby Elsevier, 2014.
84. Coughlin, M.J. *Surgery of the Foot and Ankle* / M.J. Coughlin, R.A. Mann (eds). – St. Louis: Mosby, 1999. – P. 334.
85. Coughlin, M.J. *Surgery of the Foot and Ankle* / M.J. Coughlin, R.A. Mann (eds). – St. Louis: Mosby, 1999. – P. 320–372.
86. Coughlin, M.J. The high price of high-fashion footwear / M.J. Coughlin, F.M. Thompson // *Instr Course Lect.* – 1995. – Vol. 44. – P. 371–377.
87. Creighton, R.E. Buried Kirschner wire fixation in digital fusion / R.E. Creighton, S.M. Blustein // *J Foot Ankle Surg.* – 1995. – Vol. 34, No. 6. – P. 567–570.
88. Cruveilhier, J. *The Anatomy of the Human Body* / J. Cruveilhier. – New York, 1844. – P. 176.
89. Cuccurullo, S.J. *Physical Medicine and Rehabilitation Board Review* / S.J. Cuccurullo, ed. – 4th ed. – Demos Medical, an Imprint of Springer Publishing, 2019.
90. Dalmau-Pastor, M. Extensor apparatus of the lesser toes: anatomy with clinical implications – topical review / M. Dalmau-Pastor, B. Fargues, E. Alcolea, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2014. – Vol. 35, No. 10. – P. 957–969.
91. Daly, P.J. Treatment of painful subluxation or dislocation at the second and third metatarsophalangeal joints by partial proximal phalanx excision and subtotal webbing / P.J. Daly, K.A. Johnson // *Clin Orthop Relat Res.* – 1992. – No. 278. – P. 164–170.

92. Davis, W.H. Proximal phalanx basilar osteotomy for resistant angulation of the lesser toes / W.H. Davis, R.B. Anderson, F.M. Thompson, et al. // *Foot Ankle Int.* – 1997. – Vol. 18, No. 2. – P. 103–104.
93. Deland, J.T. Anatomy of the plantar plate and its attachments in the lesser metatarsal phalangeal joint / J.T. Deland, K.T. Lee, M. Sobel, et al. // *Foot Ankle Int.* – 1995. – Vol. 16, No. 8. – P. 480–486.
94. Deland, J.T. Collateral ligament reconstruction of the unstable metatarsophalangeal joint: an in vitro study / J.T. Deland, M. Sobel, S.P. Arnoczky, et al. // *Foot Ankle.* – 1992. – Vol. 13, No. 7. – P. 391–395.
95. Deland, J.T. The medial crossover toe: a cadaveric dissection / J.T. Deland, I.H. Sung // *Foot Ankle Int.* – 2000. – Vol. 21, No. 5. – P. 375–378.
96. 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 // *Foot Ankle Surg.* – 2010. – Vol. 16, No. 4. – P. 153–158.
97. Dinoá, V. Evaluation of lesser metatarsophalangeal joint plantar plate tears with contrast-enhanced and fat-suppressed MRI / V. Dinoá, F. Von Ranke, F. Costa, et al. // *Skeletal Radiol.* – 2016. – Vol. 45, No. 5. – P. 635–644.
98. Donegan, R.J. Anatomic repair of plantar plate with flexor tendon sheath reinforcement: case series / R.J. Donegan, D. Caminear // *Foot Ankle Spec.* – 2016. – Vol. 9, No. 5. – P. 438–443.
99. Doty, J. Evaluation and treatment of lesser metatarsophalangeal joint instability: the repair of plantar plate insufficiency through a dorsal approach / J. Doty, M. Coughlin, J. Jastifer, et al. // *Oper Tech Sports Med.* – 2014. – Vol. 22, No. 4. – P. 339–347.
100. Doty, J.F. Etiology and management of lesser toe metatarsophalangeal joint instability / J.F. Doty, M.J. Coughlin, L. Weil Jr, et al. // *Foot Ankle Clin.* – 2014. – Vol. 19, No. 3. – P. 385–405.

101. Dunn, J.E. Prevalence of foot and ankle conditions in a multiethnic community sample of older adults / J.E. Dunn, C.L. Link, D.T. Felson, et al. // *Am J Epidemiol.* – 2004. – Vol. 159. No. 5. – P. 491–498.
102. Easley, M.E. Lesser toe deformities and bunionettes / M.E. Easley, U. Aydogan // In: Thordarson D.B., ed. *Orthopaedic Surgery Essentials: Foot and Ankle.* – Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 2004. – P. 131–152.
103. Ellington, J.K. Hammertoes and clawtoes: proximal interphalangeal joint correction / J.K. Ellington // *Foot Ankle Clin.* – 2011. – Vol. 16, No. 4. – P. 547–558.
104. 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, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, No. 6. – P. 792–799.
105. Ellis, T.S. *The Human Foot, Its Form and Structure, Functions and Clothing* / T.S. Ellis. – London: Churchill; 1889. – P. 1–113.
106. Ely, L.W. Hammer-toe /L.W. Ely // *Surg Clin North Am.* – 1926. – Vol. 6. – P. 433–435.
107. Federer, A.E. Conservative management of metatarsalgia and lesser toe deformities / A.E. Federer, D.M. Tainter, S.B. Adams, et al. // *Foot Ankle Clin.* – 2018. – Vol. 23, No. 1. – P. 9–20.
108. Feuerstein, C.A. Static versus dynamic musculoskeletal ultrasound for detection of plantar plate pathology / C.A. Feuerstein, L. Weil Jr, L.S. Weil Sr // *Foot Ankle Spec.* – 2014. – Vol. 7, No. 4. – P. 259–265.
109. Figure reproduced with kind permission from De Prado, M. *Minimally Invasive Foot Surgery* /M. De Prado, P.L. Ripoll, P. Golanó // *Barcelona: About Your Health*, 2009. – P. 221–238.
110. Finney, F.T. Anatomy and physiology of the lesser metatarsophalangeal joints / F.T. Finney, E. Cata, J.R. Holmes, et al. // *Foot Ankle Clin.* – 2018. – Vol. 23, No. 1. – P. 1–7.

111. Flint, W.W. Plantar plate repair for lesser metatarsophalangeal joint instability / W.W. Flint, D.M. Macias, J/R. Jastifer, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2017. – Vol. 38, No. 3. – P. 234–242.
112. Ford, L.A. Stabilization of the subluxed second metatarsophalangeal joint: flexor tendon transfer versus primary repair of the plantar plate / L.A. Ford, K.B. Collins, J.C. Christensen // *J Foot Ankle Surg.* – 1998. – Vol. 37, No. 3. – P. 217–222.
113. Garrow, A.P. The grading of hallux valgus. The Manchester Scale / A.P. Garrow, A. Papageorgiou, A.J. Silman, et al. // *J Am Podiatr Medl Assoc.* – 2001. – Vol. 91, No. 2. – P. 74–78.
114. Gazdag, A. Surgical treatment of patients with painful instability of the second metatarsophalangeal joint / A. Gazdag, A. Cracchiolo // *Foot Ankle Int.* – 1998. – Vol. 19, No. 3. – P. 137–143.
115. Gefen, A. Stress analysis of the standing foot following surgical plantar fascia release / A. Gefen // *J Biomech.* – 2002. – Vol. 35, No. 5. – P. 629–637.
116. Gibbard, K.W. The Weil osteotomy for the treatment of painful plantar keratosis / K.W. Gibbard, T. E. Kilmartin // *The Foot.* – 2003. – Vol. 13, No. 4. – P. 199–203.
117. Gibbs, R.C. Abnormal biomechanics of feet and their cause of hyperkeratoses / R.C. Gibbs, M.C. Boxer // *J Am Acad Dermatol.* – 1982. – Vol. 6, No 6. – P. 1061-1069.
118. Glasoe, W.M. Anatomy and biomechanics of the first ray / W.M. Glasoe, H.J. Yack, C.L. Saltzman // *Phys Ther.* – 1999. – Vol. 79, No. 9. – P. 854–859.
119. Golightly, Y.M. Association of foot symptoms with self-reported and performance-based measures of physical function: The Johnston County osteoarthritis project / Y.M. Golightly, M.T. Hannan, X.A. Shi, et al.// *Arthritis Care Res (Hoboken).* – 2011. – Vol. 63, No. 5. – P. 654–659.

120. Gregg, J. Plantar plate repair and Weil osteotomy for metatarsophalangeal joint instability / J. Gregg, M. Silberstein, C. Clark, et al. // *Foot Ankle Surg.* – 2007. – Vol. 13 No. 3. – P. 116–121.
121. Gregg, J. Sonographic and MRI evaluation of the plantar plate: a prospective study / J. Gregg, M. Silberstein, T. Schneider, et al. // *Eur Radiol.* – 2006. – Vol. 16, No. 12. – P. 2661–2669.
122. Gregg, J.M. Sonography of plantar plates in cadavers: correlation with MRI and histology / J.M. Gregg, M. Silberstein, T. Schneider, et al. // *AJR Am J Roentgenol.* – 2006. – Vol. 186, No. 4. – P. 948–955.
123. Gribbin, C.K. Relationship of radiographic and clinical parameters with hallux valgus and second ray pathology / C.K. Gribbin, S.J. Ellis, J. Nguyen, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2017. – Vol. 38, No. 1. – P. 14–19.
124. Guelfi, M. Arthrodesis of proximal inter-phalangeal joint for hammertoe: intramedullary device options / M. Guelfi, A. Pantalone, J. Cambiaso Daniel, et al. // *J Orthop Traumatol.* – 2015. – Vol. 16, No. 4. – P. 269–273.
125. Haddad, S.L. Results of flexor-to-extensor and extensor brevis tendon transfer for correction of the crossover second toe deformity / S.L. Haddad, R.C. Sabbagh, S. Resch, et al. // *Foot Ankle Int.* – 1999. – Vol. 20, No. 12. – P. 781–788.
126. 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, et al. // *Arthritis Care Res (Hoboken).* – 2013. – Vol. 65, No. 9. – P. 1515–1521.
127. Hansen, S.T. Jr. *Functional Reconstruction of the Foot and Ankle* / S.T. Hansen, Jr. – Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. – 544 p.
128. 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.

129. Hardy, R.H. Observations on hallux valgus; based on a controlled series / R.H. Hardy, J.C. Clapham // *J Bone Joint Surg Br.* – 1951. – Vol. 33-B, No. 3. – P. 376–391.
130. Harkless, L.B. Handbook of Common Foot Problems / L.B. Harkless, S.M. Krych. – New York: Churchill Livingstone, 1990.
131. Harmonson, J.K. Operative procedures for the correction of hammertoe, claw toe and mallet toe: a literature review / J.K. Harmonson, L.B. Harkless // *Clin Podiatr Med Surg.* – 1996. – Vol. 13, No. 2. – P. 211–220.
132. Harris, W. 4th. Fixation of the proximal interphalangeal arthrodesis with the use of an intraosseous loop of stainless-steel wire suture / W. Harris 4th, G.A. Mote, S.Malay // *J Foot Ankle Surg.* – 2009. – Vol. 48, No. 3. – P. 411–414.
133. Herbert, T.J. Bilateral arthrography of the wrist / T.J. Herbert, R.G. Faithfull, D.J. McCann, et al. // *J Hand Surg Br.* – 1990. – Vol. 15, No. 2. – P. 233–235.
134. Heus, H.C. Hemimelic extra toes and hammer toe are distinct mutations that show a genetic interaction / H.C. Heus, A.J. Luijsterburg, M.J. van Baren, et al. // *Mamm Genome.* – 2001. – Vol. 12, No. 1. – P. 77–79.
135. Higgs, S.L. Hammer-toe / S.L. Higgs // *Med Press.* – 1931. – Vol. 131. – P. 473–474.
136. Hill, C.L. Prevalence and correlates of foot pain in a population-based study: the North West Adelaide health study / C.L. Hill, T. Gill, H.B. Menz, et al. // *J Foot Ankle Res.* – 2008. – Vol. 1, No. 1. – P. 2.
137. Hobizal. K.B. Extensor digitorum brevis transfer technique to correct multiplanar deformity of the lesser digits / K.B. Hobizal, D.K. Wukich, J. Manway // *Foot Ankle Spec.* – 2016. – Vol. 9, No. 3. – P. 252–257.
138. Hohmann, G. Zur Technik der Hammerzehenoperation / G. Hohmann // *Arch Orthop Unfall Chir.* – 1922. – Vol. 20. – P. 417–418.
139. 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.
140. Hsu, R.Y. Lesser metatarsophalangeal joint instability: advancements in plantar plate reconstruction / R.Y. Hsu, A. Barg, F. Nickisch // *Foot Ankle Clin.* – 2018. – Vol. 23, No. 1. – P. 127–143.
141. Hughes, J. The importance of the toes in walking / J. Hughes, P. Clark, L. Klenerman // *J Bone Joint Surg Br.* – 1990. – Vol. 72, No. 2. – P. 245–251.
142. Hughes, J. The pattern of pressure distribution under the weightbearing forefoot / J. Hughes, P. Clark, R.R. Jago, et al. // *The Foot.* – 1991. – Vol. 1, No. 3. – P. 117–124.
143. Hughes, J.R. Parkinsonian abnormality of foot strike: a phenomenon of ageing and/or one responsive to levodopa therapy? / J.R. Hughes, S.G. Bowes, A.L. Leeman, et al. // *Br J Clin Pharmacol.* – 1990. – Vol. 29, No. 2. – P. 179–186.
144. Hur, M.S. New insights into the origin of the lumbrical muscles of the foot: tendinous slip of the flexor hallucis longus muscle / M.S. Hur, J.H. Kim, Y.C. Gil, et al. // *Surg Radiol Anat.* – 2015. – Vol. 37, No. 10. – P. 1161–1167.
145. Hurwitz, S. Hammertoe deformity following forefoot surgery / S. Hurwitz // *Foot Ankle Clin.* – 1998. – Vol. 3. – P. 269–277.
146. Jastifer, J.R. Metatarsophalangeal joint instability of the lesser toes: review and surgical technique / J.R. Jastifer, M.J. Coughlin // *SA Orthop J.* – 2014. – Vol. 13, No. 2. – P. 35–41.
147. Jay, R.M. Dual-component intramedullary implant versus kirschner wire for proximal interphalangeal joint fusion: a randomized controlled clinical trial / R.M. Jay, D.S. Malay, A.S. Landsman, et al. // *J Foot Ankle Surg.* – 2016. – Vol. 55, No. 4. – P. 697–708.
148. Jimenez, A.L. *Digitus adductus* / A.L. Jimenez // In: Camasta CA, Vickers NS, Ruch JA, eds. *Reconstructive Surgery of the Foot and Leg Update '93.* – Tucker, GA: The Podiatry Institute, 1993. – P. 68–71.

149. Johnston, R.B. 3rd. The plantar plate of the lesser toes: an anatomical study in human cadavers / R.B. Johnston 3rd, J. Smith, T. Daniels // *Foot Ankle Int.* – 1994. – Vol. 15, No. 5. – P. 276–282.
150. Jones R. Notes on military orthopaedics / R. Jones. – New-York: PB Hoeber, 1917. – P. 38.
151. Jones, S. Re: Arthrodesis of the toe joints with an intramedullary cannulated screw for correction of hammertoe deformity / S. Jones, H.A. Hussainy, M.J. Flowers // *Foot Ankle Int.* – 2005. – Vol. 26, No. 12. – P. 1101.
152. Jordan, M. Nonoperative treatment of a lesser toe plantar plate tear with serial MRI follow-up: a case report / M. Jordan, M. Thomas, W. Fischer // *J Foot Ankle Surg.* – 2017. – Vol. 56, No. 4. – P. 857–861.
153. 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.
154. Kanatli, U. Evaluation of the transverse metatarsal arch of the foot with gait analysis / U. Kanatli, H. Yetkin, S. Bolukbasi // *Arch Orthop Trauma Surg.* – 2003. – Vol. 123, No. 4. – P. 148–150.
155. Karpman, R.R. Arthrography of the metatarsophalangeal joint / R.R. Karpman, M.S. MacCollum 3rd // *Foot Ankle.* – 1988. – Vol. 9, No. 3. – P. 125–129.
156. Kaz, A.J. Crossover second toe: demographics, etiology, and radiographic assessment / A.J. Kaz, M.J. Coughlin // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28, No. 12. – P. 1223–1237.
157. Kelikian, A.S. Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive, Topographic, Functional / A.S. Kelikian, S.K. Sarrafian (eds.). – Lippincott Williams & Wilkins, 2011.
158. Kelikian, H. Hallux Valgus, Allied Deformities of the Forefoot and Metatarsalgia. / H. Kelikian. – Philadelphia, London: W. B. Saunders Corp., 1965. – 503 p.

159. Khan, F. Use of Smart Toe(©) implant for small toe arthrodesis: A smart concept? / F. Khan, S. Kimura, T. Ahmad, et al. // *Foot Ankle Surg.* – 2015. – Vol. 21, No. 2. – P. 108–112.
160. Kimmel, H.M. A comparison of end-to-end versus “V” arthrodesis procedures for the correction of digital deformities / H.M. Kimmel, S. Garrow // *Clin Podiatr Med Surg.* – 1996. – Vol. 13, No. 2. – P. 239–250.
161. Kirby, K.A. *Foot and Lower Extremity Biomechanics III: Precision Intricast Newsletters, 2002-2008* / K.A. Kirby. – Precision Intricast, Inc., Payson, AZ, 2009. – P. 107–108.
162. Kirby, K.A. *Foot and Lower Extremity Biomechanics IV: Precision Intricast Newsletters, 2009-2013* / K.A. Kirby. – Precision Intricast, Inc., Payson, AZ, 2014. – P. 89–90.
163. Kirby, K.A. *Foot and Lower Extremity Biomechanics IV: Precision Intricast Newsletters, 2009-2013* / K.A. Kirby. – Precision Intricast, Inc., Payson, AZ, 2014. – P. 41–50.
164. Kirby, K.A. Understanding the biomechanics of plantar plate injuries / K.A. Kirby // *Podiatry Today.* – 2017. – Vol. 30, No. 4. – P. 30–39.
165. Kirschenbaum, D. Arthrography of the wrist. Assessment of the integrity of the ligaments in young asymptomatic adults / D. Kirschenbaum, S. Sieler, D. Solonick, et al. // *J Bone Joint Surg Am.* – 1995. – Vol. 77, No. 8. – P. 1207–1209.
166. 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, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, No. 2. – P. 105–112.
167. Klein, E.E. Clinical examination of plantar plate abnormality: a diagnostic perspective / E.E. Klein, L. Weil Jr, L.S. Weil Sr, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, No. 6. – P. 800–804.

168. Klein, E.E. Magnetic resonance imaging versus musculoskeletal ultrasound for identification and localization of plantar plate tears / E.E. Klein, L. Weil Jr, L.S. Weil Sr, et al. // *Foot Ankle Spec.* – 2012. Vol. 5, No. 6. – P. 359–365.
169. Klein, E.E. Musculoskeletal ultrasound for preoperative imaging of the plantar plate: a prospective analysis / E.E. Klein, L. Weil Jr, L.S. Weil Sr, et al. // *Foot Ankle Spec.* – 2013. – Vol. 6, No. 3. – P. 196–200.
170. Klein, E.E. The underlying osseous deformity in plantar plate tears: a radiographic analysis / E.E. Klein, L. Weil Jr, L.S. Weil Sr, et al. // *Foot Ankle Spec.* – 2013. – Vol. 6, No. 2. – P. 108–118.
171. Klenerman, L. *The Human Foot: A Companion to Clinical Studies* / L. Klenerman, B. Wood. – Springer-Verlag London, 2006.
172. Klinge, S.A. Modification of the Weil/Maceira metatarsal osteotomy for coronal plane malalignment during crossover toe correction: case series / S.A. Klinge, P. McClure, T. Fellars, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2014. – Vol. 35, No. 6. – P. 584–591.
173. Konkel, K.F. Hammer toe correction using an absorbable intramedullary pin / K.F. Konkel, A.G. Menger, S.A. Retzlaff // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28, No. 8. – P. 916–920.
174. Kontakis, G.M. Bioabsorbable materials in orthopaedics / G.M. Kontakis, J.E. Pagkalos, T.I. Tosounidis, et al. // *Acta Orthop Belg.* – 2007. – Vol. 73, No. 2. – P. 159–169.
175. Kramer, W.C. Hammertoe correction with k-wire fixation / W.C. Kramer, M. Parman, R.M. Marks // *Foot Ankle Int.* – 2015. – Vol. 36, No. 5. – P. 494–502.
176. Kuwada, G.T. A retrospective analysis of modification of the flexor tendon transfer for correction of hammer toe / G.T. Kuwada // *J Foot Surg.* – 1988. – Vol. 27, No. 1. – P. 57–59.
177. Kuwada, G.T. Modification of the flexor tendon transfer procedure for the correction of flexible hammertoes / G.T. Kuwada, G.L. Dockery // *J Foot Surg.* – 1980. – Vol. 19, No. 1. – P. 38–40.

178. Kwon, O.Y. Muscle imbalance and reduced ankle joint motion in people with hammer toe deformity / O.Y. Kwon, L.J. Tuttle, J.E. Johnson, et al. // *Clin Biomech* (Bristol, Avon). – 2009. – Vol. 24, No. 8. – P. 670–675.
179. Lamm, B.M. Lesser proximal interphalangeal joint arthrodesis: a retrospective analysis of the peg-in-hole and end-to-end procedures / B.M. Lamm, C.E. Riberio, T.C. Vlahovic, et al. // *J Am Podiatr Med Assoc.* – 2001. – Vol. 91, No. 7. – P. 331–336.
180. Lane, G.D. Lesser digital fusion with a cannulated screw / G.D. Lane // *J Foot Ankle Surg.* – 2005. – Vol. 44, No. 3. – P. 249–250.
181. Lanham, R.H. Jr. Digital implant arthroplasty / R.H. Lanham Jr. // *Clin Podiatry.* – 1984. – Vol. 1, No. 1. – P. 47– 68.
182. Lehman, D.E. Treatment of symptomatic hammertoe with a proximal interphalangeal joint arthrodesis / D.E. Lehman, R.W. Smith // *Foot Ankle Int.* – 1995. – Vol. 16, No. 9. – P. 535–541.
183. Leveille, S.G. Musculoskeletal pain and risk for falls in older disabled women living in the community / S.G. Leveille, J. Bean, K. Bandeen-Roche, et al. // *J Am Geriatr Soc.* – 2002. – Vol. 50, No. 4. – P. 671–678.
184. Linkous, M.D. Scapholunate ligamentous communicating defects in symptomatic and asymptomatic wrists: characteristics / M.D. Linkous, S.D. Pierce, L.A. Gilula // *Radiology.* – 2000. – Vol. 216, No. 3. – P. 846–850.
185. Lui, T.H. Arthroscopic-assisted correction of claw toe or overriding toe deformity: plantar plate tenodesis / T.H. Lui // *Arch Orthop Trauma Surg.* – 2007. – Vol. 127, No. 9. – P. 823–826.
186. Lui, T.H. Correction of crossover deformity of second toe by combined plantar plate tenodesis and extensor digitorum brevis transfer: a minimally invasive approach / T.H. Lui // *Arch Orthop Trauma Surg.* – 2011. – Vol. 131, No. 9. – P. 1247–1252.
187. Lui, T.H. Modified plantar plate tenodesis for correction of claw toe deformity / T.H. Lui, L.K. Chan, K.B. Chan // *Foot Ankle Int.* – 2010. – Vol. 31, No. 7. – P. 584–591.

188. Lui, T.H. Stabilization of first metatarsophalangeal instability with plantar plate tenodesis /T.H. Lui // *Foot Ankle Surg.* – 2008. – Vol. 14, No. 4. – P. 211–214.
189. Manaster, B.J. Wrist pain: correlation of clinical and plain film findings with arthrographic results / B.J. Manaster, R.J. Mann, S. Rubenstein // *J Hand Surg Am.* – 1989. – Vol. 14, No. 3. – P. 416–473.
190. Mann, R.A. Monarticular nontraumatic synovitis of the metatarsophalangeal joint: a new diagnosis? / R.A. Mann, M.S. Mizel // *Foot Ankle.* – 1985. – Vol. 6, No. 1. – P. 18–21.
191. Mazzuca, J.W. Flourosopic arthrography versus MR arthrography of the lesser metatarsophalangeal joints for the detection of tears of the plantar plate and joint capsule: a prospective comparative study / J.W. Mazzuca, B. Yonke, J.M. Downes, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, No. 2. – P. 200–209.
192. McAlister. J.E. The direct plantar plate repair technique / J.E. McAlister, C.F. Hyer // *Foot Ankle Spec.* – 2013. – Vol. 6, No. 6. – P. 446–451.
193. Mendicino, R.W. Predislocation syndrome: a review and retrospective analysis of eight patients /R.W. Mendicino, T.K. Statler, K.R. Saltrick, et al. // *J Foot Ankle Surg.* – 2001. – Vol. 40, No. 4. P. 214–224.
194. Menz, H.B. Foot pain impairs balance and functional ability in community-dwelling older people / H.B. Menz, S.R. Lord // *J Am Podiatr Med Assoc.* – 2001. – Vol. 91, No. 5. – P. 222–229.
195. Menz, H.B. Slip resistance of casual footwear: implications for falls in older adults / H.B. Menz, S.R. Lord, A.S. McIntosh // *Gerontology.* – 2001. – Vol. 47, No. 3. – P. 145–149.
196. Miguez, A. Floating-toe deformity as a complication of the Weil osteotomy / A. Miguez, G. Slullitel, F. Bilbao, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2004. – Vol. 25, No. 9. – P. 609–613.
197. Miller, J. *The Practice of Surgery.* 2nd ed Edburgh, Adam and Charles Black; London, Longman Co., 1852, pp. 647–648.

198. Miller, J.M. Chevron arthrodesis of the interphalangeal joint for hammertoe correction / J.M. Miller, D.K. Blackledge, V. Ferdowsian, et al. // *J Foot Ankle Surg.* – 2010. – Vol. 49, No. 2. – P. 194–196.
199. Mizel, M.S. Lesser metatarsophalangeal joints: intra-articular distension, volumetric measurements, and changes of position /M.S. Mizel, J.M. Gutmann, U. Ahn, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2003. – Vol. 24, No. 12. – P. 935–937.
200. Monson, D.K. Lesser digital arthrodesis / D.K. Monson, T.R. Buell, B.L. Scurran // *Clin Podiatr Med Surg.* – 1986. – Vol. 3, No. 2. – P. 347–356.
201. Morris, J.L. Biomechanical implications of hammertoe deformities / J.L. Morris // *Clin Podiatr Med Surg.* –1986. – Vol. 3, No. 2. – P. 339–346.
202. Morton, D.J. Hypermobility of the first metatarsal bone: the interlinking factor between metatarsalgia and longitudinal arch strains / D.J. Morton // *J Bone Joint Surg.* – 1928. – Vol. 10, No. 2. – P. 187–196.
203. Morton, D.J. Metatarsus atavicus: the identification of a distinctive type of foot disorder / D.J. Morton // *J Bone Joint Surg.* – 1927. – Vol. 9, No. 3. – P. 531–544.
204. Morton, D.J. *The Human Foot: Its Evolution, Physiology and Functional Disorders* / D.J. Morton. – New York: Columbia University Press, 1935. – 244 p.
205. Myerson, M.S. *Foot and Ankle Disorders* / M.S. Myerson. – Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000. – P. 320.
206. Myerson, M.S. The role of toe flexor-to-extensor transfer in correcting metatarsophalangeal joint instability of the second toe / M.S. Myerson, H.G. Jung // *Foot Ankle Int.* –2005. – Vol. 26, No. 9. – P. 675–679.
207. Nery, C. Etiology, clinical assessment, and surgical repair of plantar plate tears / C. Nery, H. Umans, D. Baumfeld // *Semin Musculoskelet Radiol.* – 2016. – Vol. 20, No. 2. – P. 205–213.
208. 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. // *Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, No. 4. – P. 301–311.

209. Nery, C. MR imaging of the plantar plate: normal anatomy, turf toe, and other injuries / C. Nery, D. Baumfeld, H. Umans, et al. // *Magn Reson Imaging Clin N Am.* – 2017. – Vol. 25, No. 1. – P. 127–144.
210. Nery, C. MRI evaluation of the MTP plantar plates compared with arthroscopic findings: a prospective study / C. Nery, M.J. Coughlin, D. Baumfeld, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, No. 3. – P. 315–322.
211. Nery, C. Plantar plate radiofrequency and Weil osteotomy for subtle metatarsophalangeal joint instability / C. Nery, F.C. Raduan, F. Catena, et al. // *J Orthop Surg Res.* – 2015. – Vol. 10. – P. 180.
212. Nery, C. Prospective evaluation of protocol for surgical treatment of lesser MTP joint plantar plate tears / C. Nery, M.J. Coughlin, D. Baumfeld, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2014. – Vol. 35, No. 9. P. 876–885.
213. O’Kane, C. Review of proximal interphalangeal joint excisional arthroplasty for the correction of second hammer toe deformity in 100 cases / C. O’Kane, T. Kilmartin // *Foot Ankle Int.* – 2005. – Vol. 26, No. 4. – P. 320–325.
214. Ohm, O.W. 2nd. Digital arthrodesis: an alternate method for correction of hammer toe deformity / O.W. Ohm 2nd, M. McDonell, W.A.Vetter // *J Foot Surg.* – 1990. – Vol. 29, No. 3. – P. 207–211.
215. O’Neill, J. An arthroplastic operation for hammertoe / J. O’Neill // *J.A.M.A.* – 1911. – Vol. 57. – P. 1207.
216. Palastanga, N. *Anatomy and Human Movement: Structure and Function* / N. Palastanga, D. Field, R. Soames. – Elsevier Health Sciences, 2006.
217. Patton, G.W. Absorbable pin: a new method of fixation for digital arthrodesis / G.W. Patton, M.W. Shaffer, D.P. Kostakos // *J Foot Surg.* – 1990. – Vol. 29, No. 2. – P. 122–127.
218. Peck, C.N. Lesser metatarsophalangeal instability: presentation, management, and outcomes / C.N. Peck, A. Macleod, J. Barrie // *Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, No. 7. – P. 565–570.

219. Peck, J.L. Dress and Care of the Feet / J.L. Peck. – New York, 1871. – P. 137–149.
220. Perera, A.M. The pathogenesis of hallux valgus / A.M. Perera, L. Mason, M.M. Stephens // J Bone Joint Surg Am. – 2011. – Vol. 93, No. 17. – P. 1650–1661.
221. Pichney, G.A. Digital “V” arthrodesis / G.A. Pichney, R. Derner, E. Lauf // J Foot Ankle Surg. – 1993. – Vol. 32, No. 5. – P. 473–479.
222. Pique-Vidal, C. Hallux valgus inheritance: pedigree research in 350 patients with bunion deformity / C. Pique-Vidal, M.T. Sole, J. Antich // J Foot Ankle Surg. – 2007. – Vol. 46, No. 3. – P. 149–154.
223. Post, A. Hallux valgus with displacement of the smaller toes / A. Post // Med Rec. – 1882. – Vol. 22. – P. 120–121.
224. Powell, E.G. Plantar Plate Repair via a Plantar Approach / E. G. Powell, M.A. Bowlby, J.C. Christensen // In: Hammertoes: A Case-Based Approach, ed by E.A. Cook, J.J. Cook. – Springer, Cham, 2019. – P. 241–253.
225. Powless, S.H. Metatarsophalangeal joint capsule tears: an analysis by arthrography, a new classification system and surgical management / S.H. Powless, M.E. Elze // J Foot Ankle Surg. – 2001. – Vol. 40, No. 6. – P. 374–389.
226. PRO-TOE™ VO: Hammertoe Fixation System. Surgical Technique. - Wright Medical Technology, Inc., 2013. – 20 p.– Electronic resource. – URL: <https://pdf.medicalexpo.com/pdf/wright-medical-technology/pro-toe-vo-surgical-technique-fa196-410/81514-94189.html>
227. Reece, A.T. Toe fusing using Kirschner wire / A.T. Reece, M.H. Stone, A.B. Young // J R Coll Surg Edinb. –1987. – Vol. 32, No. 3. –P. 158–159.
228. Roddy, E. Prevalence and associations of hallux valgus in a primary care population / E. Roddy, W. Zhang, M. Doherty // Arthritis Rheum. – 2008. – Vol. 59, No. 6. – P. 857–862.
229. Rodgers, M.M. Pressure distribution in Morton’s foot structure / M.M. Rodgers, P.R. Cavanagh // Med Sci Sports Exerc. – 1989. – Vol. 21, No. 1. – P. 23–28.

230. Rodríguez-Sanz, D. Foot disorders in the elderly: A mini-review / D. Rodríguez-Sanz, N. Tovaruela-Carrión, D. López-López, et al. // *Dis Mon.* – 2018. – Vol. 64, No. 3. – P. 64–91.
231. Rodríguez-Sanz, D. Surgical treatment of hallux valgus and forefoot deformities in Sweden: a population-based study / D. Rodríguez-Sanz, N. Tovaruela-Carrión, D. López-López, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2008. – Vol. 29, No. 3. – P. 298–304.
232. Ruch, J.A. Use of the EDB tendon for muscle-tendon balance of the lesser MPJ / J.A. Ruch // In: C.A. Camasta, N.S. Vickers, S.R. Carter, eds. *Reconstructive Surgery of the Foot and Leg. Update, 1995.* – Tucker (GA): Podiatry Institute, 1995. – P. 114–118.
233. Rush, S.M. Biomechanics of the First Ray. Part II. Metatarsus primus varus as a case of hypermobility. A three-dimensional kinematic analysis in a cadaver model / S.M. Rush, J.C. Christensen, C.H. Johnson // *J Foot Ankle Surg.* – 2000. – Vol. 39, No. 2. – P. 68–77.
234. Sachithanandam, V. The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 1846 skeletally mature persons / V. Sachithanandam, B. Joseph // *J Bone Joint Surg Br.* – 1995. – Vol. 77, No. 2. – P. 254–257.
235. Sandhu, J.S. Digital arthrodesis with a one-piece memory nitinol intramedullary fixation device: a retrospective review / J.S. Sandhu, W.T. DeCarbo, M.H. Hofbauer // *Foot Ankle Spec.* – 2013. – Vol. 6, No. 5. – P. 364–366.
236. Sanhudo, J.A. Pull-out technique for plantar plate repair of the metatarsophalangeal joint / J.A. Sanhudo, J.L. Ellera Gomes // *Foot Ankle Clin.* – 2012. – Vol. 17, No. 3. – P. 417–724.
237. Sarrafian, S.K. Anatomy and physiology of the extensor apparatus of the toes / S.K. Sarrafian, L.K. Topouzian // *J Bone Joint Surg Am.* – 1969. – Vol. 51, No. 4. – P. 669–679.

238. Sayl, U. Prevalence estimation and familial tendency of common forefoot deformities in Turkey: A survey of 2662 adults / U. Sayl, E.C. Altunok, M. Guven, et al. // *Acta Orthop Traumatol Turc.* – 2018. – Vol. 52, No. 3. – P. 167–173.
239. Schnepf, K.H. Hammer-toe and claw foot / K.H. Schnepf // *Am J Surg.* – 1937. – Vol. 36. – P. 351–359.
240. Scholl, A. Smart toe® implant versus buried Kirschner wire for proximal interphalangeal joint arthrodesis: a comparative study / A. Scholl, J. McCarty, D. Scholl, et al. // *J Foot Ankle Surg.* –2013. – Vol. 52, No. 5. – P. 580–583.
241. Schrier, J.C. Definitions of hammer toe and claw toe: an evaluation of the literature / J.C. Schrier, C.C. Verheyen, J.W. Louwerens // *J Am Podiatr Med Assoc.* – 2009. – Vol. 99, No. 3. – P. 194–197.
242. Schrier, J.C. Opinions on lesser toe deformities among Dutch orthopaedic departments / J.C. Schrier, J.W. Louwerens, C.C. Verheyen // *Foot Ankle Int.* – 2007. – Vol. 28, No. 12. – P. 1265–1270.
243. Sgarlato, T.E. Digital implant arthroplasty / T.E. Sgarlato, S.A. Tafuri // *Clin Podiatr Med Surg.* – 1996. – Vol. 13, No. 2. – P. 255–262.
244. Sharkey, N.A. Biomechanical consequences of plantar fascia release or rupture during gait. Part II: alterations in forefoot loading / N.A. Sharkey, S.W. Donahue, L. Ferris // *Foot Ankle Int.* – 1999. – Vol. 20, No. 2. – P. 86–96.
245. Sharkey, N.A. Strain and loading of the second metatarsal during heel lift / N.A. Sharkey, L. Ferris, T.S. Smith, et al. // *J Bone Joint Surg Am.* –1995. – Vol. 77, No. 7. – P. 1050–1057.
246. Sharma, D.K. Weil osteotomy for lesser metatarsals for metatarsalgia: a clinical and radiological follow-up / D.K. Sharma, N. Roy, A. Shenolikar // *The Foot.* – 2005. – Vol. 15, No. 4. – P. 202–205.
247. Shattock, S.G. Hammer toes / S.G. Shattock // *Tr Path Soc Lond.* – 1886. – Vol. 38. – P. 449.

248. Silfverskiöld, J.P. Common foot problems. Relieving the pain of bunions, keratoses, corns, and calluses / J.P. Silfverskiöld // *Postgrad Med.* – 1991. – Vol. 89, No. 5. – P. 183–188.
249. Snijders, C.J. Biomechanics of hallux valgus and spread foot / C.J. Snijders, J.G. Snijder, M.M. Philippens // *Foot Ankle.* – 1986. – Vol. 7, No. 1. – P. 26–39.
250. Soule, R.E. Operation for the correction of hammer toe / R.E. Soule // *NY Med J.* – 1910. – Vol. 41, No. 13. – P. 649–650.
251. Southerland, J.T. McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot and Ankle Surgery / J.T. Southerland, J.S. Boberg, M.S. Downey, et al. (eds). – Lippincott Williams & Wilkins, 2012. –P. 202–224.
252. Stainsby, G.D. Pathological anatomy and dynamic effect of the displaced plantar plate and the importance of the integrity of the plantar plate-deep transverse metatarsal ligament tie-bar / G.D. Stainsby // *Ann R Coll Surg Engl.* – 1997. – Vol. 79, No. 1. – P. 58–68.
253. Suero, E.M. Stability of the metatarsophalangeal joint of the lesser toes: a cadaveric study / E.M. Suero, K.N. Meyers, W.H. Bohne // *J Orthop Res.* –2012. – Vol. 30, No. 12. – P. 1995–1998.
254. Sung, W. Diagnosis of plantar plate injury by magnetic resonance imaging with reference to intraoperative findings / W. Sung, L. Weil Jr, L.S. Weil Sr, et al. // *J Foot Ankle Surg.* – 2012. – Vol. 51, No. 5. – P. 570–74.
255. Sung, W. Technique using interference fixation repair for plantar plate ligament disruption of lesser metatarsophalangeal joints / W. Sung // *J Foot Ankle Surg.* – 2015. – Vol. 54, No. 3. – P. 508–512.
256. Taylor, R. An operative procedure for the treatment of hammer-toe and claw-toe / R. Taylor // *J Bone Joint Surg Am.* – 1940. – Vol. 22, No. 3. – P. 608–609.
257. Thomas, J.L. Diagnosis and treatment of forefoot disorders. Section 1: digital deformities / J.L. Thomas, E. L. Blich, D.M. Chaney, et al. // *J Foot Ankle Surg.* – 2009. – Vol. 48, No. 2. – P. 230–238.

258. Thompson F. M., Hamilton W. G. Problems of the second metatarsophalangeal joint / F.M. Thompson, W.G. Hamilton // *Orthopedics*. – 1987. – Vol. 10, No. 1. – P. 83–89.
259. Thompson, F.M. Flexor tendon transfer for metatarsophalangeal instability of the second toe / F.M. Thompson, J.T. Deland // *Foot Ankle*. –1993. – Vol. 14, No. 7. – P. 385–388.
260. Thompson, F.M. The high price of high-fashion footwear / F.M. Thompson, M.J. Coughlin // *J Bone Joint Surg Am*. – 1994. – Vol.76, No. 10. – P. 1586–1593.
261. 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. // *Foot Ankle Int*. – 2001. – Vol. 22, No. 1. – P. 47–50.
262. Trnka, H.J. The Weil osteotomy for treatment of dislocated lesser metatarsophalangeal joints: good outcome in 21 patients with 42 osteotomies / H.J. Trnka, C. Gebhard, M. Mühlbauer, et al. // *Acta Orthop Scand*. – 2002. – Vol. 73, No. 2. – P. 190–194.
263. Umans, H. MRI of lesser metatarsophalangeal joint plantar plate tears and associated adjacent interspace lesions / H. Umans, R. Srinivasan, E. Elsinger, et al. // *Skeletal Radiol*. – 2014. – Vol. 43, No. 10. – P. 1361–1368.
264. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Ageing 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/430). – New-York, 2019. – Electronic resource. – URL: <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/>
265. Wang, B. Deep transverse metatarsal ligament and static stability of lesser metatarsophalangeal joints: a cadaveric study / B. Wang, A. Guss, O. Chalayan, et al. // *Foot Ankle Int*. – 2015. – Vol. 36, No. 5. – P. 573–578.
266. Wapner, K. Hammer toe – a simple surgical procedure? / K. Wapner // DKOU meeting, Berlin, 2010.

267. Watson, T.S. Dorsal approach for plantar plate repair with Weil osteotomy: operative technique / T.S. Watson, D.Y. Reid, T.L. Frerichs // *Foot Ankle Int.* – 2014. – Vol. 35, No. 7. – P. 730–739.
268. Weber, J.R. Second metatarsal length is positively correlated with increased pressure and medial deviation of the second toe in a robotic cadaveric simulation of gait / J.R. Weber, P.M. Aubin, W.R. Ledoux, et al. // *Foot Ankle Int.* – 2012. – Vol. 33, No. 4. P. 312–319.
269. Weil, L. Current concepts in plantar plate repair / L. Weil, E.K. Erin // *Podiatry Today.* – 2012. – Vol. 25, No. 4. – P. 62–72.
270. Weil, L. Jr. Anatomic plantar plate repair using the Weil metatarsal osteotomy approach / L. Weil Jr, W. Sung, L.S. Weil Sr, et al. // *Foot Ankle Spec.* –2011. – Vol. 4, No. 3. – P. 145–150.
271. Weil, L. Post operative care and therapy using digital splintage, “mummy dressing”, and dynamic, digital, exercise straps / L. Weil // *DKOU meeting, Berlin, 2010.*
272. Weil, L.S. Jr. Hammertoe arthrodesis using conical reamers and internal pin fixation / L.S. Weil Jr. // *J Foot Ankle Surg.* – 1999. – Vol. 38, No. 5. – P. 370 – 371.
273. Wendelstein, J.A. Bioabsorbable fixation screw for proximal interphalangeal arthrodesis of lesser toe deformities / J.A. Wendelstein, P. Goger, P. Bock, et al. // *Foot Ankle Int.* –2017. – Vol. 38, No. 9. – P. 1020–1025.
274. Witt, B.L. Treatment of hammertoe deformity using a one-piece intramedullary device: a case series / B.L. Witt, C.F. Hyer // *J Foot Ankle Surg.* – 2012. – Vol. 51, No. 4. – P. 450–456.
275. Yao, L. Magnetic resonance imaging of plantar plate rupture / L. Yao, A. Cracchiolo, K. Farahani, et al. // *Foot Ankle Int.* – 1996. – Vol. 17, No. 1. – P. 33–36.

276. Yao, L. Plantar plate of the foot: findings on conventional arthrography and MR imaging / L. Yao, H.M. Do, A. Cracchiolo, et al. // *AJR Am J Roentgenol.* – 1994. – Vol. 163, No. 3. – P. 641–644.
277. Yin, Y.M. Evaluation of selective wrist arthrography of contralateral asymptomatic wrists for symmetric ligamentous defects / Y.M. Yin, B. Evanoff, L.A. Gilula, et al. // *AJR Am J Roentgenol.* – 1996. – Vol. 166, No. 5. – P. 1067–1073.
278. Young, C. S. An operation for the correction of hammer-toe and claw-toe / C.S. Young // *J Bone Joint Surg.* – 1938. – Vol. 20, No. 3. – P. 715–719.
279. Yu, G. [Surgical repair of chronic tears of the second plantar plate] / G. Yu, Y. Yu, P. Zhang, et al. // *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* – 2013.– Vol. 27, No. 12. – P. 1446–1449. – In Chinese.
280. Yu, G.V. Techniques of digital arthrodesis: revisiting the old and discovering the new / G.V. Yu, A.L. Vincent, W.E. Khoury, et al. // *Clin Podiatr Med Surg.* – 2004. – Vol. 21. – P. 17–50.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Шкала Manchester (2001) для классификации *hallux valgus* [113]

Определение степени *hallux valgus* согласно фотографии: А –I степень (деформация отсутствует); Б –II степень (легкая степень деформации); В –III степень (умеренная деформация); Г –IV степень (тяжелая деформация).

**Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии
и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна**

**Индивидуальная карта пациента с синдромом молоткообразной
деформации малых пальцев стопы**

1. ФИО пациента _____

2. Номер истории болезни _____

3. Диагноз клинический _____

1. Обследование проведено (нужное подчеркнуть): полностью/неполностью.
2. Тактика лечения выбрана (нужное подчеркнуть): правильно/неправильно.
3. Лечение было проведено (нужное подчеркнуть): в полном объеме, неполном объеме.
4. Какое хирургическое лечение проведено данному пациенту

5. Сроки пребывания в стационаре (нужное подчеркнуть): соответствуют
данному заболеванию / не соответствуют данному заболеванию
(кратковременное, длительное).
6. Явился на контрольный осмотр (нужное подчеркнуть): да/нет.

Подпись эксперта _____

Дата _____

Шкала оценки результатов лечения деформации переднего отдела стопы AOFAS [30]

Параметры	Кол-во баллов
Болевой синдром — 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	
Отсутствие ограничений как повседневной, так и спортивной активности	10
Нет ограничения повседневной активности, но имеется ограничение спортивной активности	7
Ограничение повседневной активности и спортивной активности	4
Выраженное ограничение повседневной активности и спортивной активности	0
Требования к обуви	
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
Объем движений в плюснефаланговом суставе оперированного (-ых) пальца (-ев) в градусах (тыльное плюс подошвенное сгибание)	
Норма или небольшое ограничение (75° или больше)	10
Умеренное ограничение (30° - 74°)	5
Тяжелое ограничение (меньше чем 30°)	0
Объем движений в межфаланговом суставе (подошвенное сгибание)	
Никакого ограничения	5
Умеренное ограничение (более чем 10°)	3
Выраженное ограничение (меньше чем 10°)	0
Стабильность плюсне-фалангового и межфалангового суставов (во всех направлениях)	
Стабильный	5
Очевидная нестабильность или способность смещаться	0
Мозоль в области плюсне-фалангового и межфалангового суставов	
Отсутствует или присутствует, но без клинических проявлений.	5
Мозоль с клиническими проявлениями.	0
Оценка адаптации сегмента к плоской поверхности — 15 баллов	
Опороспособные II — V пальцы, стопы хорошо адаптированные к поверхности	15
Некоторое нарушение адаптации II — V пальцев стопы к поверхности, при отсутствии симптоматики	8
Грубое снижение опороспособности, с наличием симптоматики	0

Результат лечения с использованием шкалы AOFAS оценивается следующим образом: отличный 95–100 баллов, хороший 75–94, удовлетворительный 51–74 и плохой – 50 и менее баллов

Визуально-аналоговая шкала боли (ВАШ)

**Совокупные клинические критерии характеристики результатов
хирургического лечения**

Клинический исход	Классификационные признаки
Хороший	<ul style="list-style-type: none"> – безболезненная стопа, позволяющая носить стандартную обувь (AOFAS: 75-100 баллов); – рентгенография стопы подтверждает коррекцию пальца, отсутствие остаточных деформаций; – без осложнений; – больной удовлетворен функциональным и косметическим результатом операции.
Удовлетворительный	<ul style="list-style-type: none"> – безболезненная стопа (или легкий болевой синдром), в сочетании с одним из перечисленных признаков: нарушение контакта пальца с поверхностью опоры; необходимость в использовании дополнительных ортопедических изделий (AOFAS: 51–74 баллов); – рентгенография стопы подтверждает коррекцию пальца, отсутствие остаточных деформаций; – без осложнений; – больной удовлетворён функциональным и косметическим результатом операции.
Неудовлетворительный	<ul style="list-style-type: none"> – болевой синдром в стопе, рецидив деформации, потребность в ортопедической обуви (AOFAS: 50 и менее баллов); – рентгенография стопы подтверждает недостаточную коррекцию пальца, наличие остаточной деформации и/или дислокаций костей; – осложнение в виде нагноения, сосудистого и/или неврологического дефицита и т.д.; – больной не удовлетворён функциональным и косметическим результатом операции.