

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПЕРВЫЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.М. СЕЧЕНОВА
(СЕЧЕНОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

На правах рукописи

Ригин Николай Владимирович

**Хирургическое лечение перегрузочной метатарзалгии при
эластичных деформациях стоп**

14.01.15 - травматология и ортопедия

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Слиняков Леонид Юрьевич

Москва – 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА I. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ МЕТАТАРЗАЛГИИ	9
(обзор литературы).....	9
1.1. ЭТИОЛОГИЯ И ПАТОГЕНЕЗ.....	10
1.2. МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ.....	19
1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ.....	23
1.4. ЛЕЧЕНИЕ.....	34
ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.....	47
2.1. Общая характеристика пациентов.....	48
2.2. Клиническое исследование локального статуса.....	50
2.3. Инструментальное обследование.....	59
2.4. Оценка результатов лечения.....	63
2.5. Статистическая обработка полученных данных.....	69
ГЛАВА III. МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ.....	72
3.1. Выбор оптимальной хирургической тактики.....	73
3.2. Послеоперационное ведение пациентов.....	78
ГЛАВА IV. ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ	79
4.1. Лечение пациентов 1-й группы (основной)	79
4.2. Лечение пациентов 2-й группы (сравнения)	102
ГЛАВА V. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	115
ВЫВОДЫ	117
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	118
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	119
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	120
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	129

ВВЕДЕНИЕ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Перегрузочная метатарзалгия – это патологическое состояние, связанное с нарушением биомеханики опоры и переката стопы, проявляющееся нарушением нормального, равномерного распределения давления на подошвенную поверхность стопы и пальцы, и, выражающееся появлением участков гиперкератоза и болевым синдромом.

Перегрузочная метатарзалгия – это симптомокомплекс, основным проявлением которого является болевой синдром в области головок плюсневых костей и фаланг пальцев.

Под **перегрузочной (первичной или центральной)** метатарзалгией понимают боль, возникающую при избыточном давлении на головки 2-4 [107] плюсневых костей в результате деформации стопы и нарушения биомеханики [26]. Часто боль локализуется на подошвенной поверхности в области головок плюсневых костей и возникает вследствие механических воздействий, либо как результат предшествующих оперативных вмешательств на стопе, повлекших за собой нарушение правильного взаиморасположения анатомо-функциональных элементов.

Порой ошибочно ставится знак равенства между метатарзалгией и невромой Мортона. Неврома Мортона по МКБ 10 [13] – это мононевропатия подошвенного нерва (G57.6), а метатарзалгия относится к энтезопатиям (M77.4). Энтезопатия – это воспаление с дегенеративными изменениями, развивающееся в зонах прикрепления связок, суставных капсул и сухожилий к костям.

На данный момент не существует единого мнения о распространенности данного заболевания. Однако, по данным ряда авторов, метатарзалгия не является редким заболеванием и встречается от 9,6 до 11,6% [26] среди европейского населения от 10 до 75 лет [37].

Из всех случаев метатарзалгии 84,4% обусловлены биомеханическими причинами [26,114]. В основе перегрузочной метатарзалгии лежит дисфункция переднего отдела стопы [30], вызванная неравномерным распределением нагрузки на этот отдел вследствие анатомических особенностей и биомеханических изменений различной этиологии.

В зарубежных работах последних лет диагностике, патогенезу и лечению метатарзалгии уделяется повышенное внимание [130,79,84,44,64,48,126], чего нельзя сказать об отечественных работах, где этот вопрос только начинает изучаться [10,12].

Несмотря на кажущуюся простоту постановки диагноза, истинная причина боли в переднем отделе стопы часто остается нераспознанной [21] и многие пациенты лечатся либо консервативно, либо проходят лечение по поводу заболеваний с похожей клинической картиной [24].

Согласно современной литературе, основными методами лечения данной патологии являются различные виды остеотомий плюсневых костей [137,68]. Данные оперативные пособия не всегда оказываются эффективными и вопрос об оптимальных методах остается открытым.

В настоящее время в отечественной и зарубежной литературе не существует единого мнения о диагностике, дифференциальном диагнозе [12] и выборе оптимальной тактики хирургического лечения при перегрузочной метатарзалгии.

Несмотря на хорошо известные и широко распространенные методы оперативного лечения переднего отдела стопы [28,137], количество осложнений остается значительным и по данным некоторым исследователей достигает 46% [130].

Высокий процент неудовлетворительных результатов [97] связан с тем, что оперативное лечение при данном заболевании направленно преимущественно на разгрузку заинтересованной области с помощью различных видов остеотомий, в то время как, восстановлению поврежденных мягкотканых элементов не уделяется достаточного внимания [135,136].

Нерешенным остается вопрос о выборе соответствующей тактики оперативного лечения перегрузочной метатарзалгии при разных степенях нестабильности пальца в плюснефаланговом суставе [105].

Остаются также открытыми такие вопросы, как необходимость коррекции мягкотканых структур плюснефаланговых суставов, оценка результатов оперативного лечения, профилактика осложнений [72,97,117], послеоперационное ведение пациентов и выбор тактики ревизионного лечения у пациентов, ранее получавших хирургическое лечение по поводу данного заболевания.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Улучшить результаты лечения пациентов с перегрузочной метатарзалгией за счет применения комплексного хирургического лечения, включающего остеотомию плюсневой кости и восстановление подошвенной связки плюснефалангового сустава.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Изучить причины возникновения и уточнить алгоритм клинико-инструментальной диагностики центральной или перегрузочной метатарзалгии.
2. Разработать методику малоинвазивного хирургического лечения перегрузочной метатарзалгии, включающую восстановление капсульно-связочного аппарата плюснефалангового сустава.
3. Разработать методику малоинвазивного хирургического устранения вывихов в плюснефаланговом суставе при его значительном дегенеративном разрушении.
4. Создать систему комплексного лечения пациентов с перегрузочной метатарзалгией, включающей разработанные хирургические вмешательства, консервативное лечение и проведение реабилитации.

5. Внедрить систему комплексного лечения перегрузочной метатарзалгии в клиническую практику, оценить ее эффективность и разработать рекомендации для практического здравоохранения.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА

1. Впервые детально исследованы причины, патоморфологические и функциональные изменения, характерные для патогенеза перегрузочной метатарзалгии, что позволило создать патогенетически обоснованную систему комплексного лечения.

2. Впервые разработаны способы хирургического лечения, позволяющие приблизить биомеханику движений стопы после операции к определенным нормальным показателям.

3. Впервые разработана и клинически обоснована методика малоинвазивного восстановления капсульно-связочного аппарата плюснефаланговых суставов в условиях ограниченного обзора (патент РФ на изобретение №2604779 и № 2581942).

4. Впервые разработана и внедрена в клиническую практику комплексная система лечения пациентов с перегрузочной метатарзалгией, включающая выполнение хирургических вмешательств с последующим проведением комплекса реабилитационных мероприятий.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ

Разработанные хирургические методики, защищенные патентами Российской Федерации, позволили повысить эффективность оперативного вмешательства, а предложенная система комплексного лечения привела к улучшению результатов на 20,8 % (по шкале AOFAS) и повышению качества жизни пациентов.

Результаты исследования с положительным эффектом внедрены в

практику в городской клинической больнице им. С.П. Боткина и в Университетской Клинической Больнице №1 на базе Клиники травматологии, ортопедии и патологии суставов.

Материалы исследования применяются в педагогическом процессе на кафедре травматологии, ортопедии и хирургии катастроф ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России.

ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. При перегрузочной метатарзалгии после выполнения оперативного вмешательства до 46% пациентов остаются не удовлетворены результатами оперативного вмешательства, так как сохраняется болевой синдром и гиперкератозы, сохраняется деформация пальца и отсутствует его опороспособность.

2. Результат оперативного лечения перегрузочной метатарзалгии зависит от восстановления подошвенной связки плюснефалангового сустава и типа дистальной остеотомии плюсневой кости.

3. При перегрузочной метатарзалгии и 3-4 степени нестабильности в плюснефаланговом суставе показано выполнение triple-Weil остеотомии плюсневой кости в сочетании с восстановлением подошвенной связки плюснефалангового сустава.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

По теме диссертации опубликовано 7 научных работ в журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикаций основных результатов диссертационных исследований. Получено 2 патента на изобретение.

СООТВЕТСТВИЕ ПАСПОРТУ НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Данная диссертационная работа соответствует паспорту специальности 14.01.15 «травматология и ортопедия» и посвящена совершенствованию хирургического лечения пациентов с перегрузочной метатарзалгией, улучшению применяемых в настоящее время и разработке новых методик, что способствует улучшению качества жизни пациентов, восстановлению трудоспособности и улучшению качества лечения. Области исследования: разработка и усовершенствование методов диагностики и лечения заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы и внедрение их в клиническую практику.

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ДОЛОЖЕНЫ И ОБСУЖДЕНЫ:

Основные положения и результаты диссертационного исследования доложены и обсуждены на заседании кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф лечебного факультета Первого МГМУ имени И.М. Сеченова 29 мая 2019г.

Материалы диссертации доложены на:

- Конференции молодых ученых Северо-Западного Федерального Округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии», г. Санкт Петербург - 2015г.

- Московском международном форуме по костно-суставной патологии, Москва - 18-21 апреля 2016г.

- Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицина чрезвычайных ситуаций. Современные технологии в травматологии и ортопедии, обучение и подготовка врачей», Москва - 23-24 мая 2016г.

- III Конгрессе «Медицина чрезвычайных ситуаций. Современные технологии в травматологии и ортопедии», Москва - 24-25 мая 2018г.

ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ

Диссертация изложена на 133 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, приложения, списка сокращений и списка литературы, содержащего 138 источников: 22 российских авторов и 116 зарубежных. Приведено 14 таблиц, 17 диаграмм и 43 рисунка.

ГЛАВА I. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ МЕТАТАРЗАЛГИИ (обзор литературы)

По данным ряда авторов боль и наличие гиперкератоза в проекции головок плюсневых костей встречается от 9,6 до 11,6% среди европейского населения от 10 до 75 лет [37]. В то же время среди пациентов старше 70 лет в США данный показатель составляет 58,2% [54]. Боль и гиперкератозы в переднем отделе стопы могут быть вызваны как перегрузочной метатарзалгией, так и другими причинами. По данным М. Bardelli [26], метатарзалгия, обусловленная биомеханическими причинами, составила 84,4%, из них вследствие структурных изменений стопы – 70,8%, а функциональных – 13,6%, из них 9,3% – как результат перегрузки переднего отдела стопы [36] (Pes cavus - 8,0%, Pes equinus - 1,3%); 61% – неравномерное распределение нагрузки на переднюю часть стопы (недостаточность первого луча 41,4%, перегрузка 1-го луча 4,1%, недостаточность средних лучей 2,0%, перегрузка средних лучей 12,0%, перегрузка 5-го луча 2,0%). Метатарзалгия, вызванная биомеханическими причинами вследствие функциональных аномалий составляет 13,6% [56]. Из них как результат гиперпронации в подтаранном суставе – 8,0%, недостаточность связочного аппарата – 1,0%, деформации пальцев – 4,0%, мышечный дисбаланс – 0,3% и перегрузка из-за избыточного веса – 0,3%. На долю причин, при которых метатарзалгия является вторичной, приходится 15,6% [119]. Из них системные заболевания

составляют 5,8%, а местные— 9,8% (заболевания кожи и подкожно жировой клетчатки, бурситы и тендиниты, заболевания периферических нервов, остеохондроз, остеоит, инфекционный артрит, травмы и опухоли). Заболевание чаще встречается у женщин, чем у мужчин [26,96,113]. Примерное соотношение два к одному [113,99,].

По другим данным, если есть предрасполагающие к заболеванию факторы, процент женщин, от общего числа пациентов, составляет более 86% [86].

1.1. ЭТИОЛОГИЯ И ПАТОГЕНЕЗ

Анатомо-физиологические особенности

Плюснефаланговые суставы, *articulationes metatarsophalangeae* [20] образованы суставными поверхностями головок плюсневых костей и оснований проксимальных фаланг. Головки II и III плюсневых костей имеют неправильную шаровидную форму: их тыльный отдел несколько сужен. Суставные капсулы прикрепляются по краю суставных хрящей, слабо натянуты, тыльный отдел суставных капсул истончен; со стороны подошвенной поверхности они укрепляются подошвенными связками, *ligg. plantaria* (подошвенные связки плюснефаланговых суставов) [20], а с боков — коллатеральными связками, *ligg. collateralia* [20]. Взаиморасположение данных анатомических структур схематически представлено на рисунке 1.

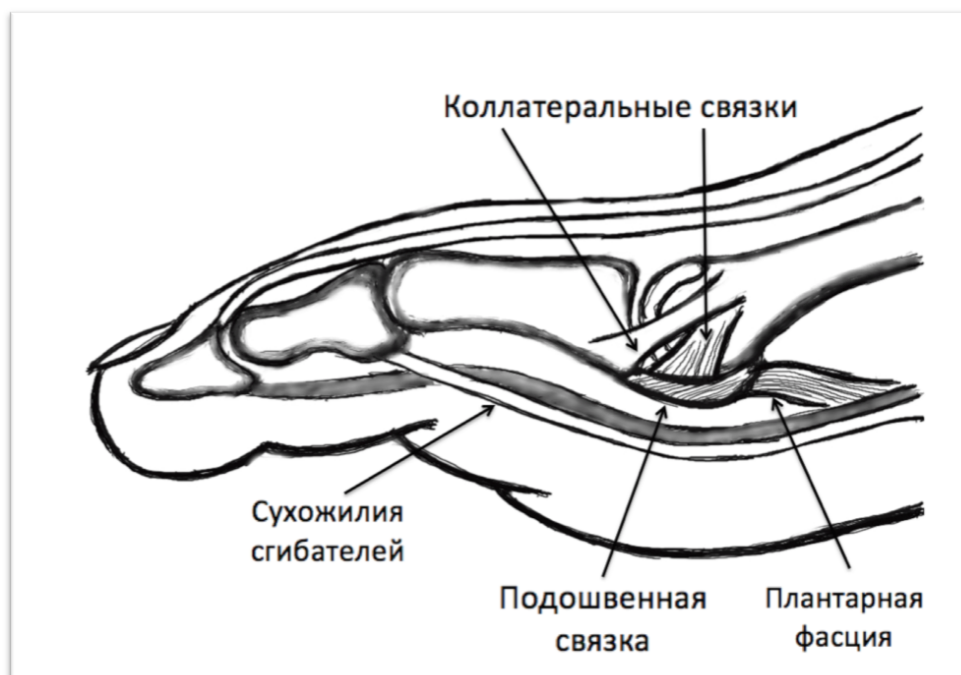


Рисунок 1: Взаиморасположение структур, стабилизирующих плюснефаланговый сустав при нагрузке [6].

Плюснефаланговые суставы относятся к типу шаровидных суставов. Подошвенная связка плюснефалангового сустава, по результатам исследований ряда авторов является [79,84,44,64,48,126] главной структурой, стабилизирующей плюснефаланговый сустав. Она выполняет две основные функции: препятствует переразгибанию проксимальной фаланги в плюснефаланговом суставе и защищает подлежащий сустав от нагрузки весом с конца средней фазы и до толчка пальцами [48]. Анатомический макропрепарат плюснефалангового сустава с неизменной подошвенной связкой представлен на рисунке 2.

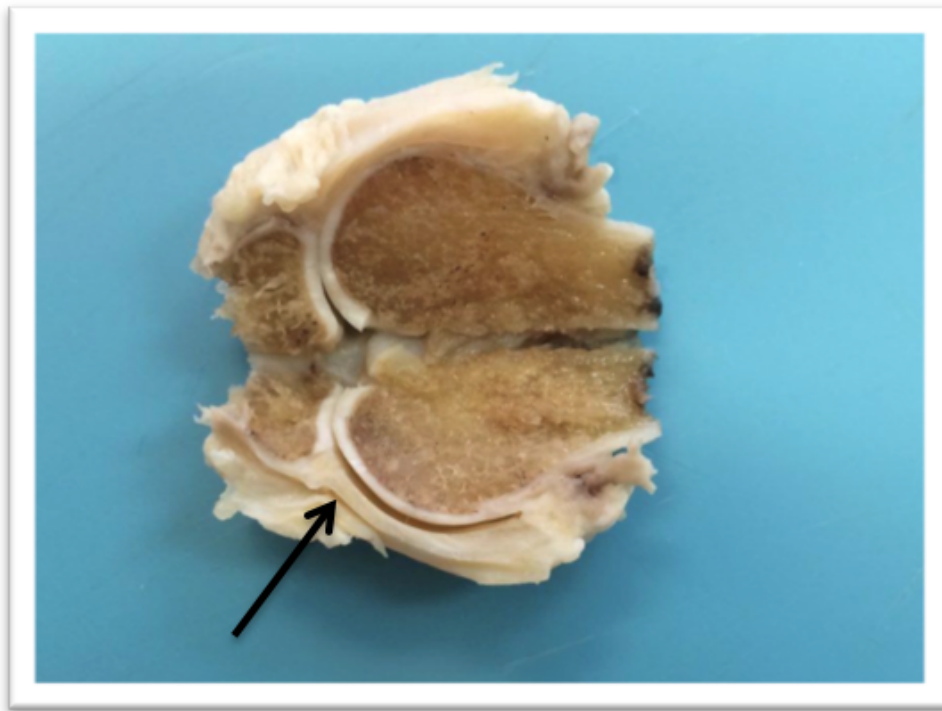


Рисунок 2: Анатомический макропрепарат плюснефалангового сустава (стрелкой указана интактная подошвенная связка).

Крепление подошвенной связки плюснефалангового сустава к проксимальной фаланге пальца менее прочное, чем к плюсневой кости, в связи с чем имеется тенденция к ее отрыву именно от фаланги [81]. Также имеется две пары коллатеральных связок [81], первая из которых прикрепляется к проксимальной фаланге и натягивается при сгибании, вторая вплетается в подошвенную связку и функционирует лишь при ее целостности [81] (см. рис.1.). Кроме того, под головками плюсневых костей натянута глубокая поперечная плюсневая связка, *lig. Metatarsium transversum profundum* [20], которая прикрепляется к нижнебоковой поверхности капсул всех плюснефаланговых суставов, а подошвенная связка плюснефалангового сустава вплетается в данную связку. Взаиморасположение данных анатомических структур на сагиттальном срезе магниторезонансной томограммы представлено на рисунке 3 и на анатомическом препарате на рисунке 4.

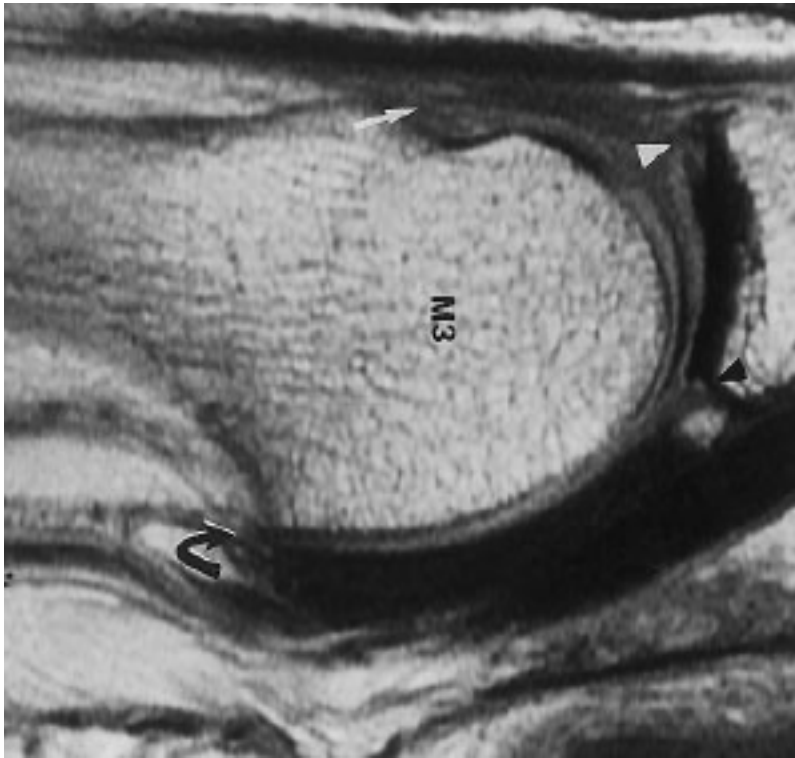


Рисунок 3: Магнитно-резонансная томограмма плюснефалангового сустава в сагиттальной плоскости [98].



Рисунок 4: Анатомический макропрепарат плюснефалангового сустава: черной треугольной стрелкой указано прикрепление подошвенной связки к проксимальной фаланге, вертикальной черной стрелкой – наиболее толстая часть связки, несущая максимальную нагрузку, черной закругленной стрелкой указано прикрепление подошвенной связки к плюсовой кости [65].

Также подошвенную связку укрепляют вертикальные волокна подошвенного апоневроза, прикрепляясь к ней снизу [79,131]. Снизу к плюснефаланговому суставу прилегают сухожилия сгибателей пальцев.

Для понимания функции структур, стабилизирующих плюснефаланговый сустав, необходимо знание их строения.

Стабилизаторами сустава являются коллатеральные связки, подошвенная связка и в меньшей степени фиброзная капсула. Подошвенная связка – это структура толщиной от 2 до 5мм (центральный отдел тоньше чем медиальный и латеральный края) и длиной от 16 до 23мм [84]. Этой связке отводят главную роль в стабилизации плюснефалангового сустава. На 75% подошвенная связка состоит из коллагеновых волокон 1 типа и на 25% из коллагеновых волокон 2 типа с незначительным количеством волокон эластина [84]. Волокна, переплетаясь, создают плотную волокнистохрящевую сеть соединительной ткани [52]. Полагают, что фиброзно-хрящевой состав подошвенной связки обусловлен тем, что она испытывает постоянные сжимающие нагрузки и действует в качестве вспомогательной суставной поверхности для головки плюсневой кости [65]. При гистологическом обследовании обнаружено, что соединительная ткань в области дегенеративных разрывов подошвенной связки неравномерная и рыхлая [48].

Биомеханика и патогенез

Нормальная позиция пальца удерживается в определенных границах [39] при статических и динамических нагрузках. Самая мощная разгибающая сила, действующая на сустав, обусловлена действием сухожилия мышцы длинного разгибателя пальцев [124]. Влияние данной мышцы распространяется на плюснефаланговый сустав через фиброапоневротическое (Рисунок. 5.А) растяжение (сухожильное утолщение), которое прикрепляется на подошвенной поверхности к подошвенной связке [48], капсуле и заканчивается на фалангах.

Сухожилие длинного разгибателя пальцев способно к разгибанию в межфаланговом суставе только тогда, когда плюснефаланговый сустав находится в сгибании или нейтральной позиции. Если палец удерживается в позиции разгибания, к примеру, в обуви на высоком каблуке, длинный разгибатель пальцев становится деформирующей силой для плюснефалангового сустава. Сгибание плюснефалангового сустава — это функция внутренних мышц (межкостных и червеобразных).

Второй палец уникален тем, что у него есть две тыльные межкостные мышцы и нет подошвенных [61]. В норме ось сокращения этих мышц проходит по подошвенной поверхности к центру ротации плюснефалангового сустава. Когда плюснефаланговый сустав испытывает постоянное переразгибание, тогда ось движения смещается к тылу от центра ротации и сухожилия этих мышц оказывают деформирующие воздействие, приводящие к тыльному подвывиху.

Червеобразные мышцы располагаются на медиальной поверхности сустава и действуют как единственные мышцы, приводящие палец. В норме [81] ось сокращения червеобразных мышц проходит по подошвенной поверхности ниже центра ротации плюснефалангового сустава, когда сустав находится в нейтральной позиции или, умеренно разогнут (Рисунок 5.А). Если плюснефаланговый сустав испытывает постоянное переразгибание, то ось движения смещается к тылу от центра ротации и сухожилия этих мышц оказывают деформирующие воздействие, приводящие к тыльному подвывиху (Рисунок 5.Б).



Рисунок 5А,Б: Анатомические структуры, окружающие плюснефаланговый сустав. Рисунок по James C. Stanley and Michael M. Stephens [81].

Червеобразные мышцы в норме также проходят по подошвенной поверхности к поперечной межкостной связке и действуют как подошвенные сгибатели, что не наблюдается при хроническом переразгибании в суставе (Рисунок 5.Б).

Статическими ограничителями стабильности в суставе являются коллатеральные связки и подошвенная связка. Длительная перегрузка сустава [61] и следующий за этим синовит и выпот в сустав являются причиной перегрузочной дегенерации, растяжения и разрыва этих структур с развитием нестабильности в плюснефаланговом суставе.

Функция подошвенной связки плюснефалангового сустава - не просто препятствие тыльному переразгибанию и смещению, а удержание всей массы тела в фазе переката при ходьбе [79,52].

Для правильного понимания биомеханики [70] движений в нижней конечности и причин развития метатарзалгии, необходимо обратиться к концепции "переката" или "rocker-концепции", основанной на анализе ходьбы. В данной концепции [31] выделяют три фазы или три «переката».

Первый перекат [81] начинается с момента касания пяткой поверхности и заканчивается полным контактом всей поверхности стопы.

При втором перекате [81,36] происходит сгибание в голеностопном суставе и наклон голени вперед относительно стопы. В эту фазу осуществляется перенос веса с пятки на головки плюсневых костей и пальцы.

Третий перекат начинается с подъема пятки и разгибания в плюснефаланговом суставе [36] и заканчивается переносом веса на пальцы и их толчкообразным движением.

Предрасполагающие факторы

Основным фактором, предрасполагающим к развитию метатарзалгии, является отсутствие нагрузки на пальцы при ходьбе. К перемещению нагрузки в область плюсны приводят нестабильность пальцев в плюснефаланговом

суставе и уплощение поперечного свода [4].

Начальные проявления метатарзалгии появляется задолго до вывиха пальца и обусловлены синовитом [61] в плюснефаланговом суставе. Дальнейшее развитие заболевания приводит к нестабильности в плюснефаланговом суставе и смещению нагрузки на область головок плюсневых костей.

По данным Coughlin [44], деформация может возникать как самостоятельное заболевание, либо, чаще, как результат сочетания последовательных патологических и предрасполагающих факторов, таких как возраст женщин старше 50 лет, использование обуви с узким мысом на высоком каблуке, уплощение поперечного свода с вальгусной деформацией первого пальца и дегенеративные изменения в первом плюснефаланговом суставе.

Вальгусная деформация первого пальца часто [12] сочетается с нестабильностью во втором плюснефаланговом суставе, но наиболее вероятной причиной нестабильности являются изменения, обусловленные перегрузкой и дегенеративными изменениями [121] в таких структурах, как боковые коллатеральные связки, капсула и подошвенная связка. В международной терминологии и переводных источниках используется термин «плантарная пластинка». Данное словосочетание является широко используемым, но не совсем точным переводом с английского языка (*plantar plate*), так как в русском языке имеется точное анатомическое название данной структуры (подошвенная связка плюснефалангового сустава, *lig. Plantare*) [20]. Дегенеративные изменения в суставе также сочетаются с хроническим синовитом. Среди других причин можно назвать хронический синовит при системных артритах [123], нейромышечные заболевания [116], вызывающие мышечный дисбаланс и острые травматические повреждения подошвенной связки и коллатеральных связок. [61].

При болях в проекции головок плюсневых костей их разгрузка в начале заболевания осуществляется усиленной работой пальцев [23], что в

дальнейшем приводит к усилению дегенеративных изменений в связочном аппарате сустава и формированию вывихов. Эти факторы предрасполагают к развитию метатарзалгии и деформации пальцев.

В 90% случаев метатарзалгия вызвана биомеханическими изменениями различной этиологии [31].

Лечение должно основываться на этиологии, которая зачастую многофакторная [32].

Факторы, предрасполагающие к повышению давления в плюснефаланговых суставах.

Нагрузка и давление на головку плюсневой кости зависят [81] от длины плюсневой кости во фронтальной плоскости и отклонения головки в аксиальной плоскости.

Вторая фаза ходьбы, занимающая от 10 до 30% времени всего цикла переката, осуществляется эксцентрическим сокращением икроножной мышцы [107]. Если одна или более плюсневых головок расположены ниже остальных, то в эту фазу значительно возрастает давление на соответствующие плюснефаланговые суставы. Данное состояние определяют как "статическая" метатарзалгия [26,107].

Позиция головки во фронтальной плоскости зависит от двух факторов: анатомического и функционального. Анатомический – это врожденный или приобретенный угол наклона (подошвенное сгибание) плюсневой кости. Функциональный фактор заключается в подвижности плюсневой кости в суставе Лисфранка. Малая подвижность 2 и 3 плюсневых костей в суставе Лисфранка при их относительной длине часто приводит к центральной метатарзалгии [31]. В то время как в 1,4 и 5 лучах метатарзалгия встречается реже, в связи с тем, что в первом суставе Лисфранка осуществляется подошвенное сгибание ($5-10^0$) и пронация, а в 4 и 5 - тыльное сгибание ($10-25^0$). Остеоартрит любого сустава Лисфранка может приводить к перегрузке соответствующего луча.

Третья фаза, занимающая от 30 до 60% времени цикла ходьбы, начинается сокращением икроножной и камбаловидной мышцы. Диспропорционально длинная плюсневая кость в эту фазу получает чрезмерную нагрузку, что приводит к "пропульсивной" [30,31] метатарзалгии или "метатарзалгии продвижения".

1.2. МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Клиническое обследование

Пациентов чаще беспокоит боль, локализованная под головкой плюсневой кости [55], иррадиирущая в палец, отек и воспаление мягких тканей по подошвенной и тыльной поверхности [62] и неустраняемый подошвенный гиперкератоз. При вывихе пальца в плюснефаланговом суставе, жалобы дополняет боль и гиперкератоз над проксимальным межфаланговым суставом пальца [6].

При сборе анамнеза необходимо расспросить о предшествующих травмах [21,50] и оперативных вмешательствах, которые могли привести к изменению морфологии стопы [6], о сахарном диабете и диабетической нейропатии [19].

Клиническое обследование включает в себя: осмотр стопы стоя и при ходьбе, оценку ригидности, расположение локальных или диффузных натоптышей или гиперкератозов [73], обнаружение нарушения чувствительности (онемение, жжение) и периферического пульса, сопутствующие деформации пальцев.

Положительный тест «выдвижного ящика» [88] или тест Lachman, указывает на разрыв связочного аппарата [43] и нестабильность [82] в плюснефаланговом суставе. Схематическое изображение теста «выдвижного ящика» представлено на рисунке 6.

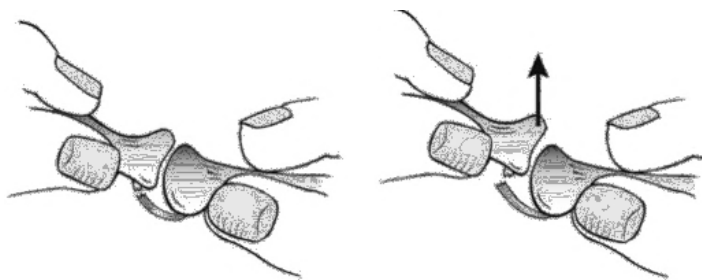


Рисунок 6: Положительный тест «выдвижного ящика» при повреждении подошвенной связки плюснефалангового сустава.

Тест проводится следующим образом: одной рукой удерживается стопа исследуемого в области плюсневой кости соответствующего плюснефалангового сустава, а другой рукой между большим и указательными пальцами фиксируется средняя и проксимальная фаланга пальца стопы пациента и осуществляется тыльное смещение основания проксимальной фаланги. Выполнение данного теста представлено рисунке 7.



Рисунок 7: Вид сверху и сбоку. Положительный тест «выдвижного ящика». Стрелкой отмечено выстояние основания проксимальной фаланги относительно плюсневой кости.

Сжатие стопы в области плюсны при одновременной пальпации в межплюсневых промежутках (положительный тест Mulder), вызывающее

жгучую стреляющую боль или гипостезию, характерно для невромы Мортонa [25,106,109].

Необходимо исследовать и записывать амплитуду движения в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах. Обследование задней группы мышц голени должно включать в себя осмотр подколенной области и трицепса голени. Важно оценивать объем движений в голеностопном суставе [110] при согнутом и разогнутом коленном суставе, чтобы добиться изолированного икроножного напряжения для оценки укорочения Ахиллова сухожилия (Silfverskiöld test) [100,61].

Исследование также должно включать [93] определение степени подвижности пяточной кости в подтаранном суставе: пронацию (вальгус или эверсию) и супинацию (варус или инверсию); пронацию и супинацию в среднем отделе стопы [110] при фиксированной в нейтральной позиции пяточной кости параллельно с изучением объема движений в первом луче. Пальпация головок плюсневых костей позволяет выявить смещение жировой подушки (low fat foot) [45] и вызвать дискомфорт или боль.

Принудительный сгибание пальца в плюснефаланговом суставе может привести к натяжению коллатеральных связок [30,31] и усилить боль при синовите.

Тесты на эластичность стоп. Исследование эластичности переднего отдела [9,11]: сдавливание стопы с боков в области головок плюсневых костей. При 1 типе головки сводятся легко и без сопротивления формируют поперечный свод [11]. При 2 типе – умеренная ригидность, не позволяющая полностью сблизить головки и сформировать поперечный свод. При 3 типе – выраженная ригидность, головки не сближаются, свод не формируется.

Также, необходимо проводить оценку болевого синдрома до и после оперативного вмешательства. Для объективизации такого субъективного понятия как боль, используются шкалы оценки болевого синдрома. Золотым стандартом оценки болевого синдрома принято считать шкалу клинической оценки болевого синдрома Американской Ассоциации Ортопедов Стопы и

Голеностопного Сустава (AOFAS) [92].

Шкала AOFAS имеет некоторую псевдо-объективность оценки, что создает трудности при анализе [92]. Также часто используется Визуальная Аналоговая Шкала для оценки выраженности болевого синдрома в стопе и голеностопном суставе (VAS FA) [14,118].

Инструментальное обследование

Рентген, МРТ, УЗИ, подобарография

Рентгеновское исследование с нагрузкой помимо прямой и боковой проекций должно включать переднезаднюю проекцию для оценки отклонения пяточной кости от вертикальной оси, а также, при необходимости, косую проекцию [50]. МРТ пока не является рутинным методом при исследовании данной патологии, хотя и необходима для оценки повреждения мягкотканых структур плюснефалангового сустава [98].

Важным критерием, указывающим на метатарзалгию, является утолщение диафизов (гиперossiфикация, склерозирование) плюсневых костей, свидетельствовавшее о функциональной перегрузке данной области [4] по данным рентгенограмм. Утолщению диафиза всегда сопутствует гиперкератоз под головкой соответствующей плюсневой кости.

Лучевая диагностика повреждений подошвенной связки плюснефалангового сустава.

Рентгеновское исследование информативно только при серьезном повреждении подошвенной связки, проявляющейся в виде таких деформаций, как молоткообразный, плавающий и перекрестный пальцы. В боковой проекции под нагрузкой весом можно оценить нестабильность плюснефалангового сустава [79]. При незначительных повреждениях выявить изменения на рентгенограмме практически невозможно.

Артрография [138] в настоящее время используется редко, но она

незаменима для оценки повреждений капсулы плюснефалангового сустава. Излияние контраста во влагалище сухожилия длинного сгибателя пальцев – отличительный признак, указывающий на разрыв подошвенной связки. По данным артрографии при метатарзалгии встречаемость разрывов капсулы второго плюснефалангового сустава достигает 95%, а третьего - до 50% [79].

На МРТ [53] прекрасно видны суставная капсула, подошвенная связка и коллатеральный связочный комплекс. При МР артрографии все эти структуры визуализируются еще лучше, в то время как при бурсографии они не видны.

Ультразвуковая диагностика, [125] благодаря низкой стоимости, доступности, неинвазивности и возможности использования при осуществлении активных движений в плюснефаланговом суставе, может быть полезным диагностическим средством.

Точность обнаружения повреждений подошвенной связки при УЗИ и МРТ - 96% и 92% соответственно [79,125,131].

Компьютерный анализ походки [115] вместе с подбарографией помогает при сложных нейромышечных заболеваниях нижних конечностей оценить вклад этих заболеваний в развитие метатарзалгии. Подбарография [40,133] помогает оценить характер нагрузки на стопу до и после операции.

Вместе с тем, при значительном числе имеющихся диагностических инструментов, остаются открытыми вопросы доступности данных методов исследования для пациентов и их объективности, что обуславливает актуальность данного исследования.

1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ

Постановка диагноза

В большинстве случаев диагноз можно поставить на основании результатов клинического исследования и данных рентгенограмм в двух проекциях под нагрузкой. В более сложных случаях следует прибегать к дополнительным методам обследования, изложенным выше. Правильная

постановка диагноза возможна лишь при проведении тщательного дифференциального диагноза.

Этиология

Заболевания, характеризующиеся болью в плюсне и имеющие сходную клиническую картину, можно разделить на три основные группы [132]: метатарзалгия, вызванная общими заболеваниями, метатарзалгия, вызванная местными заболеваниями и метатарзалгия, вызванная биомеханическими нарушениями или перегрузочная метатарзалгия [26].

Метатарзалгия, вызванная общими заболеваниями.

Боль в плюсне может быть первым симптомом нарушения кровообращения, как следствие эмболии и острой ишемии. Макроэмболы [59] (диаметром 5-10мм) вызывают обструкцию крупных сосудов и сопровождаются болью и клиническими проявлениями ишемии. Микроэмболы (диаметром менее 5мм) могут вызывать обструкцию пальцевых артерий, что сопровождается болью и цианозом [59]. Данные симптомы могут возникать при различных сосудистых заболеваниях. Среди них: обструктивные артериопатии, чаще встречающиеся в пожилом возрасте, облитерирующий тромбоангиит (болезнь Бэргера [108], синдром Рэйно [1], сдавления и дегенеративные изменения подколенной артерии, эмболии, возникающие при инфаркте миокарда, патологии клапанов сердца, аневризмах желудочков и аневризматических дилляциях. Из сосудистых заболеваний наиболее часто боль в стопе вызывает венозная недостаточность поверхностных или глубоких вен.

Изолированная метатарзалгия пятого луча, вызванная эрозией шейки пятой плюсневой кости, является проявлением ранней стадии ревматоидного артрита [103]. Моноуставная артропатия представлена в 2-3% случаев ревматоидного артрита. Для ревматоидного артрита характерно постепенное вовлечение в патологический процесс плюснефаланговых суставов от пятого

к первому [3]. На более поздних стадиях ревматоидного артрита возникает деформация пальцев.

Псориатический артрит [15] в передней части стопы обычно сопровождается симптомами и признаками, присущими ревматоидному артриту, но, зачастую вызывает двухсторонний, ассиметричный плюснефаланговый и межфаланговый полиартрит с боковыми эрозиями.

Диабетическая остеоартропатия [8] наиболее часто проявляется изменениями в плюсневых костях от умеренного эпифизарного остеопороза, субхондрального склероза с краевыми остеофитами до патологической перестройки костной ткани, развития остеолита, секвестрации, участков резорбции кости, разрастания соединительной ткани, асептических некрозов.

Среди заболеваний ЦНС повреждение системы пирамидных путей сопровождается снижением силы и объема движений, связанной с гипертонусом мышц (спастичностью) [34]. Гипертонус икроножной и камбаловидной мышц приводит к формированию «конской стопы» или эквинусу, что, в свою очередь, увеличивает нагрузку на передний отдел стопы в начальной фазе ходьбы [42]. Дефицит силы передней группы мышц голени может быть причиной болезненного сгибания пальцев по типу когтеобразных [60]. Также, острые нарушения мозгового кровоснабжения, энцефалопатии, миелопатии, менингиомы, боковой амиотрофический склероз, заболевания экстрапирамидной системы и болезнь Паркинсона могут приводить к похожей клинической картине [116]. Вышеперечисленные заболевания часто приводят к наклону туловища и смещению центра тяжести вперед во время ходьбы, что вызывает перегрузку передней части стопы. При хорее Хантингтона [91] у одной трети пациентов перегрузка переднего отдела возникает из-за чрезмерной внутренней ротации стопы, что является следствием очагового нарушения тонуса. Патология путей и центров соматической чувствительности может вызывать изменения тонуса мышц и их атрофию, что, в свою очередь, приведет к изменению в костях и суставах.

Такие заболевания как альгодистрофия, полиомиелит [116], осложненные травмы позвоночника, радикулопатии (механической, воспалительной или опухолевой природы), невропатии, заболевания периферической нервной системы способны вызывать боль в переднем отделе стопы. Среди причин, наиболее распространенных приобретенных нейропатий, вызывающих боль в переднем отделе стопы, следует выделить сахарный диабет, почечную недостаточность, гипervитаминоз, злоупотребление алкоголем, инфекционные заболевания (простой герпес и опоясывающий лишай), воспалительные и аутоиммунные заболевания (системная красная волчанка, синдром Беше, узелковый полиартериит) и отравления тяжелыми металлами. Также боли в стопе могут быть обусловлены врожденным или системным гиперкератозом [111], кератодермией, в основе которой лежит генетический дефект [111].

Метатарзалгия, вызванная местными заболеваниями.

Заболевания кожи и подкожножировой клетчатки вокруг головок плюсневых костей могут провоцировать метатарзалгию. Среди наиболее распространенных можно выделить атрофию тканей подошвы у пожилых пациентов [45]. Целый ряд дерматологических заболеваний может клинически проявляться болью в переднем отделе стопы [116]. Наиболее часто бородавки встречаются на подошвенной поверхности стопы. В большинстве [37] случаев бородавки располагаются в области, несущей наибольшую нагрузку – это область головок плюсневых костей. Повторяющаяся травматизация подошвы (из-за трения при использовании плохой обуви) приводит к образованию болезненных волдырей. Доброкачественные поражения кожи – подошвенные кератомы – могут возникать независимо от степени нагрузки. Однако гиперкератоз [63] считается вторичным проявлением перегрузки. Это защитный механизм мягких тканей [55], возникающий в ответ на перегрузку при биомеханических изменениях в стопе.

Патология сумки сустава и сухожилий может быть источником метатарзалгии. Бурсит [81] возникает как результат инфекции или

повышенной нагрузки, а патология сухожилия возникает вследствие острого или хронического синовита.

Отдельную группу составляют туннельные невропатии, проявляющиеся в виде парастезий и дистезий [71]. Сжатие глубокого малоберцового нерва между удерживателем разгибателей и поверхностью кости могут вызывать боль в первом межплюсневом промежутке с тыльной стороны в области первого и второго пальцев [7,71].

Поверхностный малоберцовый нерв [7] может быть сдавлен в месте, где он проникает в глубокую фасцию ноги, на уровне 5-10 см выше латеральной лодыжки, вызывая боль в переднебоковой надлодыжечной области, латеральной части ступни и 4, 5 пальцах.

Синдром Мортон – (периневральный фиброз общего межпальцевого нерва) [106], чаще третьего общего межпальцевого нерва [109]. Разрастание нерва, точнее его прорастание соединительной тканью, происходит вследствие его постоянной травматизации между головками плюсневых костей [25]. Для данного заболевания характерны колющая и жгучая боль [25,62], локализованная в плюсневой области, усиливающаяся при нагрузке и при ношении обуви с узким передним отделом. Также характерны спонтанные судороги, чувства гипостезии, гиперальгезии и дизестезии. Диагноз ставится на основании клинических данных, данных УЗИ или МРТ [106].

Такие костно-суставные заболевания как остеохондропатия, инфекционный остеоит, септический артрит, поражающие плюсневые головки, часто дают боль в плюсне. Болезнь Фрайберга-Келлера II – это остеохондропатия головок 2-й и реже 3-й плюсневых костей [67], чаще встречается у молодых женщин.

Частая причина метатарзалгии – это усталостный (маршевой) перелом [2], при котором обычно повреждаются диафизы 2 и 3 плюсневых костей из-за уменьшения опорной функции и тыльного смещения первого луча и гипермобильности первого плюснеклиновидного сустава [33].

Опухоли данной локализации редки [26], из них чаще встречается пигментный ворсинчатоузловой синовиит, сопровождающийся припухлостью сустава и непостоянной болью. Среди прочих следует выделить подошвенный фиброматоз и эпидермоидные кисты. Костные и хрящевые опухоли могут формироваться в стопе, но чаще они берут начало из фиброзных тканей, при этом в половине случаев – это синовиальная саркома [75]. Чаще болеют мужчины от 15 до 40 лет [87].

Перегрузочная метатарзалгия или метатарзалгия, вызванная биомеханическими нарушениями.

В основе механической метатарзалгии лежит неправильное распределение нагрузки на плюснефаланговые суставы вследствие функциональных или структурных изменений [26]. Не всегда можно четко разделить эти два фактора, так как в хронической стадии функциональные изменения в любом случае являются причиной структурных деформаций [30].

Чтобы выбрать правильное лечение, очень важно определить случаи, когда деформация или дисфункция, вызванная перераспределением нагрузки, первично локализована в передней части стопы, противопоставляя тем случаям, где она локализована в проксимальных сегментах [5] (средней и задней части стопы).

Избыточная нагрузка часто задействует весь передний отдел стопы (как при полной и конской стопе), но может распространяться только на согнутый в подошвенном положении первый луч (1-й плюснефаланговый комплекс).

Существует пять [26] основных групп функциональных отклонений от нормы, а именно: гиперпронация в таранно-пяточном суставе, недостаточность связочного аппарата, деформации пальцев, мышечные нарушения и перегрузка весом. Известны две основные группы структурных изменений переднего отдела стопы: недостаточная или чрезмерная нагрузка на первый луч и на средние лучи.

Функциональные расстройства:

Гиперпронация таранно-пяточного сустава

Таранно-пяточный-ладьевидный сустав, является отправной точкой в функциональной деформации [74]. Его гиперпронация, характерная для многих деформаций, является причиной сбоя биомеханических процессов в стопе во время ходьбы и может привести к боли и деформации в плюснефаланговых суставах и пальцах.

Во время фазы "продвижения вперед" (пропульсивная фаза) [69] таранно-пяточный сустав в норме выполняет супинацию. Если этого не происходит, а изначальная пронация достигнута или даже увеличена, то передняя часть стопы теряет стабильность, необходимую для этой фазы [78]. В результате этого возникают многие факторы, которые влияют на распределение нагрузки [26]. Среди них могут быть изменения вектора тракции длинной малоберцовой мышцы с тыльным сгибанием и гипермобильностью [33] первой плюсневой кости с последующей нестабильностью первого плюснефалангового сустава; изменение ориентации в пространстве центральных предплюсне-плюсневых суставов с последующей гипермобильностью плюсны (включающей вертикальные силы, разрушающие мягкие ткани подошвы) [117]; изменение функции отводящей мышцы, вызванное нестабильностью большого пальца и малых пальцев стопы вследствие гипермобильности плюснефалангового сустава и несбалансированности мышечно-сухожильных компонентов [26].

Есть много причин гиперпронации в таранно-пяточном суставе, которые включают в себя травму, слабость сухожилий, деформацию таранно-пяточного сустава, варусную и супинированную переднюю часть стопы, варус задней части стопы, эквинус стопы в голеностопном суставе, ротационные нарушения и разницу длины ног.

Недостаточность связочного аппарата

Причиной недостаточности связочного аппарата является недостаточность соединительной ткани, являющаяся результатом таких врожденных заболеваний, как синдром Марфана [90] или Элерса-Данло.

Также на растяжимость соединительной ткани и ускорение развития патологического процесса влияют гормональные изменения при беременности и в постклимактерическом периоде [85,121] и менопаузе. Данные изменения приводят к перегрузке передней части стопы из-за излишней гиперпронации таранно-пяточного сустава.

Изолированная перегрузочная метатарзалгия встречается редко, в связи с тем, что на ранних этапах деформации переднего отдела стопы пациенты редко обращаются к врачу. Поводом для обращения пациента [21] наиболее часто служит появление заметной варусной деформации первой плюсневой кости с медиальным выстоянием ее головки, вальгусным отклонением первого пальца и молоткообразной деформации второго пальца, в то время как болям под головками второй и третьей плюсневых костей уделяется недостаточное внимание или проводятся попытки консервативного [55] ортопедического лечения.

Деформации пальцев стоп

К данной группе относятся патологические изменения пальцев, приводящие к метатарзалгии; среди них большую часть занимают повреждения функциональной этиологии с прогрессирующей динамической перегрузкой переднего отдела стопы. Данные деформации [12] могут быть подразделены на продольные (сгибательные контрактуры пальцев, молоткообразные, молоточкообразные и когтеобразные пальцы) и боковые искривления (клинодактилия, пальцы внахлест или расходящиеся пальцы).

Деформации могут быть врожденными или связанными с изменениями проксимального отдела стопы [49,100]: гиперпронацией в таранно-пяточном суставе, усилением разгибания переднего отдела при полой стопе, периферической невропатии или спастичности длинного разгибателя пальцев [95] или к сгибательной контрактуре, следующей за парезом трицепса. Таким образом, деформация пальцев может быть либо первичной, либо вторичной.

Любая из упомянутых причин может усугублять метатарзалгию путем перегрузки головок плюсневых костей из-за недостаточной силы подошвенного сгибания пальцев [77], которое необходимо для поддержания положения тела и удержания контакта с поверхностью земли в течение 3/4 фазы "контакта" при ходьбе, а к концу этой фазы призваны поддерживать 40% массы тела, большая часть которой приходится на первый луч [26].

Метатарзалгия, вызванная нарушениями в работе мышечной системы.

Мышечные нарушения [41,116] могут распространяться на мышцы стопы и вызывать динамические и статические расстройства в стопе, приводящие к перегрузке плюсны. Данные состояния [116] вторичны по отношению к нарушениям работы в центральной и периферической нервной системе. Врожденные, наследственные, инфекционные, метаболические, токсические, воспалительные, связанные с заболеваниями иммунной системы, дегенеративные, травматические и, также, как и простые, мышечные и мышечно-сухожильные патологии (наследственные, дегенеративные, воспалительные, дисиммунные и травматические) должны всегда приниматься во внимание. Очень важно проводить детальное и полное неврологическое и мышечное обследование пациента [7], уделяя особое внимание поясничному отделу позвоночника. Сильное натяжение Ахиллова сухожилия за счет гипертонуса мышц [49] задней группы голени со временем приводит к перегрузке переднего отдела.

Перегрузка весом

Избыточный вес [112] усиливает любой фактор, вызывающий метатарзалгию и делает заметной клиническую картину в ситуациях, где отдельно взятые факторы были бы слабыми или незначительными, чтобы вызвать серьезные симптомы.

Структурные изменения:

Перегрузка всего переднего отдела стопы

В основе этой группы [36] лежат эквинус (задней части стопы) и полая стопа (эквинус передней части стопы). Эквинусная деформация может быть нейромышечной, костносуставной (последствия переломов, дегенеративные изменения), вследствие повреждения мягких тканей (ожоги и обморожения) и функциональной (использование обуви на высоком каблуке) [81].

Полая стопа может быть следствием врожденных или приобретенных изменений (нейромышечная патология, травма, ожоги или обморожения, дегенеративные костносуставные изменения и воспалительные суставные повреждения, заболевания соединительной ткани [36]). Часто встречается комбинация этих двух патологических состояний.

Неправильное распределение нагрузки на переднюю часть стопы.

Недостаточность первого луча

Недостаточность первого луча характеризуется перераспределением нагрузки с первого луча на латеральные лучи, в частности, на второй и третий. Недостаточность можно разделить [134] на пять групп: 1) врожденные деформации; 2) гипермобильность [33] первой плюсневой кости вследствие поражений первого плюснеклиновидного сустава (значимость и эффективность артродеза этого сустава остается обсуждаемой проблемой [101]); 3) боковые смещения или подвывихи сесамовидных костей при наличии варусного отклонения плюсны; 4) плоская стопа с супинированным варусным передним отделом и последующим снижением нагрузки с первого луча; 5) ятрогенные причины: удаление головок плюсневых костей [103], операции по типу Keller, артропластики и плюсневые остеотомии, приводящие к чрезмерному укорочению и/или тыльному сгибанию.

Перегрузка или недостаточность средних лучей

Перегрузка средних лучей — это увеличение давления на одну и более плюсневых головок, а также вторичное их смещение во фронтальной или

горизонтальной плоскости. Недостаточность средних лучей [50] определяется снижением способности переносить полную нагрузку веса тела за счет перегрузки или гипермобильности [33] соседних плюсневых костей.

Среди местных причин перегрузки или недостаточности средних лучей: отклонение от нормы в длине (врожденная или приобретенная длинная плюсневая кость [30,31,81] или короткая плюсневая кость из-за травм, хирургических вмешательств, радиотерапии, детских инфекций и переломов). Чрезмерное поднятие плюсневых костей в сагиттальной плоскости встречается при врожденных расстройствах, паралитических состояниях, либо приобретенных заболеваниях.

Перегрузка пятого луча

Причины, приводящие к перегрузке пятого луча, можно разделить на две категории:

1) Местные [122]: посттравматическая или врожденная деформация пятой плюсневой кости, вальгусная деформация пятой плюсневой кости (с развитием или без бурсита плюснефалангового сустава); деформация диафиза кости [122], недоразвитие межплюсневых связок и недостаточность связочного аппарата с гипермобильностью суставов, ригидность плюснекубовидного сустава (посттравматическая или дегенеративная).

2) Системные причины [38]: врожденная и приобретенная деформация всех центральных лучей; приведенная стопа (сокращенная и спазмированная передняя часть стопы) – варус передней части стопы, вызванный мышечным сокращением, часто вследствие боли, провоцируемой другими патологиями стопы [21,23]; передняя полая стопа, поперечная полая стопа, супинированная стопа, осложнения врожденной эквиноварусной деформации и последствия нейромышечных [116] патологий и нарушение нормальных ротационных движений в суставах нижней конечности [51].

1.4. ЛЕЧЕНИЕ

Консервативное лечение

Ношение ортопедических стелек и специальной обуви с вкладками и мягкими пелотами, располагающимися под головками плюсневых костей, эффективно при начальных проявлениях метатарзалгии [55]. Амортизирующие вкладки под головками плюсневых костей, позволяют равномерно распределить нагрузку между смежными суставами.

При вывихе в плюснефаланговом суставе проксимальная фаланга пальца давит на дистальный сегмент плюсневой кости, что приводит к опущению головки плюсневой кости вниз. Опущенная вниз головка не только обуславливает появление натоптыша на подошвенной поверхности, но и приводит к быстрому износу мягких амортизирующих элементов ортопедических стелек. Назначение жестких стелек является грубой ошибкой и приводит лишь к усугублению болевого синдрома и прогрессированию деформации [55].

Удаление натоптышей хирургическим путем [63] или с применением криодеструкции приводит к дополнительной травматизации мягких тканей, расположенных между сформированной раной и головкой плюсневой кости.

Такая рекомендация по консервативному лечению, как инъекции кортикостероидных [104] препаратов не только не предотвращают прогрессирование деформации, но часто приводят к аваскулярному некрозу костей и мягких тканей, в том числе постъинекционному повреждению подошвенной связки [104,43] и прогрессированию вывиха.

Таким образом, можно сделать вывод о неэффективности консервативных методов лечения на поздних стадиях развития заболевания, что обуславливает актуальность данной работы.

Оперативное лечение

Основная задача оперативного лечения направлена на восстановление

правильного распределения давления между головками плюсневых костей [47,68,72,76,83,130,133] и коррекцию часто сопутствующей деформации пальцев при перегрузочной метатарзалгии. При метатарзалгии, вызванной другими заболеваниями или деформациями других отделов опорно-двигательного аппарата, лечение, в первую очередь, должно быть направлено на них, а затем на коррекцию переднего отдела стопы.

Алгоритм оперативного вмешательства

При планировании оперативного лечения необходимо оценивать по тыльно-подошвенной рентгенограмме под нагрузкой параболу Лельевра [6,28] и определять оптимальную длину плюсневых костей по критериям, предложенным Маэстро. Хирургическое лечение включает следующие процедуры: дистальная косая плюсневая остеотомия (Weil, тройная Weil-остеотомия (Maceira) [76], DMMO [68]), миниинвазивная кондилэктомия (экзостозэктомия), проксимальная (диафизарная) плюсневая остеотомия (BRT-остеотомия) [117], транспозиция сухожилий, резекция головок плюсневых костей и при необходимости пяточная остеотомия и удлинение Ахиллова сухожилия [6].

Говоря об эволюции оперативных методов лечения, стоит сказать об оперативном лечении, известном, как операция Клейтона-Хоффмана [94,103]. Операция заключается в выполнении резекции головок всех плюсневых и оснований проксимальных фаланг пальцев. После сближения опиленных костей, выполняется артродезирование сустава с временной фиксацией спицами. Выполнение данной методики целесообразно только у пациентов с застарелыми дегенеративными ригидными вывихами или при ревматоидном полиартрите [103]. Хорошие результаты отмечены у 19% [94], остальные пациенты с ревматоидным артритом остаются удовлетворены результатами оперативного лечения [94], так как, несмотря на отсутствие подвижности пальца в плюснефаланговом суставе, это позволяет им использовать свободную обувь и добиться определенного регресса болевого синдрома. У

пациентов с недавно сформированными подвывихами и вывихами пальцев [123] данный метод не стоит применять, так как возможно восстановление функции плюснефалангового сустава и возвращения их к активной жизни [135].

Методы лечения при изолированной метатарзалгии

При изолированной метатарзалгии под головками второй и третьей плюсневых костей, без клинического проявления вывиха в суставе, может применяться дистальная малоинвазивная метатарзальная остеотомия (Distal Metatarsal Metaphyseal Osteotomy или ДММО) [68]. Осложнением является длительно сохраняющийся отек и замедленная консолидация. Следует отметить, что несращение наблюдается крайне редко [68].

До 13% пациентов остаются не удовлетворены результатами оперативного лечения [68]. Основные жалобы связаны с длительно сохраняющимися отеками, подкожно-пальпируемыми оссификатами в отдаленном периоде, переходной метатарзалгией. Реже встречаются замедленная консолидация и несращение [6].

Миниинвазивная кондилэктомия (экзостозэктомия) применяется при изолированной статической метатарзалгии центральных лучей. Применяется редко в связи с такими осложнениями [120], как ятрогенное расщепление диафиза, артрит и нестабильность плюснефалангового сустава за счет отсечения подошвенной связки плюснефалангового сустава и миграции пальца в тыльную сторону («плавающий палец»). Применение этой техники наиболее применимо при изолированной метатарзалгии пятого луча [120].

Методы лечения при вывихах и нестабильности в плюснефаланговых суставах

Важным элементом реконструкции является правильное распределение нагрузки на пальцы и их участие в движении, что достигается восстановлением связочного аппарата [43,57,135] плюснефалангового сустава

и использованием межфаланговых имплантов или сохранением межфаланговых суставов. По данным ряда исследователей от 10 до 46% [130] пациентов остаются не удовлетворены результатами оперативного вмешательства [97], так как оперативное лечение осуществлялось без коррекции поврежденных коллатеральных связок и подошвенной связки плюснефалангового сустава, стабилизирующих плюснефаланговый сустав. Лечение без коррекции поврежденных структур приводит к отсутствию нагрузки на пальцы в фазе переката при ходьбе [39,27].

Дистальные остеотомии

Weil-остеотомия

Одним из наиболее часто используемых способов хирургического лечения перегрузочной метатарзалгии является остеотомия по L.S. Weil, предложенная на конференции по технике выполнения остеотомий плюсневых костей в 1994 г. во Франции, в городе Бордо, доктором L.S. Weil [137] и широко известная в настоящее время как Weil-остеотомия [28].

Остеотомия производится параллельно плоскости опоры плюсневых головок, что позволяет произвести укорочение и смещение дистального фрагмента плюсневой кости в проксимальном направлении и благодаря этому снять нагрузку с головки [47].

Осложнения

Основные осложнения Weil-остеотомии: "плавающий палец", ригидность сустава, аваскулярный некроз, "переходящая" или переходная метатарзалгия и рецидив болевого синдрома [47,72,97,117].

"Плавающий палец"- самое распространенное осложнение Weil-остеотомии, достигающее 46% [129]. Под термином "плавающий палец" понимают не только отсутствие контакта пальца с поверхностью, но и неспособность оказывать опору на эту поверхность [129].

Патогенез данного осложнения заключается в следующем [97]: подошвенное смещение головки изменяет ось вращения плюснефаланговых суставов и межкостные мышцы становятся тыльными по отношению к этой оси, что вызывает их ослабление и невозможность сгибания ими плюснефаланговых суставов, что, в результате, приводит к умеренному тыльному сгибанию в суставе [133]. Также, уменьшается натяжение плантарной фасции [29] за счет укорочения плюсневых костей и снижается ее функция препятствующая переразгибанию в плюснефаланговых суставах.

Молоткообразная деформация часто сопутствует метатарзалгии и при ее коррекции с помощью артрореза и трансартикулярной фиксации возрастает частота "плавающего пальца" (50% против 15% без артрореза) [97]. При совмещении Weil-остеотомии с восстановлением подошвенной связки, удлинением сухожилия длинного разгибателя пальцев и иссечением костного клина (тройная Weil-остеотомия), процент данных осложнений снижается до 10% (по данным других авторов до 6%) [47,97].

Тугоподвижность сустава связывают с возникновением рубцовых изменений после чрезмерного релиза мягких тканей плюснефалангового сустава [72].

Переходная метатарзалгия чаще всего развивается вследствие неправильного перераспределения нагрузки на головки соседних с остеотомированной костью лучей. Причина заключается в недостаточном предоперационном анализе длин плюсневых костей [72] и взаиморасположения головок плюсневых костей во фронтальной и горизонтальной плоскостях, либо при чрезмерном укорочении во время операции.

Проксимальная плюсневая остеотомия (BRT-остеотомия)

BRT-остеотомия (название происходит от первых букв фамилий авторов, L. S. Barouk, P. Rippstein и E.Toullec) [117] осуществляется на уровне

проксимального метафиза плюсневой кости. Плоскость остеотомии аналогична Weil-остеотомии. После удаления костного клина дистальный фрагмент смещается по оси в тыльную сторону [107]. Данная остеотомия показана при значительном смещении головок в горизонтальной плоскости в подошвенную сторону и при отсутствии деформаций в плюснефаланговом суставе.

Осложнения: нестабильность предплюсне-плюсневых суставов, за счет повреждения связочного комплекса [107]. Переходная метатарзалгия [83] – при иссечении костного клина значительного размера и перераспределении нагрузки на соседние головки; замедленное сращение и несращение.

Транспозиция сухожилий

Транспозиция сухожилий ("Flexor-to-Extensor transfer") [58,107] применяется преимущественно в лечении нестабильности плюснефалангового сустава второго пальца. Техника транспозиции предполагает отсечение сухожилия длинного сгибателя пальца от места прикрепления, рассечение вдоль, проведение расщепленного сухожилия по боковым сторонам проксимальной фаланги с дальнейшей фиксацией на тыльной поверхности её основания [26]. Осложнения: сохраняющаяся разгибательная контрактура в плюснефаланговом суставе (до 37%), разгибательная контрактура дистального межфалангового сустава, подвывих с устойчивым медиальным отклонением в плюснефаланговом суставе [102].

Для предупреждения данных осложнений было предложено проводить транспозицию сухожилия короткого сгибателя пальцев при сохранении длинного [102]. Осложнения данного способа: ограничение сгибательных и разгибательных движений [66].

Хирургическое лечение данной патологии остается открытым обсуждаемым вопросом. Всестороннее понимание биомеханики всех отделов стопы и лежащей в основе патологии отдельных типов метатарзалгии – есть необходимое условие для правильного выбора оптимального лечения. Данная

работа посвящена перегрузочной, центральной или первичной метатарзалгии.

Таким образом, при значительном числе имеющихся способов оперативного лечения, сохраняется высокий процент неудовлетворительных результатов, что обуславливает актуальность данной работы.

Экспериментальное исследование

При исследовании анатомических препаратов стоп, на которых имелись натоптыши под головками плюсневых костей и нестабильность в плюснефаланговых суставах при исследовании. При изучении анатомических препаратов установлено, что подошвенная связка плюснефалангового сустава на стопах с признаками метатарзалгии в дистальной точке фиксации значительно истончена (см. рисунок 8) или оторвана от места своего прикрепления.

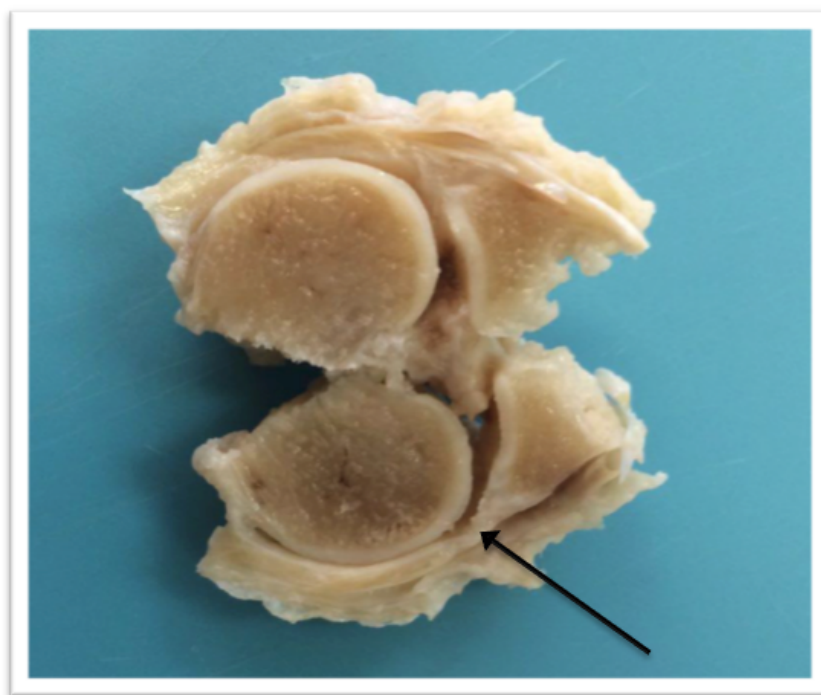


Рисунок 8. Анатомический макропрепарат плюснефалангового сустава. Стрелкой обозначено повреждение подошвенной связки плюснефалангового сустава в месте прикрепления к основанию проксимальной фаланги 2-го пальца.

На данных препаратах было определено, что основной анатомической структурой, удерживающей палец от подвывихов и вывихов в плюснефаланговых суставах, является подошвенная связка плюснефалангового сустава [136]. Коллатеральные связки вплетаются в подошвенную связку и стабилизируют сустав в сагиттальной плоскости [27].

На препаратах плюснефаланговых суставов и окружающих мягких тканей проведены различные виды швов (см. рисунок 9) подошвенной связки плюснефалангового сустава.

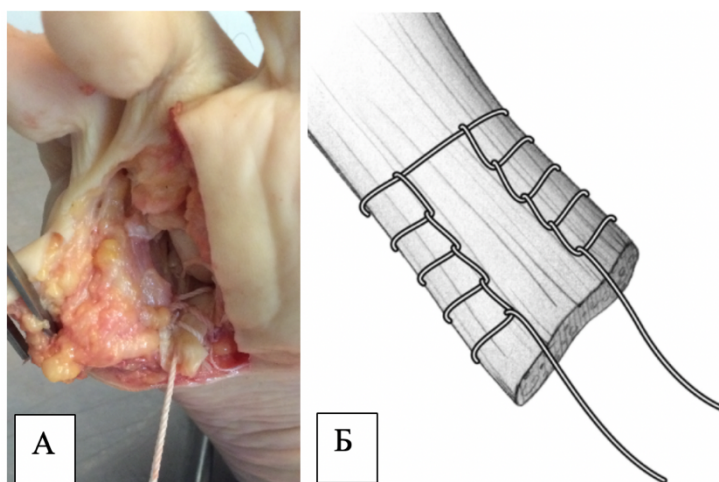


Рисунок 9 А, Б. Подошвенный доступ к подошвенной связке сустава и ее шов (А); схематическое изображение данного шва (Б).

После прошивания связка фиксировалась к месту отрыва от дистальной точки своей фиксации (к основанию проксимальной фаланги). Фиксация осуществлялась следующим образом: в основании проксимальной фаланги в дистально-проксимальном и тыльно-подошвенном направлении сверлом формировались каналы, через которые нити от сухожилия проводились на тыльную поверхность основания основной фаланги пальца. При натяжении нитей и завязывание узлов палец удерживался в нейтральном положении или в положении умеренного подошвенного сгибания в плюснефаланговом суставе. Если не удавалось достичь планируемой коррекции, то дополнительно проводилась удлиняющая тенотомия сухожилия длинного разгибателя пальцев над соответствующим суставом.

Хирургическое восстановление подошвенной связки плюснефалангового сустава

1) Система восстановления подошвенной пластинки

Существуют системы, включающие устройства и способы восстановления мягких тканей и, в частности, подошвенной связки плюснефалангового сустава при хирургическом лечении вывихов в данных структурах [18]. Система представлена аппаратом и методом для восстановления мягких тканей за счет проведения через них швов. Аппарат [18] представлен парой зажимов, расположенных на дистальном конце, ручки с управляющим узлом, расположенной на проксимальном конце и иглы, пропускаемой от проксимального конца к дистальному через канюлированное отверстие внутри аппарата. Пара зажимов включает верхний и нижний зажим. На нижнем зажиме есть выемка, в которую вставляются нити, закрепленные в инструменте. Ручка с управляющим агрегатом включает в себя эксцентриковый механизм и рычаг для нажатия пальцем с храповиком и пусковым механизмом с крючком. Ручка с управляющим агрегатом предназначена для перемещения иглы из первого положения во второе рабочее положение. Таким образом, происходит последовательный захват нити в иглу, вставленную в инструмент для дальнейшего проведения ее через ткани.

Недостатки: значительные размеры устройства не позволяют свободно манипулировать им в полости сустава между головкой плюсневой кости и основанием проксимальной фаланги, что влечет за собой необходимость рассечения коллатеральных связок, а это увеличивает вероятность рубцовых изменений и суставной контрактуры после их сшивания.

Необходимость использования дополнительного инструмента для выведения подошвенной связки в полость сустава, что в ряде случаев приводит к дополнительной травматизации этой структуры.

Способ применим лишь при наличии подошвенной связки, а при невозможности ее обнаружения в ходе оперативного вмешательства необходимо выбирать другой способ коррекции. Не редки также и рецидивы

деформации при прорезывании швов.

Экономическая составляющая – дороговизна способа и невозможность применения данных устройств у пациентов, госпитализированных в рамках ОМС.

На данный момент компаниями по производству ортопедического оборудования предложена система и способы хирургического восстановления подошвенной связки [16,17]. Способ заключается в восстановлении подошвенной связки плюснефалангового сустава через тыльный доступ [52]. Система представлена различным инструментарием, обеспечивающим визуализацию и полное восстановление подошвенной связки плюснефалангового сустава посредством проведения через нее швов. Система содержит множество элементов: дистрактор, элеватор головки, втулка и инструмент для проведения через нее нити, автоматический шовный проводник.

Недостатки данного инструмента: необходимость использования большого количества инструментария приводит к увеличению длительности оперативного вмешательства. Для выведения подошвенной связки в полость сустава необходимо проводить рассечение коллатеральных связок, что приводит к дополнительной травматизации и рубцовым изменениям впоследствии.

Прошивание подошвенной связки лигатурной иглой [16,17] возможно лишь при значительном расширении сустава с помощью дистрактора и предварительного рассечения коллатеральных связок.

2) Подошвенный доступ

Для восстановления подошвенной связки через подошвенный доступ дополнительный инструмент, такой, как описан выше, не требуется. Выполняется продольный разрез в области между плюсневыми головками [35]. Разрез отклоняется в поперечном направлении дистальнее головок плюсневых костей на борозду и продолжается в продольном направлении и

дистально на среднюю часть диафиза проксимальной фаланги пальца. Осуществляется доступ по средней линии сустава. Следует защищать сосудисто-нервные структуры в межплюсневом пространстве. Влагалище сухожилия длинного и короткого сгибателя пальцев продольно рассекается от проксимальной фаланги до шейки плюсневой кости или отводятся. Сгибатели сухожилий отводятся, чтобы подошвенная связка стала видимой для осмотра. Некоторые простые разрывы можно устранить при помощи узловых швов. В случае дегенеративных разрывов более эффективным способом является хирургическая обработка нежизнеспособной ткани и остатков подошвенной связки, в области прикрепления ее к основанию проксимальной фаланги. Для этого может потребоваться освобождение медиального и латерального края связки. Соединение с костью может быть выполнено либо якорными швами, либо челночными через метафиз проксимальной фаланги к тыльной стороне пальца.

Недостатки данного способа хирургического лечения: подошвенный доступ более травматичен, так как повреждается больший объем тканей. Срок реабилитации более длительный, чем при тыльном доступе. Высокий риск повреждения сухожилий сгибателей пальцев.

2) Тыльный доступ

Для хирургического восстановления подошвенной связки через тыльный доступ [135] делается разрез в промежутке между головками плюсневых костей и осуществляется капсулотомия поврежденного сустава в промежутке между длинным и коротким сухожилием разгибателей пальцев. Капсула высвобождается медиально и латерально у основания фаланги. Для выведения головки плюсневой кости и подошвенной связки используется элеватор McGlamry [127]. При необходимости, сухожилия разгибателей могут быть удлинены. Выполняется дистальная метатарзальная остеотомия и плюсневая головка смещается проксимально и удерживаются в определенном положении

при помощи спицы Киршнера. Другая спица вводится в проксимальную фалангу и сустав открывается при помощи дистрактора.

Подошвенная связка исследуется и, в зависимости от места разрыва и качества ткани, может быть применено первичное восстановление (например, поперечный шов. При продольном разрыве по ходу волокон накладываются простые узловые швы. Часто требуется полное отсечение подошвенной связки [52] от основания проксимальной фаланги. Такой метод может иметь свои плюсы в решении проблемы с частичным поперечным разрывом, локализованным дистально около места прикрепления подошвенной связки к основанию проксимальной фаланги. Полное отсечение связки исключает возможность остатков волокон оказывать влияние на отклонения пальца. Отсечение также облегчает задачу проведения швов через подошвенную связку и обеспечивает симметричность восстановления. Используется механический шовный проводник для облегчения зашивания в такой ограниченной области. Как только швы наложены на подошвенную связку, дистрактор удаляется и просверливаются два отверстия в основании проксимальной фаланги пальца. Через отверстия проводятся швы [136]. Головка плюсневой кости после метатарзальной остеотомии фиксируется и палец удерживается в положении легкого подошвенного сгибания, в то время как швы проводятся через сформированные каналы. Несколько швов может быть наложено с медиальной или латеральной стороны, чтобы скорректировать любое отклонение в поперечной плоскости. Может также потребоваться коррекция суставной контрактуры при молоткообразной или молоточкообразной деформации пальца с целью нивелирования любых сил, разгибающих палец и действующих на плюснефаланговый сустав.

Недостатки: дополнительная интраоперационная травматизация за счет рассечения коллатеральных связок. Использование дистрактора в отдельных случаях мешает свободному манипулированию в области раны. Используемый для прошивания подошвенной связки автоматический шовный проводник не может быть применен без предварительного рассечения

коллатеральных связок. Также, автоматический шовный проводник является одноразовым дорогостоящим инструментом.

Подводя итоги вышесказанному, можно с уверенностью сказать, что понимание механизма развития метатарзалгии привело к внедрению в клиническую практику новых методов и средств восстановления подошвенной и коллатеральных связок плюснефаланговых суставов, но, тем не менее, нерешенным остался ряд вопросов, требующих решения.

Высокий процент неудовлетворительных результатов, недостаточная эффективность существующих подходов, недоступность или дороговизна специализированного оборудования для восстановления подошвенной связки – все эти факторы обуславливают актуальность поставленной задачи.

При оперативном вмешательстве по коррекции деформаций пальцев в плюснефаланговых суставах важным элементом является восстановление или замещение структур, стабилизирующих сустав с максимально возможным сохранением сухожилий и коллатеральных связок. Большинство методов восстановления подошвенной связки проводятся с рассечением связочного коллатерального аппарата, что нарушает биомеханику движений и усиливает нестабильность [27]. Сшивание связочного аппарата коллатеральных связок, после предварительного рассечения, увеличивает вероятность рубцовых изменений, суставной контрактуры и деформирующего артроза сустава [6].

В связи с вышеописанным, необходимо разрабатывать методы, позволяющие проводить оперативные вмешательства по коррекции мягкотканых структур плюснефаланговых суставов без дополнительной интраоперационной травматизации. Также, необходимо улучшить имеющиеся диагностические подходы, позволяющие оказывать лечение, основанное на патогенезе заболевания, а не на его проявлениях.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 2014 по 2018 гг. проведено исследование, в которое были включены пациенты, прооперированные по поводу перегрузочной метатарзалгии в 51-м ортопедическом отделении ГКБ им. С.П. Боткина за период с 2014 по 2017гг. Отбор и первичное обследование пациентов проводилось в условиях клинικο-диагностического центра в ГКБ им. С.П. Боткина. Все пациенты после операции были повторно консультированы в сроки 6 недель, 3,6 и 12 месяцев.

Критерии включения пациентов в исследование:

- Мужчины и женщины в возрасте не менее 18 лет;
- Диагноз «Перегрузочная метатарзалгия, комбинированное плоскостопие»;
- Эластичная деформация стопы;
- Нестабильность 3 и 4 степени в плюснефаланговом суставе;
- Болевой синдром не менее 5 баллов по шкале ВАШ;
- Оценка функции стопы по шкале AOFAS не менее 5 и не более 60 баллов;
- Отсутствие сопутствующей патологии опорно-двигательной системы, существенно влияющей на походку;
- Способность к осознанному сотрудничеству, наличие согласия.

Критерии исключения пациентов из исследования:

- Пациенты с ригидными деформациями стоп;
- Пациенты с постполиомиелитическими деформациями стопы;
- Пациенты с изолированной метатарзалгией или иными ортопедическими деформациями, приводящими к вторичной метатарзалгии;
- Отказ пациента от дальнейшего участия в исследовании;
- Неспособность пациента к сотрудничеству;

- Невозможность наблюдения за пациентом в контрольные сроки после операции.

2.1. Общая характеристика пациентов

За период с 2014 по 2017 гг. в 51-м ортопедическом отделении ГКБ им. С.П. Боткина по поводу перегрузочной метатарзалгии было прооперировано 60 пациентов в возрасте от 36 до 81 года (средний возраст 63,2), из них 57 женщин (95,0 %) и 3 мужчин (5,0 %).

Пациенты обращались в клинику по поводу длительно существующей деформации переднего отдела стопы и болью под головками плюсневых костей. У всех наблюдаемых, в соответствии с критериями включения в исследование, перегрузочная метатарзалгия, являлась приоритетной жалобой в комплексе деформации.

Распределение пациентов на группы выполнялось по характеру оперативного вмешательства.

В **основную группу (первую)** вошли 30 пациентов (96,7% женщин), которым выполнялось комбинированное вмешательство: Weil-остеотомия плюсневой кости и восстановление подошвенной связки плюснефалангового сустава (без фиксации спицей, но с фиксацией пальца адгезивными бинтами).

В **группу сравнения (вторую)** вошли 30 пациентов (93,4% женщин), которым выполнялось Weil-остеотомия плюсневой кости и артродезирование проксимального межфалангового сустава (с фиксации спицей).

По возрасту, полу, характеру патологии, давности заболевания, группы были полностью сопоставимы.

Распределение по полу в данном исследовании было следующим: 1 мужчина (3,3%) и 29 женщин (96,7%) в первой группе; 2 мужчины (6,6%) и 28 женщин (93,4%) во второй группе (таблица 1 и диаграмма 1)

Количество женщин в исследовании было в 32 раза выше, чем мужчин, что связано с особенностями патогенеза и влиянием предрасполагающих

факторов, описанными выше. Большая часть пациентов (до 75,0%) была пенсионного возраста.

По данным критериям группы наблюдения были сопоставимы (таблица 1, диаграмма 1 и 2).

Таблица 1. Характеристика пациентов по полу и возрасту.

	Основная группа	Группа сравнения
Мужчин/женщин (%)	3,3% / 96,7%	6,6% / 93,4%
Средний возраст (лет)	63,6 (41;81)	62,7 (36;80)

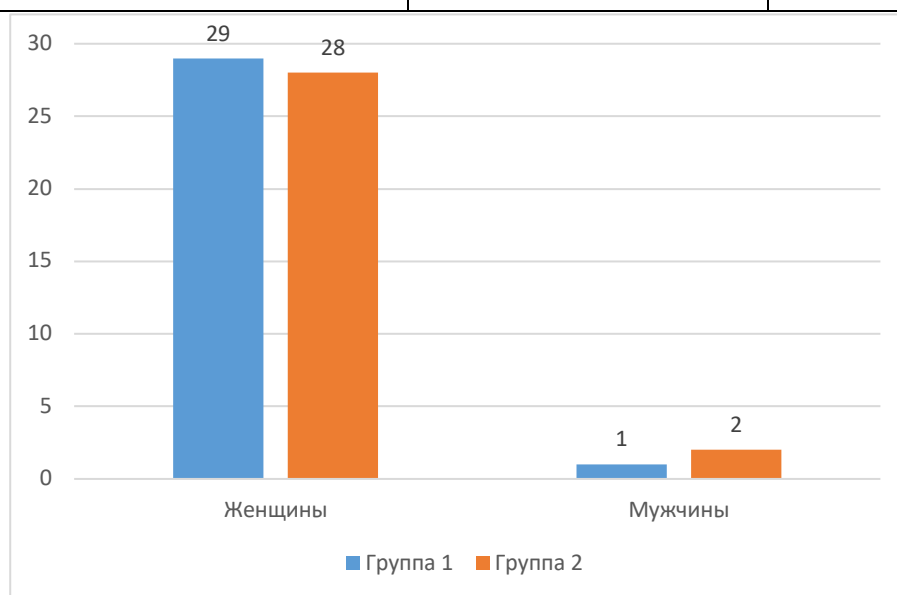


Диаграмма 1. Количественное соотношение мужчин и женщин в двух группах.

Распределение по возрасту (см. диаграмму 2.) в исследовании было следующим: в первой группе средний возраст составил 63,6 лет, минимальное значение - 41 год и максимальное значение - 81 год; во второй группе средний возраст составил 62,7 года, минимальное значение - 36 лет и максимальное значение - 80 лет.

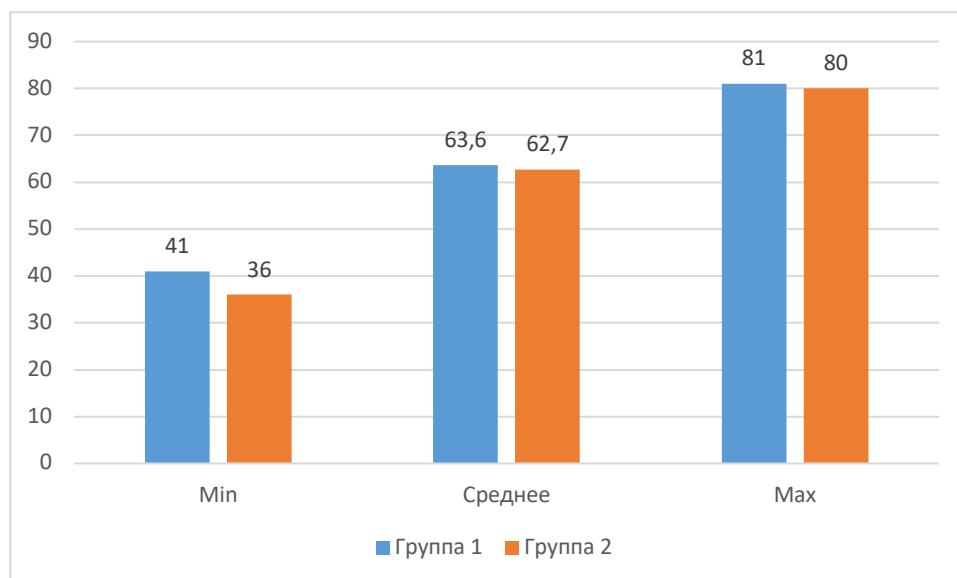


Диаграмма 2. Распределение пациентов по средневозрастным показателям в группах.

2.2. Клиническое исследование локального статуса

Анкетирование и формирование базы данных

Все пациенты при первичном осмотре давали согласие на фотографирование и занесение информации о них в базу данных. Стопы фотографировались, сначала стоя во фронтальной, горизонтальной, сагиттальной плоскости и под нагрузкой весом попеременно на одной правой, затем левой ноге. После укладывания пациента на кушетку фотографировалась подошвенная поверхность стоп для оценки зон перегрузки или наличия гиперкератозов.

Фотографии стоп пациента и рентгенограмм, электронный файл первичного осмотра сохранялись в электронную папку, название которой соответствовало фамилии пациента.

Анкетирование пациентов проводилось по шкале, предложенной Американским Обществом хирургии стопы и голеностопного сустава, известной как AOFAS clinical rating systems или шкала Kitaoka, по Визуальной аналоговой шкале оценки функционального состояния стопы и голеностопного сустава (Visual Analogue Scale Foot and Ankle (VAS FA)) и по шкале вербальной оценки (Verbal Rating Scale или ШВО). Для экономии времени при заполнении

анкет, нами также использовался сайт www.orthopaedicscore.com, на котором возможна онлайн обработка данных, используемых шкал, и автоматический подсчет полученных результатов.

Ниже представлена диаграмма, полученная по результатам оценки средних показателей в группах наблюдения (в баллах по шкале AOFAS) до оперативного вмешательства (диаграмма 3).

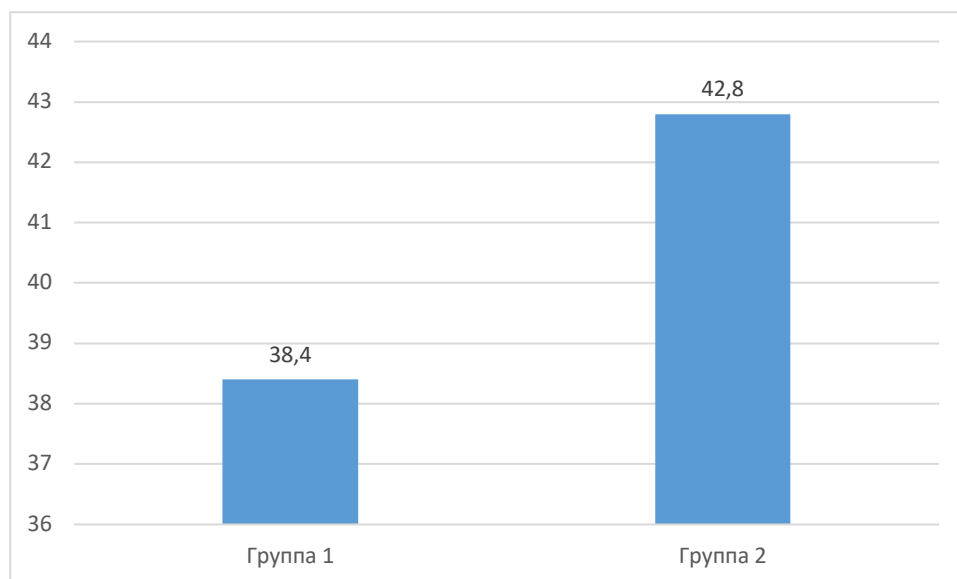


Диаграмма 3. Средние значения показателей (в баллах по AOFAS) в группах наблюдения до операции.

Далее представлена диаграмма, полученная по результатам оценки средних показателей в группах наблюдения (в баллах по шкале *VAS FA*) (диаграмма 4) до оперативного вмешательства.

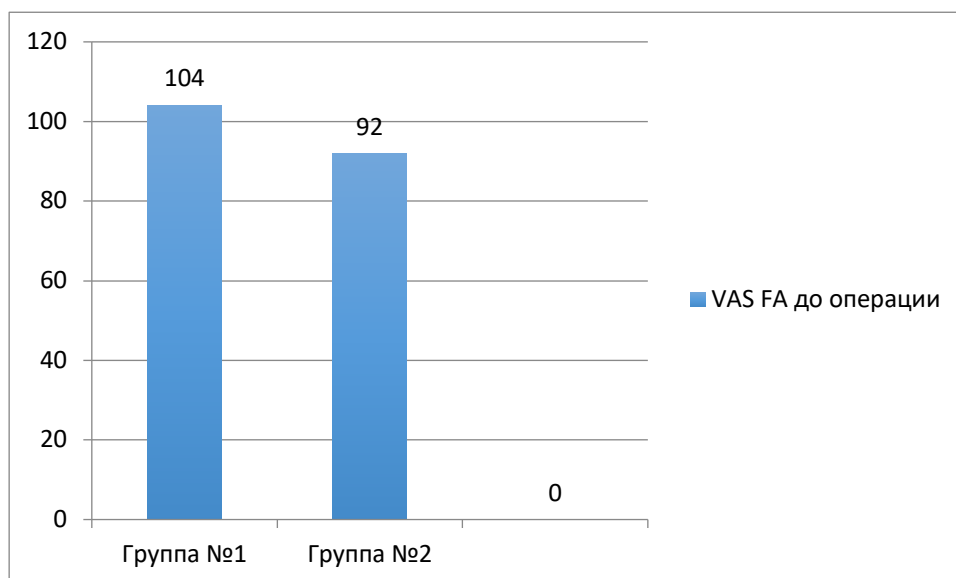


Диаграмма 4. Средние значения показателей (в баллах по VAS FA) в группах наблюдения до операции.

Распределение пациентов по степени выраженности болевого синдрома в двух группах до оперативного вмешательства представлено в таблице 3 и на диаграмме 5. Для оценки выраженности болевого синдрома использовали шкалу вербальной оценки боли (Verbal Rating Scale или ШВО)

Таблица 2. Распределение пациентов по степени выраженности болевого синдрома до операции.

			Группа		Всего
			I	II	
Боль во 2и/или 3 ПФС до операции	очень сильная	Абс	6	7	13
		%	20%	23,3%	21,7%
	сильная	Абс	15	16	31
		%	50%	53,3%	51,7%
	умеренная	Абс	9	7	16
		%	30%	23,3%	26,7%
Всего		Абс	30	30	60
		%	100%	100%	100%

Далее представлена диаграмма, полученная по результатам оценки средних показателей в группах наблюдения (по Verbal Rating Scale или ШВО) (диаграмма 5)

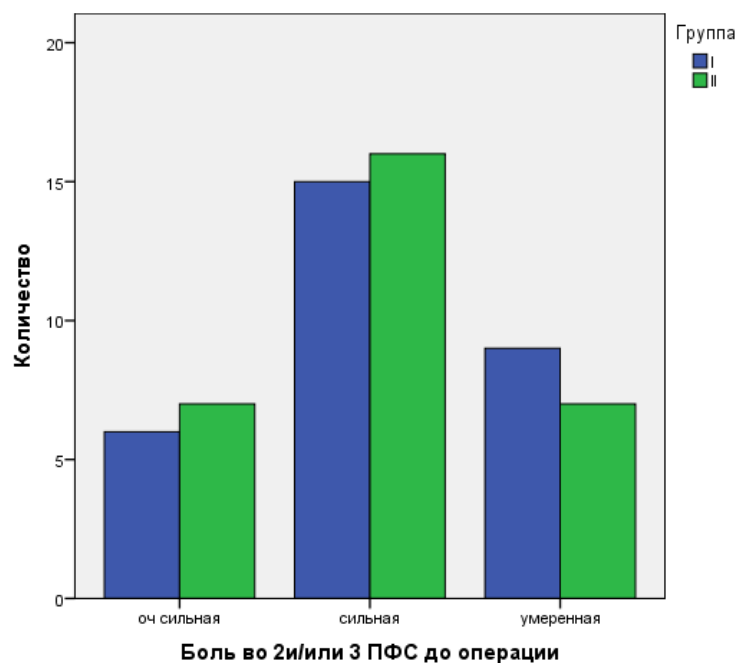


Диаграмма 5. Распределение пациентов по степени выраженности болевого синдрома во 2и/или 3 ПФС до операции по шкале вербальной оценки боли.

Распределение пациентов по локализации деформации: на правой или левой стопе (см. диаграмму 6 и таблицу 3).

Таблица 3. Распределение пациентов по локализации деформации в группах.

Комбинационная таблица Сторона * Группа					
			Группа		Всего
			I	II	
Сторона	левая	Абс	13	12	25
		%	43,3%	40%	41,7%
	правая	Абс	17	18	35
		%	56,7%	60%	58,3%
Всего		Абс	30	30	60
		%	100%	100%	100%

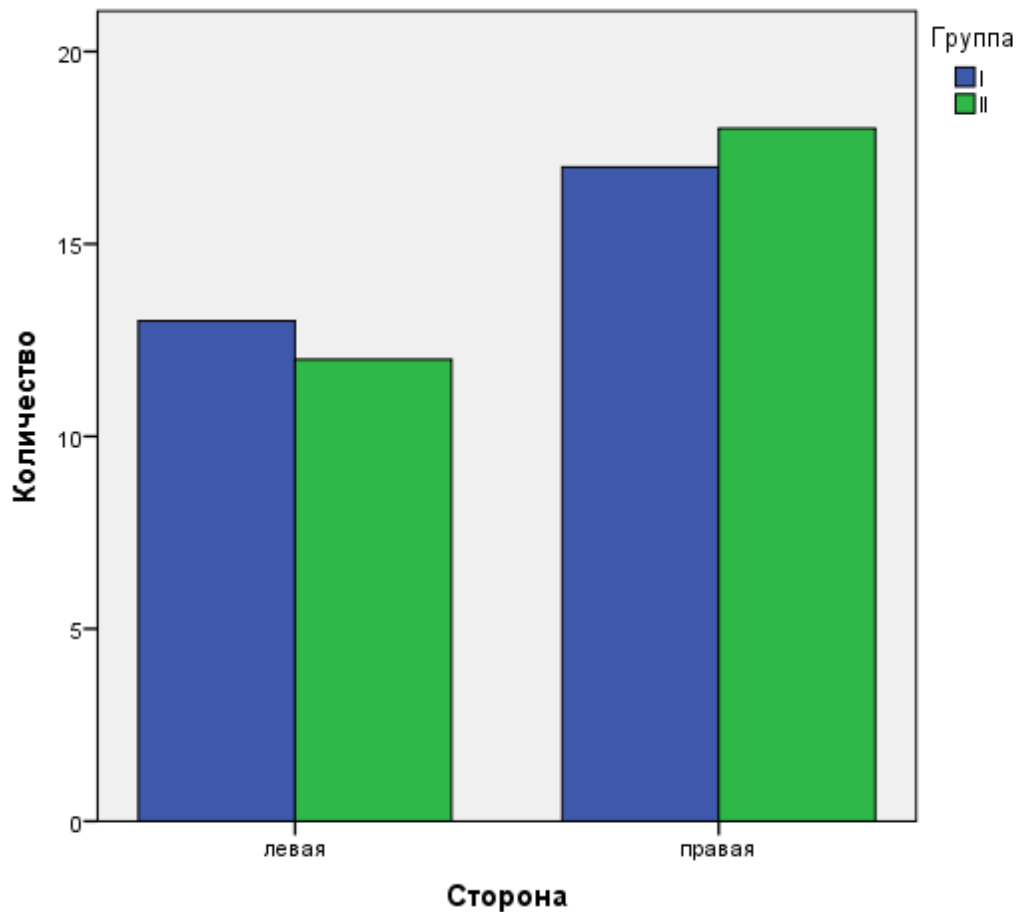


Диаграмма 6. Распределение пациентов по локализации деформации в группах.

Важной характеристикой, позволяющей оценить эффективность оперативного лечения и прогнозировать отдаленный результат, является оценка стабильности пальца в плюснефаланговом суставе до и после оперативного вмешательства (см. таблица 4 и на диаграмме 7).

Таблица 4. Стабильность плюснефалангового сустава до операции в группе 1 и 2.

Стабильность плюснефалангового сустава до операции		Группа		Всего
		I	II	
вывих (4 степень)	Количество	23	22	45
	% в Группа	76,7%	73,3%	75,0%
подвывих (2,3 степень)	Количество	7	8	15
	% в Группа	23,3%	26,7%	25,0%
стабилен (0,1 степень)	Количество	0	0	0
	% в Группа	0,0%	0,0%	0,0%
Всего		Количество	30	30
		% в Группа	100,0%	100,0%

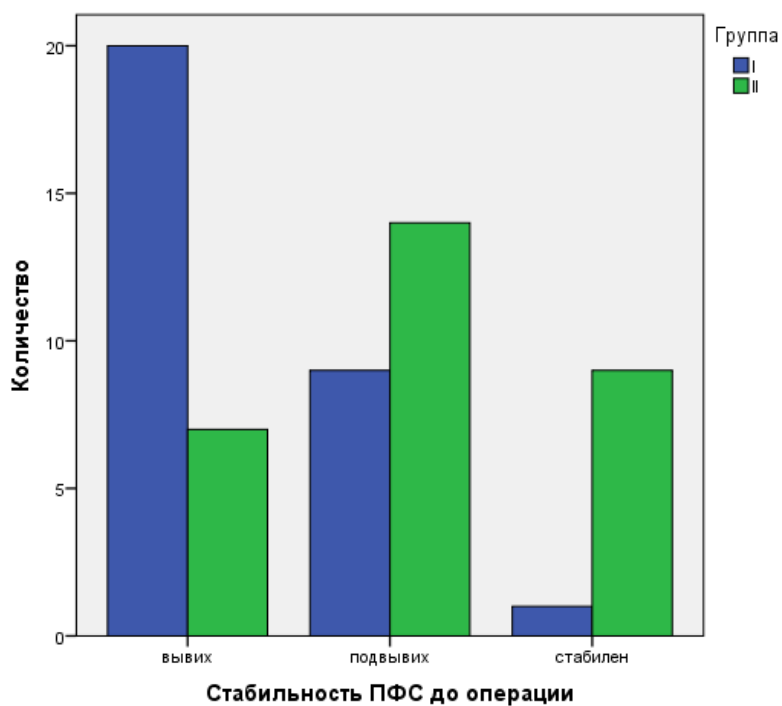


Диаграмма 7. Стабильность плюснефалангового сустава до операции в группе 1 и 2.

Оценивалась также плантаризация пальца относительно поверхности опоры. Оценка плантаризации дистальной фаланги оперированных пальцев после оперативного вмешательства проводилась подбараграфическим методом и на рентгенограммах под нагрузкой весом.

Плантаризация пальца оценивалась по следующим критериям: 1 - есть контакт дистальной фаланги пальца с поверхностью опоры, 2 - нет контакта при статике, но появляется при отрыве пятки при вставании на мысок, 3 - нет контакта даже в процессе переката стопы. Плантаризация пальцев до оперативного вмешательства представлена на таблице 5 и на диаграмме 8.

Таблица 5. Плантаризация пальцев до оперативного вмешательства.

			Группа		Всего
			I	II	
Плантаризация до операции	1	Абс	0	9	9
		%	0%	30%	15%
	2	Абс	0	6	6
		%	0%	20%	10%
	3	Абс	30	15	45
		%	100%	50%	75%
Всего		Абс	30	30	60
		%	100%	100%	100%

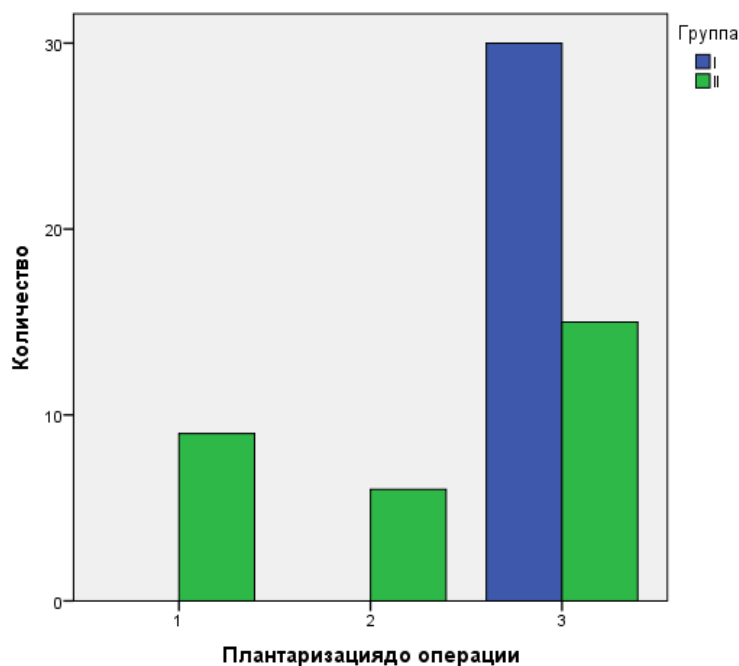


Диаграмма 8. Плантаризация пальцев до оперативного вмешательства.

Общая характеристика применяемых методов обследования

В работе помимо широко используемых методов исследования, таких, как сбор анамнеза, осмотр, диагностика функции стопы, анкетирование, подосканирование и рентгенография, при необходимости, применяли компьютерную томографию с имитацией нагрузкой весом и подбараграфию.

Сбор анамнеза, осмотр, диагностика функции стопы

При сборе анамнеза удастся выяснить, что симптомы, характерные для метатарзалгии пациенты испытывают на протяжении нескольких лет или десятилетий. Все пациенты, за редким исключением, не использовали ортопедические средства разгрузки переднего отдела стопы.

Основными жалобами при данном заболевании преимущественно являются боль под головками второй и третьей плюсневых костей при ходьбе в обуви. Со слов пациентов, болевой синдром значительно усиливается при ношении обуви с зауженным передним отделом и каблуком выше трёх-четырёх сантиметров. Боли в переднем отделе стопы в покое указывают

преимущественно на их вертеброгенный характер. Также боли в покое могут встречаться при таких системных заболеваниях, как ревматоидный артрит и подагрический артрит, что подтверждалось дополнительными лабораторными исследованиями.

При наличии тыльного вывиха во втором-третьем плюснефаланговом суставе и усилении болей по подошвенной поверхности за счет плантаризации головок плюсневых костей, присоединяются жалобы на боль в проекции проксимального межфалангового сустава. При осмотре выявляется более крупный и болезненный при пальпации, по сравнению с манифестацией заболевания, подошвенный гиперкератоз и гиперкератоз в проекции проксимального межфалангового сустава второго и реже третьего пальцев.

Первый этап осмотра проводился в положении пациента стоя под нагрузкой весом на двух ногах. Визуальная оценка высоты сводов проводилась поочередным стоянием на одной ноге. Для максимальной нагрузки переднего отдела стопы и имитации перегрузки головок плюсневых костей просили пациента вставать на мыски, что вызывало усиление болевого синдрома.

Второй этап осмотра и пальпации проводился в положении пациента лежа. Оценивалась стабильность или состоятельность капсульно-связочного аппарата, наличие подвывихов и вывихов в плюснефаланговых суставах, гипермобильность медиального плюснеклиновидного сустава [4,33] и ее влияние на перегрузку центральных лучей.

Для оценки степени деформации и нестабильности проксимальных фаланг малых пальцев в плюснефаланговых суставах, мы применяли предложенную Nery C. [105] и адаптированную нами классификацию оценки нестабильности в плюснефаланговом суставе. Изучение клинических случаев с учетом предложенной классификации позволяло выбирать оптимальную тактику хирургического лечения.

Таблица 6. Адаптированная классификация нестабильности 2-4 плюснефаланговых суставов по Nery C. [105].

СТЕПЕНЬ ДЕФОРМАЦИИ	КОНГРУЭНТНОСТЬ	КЛИНИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ
0	Нет нарушения конгруэнтности	Отек сустава. Снижение опороспособности пальца. Отрицательный тест выдвижного ящика.
1	Незначительный подъем пальца и медиальное отклонение	Боль в суставе. Отек сустава. Снижение опороспособности пальца. Тест выдвижного ящика: смещение менее чем на 50%
2	Подъем пальца, медиальное или тыльномедиальное отклонение	Боль в суставе. Уменьшение отека сустава. Опороспособность пальца отсутствует. Тест выдвижного ящика: смещение более чем на 50%
3	Пальцы внахлест, эластичная молоткообразная деформация	Боль в суставе и в пальце. Незначительный отек сустава. Опороспособность пальца отсутствует. Тест выдвижного ящика: подвывих в суставе.
4	Тыльный или тыльномедиальный вывих. Перекрестные пальцы, фиксированная молоткообразная деформация.	Боль в суставе и пальце. Отек сустава незначительный или отсутствует. Опороспособность пальца отсутствует. Вывих в суставе.

При пальпации оценивались зоны локальной болезненности под головками плюсневых костей, подошвенная протрузия головок плюсневых костей и локализация кожных натоптышей или гиперкератозов [4,46]. При наличии жалоб, характерных для невромы Мортона, проводилась глубокая пальпация межплюсневых промежутков. При выявлении невромы Мортона проводилось соответственное лечение. Пациенты с невромой в исследование не включались.

2.3. Инструментальное обследование

Рентгенография.

Рентгеновское исследование выполняли в двух стандартных проекциях с нагрузкой весом (стоя). Переднезаднюю проекцию выполняли для оценки отклонения пяточной кости от вертикальной оси. По снимкам оценивалась конгруэнтность суставных поверхностей, формирующих плюснефаланговые суставы, наличие подвывихов и вывихов в суставе, тыльное и боковое отклонение пальца, склерозирование диафизов плюсневых костей и ширину

суставной щели. По снимкам определялась тактика оперативного вмешательства: проводилась оценка параболы длин плюсневых костей, определялось количество остеотомий и на каких лучах остеотомии необходимо выполнять для достижения оптимальной послеоперационной параболы.

Рентгеновское исследование должно обязательно выполняться с нагрузкой весом, так как планирование оперативного лечения по рентгенограммам без нагрузки может привести к недооценки деформации, ошибкам при планировании и выполнении операции. На рисунке 10 представлены рентгенограммы стоп одной и той же пациентки с нагрузкой и без нагрузки.



Рисунок 10. Сравнение рентгенограмм с нагрузкой и без нагрузки у одной пациентки.

Тем не менее, оценить повреждение мягкотканых структур плюснефалангового сустава не представляется возможным, и судить о их повреждении можно только опосредованно, по наличию медиальной или латеральной девиации (повреждение коллатеральных связок) пальца, смещению пальца в тыльном направлении (повреждение подошвенной связки плюснефалангового сустава).

Магнитно-резонансная томография (МРТ)

Магнитно-резонансная томография в достаточном разрешении позволяет оценить повреждения суставной капсулы, подошвенной связки и коллатеральных связок плюснефалангового сустава. Для всех пациентов, метод не применялся, в связи с тем, что данное исследование является дорогостоящим и не входит в медико-экономический стандарт (МЭС) лечения данного заболевания.

Компьютерная томография (КТ)

Пациентам, у которых помимо метатарзалгии имелись сложные деформации среднего и заднего отделов стопы, выполнялась компьютерная томография стоп с имитацией нагрузкой весом [22].

Данный метод в большинстве случаев, позволяет выполнить исследование в определенной позиции стоп (укладке). В данной укладке стопы расположены строго параллельно поверхности опорной площадки и под углом в девяносто градусов относительно голени. При выполнении исследований без нагрузочной платформы возникают затруднения по интерпретации результатов даже при построении 3D моделей. Воспроизводимость и повторяемость данного исследования позволяет использовать его при повторных исследованиях для оценки результатов оперативного лечения.

Подобарометрия

Данное исследование выполнялось устройством с датчиком давления для локальной подобарометрии. При использовании больших платформ для подобарометрии возникают затруднения при оценке давления в одной определенной точке. Прибор с одним датчиком позволяет фиксировать его непосредственно в исследуемой зоне (под головкой плюсневой кости (см. рисунок 11) или под дистальной фалангой пальца (см. рисунок 12)) и, тем самым, оценить опороспособность пальца и нагрузку, приходящуюся на эти зоны. Для объективизации результатов исследование проводилось до и после оперативного вмешательства (через 6-8 недель). При вывихе пальца в плюснефаланговом суставе значительно повышается давление под головкой

соответствующей плюсневой кости, особенно, при вставании на мыски. При оперативном вмешательстве, направленном на остеотомию плюсневой кости и вправление вывиха, происходит нормализация распределения давления между головкой плюсневой кости и дистальной фалангой пальца.



Рисунок 11. Применение датчика локальной подобарометрии в оценки давления под головкой плюсневой кости.



Рисунок 12. Применение датчика локальной подобарометрии в оценки давления под дистальной фалангой пальца.

Подосканирование или подография

Для визуального осмотра подошвенной поверхности стопы, определения зон перегрузки, выраженности уплощения сводов, оценки влияния плоскостопия на установку пяточной кости и выявления отклонений по осям применялся метод подоскопии на цифровом подоскане (рисунок 13).



Рисунок 13. Подографический снимок в оценки уплощения сводов и зон локальной перегрузки.

Данный метод в совокупности с остальными методами исследования позволяет достичь комплексного подхода в предоперационном планировании.

2.4. Оценка результатов лечения

Шкала AOFAS использовалась в связи с тем, что понятна и не вызывает трудностей при заполнении самим пациентом (вопросы об интенсивности болевого синдрома, оценки активности, требований к обуви и наличия гиперкератозов). К объективным положительным сторонам данного опросника следует отнести возможность оценки объема движений в плюснефаланговых и межфаланговых суставах и их стабильность. Самостоятельная оценка пациентами объема движений в суставах невозможна, так как требует

присутствие исследователя при проведении исследования, что можно отнести к негативным сторонам использования данного теста. Шкала AOFAS, оценивающая состояние пациента, сочетает объективные и субъективные данные (табл.7).

Заполнение опросников возможно на бумажном носителе или в онлайн-форме, которая позволяет сразу получить расчет баллов, что, несомненно, облегчает её использование.

Таблица 7. Адаптированный вариант шкалы AOFAS

Параметры	Баллы
Боль:	
Нет	40
Умеренная, редко	30
Сильная, ежедневно	20
Очень сильная, присутствует постоянно	0
Функция, ограничение активности:	
Нет	10
Нет ограничений ежедневной активности, только при избыточной нагрузке	7
Ежедневные ограничения, невозможность избыточной нагрузки	4
Ограничения, исключающие любую активность	0
Требование к обуви:	
Удобная, модельная не требующая стелек	10
Комфортная с ортопедическими стельками	5
Только специально подобранная или брейс	0
Движения в плюснефаланговых суставе (сгибание/разгибание):	
Полный или небольшое ограничение (объём 75° или больше)	10
Умеренное ограничение (объём 30° – 74°)	5
Значительное ограничение (объём менее 30°)	0
Объём движений в межфаланговых суставах(сгибание):	
Нет ограничений	5
Значительное ограничение (объём менее 10°)	0
Стабильность в ПФС и МФС (все направления)	
Стабильны	5
Нестабильны	0
Гиперкератоз или мозоль под плюснефаланговым/над межфаланговым:	
нет / есть бессимптомные	5
есть болезненные	0
Восстановление оси:	
Восстановлена	15
Удовлетворительно; от слабой до умеренной степени смещения	8
Недостаточно; значительное смещение	0

Оценка результатов оперативного лечения пациентов проводилась также по шкале AOFAS. Как основная, данная шкала использовалась с той целью, чтобы дать относительно более объективную оценку по сравнению с аналогичными шкалами [14].

Ниже представлена таблица по интерпретации баллов, полученных по шкале AOFAS (таблица 8.)

Таблица 8. Интерпретация интенсивности болевого синдрома по шкале AOFAS.

Количество баллов	Предоперационная оценка / результат оперативного лечения
95-100	Отличный
75-94	Хороший
51-74	Удовлетворительный
0-50	Плохой

Визуальная аналоговая шкала оценки функционального состояния стопы и голеностопного сустава (Visual Analogue Scale Foot and Ankle (VAS FA)) заполняется пациентом самостоятельно, что, в конечном счете, дает субъективную оценку состояния стопы и голеностопного сустава. Шкала состоит из двадцати вопросов, основанных на визуальной аналоговой шкале (VAS или ВАШ). На каждый из двадцати вопросов пациент отвечает, выбирая на шкале от «1» до «10», где «1» это выраженная боль или невозможность выполнения той или иной функции, «10» напротив, полное отсутствие болевого синдрома и отсутствие ограничений в повседневной и спортивной жизни. Пример титульного листа и самой шкалы представлен в таблице 9. Ввиду того, что в шкале нет указаний на локализацию патологических изменения, это затрудняет использование шкалы при сравнении разных подходов к оперативному лечению.

[illegible]

Слабость сильно ограничивает	Есть ли ощущение, что одна нога слабее другой? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Сила как в здоровой ноге
Распространенная болезненная мозоль	Есть ли у вас мозоли на стопе/стопах? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Нет Мозоли
Сустав не сгибается	Есть ли ограничения при движении в голеностопном суставе/стопе? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Нет ограничений движения

Подъем по ступенькам невозможен	Есть ли ограничения при подъеме по ступенькам? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Нет ограничений
Сильное влияние	Сильно ли проблемы со стопой влияют на вашу деятельность? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Нет ограничений
Вождение не возможно	Есть ли трудности при вождении автомобиля(педали)? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Нет ограничений
Недолго с тостью	Как долго можете стоять без проблем в стопе? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Более часа, без ограничений
Стояние невозможно	Возникают ли проблемы при стоянии на одной ноге? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Нет ограничений
Невозможно/не долго с тостью	Как долго можете ходить без проблем в стопе? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Более часа, без ограничений
Спорт невозможен	Проблемы со стопой останавливают вас от занятий спортом? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Нет ограничений
Нужна посторонняя помощь	Насколько ограничена повседневная активность? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _ ○ _	Нет ограничений
Путешествия	Проблемы со стопой останавливают вас от путешествий?	Нет ограничений

невозмо жны	-1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ ..	
Ортопед ическая обувь	Есть ли проблемы с выбором обуви? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ ..	Любой тип обуви
Ходьба невозмо жна	Есть ли ограничения при ходьбе по неровной поверхности? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ ..	Нет ограничений
Чувстви- тельнос ть отсутств ует	Есть ли снижение чувствительности в стопе/стопах? -1- -2- -3- -4- -5- -6- -7- -8- -9- -10- ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ .. ☐ ..	Нормальная чувстви- тельность

Ниже представлена таблица по интерпретации баллов, полученных по шкале *VAS FA* (см. таблицу 10.)

Таблица 10. Интерпретация интенсивности болевого синдрома по шкале *VAS FA* (для шкалы с двадцатью вопросами).

Количество баллов	Предоперационная оценка / результат оперативного лечения
181-200	Отличный
151-180	Хороший
101-150	Удовлетворительный
0-100	Плохой

В данном исследовании применялись оба вышеописанных опросника для нивелирования их отрицательных сторон и получения максимального количества данных об исследуемых.

Для изолированной оценки выраженности болевого синдрома использовали шкалу вербальной оценки боли (*Verbal Rating Scale* или *ШВО*) (см. таблицу 11)

Таблица 11. Интерпретация интенсивности болевого синдрома по шкале ШВО.

Количество баллов	Предоперационная оценка / результат оперативного лечения
0	нет
1	умеренная
2	сильная
3	очень сильная

В данной шкале боль классифицирована по степени выраженности, а именно: нет, умеренная, сильная, очень сильная. До операции в обеих группах отсутствия болевого синдрома не наблюдалось.

Повторное фотографирование и анкетирование пациентов проводилось в шесть недель, три, шесть и двенадцать месяцев после оперативного лечения. Повторные исследования также вносились в индивидуальный электронный файл каждого пациента.

Интерпретация данных подobarометрии

Для интерпретации данных, полученных методом локальной подobarометрии, пользовались табличными данными для используемого датчика. Изменения нагрузки на датчик до и после оперативного лечения значительно варьировали у каждого конкретного пациента. В связи с этим, высчитывались и анализировались средние показатели нагрузки и разгрузки определенной области стопы до и после оперативного лечения в сравниваемых группах, а не конкретные показатели в граммах у каждого исследуемого.

2.5. Статистическая обработка полученных данных

Объектом рандомизированного ретроспективного клинического исследования выступали 60 пациентов (n=60) с диагнозом перегрузочная метатарзалгия и комбинированное плоскостопие, которые были прооперированы в 51-м ортопедическом отделении ГКБ им. С.П. Боткина за период с 2016 по 2018гг. Среди них 56 женщин и 4 мужчин в возрасте 62 ± 11 (M $\pm$ SD) лет.

Общая совокупность пациентов была разделена на две подгруппы по характеру оперативного лечения (I и II). В I группе ($n=30$) 29 женщин и один мужчина в возрасте 64 ± 8 ($M\pm SD$) лет, которым, помимо общепринятых способов лечения (Weil-остеотомия плюсневой кости), выполнялась ещё и коррекция мягкотканых компонентов, входящих в состав плюснефалангового сустава, а именно, подошвенной связки плюснефалангового сустава и компонентов, оказывающих влияние на сустав (сухожилия и коллатеральные связки). Вторую группу (группа сравнения) ($n=30$) составили 28 женщин и двое мужчин в возрасте 60 ± 3 ($M\pm SD$) лет, которым выполнялись Weil-остеотомия плюсневой кости в сочетании с артрорезом межфалангового сустава пальца.

Статистический анализ результатов и осложнений оперативного вмешательства проводился по количеству прооперированных стоп, а не по количеству пациентов. Анализ результатов по количеству стоп был выбран в связи с тем, что в некоторых случаях болевой синдром в области стоп был связан с контралатеральной стороной (не оперированной или оперированной по разным методикам).

Клиническое исследование включало в себя исследование качественных показателей таких, как боль во втором и/или третьем плюснефаланговом суставе, стабильность (тест выдвижного ящика Lachman) и плантаризация (опора 2 и/или 3 пальцев о поверхность). Кроме того, в послеоперационный период в первой группе учитывали степень укорочения плюсневой кости и определяли удовлетворенность пациента результатом оперативного лечения для общей когорты. В исследование были включены такие параметры, как давление под дистальной фалангой и давление под головкой плюсневой кости (в нейтральной позиции и при отрыве пятки).

Все измерения признаков проводились до и после оперативного лечения. В первой группе общий период наблюдения за пациентами в среднем составил $10,9\pm 4,0$ месяцев, а во второй $9,1\pm 4,3$ месяцев.

Оценка качества жизни и некоторых объективных показателей до операции и после проводилась по шкале, предложенной Американским Обществом хирургии стопы и голеностопного сустава, известной под аббревиатурой AOFAS для переднего отдела стопы или шкала Kitaoka, а также по визуальной аналоговой шкале для стопы и голеностопного сустава, известной под аббревиатурой VAS FA.

При проведении статистической обработки результатов исследования, для определения распределения на нормальность использовался критерий Шапиро-Уилкса. Значения непрерывных величин с нормальным распределением представлены в виде $M \pm SD$, где M – выборочное среднее, SD – стандартное отклонение. При не нормальном распределении для количественных описательных статистик были приняты следующие центральные тенденции распределения: медиана и квартили ($Me (LQ;UQ)$), где Me (50%)-медиана, LQ -нижний квартиль (25%), UQ -верхний квартиль (75%). Для сравнительного анализа количественных показателей исследования использовались непараметрические критерии: ранговый критерий знаков Вилкоксона (исследование до и после операции), ранговый критерий Манни-Уитни (сравнительный анализ групп I и II). Корреляционный анализ проводился при помощи критерия Спирмена.

Для описания качественных (номинальных) признаков использовались относительные (%) и абсолютные частоты. Для сравнения качественных признаков применялся критерий Хи-квадрат, а также точный критерий Фишера для малых частот (сравнительный анализ групп I и II). Для сравнения зависимых групп (исследование до и после операции) по качественным показателям нами был использован критерий сопряженности на симметрию Стюарта-Максвелла.

Для статистической обработки результатов исследования использовались статистические пакеты Statistica 10.0 и IBM SPSS Statistics 22.0.

ГЛАВА III. МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ

В исследование вошли только те пациенты, которым согласно критериям включения, было выполнено хирургическое вмешательство по поводу перегрузочной метатарзалгии и нестабильности 3 и 4 степени в плюснефаланговом суставе.

Пациентам с начальными проявлениями заболевания и нестабильности 0,1 и 2 степени подвывиха во втором и третьем плюснефаланговом суставе рекомендовали ношение ортопедических стелек с амортизирующей выкладкой поперечного свода.

Наличие выраженных натоптышей, длительно существующего болевого синдрома, подвывихов и вывихов в малых плюснефаланговых суставах – всё это являлось показанием к хирургическому лечению.

Оперативные методы лечения применялись в связи с тем, что консервативное лечение при метатарзалгии и нестабильности 3 и 4 степени не эффективно и патогенетически не обоснованно.

Выбор тактики хирургического лечения перегрузочной метатарзалгии зависит от стадии заболевания – степени деформации пальца в плюснефаланговом суставе. Для определения оптимального подхода к хирургическому лечению при разных степенях нестабильности в суставе было предложено руководствоваться критерием нестабильности, как основным критерием, определяющим целесообразность вмешательства на стабилизирующем аппарате плюснефалангового сустава.

При разработке новых подходов к хирургическому лечению перегрузочной метатарзалгии было обнаружено, что первичная изолированная перегрузка головок средних плюсневых костей за счет уплощения поперечного свода или анатомических особенностей их взаиморасположения, редко заставляли пациентов обращаться за хирургическим лечением. Большинство пациентов обращалось на этапе заболевания, на котором

коррекции только метатарзалгии средних лучей было недостаточно и осуществлялась коррекция распластанности всего переднего отдела стопы.

Изучение имеющихся современных методов хирургического лечения данного заболевания, анализ результатов и осложнений привели нас к выводам о необходимости дальнейшего изучения причин развития центральной метатарзалгии. На секционном материале были детально изучены анатомические структуры малых плюснефаланговых суставов, обеспечивающие их правильное функционирование. На основании изученного клинического материала, секционных исследований и анализа данных современной литературы, нами были разработаны два способа хирургического лечения, которые направлены на коррекцию имеющейся перегрузки и деформации, а также на профилактику таких осложнений, как плавающий палец и рецидив перегрузки оперированной или соседних головок плюсневых костей.

3.1. Выбор оптимальной хирургической тактики

Независимо от степени деформации первого пальца, коррекцию деформаций переднего отдела стопы начинали с оперативного вмешательства на втором и/или третьем плюснефаланговом суставе, что на следующем этапе операции позволяло построить оптимальную метатарзальную параболу.

Дистальная остеотомия малых плюсневых костей проводилась по стандартной методике, предложенной L.S. Weil [137]. В случае необходимости не только поднятия головки, но и укорочения плюсневой кости, применялась модифицированная остеотомия Weil с иссечением костного клина с основанием, обращенным в тыльную сторону (тройная остеотомия Weil).

При 3 степени деформации в плюснефаланговом суставе, когда интраоперационно удавалось обнаружить сохраненные волокна подошвенной связки плюснефалангового сустава, применялся, разработанный нами, оригинальный способ хирургического восстановления подошвенной связки плюснефалангового сустава при перегрузочной метатарзалгии или её травматических разрывах. На данный способ хирургического лечения получен

патент Российской Федерации на изобретение №2604779 (опубликован 10.12.2016 в бюллетени №34 за 2016г.).

Способ заключается в следующем: производится тыльный доступ над плюснефаланговым суставом длиной до 2-3 см, рассекается капсула сустава, после чего обоюдоострой прямой иглой, введенной под острым углом к подошвенной поверхности, прошивается подошвенная связка по направлению к месту её прикрепления к плюсневой кости. Иглой обходят сухожилия мышц сгибателей пальцев и выводят иглу через кожу на подошвенной поверхности. Конец иглы, вышедший на подошвенной поверхности, фиксируется второй рукой и вводится в обратном направлении. Противоположным концом иглы прошиваются вышеописанные структуры в обратном направлении. Иглу выводят из тыльного доступа. Сверлом просверливают два канала в тыльно-подошвенном направлении в основании проксимальной фаланги. Два конца нити из прошитой подошвенной связки проводят через два канала в основании проксимальной фаланги (рисунок 14 Б).



Рисунок 14 А, Б. Вывих 2 и 3 пальцев в плюснефаланговых суставах (А); стрелками обозначены костные каналы в основании проксимальных фаланг второго и третьего пальцев через которые проведены нити (Б).

Осуществляют натяжение нитей до коррекции проксимальной фаланги в нейтральном положении или положении умеренного сгибания в плюснефаланговом суставе. При достижении необходимого положения проксимальной фаланги в плюснефаланговом суставе производят фиксацию нитей формированием узлов на тыльной поверхности проксимальной фаланги. Таким образом, достигается реинсерация подошвенной связки к месту её отрыва от проксимальной фаланги. Ткани послойно ушивают.

Данный способ в сочетании с дистальной остеотомией плюсневой кости позволяет осуществить полную коррекцию вывиха в суставе без дополнительной трансартикулярной фиксации спицей.

При 4 степени деформации в плюснефаланговом суставе, когда интраоперационно обнаруживался полный отрыв подошвенной связки плюснефалангового сустава от основания проксимальной фаланги, а в подошвенной поверхности сустава визуализировались сухожилия сгибателей пальцев, не прикрытые подошвенной связкой и капсулой сустава (см. рисунок 15), применялся разработанный нами оригинальный способ хирургического лечения подвывихов и вывихов пальцев в плюснефаланговых суставах при перегрузочной метатарзалгии. На данный способ хирургического лечения получен патент Российской Федерации на изобретение №2581942 (опубликован 20.04.2016 в бюллетени №11 за 2016г.).

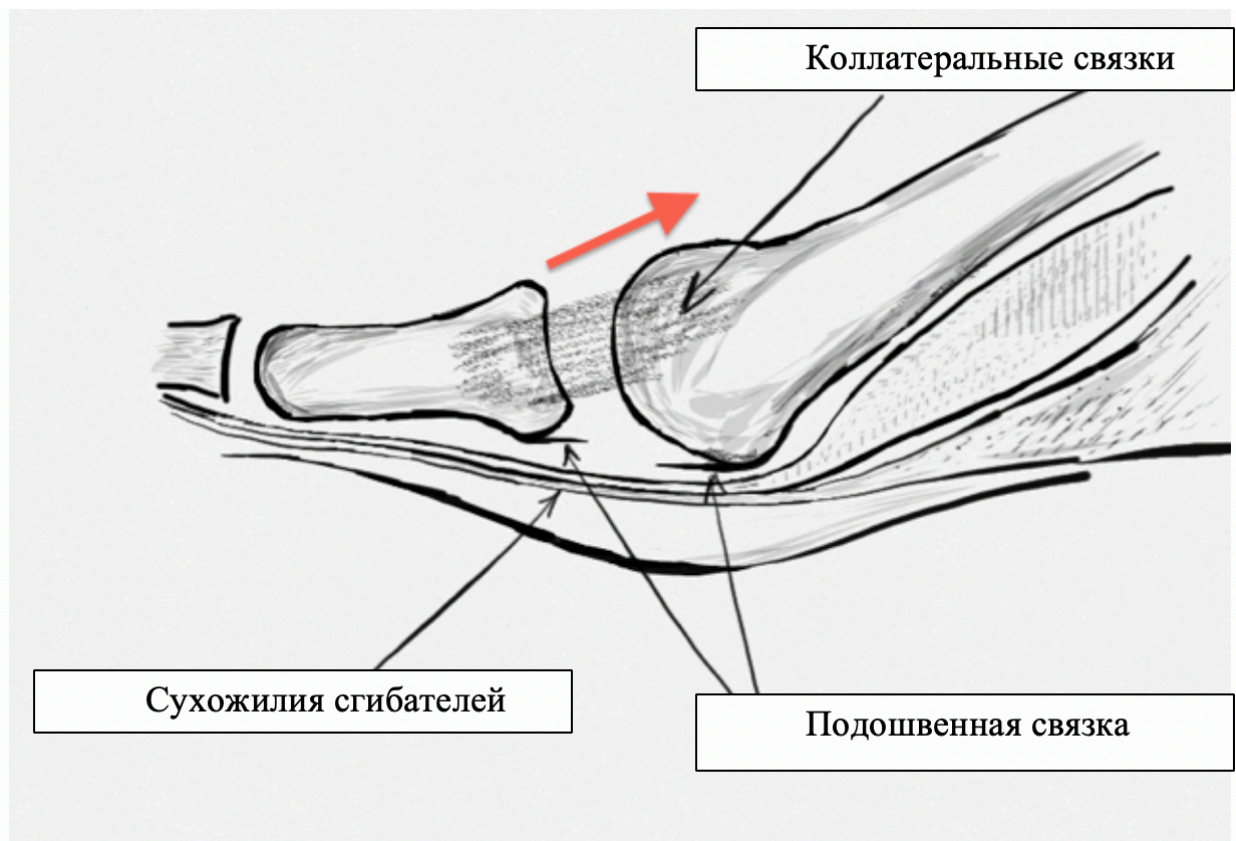


Рисунок 15. Схематическое изображение полного разрыва подошвенной связки плюснефалангового сустава. Стрелкой указано направление смещения основания проксимальной фаланги при полном разрыве связки.

Способ заключается в следующем: производится тыльный доступ над плюснефаланговым суставом длиной до 2-3см, капсула сустава рассекается, далее длинной прямой обоюдоострой иглой длиной 5-7 см прошивают сухожилие мышцы длинного сгибателя пальцев, иглу выводят через кожу, затем захватывают конец иглы, вышедший на подошвенной поверхности и вводят в обратном направлении, прошивая противоположным концом иглы вышеописанные структуры в обратном направлении и выводят иглу из тыльного доступа. Далее два конца нити, выведенные по тыльной поверхности сухожилия, проводят через два канала, предварительно просверленные в основании проксимальной фаланги с дальнейшим натяжением и фиксацией на ее тыльной поверхности. При формировании узла на тыльной поверхности

основания проксимальной фаланги палец удерживается в нейтральной позиции или в положении умеренного подошвенного сгибания (рисунок 16).

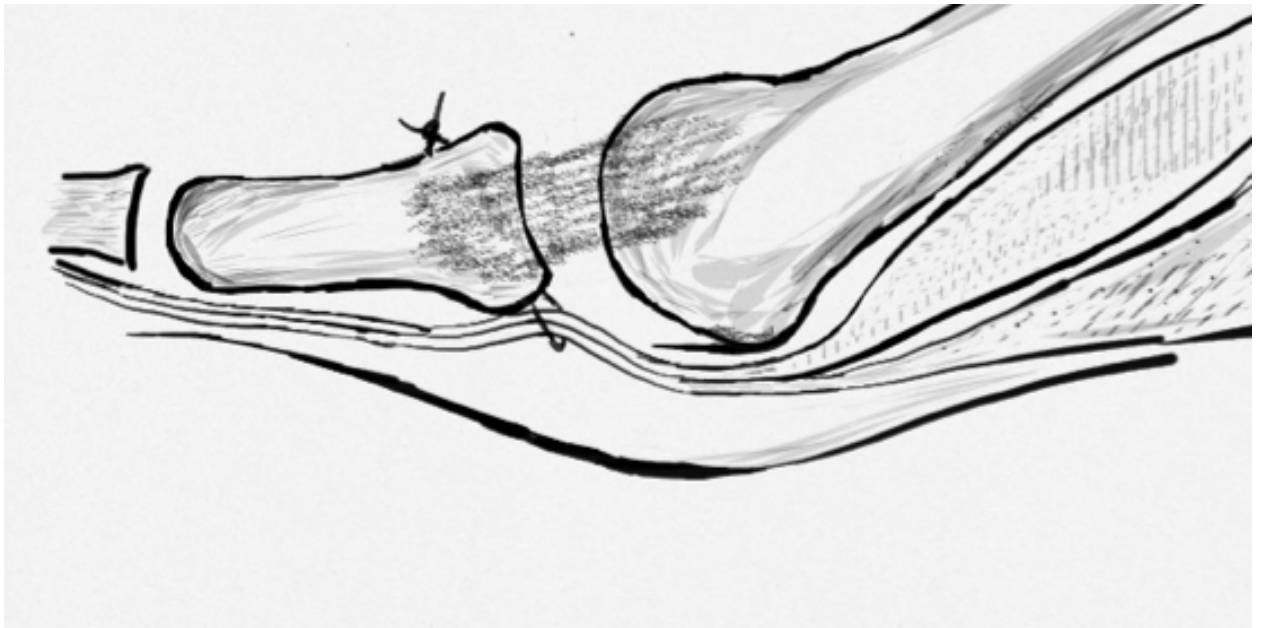


Рисунок 16. Схематическое изображение коррекции вывиха и стабилизации плюснефалангового сустава за счет прошивания сухожилия мышцы длинного сгибателя пальцев.

Данный способ в сочетании с дистальной остеотомией плюсневой кости позволяет осуществить полную коррекцию вывиха в суставе без дополнительной трансартикулярной фиксации спицей.

При вывихе в плюснефаланговом суставе во всех случаях проводилось открытое рассечение капсулы сустава по тыльной поверхности над центром сустава. После вправления вывиха и удержания пальца в положении подошвенного сгибания выполнялась Weil-остеотомия соответствующей плюсневой кости. Следующим этапом выполнялась стабилизация плюснефалангового сустава по предложенным выше методикам.

Если подошвенная связка плюснефалангового сустава оказывала достаточное давление с подошвенной стороны на остеотомированный фрагмент головки и обеспечивала его удержание в заданном положении, то фиксация головки винтом не производилась; в иных случаях производилась

фиксация головки через диафиз самоотламывающимся бесшляпочным винтом. Алгоритм выбора метода хирургического лечения рассматривается в таблице 12.

Таблица 12. Выбор метода хирургического лечения перегрузочной метатарзалгии и сопутствующей нестабильности в плюснефаланговом суставе.

Вид и степень деформации	Метод оперативного лечения	Метод фиксации достигнутой коррекции
Метатарзалгия + 3,4 степень нестабильности + фиброзный анкилоз в межфаланговом суставе	Weil - остеотомия + прошивание и тенodes подошвенной связки плюснефалангового сустава к основанию проксимальной фаланги пальца + Редрессация проксимального межфалангового сустава	Фиксация бесшляпочным винтом + фиксация пальца в положении сгибания адгезивными бинтами сроком до 6 недель со дня операции

3.2. Послеоперационное ведение пациентов

После оперативного вмешательства всем пациентам из обеих групп предписывался постельный режим с возвышенным положением оперированной конечности в течении суток с момента операции. На следующий день после операции выполнялась первая перевязка с фиксацией пальцев в положении подошвенного сгибания адгезивными бинтами и разрешалась ходьба в послеоперационной обуви Барука. В послеоперационном периоде до шести недель все пациенты из обеих групп использовали разгрузочную обувь и фиксацию пальцев адгезивными бинтами также до шести недель.

ГЛАВА IV. ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

4.1. Лечение пациентов 1-й группы (основной)

В основную группу вошли 30 пациентов, 29 из которых - женщины (96,7%) и один мужчина (3,3%), оперированные в 51-м ортопедическом отделении ГKB им. С.П. Боткина. Средний возраст составил 63,6 лет. Общий период наблюдения за пациентами в среднем составил $10,9 \pm 4,0$ месяцев.

У всех пациентов оценивались: выраженность болевого синдрома, стабильность плюснефалангового сустава, плантаризация пальца, оценка по шкалам AOFAS, VAS FA и шкале вербальной оценки боли, давление под головкой плюсневой кости и дистальной фалангой.

Степень выраженности болевого синдрома по шкале вербальной оценки боли до операции в основной группе была следующая: у 6 (20%) пациентов очень сильная боль, у 15 (50%) сильная боль и у 9 (30%) умеренная боль. После операции степень болевого синдрома характеризовалась отсутствием болей у 24 (80%) и умеренной болью у 6 (20%) прооперированных пациентов (диаграмма 9).

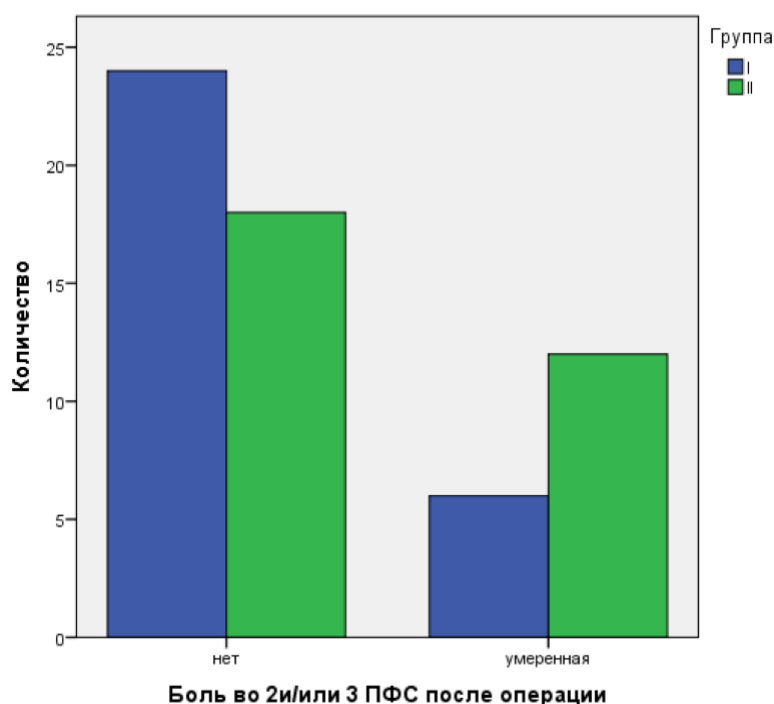


Диаграмма 9. Распределение пациентов по степени выраженности болевого синдрома во 2и/или 3 ПФС после операции по шкале вербальной оценки боли.

Показатель стабильности плюснефалангового сустава до операции в группе I характеризовался вывихом в суставе у 23 (76,7%), подвывихом у 7 (23,3%), стабильности отмечено не было.

Таблица 13. Стабильность плюснефалангового сустава после операции в группе 1 и 2.

Стабильность плюснефалангового сустава после операции		Группа		Всего
		I	II	
Вывих (4 степень)	Количество	0	7	7
	% в Группе	0,0%	23,3%	11,6%
подвывих (2,3 степень)	Количество	3	23	26
	% в Группе	10,0%	76,6%	43,3%
стабилен (0,1 степень)	Количество	27	0	27
	% в Группе	90,0%	0,0%	45,0%
Всего	Количество	30	30	60
	% в Группе	100,0%	100,0%	100,0%

У 27 пациентов (90,0%) после операции в первой группе сустав стабилен, рецидив деформации (подвывих) отмечен у 3 пациентов (10,0%), вывихов отмечено не было (0,0%) (табл. 13).

Согласно показателю плантаризации пальца до операции у 30 пациентов (100%) нет контакта пальцев о поверхность опоры даже в процессе переката стопы в группе I (табл.5).

Таблица 14. Плантаризация пальцев после оперативного вмешательства.

Плантаризация пальца после операции			Группа		Всего
			I	II	
	1	Абс	25	13	38
		%	83,3%	43,3%	63,3%
	2	Абс	5	10	15
		%	16,7%	33,3%	25%
	3	Абс	0	7	7
		%	0,0%	23,3%	11,7%
Всего		Абс	30	30	60
		%	100%	100%	100%

После оперативного лечения у 25 (83,3%) пациентов первой группы отмечен контакт пальцев с поверхностью опоры, у 5 пациентов (16,7%) контакт пальцев появляется только при отрыве пятки и вставании на мысок, отсутствие контакта пальца при перекате стопы не наблюдалось ни у одного пациента (0,0%) (диаграмма 10).

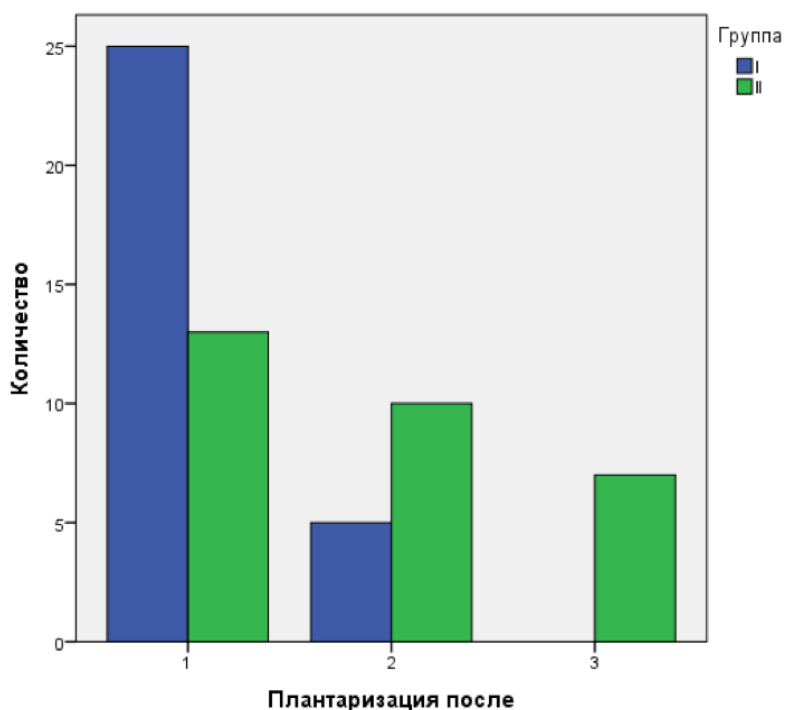


Диаграмма 10. Плантаризация пальцев после оперативного вмешательства.

Оценка качества жизни и объективных показателей по шкале AOFAS в основной группе до операции составило 38,4 (9; 60) балла, а после операции 89,3 (65; 100) балла, при $Z= 4,78$ $p<0,01$ (Z-число Вилкоксона, p-уровень значимости) (диаграмма 11).

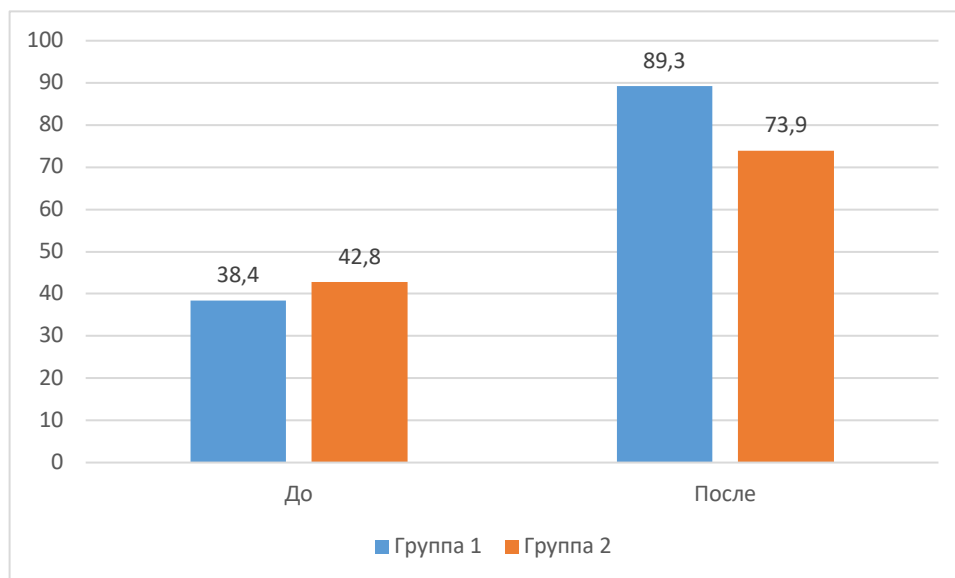


Диаграмма 11. Средние значения AOFAS до и после оперативного вмешательства в группах.

В группе I наблюдалось увеличение VAS FA, с 104 (97; 121) баллов до 167 (156; 171) при $Z= 4,78$, $p<0,01$). Полученные данные представлены на диаграмме 12.

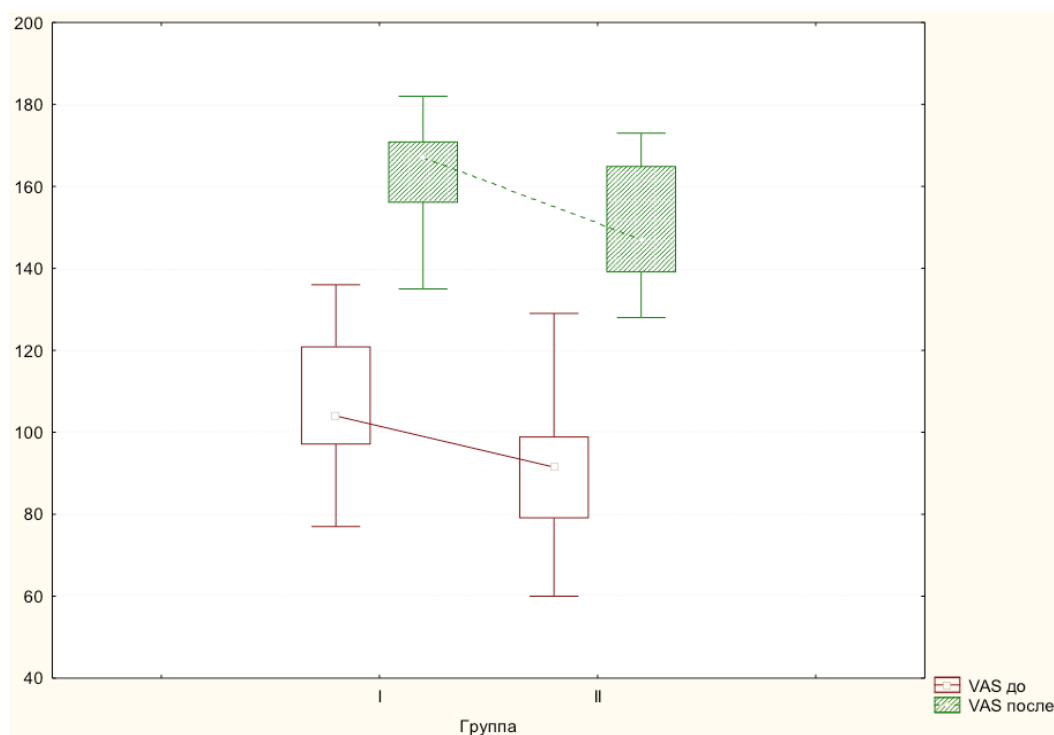


Диаграмма 12. VAS FA до и после оперативного вмешательства в группах.

Сравнительный анализ количественных показателей до и после операции показал, что в основной группе I давление под дистальной фалангой в нейтральной позиции до операции было нулевым (диаграмма 13), $n=30$, 0 (0;30) Me (LQ;UQ), а после операции составило 475 (250; 730) грамм, установлены достоверные статистически значимые различия, при $Z=4,54$ $p<0,01$.

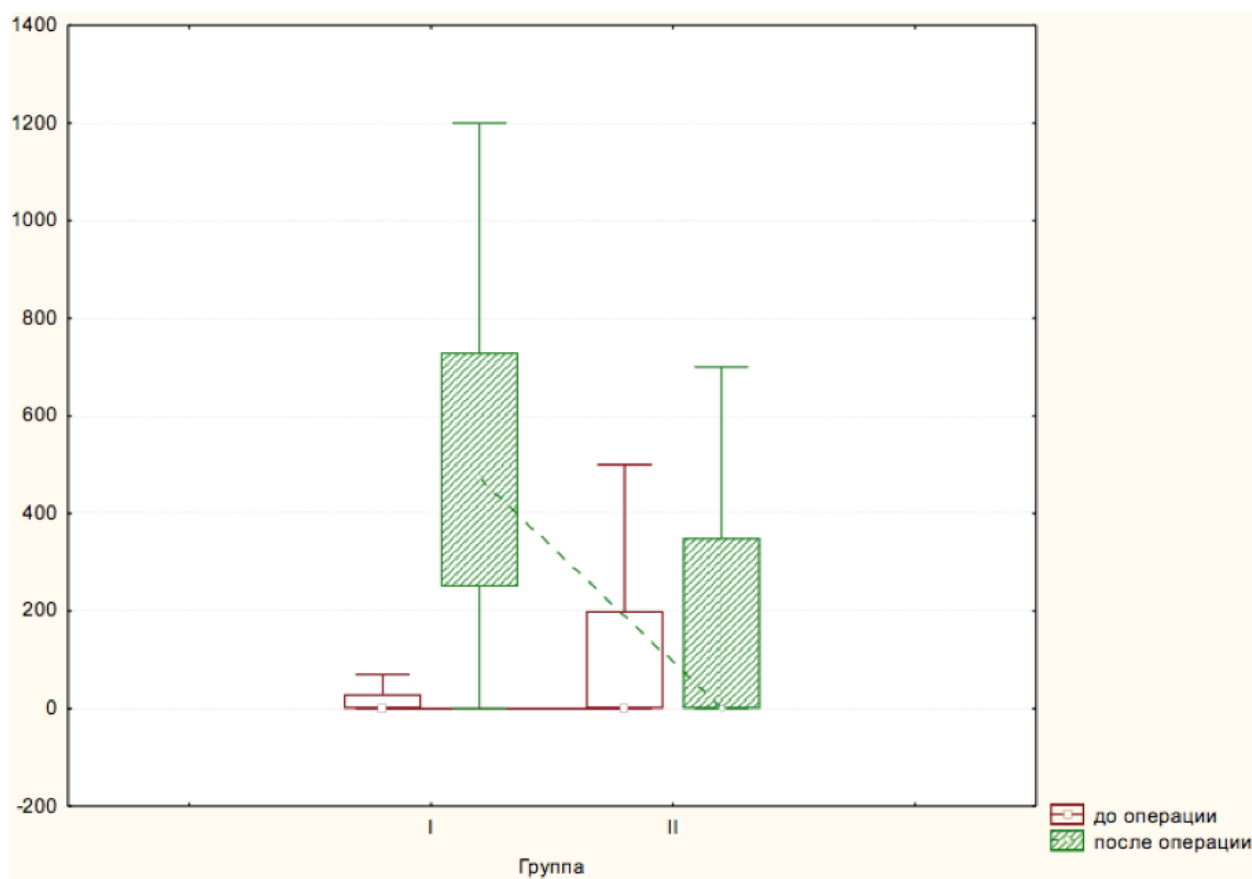


Диаграмма 13. Давление под дистальной фалангой в нейтральной позиции.

При сравнении давления под головкой плюсневой кости в нейтральной позиции до и после операции также установлены статистически значимые различия. До операции в группе I давление составило 3220 (2900; 3900) грамм, после операции наблюдается значительное снижение 2300 (1900; 2700) грамм, $Z=4,78$, $p<0,01$ (диаграмма 14)

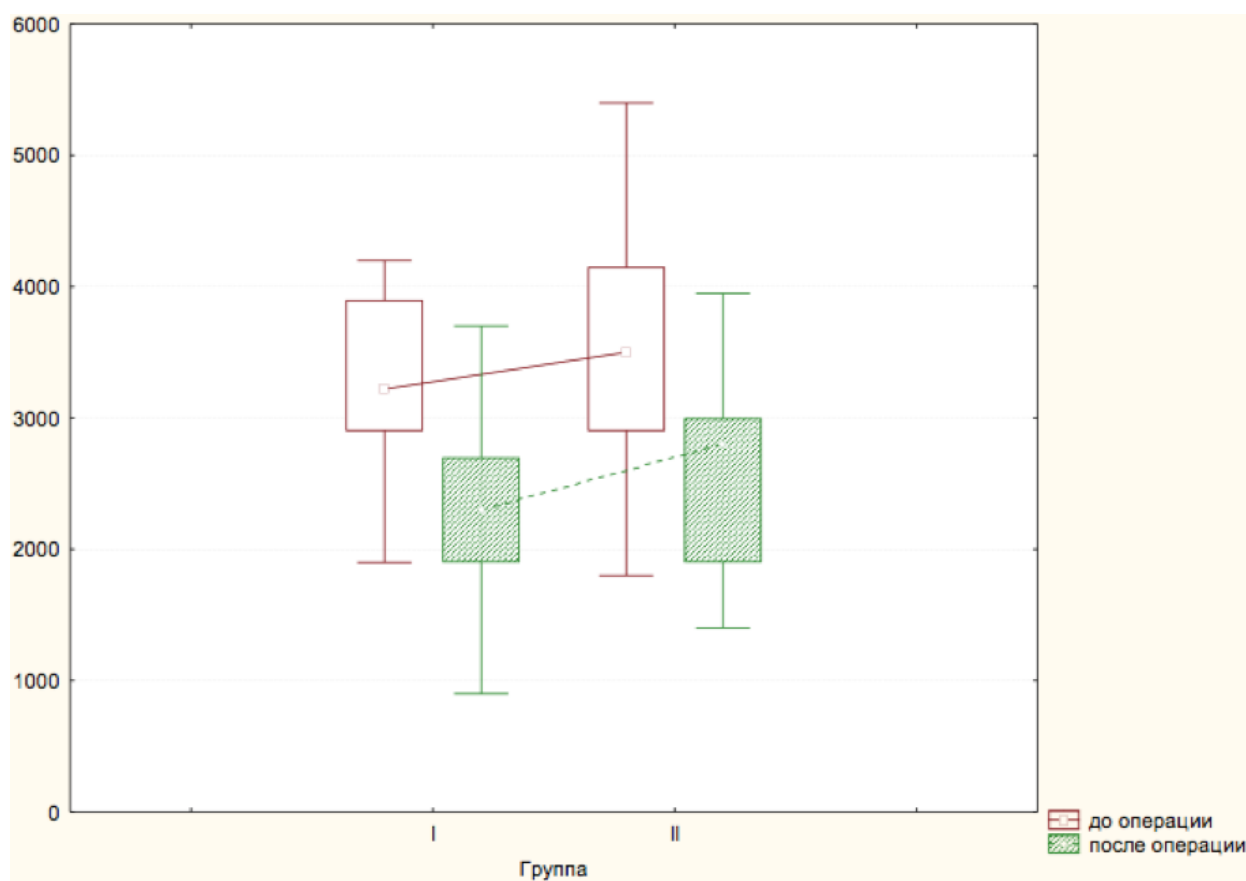


Диаграмма 14. Давления под головкой плюсневой кости в нейтральной позиции.

Кроме того, определено, что давление под дистальной фалангой при подъеме на мысок (отрыве пятки) в группах до и после операции статистически значимо различается в обеих группах. В группе I наблюдается значительное увеличение давления в послеоперационный период с 15 (0; 180) грамм до 1000 (700; 1800) грамм, при $Z = 4,78$, $p < 0,01$ (диаграмма 15).

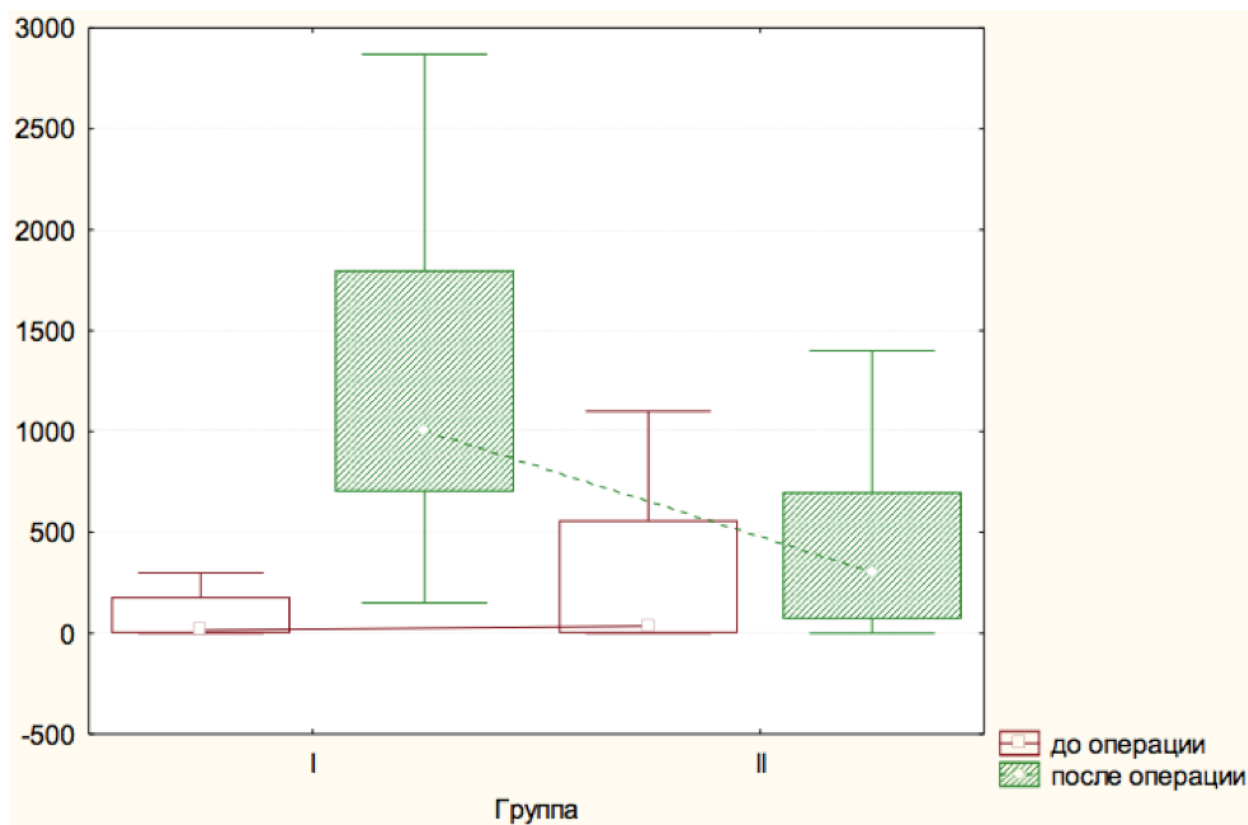


Диаграмма 15. Давление под дистальной фалангой при подъеме на мысок.

Установлено статистически значимое снижение давления под головкой плюсневой кости при подъеме на мысок в первой группе с 4600 (3900; 6200) грамм (до операции) до 3200 (2500; 4200) грамм после операции, при $Z=4,78$, $p<0,01$ (диаграмма 16).

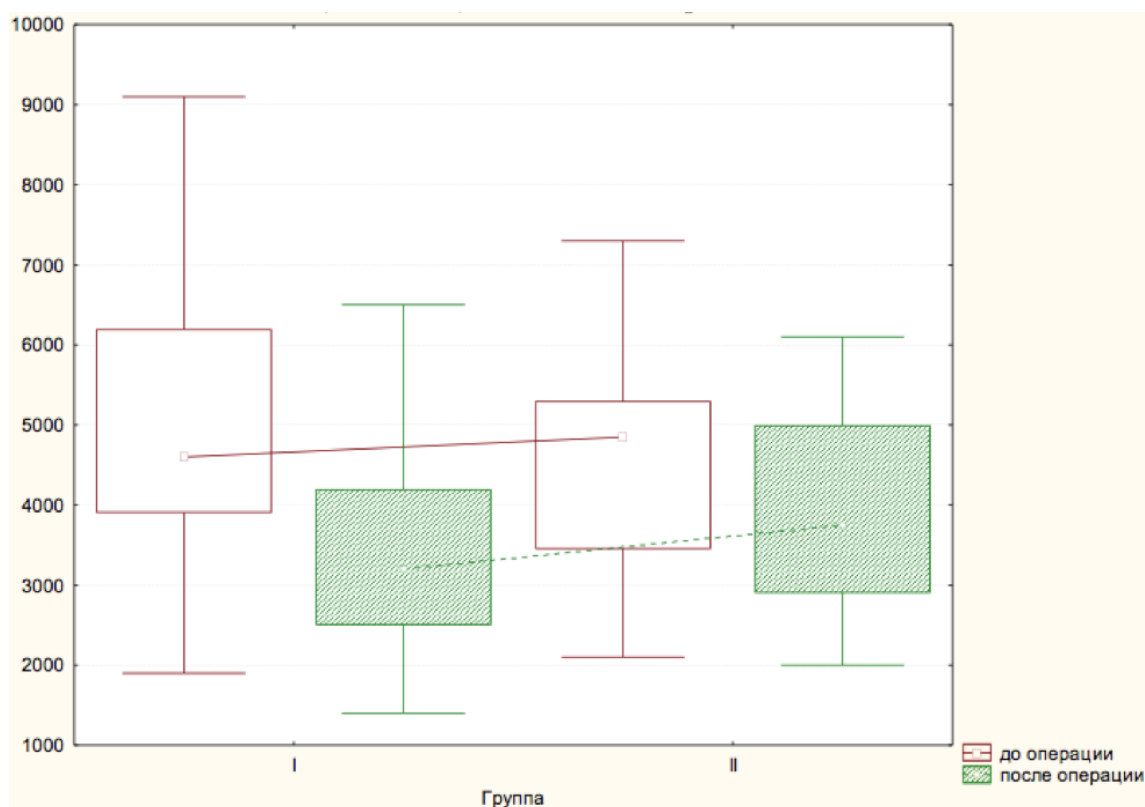


Диаграмма 16. Давления под головкой плюсневой кости при подъеме на мысок.

Проанализирован показатель удовлетворенности пациентов результатом оперативного лечения. Сравнение в независимых группах показало, что в основной группе удовлетворены 29 (96,6%) и 1 (3,3%) пациент не удовлетворен результатом оперативного лечения (диаграмма 17).

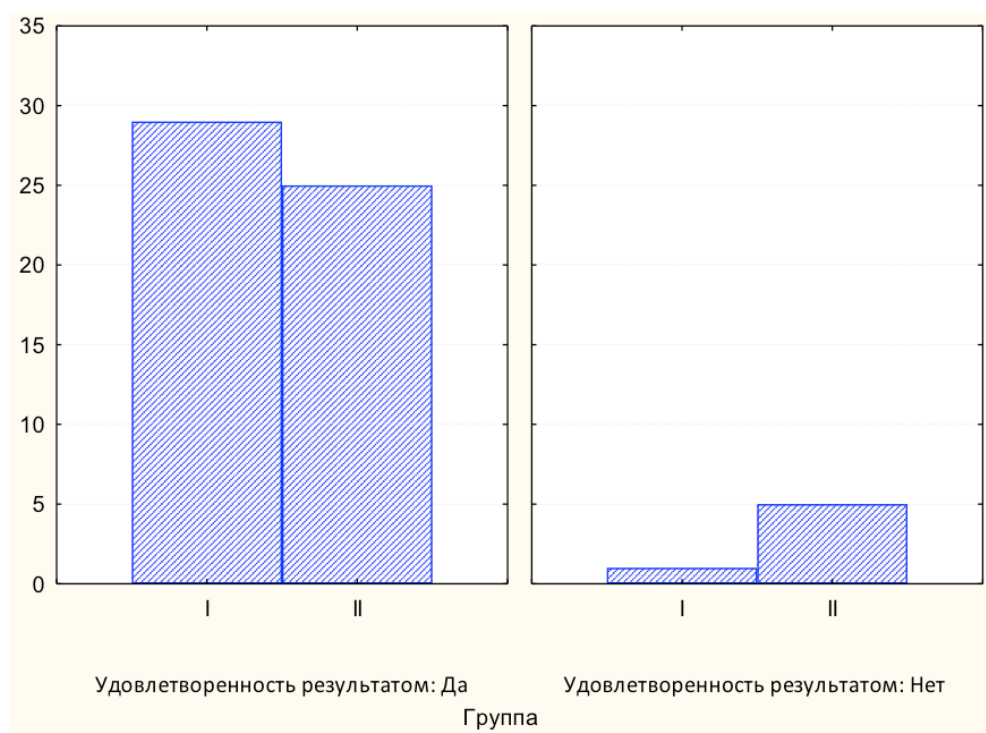


Диаграмма 17. Удовлетворенность результатом.

В первой группе все оперативные пособия сочетались с восстановлением подошвенной связки плюснефалангового сустава. В таблице 15 представлено количественное и процентное соотношение описанных способов. Во второй группе указанные способы не применялись (см. таблицу 15).

Таблица 15. Количество оперативных пособий.

Метод коррекции вывиха	Количество наблюдений	Процент от общего числа
Восстановление подошвенной связки 2 и/или 3 плюснефалангового сустава	30	100%
Общее число	30	100%

Клинический пример №1.

Пациентка М., 71год. медицинская карта № Г38819/16, поступила в 51 ортопедическое отделение ГKB им. С.П. Боткина 12.04.2016 с жалобами на боли и наличие болезненных натоптышей под головками второй и третьей

плюсневых костей левой стопы, на боли в проекции проксимального межфалангового сустава 2-го пальца стопы.

Деформация беспокоит более 5 лет. Поставлен диагноз: комбинированное двустороннее плоскостопие с вальгусной деформацией первых пальцев стоп. Метатарзалгия левой стопы. Дегенеративные вывих 2-го пальца во 2-м плюснефаланговом суставе левой стопы. Молоткообразная деформация 2-го пальца левой стопы (рисунок 17).



Рисунок 17.А,Б. Левая стопа пациентки до оперативного вмешательства.

Локальный статус: определяется уменьшение высоты продольных и поперечного сводов стоп. Клинически при осмотре выявлена вальгусная деформация осей первых пальцев стоп и варусная первых плюсневых костей более выраженная слева. Молоткообразная деформация 2-го пальца левой стопы. Боль при пальпации по медиальной поверхности в проекции головок 1 плюсневых костей и преимущественно под головками 2-3 плюсневых костей левой стопы (рисунок 18А). Зоны перегрузки области плюснефаланговых суставов определяются визуально и на плантограмме (рисунок 18Б). Также, стоит отметить отсутствие опороспособности второго пальца.



Рисунок 18 А,Б. А – фотография подошвенной поверхности до операции; Б – плантограмма.

Имеется 4-я степень деформации с вывихом 2-го пальца в плюснефаланговом суставе по классификации Nery С., что также подтверждается рентгенологически (рисунок 19) и клинически (тест выдвижного ящика положительный, смещение основания проксимальной фаланги относительно головки плюсневой кости составило более 50%). До начала лечения показатель по результатам опросника AOFAS составил 32 балла, что соответствует критерию «плохо», по VAS FA – 89, что также соответствует критерию «плохо».



Рисунок 19. Рентгенограмма стоп в прямой проекции до операции.

Для хирургической коррекции данной деформации пациентке выполнялась остеотомия Weil второй плюсневой кости с иссечением костного клина, дистальная малоинвазивная метатарзальная остеотомия (ДММО) 3 плюсневой кости. Также выполнялась остеотомия Scarf с фиксацией двумя винтами и Akin без фиксации винтом на первом луче и перкутанная малоинвазивная остеотомия основания проксимальной фаланги третьего пальца.

После вправления вывиха выполнено прошивание подошвенной связки второго плюснефалангового сустава нитями. Нити проведены по вышеописанной методике через каналы, предварительно просверленные в основании проксимальной фаланги второго пальца и фиксированы узлом на тыльной поверхности фаланги.

После прошивания подошвенной связки и выполнения редрессации в проксимальном межфаланговом суставе второго пальца, интраоперационно отмечено правильное положение пальца во втором плюснефаланговом суставе. Тенodes подошвенной связки обеспечил восстановление баланса между силой сухожилий мышц сгибателей и разгибателей пальца, а также

восстановление правильного положения оси второго пальца, что не потребовало трансартикулярной фиксации спицей. Вывих устранен (рисунок 20А,Б).



Рисунок 20 А,Б. На фотографиях из операционной можно отметить коррекцию вывиха и правильное положение пальца в плюснефаланговом суставе после прошивания подошвенной связки сустава.



Рисунок 21А,Б. Рентгенограммы левой стопы в прямой (А) и боковой (Б) проекции в первые сутки после операции.

На контрольном осмотре через 6 недель, 4 и 6 месяцев после операции пациентка результатом вмешательства субъективно удовлетворена, жалоб не предъявляет. При осмотре через 6 недель имеется умеренная разгибательная контрактура второго пальца (рисунок 22А,Б). Были даны рекомендации по разработке объема движений во втором плюснефаланговом суставе.



Рисунок 22А,Б. Левая стопа пациентки через 6 недель после оперативного вмешательства.

На контрольных рентгенограммах через 6 недель после реконструктивного вмешательства отмечено сохранение достигнутой коррекции в плюснефаланговом суставе (рисунок 23А,Б).

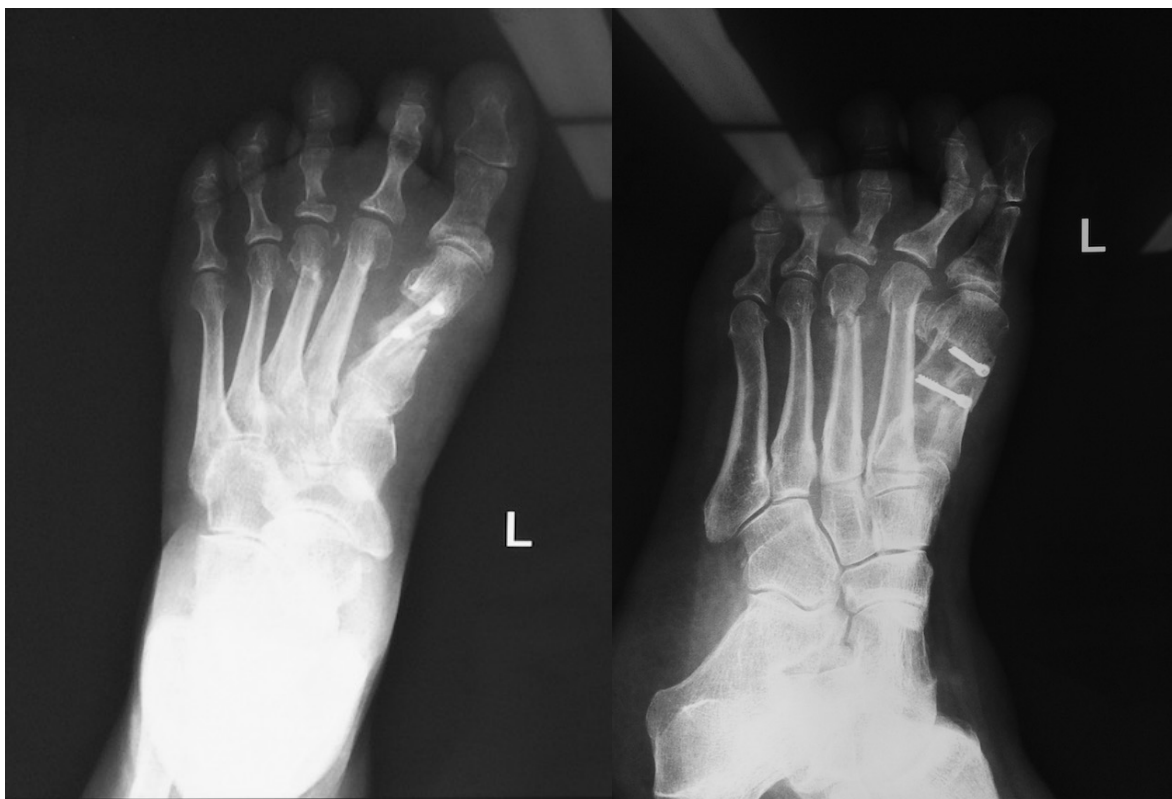


Рисунок 23А,Б. Рентгенограммы левой стопы в прямой (А) и боковой (Б) проекции через 6 недель с момента операции.

На контрольном осмотре через 12 месяцев отмечается регресс разгибательной контрактуры второго пальца во втором плюснефаланговом суставе и восстановление опороспособности пальца (рисунок 24.Б.). По результатам опросника AOFAS, показатель составил 100 баллов - «отличный результат», по VAS FA – 165 баллов – «хороший результат». Пациентка результатом вмешательства довольна, жалоб не предъявляет.



Рисунок 24. А,Б. Левая стопа пациентки через 12 месяцев после оперативного вмешательства: А – без опоры на пальцы; Б – с опорой на пальцы.

Стоит отметить исчезновение кожных гиперкератозов области второго и третьего плюснефаланговых суставов (рисунок 25А). На рентгенограмме левой стопы через 12 месяцев после операции имеется полная консолидация остеотомированных фрагментов и ремоделирование костной ткани (см. рисунок 25Б).



Рисунок 25А, Б. А – фотография подошвенной поверхности через 12 месяцев после операции; Б – рентгенограмма стопы в прямой проекции через 12 месяцев после операции.

Обсуждение клинического примера.

Данный клинический случай является наглядным примером, демонстрирующим важность восстановления капсульно-связочного аппарата при лечении перегрузочной метатарзалгии в комплексе реконструктивного вмешательства на переднем отделе стопы для достижения оптимальной коррекции имеющегося вывиха в плюснефаланговом суставе.

Так как подошвенная связка плюснефалангового сустава оказывала достаточное давление с подошвенной стороны на остеотомированный

фрагмент головки и обеспечивала его удержание в заданном положении, фиксация головки винтом не производилась.

Несмотря на нарушение пациенткой предписанного режима в послеоперационном периоде (использование послеоперационной обуви только при ходьбе вне дома до 3 недель с момента операции вместо положенных 6 недель), следует отметить хороший клинический и рентгенологический результат.

Клинический пример №2.

Пациентка Т., 70 лет, медицинская карта № Г80063/16, поступила в 51 ортопедическое отделение ГKB им. С.П. Боткина 26.07.2016 с жалобами на деформацию пальцев стоп и боль под головками 2 и 3 плюсневых костей. Деформация беспокоит более 15 лет. Поставлен диагноз: комбинированное двустороннее плоскостопие с вальгусной деформацией первых пальцев стоп. Метатарзалгия. Дегенеративные вывихи пальцев во 2-3 плюснефаланговых суставах левой стопы (см.рисунок 26 А, Б.). Молоткообразная деформация 2-3 пальцев левой стопы. Молоткообразная деформация 2-го пальца правой стопы.



Рисунок 26 А, Б. Левая стопа пациентки до оперативного вмешательства.

Локальный статус: определяется уменьшение высоты продольных и

поперечного сводов стоп. Боль при пальпации по медиальной поверхности в проекции головок 1 плюсневых костей. Клинически при осмотре выявлена вальгусная деформация осей первых пальцев стоп и варусная первых плюсневых костей более выраженная на левой стопе. Молоткообразная деформация 2-3 пальцев стоп. При пальпации левой стопы по подошвенной поверхности определяются выступающие в подошвенную сторону головки 2 и 3 плюсневых костей. Пальпация резко болезненна. Имеется 4-я степень деформации с вывихом 2 и 3 пальцев в плюснефаланговых суставах по Nery С., что также подтверждается рентгенологически. На рентгенограммах левой стопы определяется, что основания проксимальных фаланг 2 и 3-го пальцев располагаются сверху на головках плюсневых костей (рисунок 27 А, Б.).



Рисунок 27 А, Б. А - плантограмма, Б – рентгенограмма стоп в прямой проекции до операции.



Рисунок 28. Рентгенограмма левой стопы в боковой проекции до операции.

Для хирургической коррекции данной деформации пациентке выполнялась укорачивающая остеотомия Weil 2 и 3 плюсневых костей с иссечением костного клина. Для удержания пальцев в правильном положении после вправления вывихов было выполнено прошивание подошвенных связок 2 и 3-го плюснефаланговых суставов нерассасывающимися нитями. Нити проведены через каналы, предварительно просверленные в основании проксимальных фаланг 2 и 3-го пальцев, из подошвенного в тыльном направлении и фиксированы узлом на тыльной поверхности. Интраоперационно отмечено правильное положение пальцев в плюснефаланговых суставах (положение умеренного сгибания до 3-5 градусов) и дополнительная трансартикулярная фиксация спицами не проводилась. Вывихи устранены (рисунок 29А, Б.).

Для нормализации метатарзальной параболы и предупреждения развития переходной метатарзалгии также выполнялась дистальная малоинвазивная остеотомия (DMMO) 4 плюсневой кости.



Рисунок 29А, Б. Рентгенограммы левой стопы в прямой и боковой проекции в первые сутки после операции.

На контрольном осмотре через 6 недель, 4 и 6 месяцев после операции пациентка результатом вмешательства довольна, жалоб не предъявляет. По результатам опросника AOFAS, показатель составил 85 баллов. Имеется бессимптомный 2-й «плавающий» палец (рисунок 29А,Б), но при отрыве пятки в фазе переката стопы он активно взаимодействует с поверхностью опоры (рисунок 30).



Рисунок 29А,Б. Левая стопа пациентки через 4 месяца после оперативного вмешательства в нейтральной позиции.



Рисунок 30. Левая стопа пациентки через 4 месяца после оперативного вмешательства (при поднятии пятки и переносе нагрузки на передней отдел стопы).

На контрольных рентгенограммах через 4 и 6 месяцев после реконструктивного вмешательства отмечено сохранение достигнутой коррекции в плюснефаланговых суставах (рисунок 31А,Б).



Рисунок 31А, Б. Рентгенограммы левой стопы: А - 4 месяца после операции; Б – 6 месяцев после операции.

Обсуждение клинического примера

Данный клинический случай демонстрирует осложнение, не доставляющее дискомфорта и болевых ощущений большинству пациентов – «плавающий палец».

По нашему мнению, данное осложнение обусловлено сложностью реабилитационных мероприятий для пациентов и врачей поликлиник и травмпунктов. В послеоперационном периоде всем пациентам рекомендовано бинтование 2-3 пальцев самофиксирующимися бинтами, обеспечивающими подошвенное сгибание пальцев в плюснефаланговых суставах сроком до 6 недель. Постоянное удержание пальца в положении сгибания способствует формированию рубцов между прошитой связкой и основанием проксимальной фаланги соответствующего пальца. Нарушение предписанных рекомендаций, по всей вероятности, приводит к вырыванию нитей из подошвенной связки до формирования рубцов и частичному рецидиву деформации.

4.2. Лечение пациентов 2-й группы (сравнения)

В группу сравнения вошли 30 пациентов, 28 из которых - женщины (93,4%) и 2 мужчин (6,6%), оперированные в 51-м ортопедическом отделении ГКБ им. С.П. Боткина. Средний возраст составил 62,7 лет. Общий период наблюдения за пациентом в среднем составил $9,1 \pm 4,3$ месяцев.

У всех пациентов оценивались следующие параметры: выраженность болевого синдрома, стабильность плюснефалангового сустава, плантаризация пальца, оценка по шкалам AOFAS, VAS FA и шкале вербальной оценки, давление под головкой плюсневой кости и дистальной фалангой.

Степень выраженности болевого синдрома до операции в группе II: у 7 (23,3%) пациентов - очень сильная боль, у 16 (53,3%) - сильная боль и у 7 (23,3%) - умеренная боль. После операции (таблица №15) степень болевого синдрома характеризовалась отсутствием болей у 18 (60%) и умеренной болью у 12 (40%) прооперированных пациентов.

Таблица 15. Боль во 2и/или 3 ПФС после операции

			Группа		Всего
			I	II	
Боль во 2и/или 3 ПФС после операции	нет	Количество	24	18	42
		% в Группа	80,0%	60,0%	70,0%
	умеренная	Количество	6	12	18
		% в Группа	20,0%	40,0%	30,0%
Всего	Количество		30	30	60
	% в Группа		100,0%	100,0%	100,0%

Показатель стабильности плюснефалангового сустава до операции в группе II характеризовался: вывихом в суставе у 22 (73,3%), подвывихом у 8 (26,7%), стабильности отмечено не было (0,0%).

У 23 пациентов (76,6%) после операции во второй группе наблюдался подвывих, вывих отмечен у 7 пациентов (23,3%), случаев стабильности отмечено не было (0,0%) (таблица 13).

Показатель плантаризации пальца до операции в группе II был следующий: у 9 пациентов (30,0%) отмечен контакт пальцев с поверхностью опоры, у 6 пациентов (20,0%) нет контакта пальцев при статике, но появляется при отрыве пятки при перекате стопы, у 15 пациентов (50,0%) нет контакта пальцев с поверхностью опоры даже в процессе переката стопы.

У 13 пациентов (43,3%) отмечен контакт пальцев с поверхностью опоры, у 10 пациентов (33,3%) нет контакта пальцев при статике, но появляется при отрыве пятки при перекате стопы, у 7 пациентов (23,3%) нет контакта пальцев с поверхностью опоры даже в процессе переката стопы (таблица 14 и диаграмма 10).

Оценка качества жизни и объективных показателей по шкале AOFAS во второй группе до операции составило 42,8 (22; 60) балла, а после операции 73,9 (52; 95) балла, при $Z=4,78$, $p<0,01$. (диаграмма 11).

Во второй группе наблюдаем увеличение по шкале VAS FA с 92 (79; 99) баллов (до операции) до 147 (139; 165) баллов (после операции), при $Z=4,78$, $p<0,01$. Полученные данные представлены на диаграмме №12.

Во второй группе давление под дистальной фалангой в нейтральной позиции до операции составляло 0 (0; 200) грамм, а после операции составило 0 (0; 350) (диаграмма 13), при этом наблюдались статистически значимые различия в сравниваемых группах при $Z=2,8$ и $p<0,01$.

При сравнении давления под головкой плюсневой кости в нейтральной позиции до и после операции также установлены статистически значимые различия. До операции в группе II давление составило 3500 (2900; 4150) грамм, после операции наблюдается значительное снижение 2800 (1900; 3000), при $Z=4,62$, $p<0,01$ (диаграмма 14).

Давление под дистальной фалангой при подъеме на мысок (отрыве пятки) в группах до и после операции статистически значимо различается в

обеих группах. В группе II наблюдается незначительное статистически значимое увеличение показателя после операции с 35 (0; 560) грамм до 300 (70; 700) грамм, при $Z=4,19$, $p<0,01$ (диаграмма 15).

Как видно из диаграммы 16, во второй группе также наблюдалось статистически значимое снижение давления под головкой плюсневой кости при подъеме на мысок: с 4850 (3450; 5300) грамм перед операцией до 3750 (2900; 5000) грамм в послеоперационный период, при $Z= 4,78$ $p<0,01$.

Проанализирован показатель удовлетворенности пациентов результатом оперативного лечения. Удовлетворены 25 (83,3%), и 5 (16,6%) пациентов не удовлетворены результатами. При этом, статистически значимых различий в группах не обнаружено (диаграмма 17).

Примеры клинических наблюдений из второй группы

Клинический пример №1

Пациентка Ф., 69лет. медицинская карта № Г128087, поступила в 51 ортопедическое отделение ГKB им. С.П. Боткина с жалобами на боли и наличие болезненных натоптышей под головками второй и третьей плюсневых костей правой стопы, боли в проекции проксимального межфалангового сустава 2-го пальца стопы.

Деформация беспокоит более 5 лет. Поставлен диагноз: комбинированное двустороннее плоскостопие с вальгусной деформацией первых пальцев стоп. Метатарзалгия. Дегенеративные изменения во 2 и 3-м плюснефаланговом суставе правой стопы. Молоткообразная деформация 2-х пальцев стоп. (Рисунок 32А, Б).



Рисунок 32А,Б. Левая стопа пациентки до оперативного вмешательства.

Локальный статус: определяется уменьшение высоты продольных и поперечного сводов стоп. Клинически при осмотре выявлена вальгусная деформация осей первых пальцев стоп и варусная первых плюсневых костей, более выраженные справа. Молоткообразная деформация 2-го пальца правой стопы, лучше визуализируемая на рентгенограмме с нагрузкой весом (рисунок 33). Боль при пальпации по медиальной поверхности в проекции головок 1 плюсневых костей и преимущественно под головками 2-3 плюсневых костей правой стопы (рисунок 34). На плантограмме и визуально определяются области перегрузки плюснефаланговых суставов. Также стоит отметить отсутствие опороспособности второго пальца о поверхность опоры. По шкале AOFAS показатель до операции составлял 50 баллов, что интерпретируется как «плохо».



Рисунок 33. Рентгенограмма левой стопы в боковой проекции до операции.



Рисунок 34. Рентгенограмма стоп в прямой проекции до операции.

Для хирургической коррекции данной деформации пациентке выполнялась Weil-остеотомия второй и третьей плюсневых костей. На первом луче выполнялась остеотомия Scarf и Akin с фиксацией винтами. Коррекция положения пальца осуществлялась за счет артродезирования проксимального межфалангового сустава второго пальца (рисунок 35 А,Б).

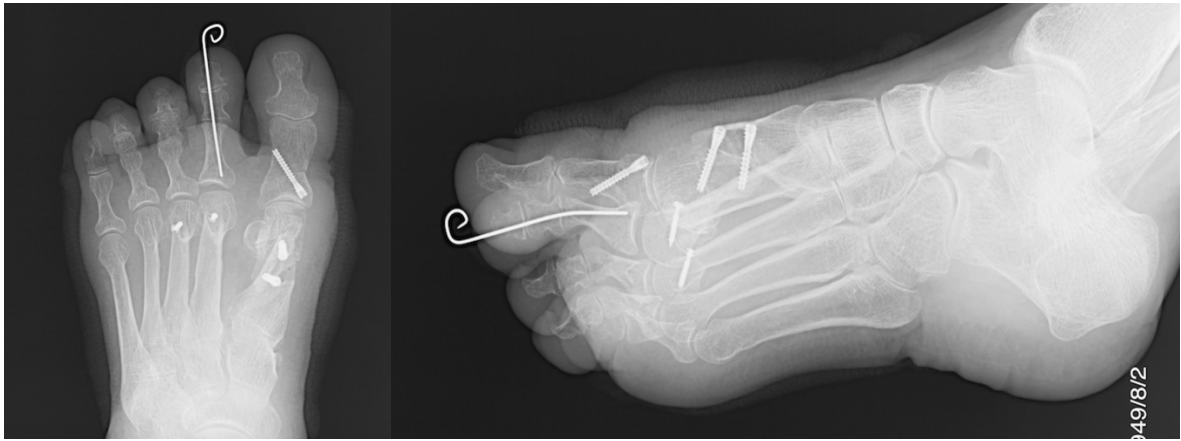


Рисунок 35 А,Б. Рентгенограммы левой стопы в прямой и боковой проекции в первые сутки после операции.

На контрольном осмотре через 6 недель и 4 месяца после операции пациентка результатом вмешательства субъективно удовлетворена, сохраняются жалобы на умеренные боли под головками плюсневых костей и отсутствие активного сгибания и разгибания 2 пальца. Рентгенограмма в 12 месяцев после операции (рисунок 36 А,Б).



Рисунок 36 А,Б. Рентгенограммы левой стопы в 12 месяцев после операции.

На рентгенограмме левой стопы в косой проекции через 12 месяцев после операции отмечается консолидация остеотомированных фрагментов и подвывих во втором плюснефаланговом суставе.



Рисунок 37 А,Б. Левая стопа пациентки через 12 месяцев после оперативного вмешательства.

При осмотре в 12 месяцев после операции сохраняется ограничение активного сгибания и разгибания 2,3 пальцев (Рисунок 38). По результатам опросника AOFAS показатель составил 70 баллов, что интерпретируется как удовлетворительный результат.



Рисунок 38. Левая стопа пациентки через 12 месяцев после оперативного вмешательства (в положении лежа).

Обсуждение клинического примера.

Данный клинический случай является среднестатистическим примером результата оперативного вмешательства во второй группе. После вмешательства пациентку беспокоит отсутствие активного сгибания и разгибания пальцев. Были даны рекомендации по разработке объема движений в суставах. Несмотря на то, что пациентка активно занималась по предписанной программе, на осмотрах в контрольные сроки выявлено значительное ограничение объема активных движений пальцев и отсутствие их опороспособности.

Клинический пример №2

Пациентка М., 61 года, медицинская карта № Г44641/18, поступила в 51 ортопедическое отделение ГKB им. С.П. Боткина с жалобами на боли и наличие болезненных гиперкератозов под головками второй и третьей плюсневых костей левой и правой стопы.

Деформация беспокоит более 10 лет. Поставлен диагноз: комбинированное двустороннее плоскостопие с вальгусной деформацией первых пальцев стоп. Метатарзалгия. Дегенеративный вывих во 2-м плюснефаланговом суставе правой и левой стопы. Молоткообразная деформация 2-х пальцев стоп (Рисунок 39).



Рисунок 39. Правая стопа пациентки до оперативного вмешательства.

Локальный статус: определяется уменьшение высоты продольных и поперечного сводов стоп. Клинически при осмотре выявлена вальгусная деформация осей первых пальцев стоп и варусная первых плюсневых костей, более выраженные справа. Молоткообразная деформация 2-го пальца правой и левой стопы. Боль при пальпации по медиальной поверхности в проекции головок 1 плюсневых костей и преимущественно под головками 2-3 плюсневых костей правой стопы, и вывих 2-го пальца по данным рентгенограмм (рисунок 40) и клинически. Отсутствует опороспособность второго пальца. По шкале AOFAS показатель до операции составлял 48 баллов, что интерпретируется как «плохо».



Рисунок 40. Рентгенограмма правой стопы в боковой проекции до операции с нагрузкой.

Для хирургической коррекции данной деформации пациентке выполнялась Weil-остеотомия второй и третьей плюсневых костей. На первом луче выполнялась остеотомия Scarf и Akin. Коррекция положения пальца осуществлялась за счет артродезирования проксимального межфалангового сустава второго пальца.



Рисунок 41А,Б. Рентгенограммы правой стопы в прямой (А) и косой (Б) проекции в первые сутки после операции.

На контрольном осмотре через 2 месяца после операции (рисунок 42 А,Б) пациентка результатом вмешательства субъективно удовлетворена, сохраняются жалобы на отсутствие опороспособности и активного сгибания, и разгибания 2-го пальца.



Рисунок 42А,Б. Правая стопа пациентки через 2 месяца после оперативного вмешательства.

На рентгенограмме (рисунок 43А,Б) правой стопы через 2 месяца после операции определяется умеренное смещение головок 2 и 3 плюсневой кости в и консолидация 2,3 плюсневых костей, анкилоз проксимального межфалангового сустава 2-го пальца.



Рисунок 43А,Б. Рентгенограммы правой стопы в прямой (А) и боковой (Б) проекции через 2 месяца после операции.

Обсуждение клинического примера.

Данный клинический случай является среднестатистическим примером результата оперативного вмешательства во второй группе. Несмотря на коррекцию положения второго пальца и исчезновение болезненного гиперкератоза над проксимальным межфаланговым суставом, отсутствует его опороспособность. Нет контакта пальца с поверхностью опоры, как в статическом положении, так и при перекате стопы. Из осложнений следует указать также на сохраняющийся гиперкератоз под головками плюсневых костей.

ГЛАВА V. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Вышеизложенные результаты исследования позволяют говорить об эффективности применения оперативного лечения в группе I по сравнению с группой II.

После операции отсутствие болевого синдрома было отмечено у 80% пациентов из первой группы, что на 20% больше, чем во второй группе. Умеренная боль сохранялась у 20% из первой группы, что на 20% ниже, чем во второй группе.

При сравнении номинальных показателей в зависимых группах до и после операции, также установлены статистически значимые различия.

Установлено что группы I и II статистически достоверно различаются по показателю стабильности плюснефалангового сустава после операции ($\chi^2=16,5$; $df=2$; $p<0,001$), где χ^2 -значение χ^2 , df -число степеней свободы, p -уровень значимости.

Сравнивая показатели стабильности в группах, получены данные о том, что данный показатель на 90% выше в основной группе. Этот показатель обусловлен тем, что во второй группе коррекция стабилизирующих структур не выполнялась.

Установлено, что группы I и II статистически достоверно различаются по признаку плантаризации после операции ($\chi^2= 12,46$; $df=2$; $p=0,002$).

Плантаризация пальца к поверхности опоры при статике на 40% выше, чем в группе сравнения, на 16,6% выше показатель плантаризации при перекате стопы. Отсутствие контакта пальца в процессе переката в первой группе не наблюдается, а во второй группе составляет 23%.

В результате сравнения до операции и после оперативного лечения оценки качества жизни и некоторых объективных показателей по шкале AOFAS в группах сравнения установлены статистически значимые различия.

Средний послеоперационный показатель по шкале AOFAS в основной группе после операции составил 88 баллов, что на 13 баллов выше, чем во второй группе.

Сравнивая VAS FA в зависимых группах, было установлено наличие статистически значимых различий до и после операции.

Средний послеоперационный показатель по шкале VAS FA в основной группе после операции составил 167 баллов, что на 20 баллов выше, чем во второй группе.

Отмечено статистически более значимое увеличение давления под дистальной фалангой после операции в первой группе по сравнению со второй группой.

Отмечено статистически более значимое снижение давления под головкой плюсневой кости после операции в первой группе по сравнению со второй.

Найдены статистически значимые положительно направленные умеренные связи между степенью укорочения плюсневой кости и давлением под дистальной фалангой в нейтральной позиции после операции в группе I ($n=30$, $k=0,4$, $p=0,02$), а также, степенью укорочения плюсневой кости и давлением под дистальной фалангой при подъеме на мысок после операции ($n=30$, $k=0,47$, $p=0,008$).

Определена статистически значимая положительная умеренная связь между восстановлением подошвенной связки и давлением под дистальной фалангой в нейтральной позиции после операции в основной группе ($n=30$, $k=0,38$, $p=0,03$), где k -коэффициент Спирмена. Также, установлена статистически достоверная зависимость между давлением под головкой плюсневой кости до операции и давлением под головкой плюсневой кости после операции в нейтральной позиции и при подъеме на мысок ($k=0,8-0,9$ при $p<0,01$) в обеих группах.

Из исследования очевидно, что у прооперированных пациентов наблюдается значительно более эффективное восстановление биомеханических свойств стопы в группе, где применялся новый подход в оперативном лечении перегрузочной метатарзалгии по сравнению с традиционным подходом.

Показатель удовлетворенности пациентов результатом оперативного лечения в основной группе на 13% выше, чем во второй группе. Показатель неудовлетворенности результатом лечения, соответственно, ниже на 13% в первой группе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хирургическое лечение перегрузочной метатарзалгии является актуальной проблемой и активно обсуждается в отечественной и зарубежной научной литературе [11]. Не менее активно обсуждаются и рецидивы, возникающие при лечении данного заболевания [6,47]. Учитывая, что заболевание встречается практически у 11,6% [26] европейского населения, а процент осложнений после оперативного лечения достигает 50% [97] необходимо дальнейшее углубленное изучение данного заболевания.

Во многих, преимущественно зарубежных научных исследованиях [47,57], посвященных изучению рецидивов метатарзалгии и молоткообразной деформации указывается на первостепенную роль реинсерации подошвенной связки плюснефалангового сустава в профилактике развития таких осложнений, как «плавающий палец» и переходная метатарзалгия.

Состоянию мягкотканых компонентов отводится ведущая роль [10] в многочисленных работах, посвященных хирургическому лечению деформаций переднего отдела стопы. От нормального функционирования таких параметров, как эластичность и упругость, зависит адекватная амортизация стопы в целом.

В данном исследовании проведен анализ клинических данных,

анатомии, патологической анатомии и методов лучевой диагностики у пациентов с перегрузочной метатарзалгией. На основании данных описан наиболее вероятный патогенез данного заболевания. В основе этого заболевания лежат дегенеративные изменения подошвенной связки плюснефалангового сустава - главной структуры, стабилизирующей плюснефаланговый сустав. Она выполняет две основные функции: препятствует чрезмерному разгибанию проксимальной фаланги пальца в плюснефаланговом суставе и защищает подлежащий сустав от нагрузки весом с конца средней фазы цикла ходьбы и до отталкивания пальцами от поверхности.

Большинство предложенных хирургических вмешательств направлено на коррекцию костных компонентов деформации, а мягкотканым элементам отводится второстепенная роль.

В данной диссертационной работе проведен анализ результатов хирургического лечения перегрузочной метатарзалгии двумя хирургическими способами в двух группах пациентов. В одной группе – путем выполнения остеотомий малых плюсневых костей и фаланг пальцев, в другой – данные хирургические техники дополнялись реинсерацией подошвенной связки к месту отрыва от проксимальной фаланги пальца.

ВЫВОДЫ

1. По результатам настоящего исследования установлено, что в основе перегрузочной метатарзалгии и дегенеративного вывиха в плюснефаланговом суставе лежит повреждение основной стабилизирующей структуры - подошвенной связки плюснефалангового сустава.

2. Разработанный способ малоинвазивного хирургического лечения перегрузочной метатарзалгии позволяет заметно улучшить функциональные результаты за счет снижения травматизации связочного коллатерального аппарата.

3. Разработанная методика малоинвазивного устранения вывиха в плюснефаланговом суставе позволяет отказаться от артрореза проксимального межфалангового сустава и способствует улучшению функционального результата.

4. Разработанная система комплексного хирургического лечения пациентов с перегрузочной метатарзалгией должна включать в себя разработанные хирургические способы вмешательства с последующим программным реабилитационным лечением.

5. Используемый комбинированный способ позволяет улучшить результаты оперативного лечения пациентов с перегрузочной метатарзалгией на 15,4 % по сравнению с группой пациентов, которым выполнялась Weil-остеотомия и артрорез проксимального межфалангового сустава.

6. Внедренная система комплексного лечения перегрузочной метатарзалгии показывает высокую эффективность, что позволяет использовать ее в широкой клинической практике.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выборе вида оперативного лечения пациентов с перегрузочной метатарзалгией и эластичной деформацией стоп предпочтительно использовать способ, включающий применение тройной Weil-остеотомии в сочетании с восстановлением подошвенной связки плюснефалангового сустава ввиду лучших функциональных результатов.

2. У пациентов с перегрузочной метатарзалгией и 3,4 степенью нестабильности в плюснефаланговом суставе рекомендуется применение тройной Weil-остеотомии в комбинации с восстановлением подошвенной связки плюснефалангового сустава.

3. Для обеспечения правильного положения головки плюсневой кости после остеотомии плюсневой кости без фиксации винтом, необходимо сочетать остеотомию с прошиванием подошвенной связки.

4. Изолированные остеотомии плюсневых костей и фаланг пальцев у пациентов с перегрузочной метатарзалгией и 3,4 степенью нестабильности в плюснефаланговом суставе не обеспечивают устранения имеющегося вывиха в плюснефаланговом суставе.

5. Дистальная остеотомия плюсневой кости без восстановления подошвенной связки обеспечивает смещение нагрузки с головки плюсневой кости, но не обеспечивает восстановление стабильности. В то время как комбинированная методика обеспечивает коррекцию обоих этих факторов и является более предпочтительной с точки зрения стабильности сустава и восстановления биомеханики стопы в целом.

6. Лечение перегрузки головок плюсневых костей путём выполнения их дистальных остеотомий в комбинации с восстановлением подошвенной связки плюснефалангового сустава приводит к разгрузке сустава, восстановлению опороспособности пальца и, в целом, к улучшению всей

биомеханики стопы в сравнении с изолированными остеотомиями плюсневых костей и фаланг пальцев.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

3D – трехмерное изображение
МР – магнитно-резонансный
МРТ – магнитно-резонансная томография
МЭС - медико-экономический стандарт
ОМС – обязательное медицинское страхование
ПФС - плюснефаланговый сустав
УЗИ – ультразвуковое исследование
ШВО – шкала вербальной оценки боли
ЦНС – центральная нервная система
AOFAS - шкала клинической оценки болевого синдрома Американской Ассоциации Ортопедов Стопы и Голеностопного Сустава
BRT-остеотомия - проксимальная плюсневая остеотомия, предложенная L. S. Barouk, P. Rippstein и E.Toullec.
DMMO - Distal Metatarsal Metaphyseal Osteotomy
VAS - Визуальная Аналоговая Шкала для оценки болевого синдрома
VAS FA - Визуальная Аналоговая Шкала для оценки болевого синдрома в стопе и голеностопном суставе

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алекперов Р. Т. О. Синдром Рейно как мультидисциплинарная проблема //Альманах клинической медицины. – 2014. – №. 35.
2. Бакулин В. и др. Спортивный травматизм. Профилактика и реабилитация. – Litres, 2017.
3. Бережной С. Ю. Возможности минимально инвазивной хирургии в лечении сложных деформаций переднего отдела стопы при ревматоидном артрите //Травматология и ортопедия России. – 2016. – №. 1.
4. Бережной С. Ю. Чрескожные операции в лечении статических деформаций переднего отдела стопы //Дис... д-ра мед. наук. М.: ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. ИМ Сеченова. – 2014.
5. Бобров Д. С. и др. Причины болевого синдрома у пациентов с приобретенным плоскостопием //Кафедра травматологии и ортопедии. – 2015. – №. 2. – С. 8-11.).
6. Бобров Д. С., Слиняков Л. Ю., Ригин Н. В. Перегрузочная метатарзалгия: патогенез, биомеханика и хирургическое лечение (аналитический обзор литературы) //Вестник Российской академии медицинских наук. – 2017. – Т. 72. – №. 1.
7. Гусев Е. И., Коновалов А. Н., Скворцова В. И. Неврология и нейрохирургия: учебник: в 2 т. под ред. АН Коновалова, АВ Козлова. – 2009.)
8. Дмитриенко А. А. и др. Хирургическая коррекция деформации стопы при остеоартропатии Шарко //Новости хирургии. – 2017. – Т. 25. – №. 5.
9. Загородний Н. В., Карданов А. А., Макинян Л. Г. Иллюстрированное руководство по хирургии переднего отдела стопы. – 2012., Карданов А. А. Хирургическая коррекция деформаций стопы. – 2016.
10. Карандин А.С. Хирургическая коррекция вальгусного отклонения первого пальца гиперэластичной стопы: диссертация ... кандидата медицинских наук: 14.01.15 / Карандин Александр Сергеевич; [Место защиты: ФГАОУВО Российский университет дружбы народов], 2016.- 118 с.).
11. Карданов А. А. Хирургическая коррекция деформаций стопы. – 2016.
12. Кузьмина Ю.О. Выбор метода хирургической коррекции молоткообразной деформации пальцев стоп //Дисс.... канд. мед. наук. Москва, РУДН. – 2009.
13. Международная классификация болезней 10-го пересмотра, <http://mkb-10.com>
14. Мо Цзяньлиуань, Н.В. Ригин, Д.С. Бобров, Л.Ю. Слиняков «Анкеты и шкалы для оценки состояния стопы и голеностопного сустава» // Научно-практический журнал «Кафедра травматологии и ортопедии» №4(20) 2016г.

15. Молочков В. и др. Псориаз и псориатический артрит. – Litres, 2018.
16. Патент US 20130184818 A1, опубликовано 18.07.2013 Arthrex, Inc.
17. Патент US 20130184818 A1, опубликовано 18.07.2013 Arthrex, Inc.
18. Патент US 8460318B2, опубликовано 11.06.2013 Arthrex, Inc.
19. Рундо А. И. Современные аспекты этиологии и патогенеза синдрома диабетической стопы //Новости хирургии. – 2015. – Т. 23. – №. 1.
20. Сапин М. Р. и др. Анатомия человека: учебник: в двух томах под ред. М.Р. Сапина. – 2012.
21. Слияков Л. Ю. и др. Основные принципы диагностики перегрузочной метатарзалгии в поликлинической практике //Кафедра травматологии и ортопедии. – 2015. – №. 3. – С. 21-24.
22. Терновой С. К. и др. Методика функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике плоскостопия взрослых //Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2017. – Т. 7. – №. 1. – С. 94-100.
23. Черкес-Заде Д. И., Каменев Ю. Ф. Хирургия стопы. – М. : Медицина, 2002.
24. Шайхутдинов И. И. и др. Неврома Мортон как причина болей в стопе-диагностика и тактика лечения //Практическая медицина. – 2016. – Т. 1. – №. 4 (96).
25. Adams II W. R. Morton's neuroma //Clinics in Podiatric Medicine and Surgery. – 2010. – Т. 27. – №. 4. – С. 535-545.
26. Bardelli M, Turelli L, Scoccianti G. Definition and classification of metatarsalgia. Foot Ankle Surg. 2003; 9:79-85
27. Barg A, Courville XF, Nickisch F, Bachus KN, Saltzman C. Role of Collateral Ligaments in Metatarsophalangeal Stability: A Cadaver Study. Foot Ankle Int 2012; 33:877-882.
28. Barouk L. S. The Weil lesser metatarsal osteotomy //Forefoot reconstruction. – Springer, Paris, 2005. – С. 115-138.
29. Bentley G. European Surgical Orthopaedics and Traumatology The EFORT Textbook. – Springer, 2014.
30. Besse J. L. Metatarsalgia //Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. – 2017. – Т. 103. – №. 1. – С.29-39.
31. Besse J. L. Treatment of Metatarsalgia //European Instructional Lectures. – Springer Berlin Heidelberg, 2012. – С. 223-237.
32. Bevernage B. D., Leemrijse T. Predictive value of radiographic measurements compared to clinical examination in the preoperative planning for a Weil osteotomy //Foot & Ankle International. – 2008. – Т. 29. – №. 2. – С. 142-149.
33. Blitz N. Current Concepts in Medial Column Hypermobility // Podiatry Today. 2005; 18 (6): 60-69.
34. Bogari M. et al. Treatment of Gastrocnemius Muscle Hypertrophy with Botulinum Toxin Injection Followed by Magnetic Resonance Imaging Assessment and 3-Dimensional Evaluation //Aesthetic surgery journal. – 2017. – Т. 37. – №. 10. – С. 1146-1156.

35. Bouché R. T., Heit E. J. 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 //The Journal of Foot and Ankle Surgery. – 2008. – T. 47. – №. 2. – C. 125-137
36. Buldt A. K. et al. Foot posture is associated with plantar pressure during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet //Gait & posture. – 2018. – T. 62. – C. 235-240.
37. Burzykowski G, Molenberghs D, Abeck E, Haneke E, Hay RJ, Katsambas D et al. High prevalence of foot diseases in Europe: results of the Achilles project. *Mycoses* 2003; 46: 496–505.
38. Ceccarini P. et al. Bunionette: Minimally Invasive and Percutaneous Techniques: A Topical Review of the Literature //Foot & ankle specialist. – 2017. – T. 10. – №. 2. – C. 157-161.
39. Chalayon O. et al. Role of plantar plate and surgical reconstruction techniques on static stability of lesser metatarsophalangeal joints: a biomechanical study //Foot & ankle international. – 2013. – T. 34. – №. 10. – C. 1436-1442.
40. Chang C. H., Miller F., Schuyler J. Dynamic pedobarograph in evaluation of varus and valgus foot deformities //Journal of Pediatric Orthopaedics. – 2002. – T. 22. – №. 6. – C. 813-818.
41. Cheng H. Y. K. et al. Finite element analysis of plantar fascia under stretch—the relative contribution of windlass mechanism and Achilles tendon force //Journal of biomechanics. – 2008. – T. 41. – №. 9. – C. 1937-1944
42. Cortina R. E., Morris B. L., Vopat B. G. Gastrocnemius Recession for Metatarsalgia //Foot and ankle clinics. – 2018. – T. 23. – №. 1. – C. 57-68.
43. Coughlin M. J., Flint W. W., Coughlin E. H. 3 Treatment of Plantar Plate Tears of the Lesser Metatarsophalangeal Joints //Foot and Ankle Surgery: Tricks of the Trade. – 2018.
44. Coughlin MJ, Schutt SA, Hirose CB, et al. Metatarsophalangeal joint pathology in crossover second toe deformity: a cadaveric study. *Foot Ankle Int.* 2012;33:133–140.;
45. Dalal S., Widgerow A. D., Evans G. R. D. The plantar fat pad and the diabetic foot—a review //International wound journal. – 2015. – T. 12. – №. 6. – C. 636-640.
46. De Prado M., Ripoll P.L., Golano P. Cirugia percutanea del pie. Barcelona, Spain: Masson, 2003.
47. DeCarbo W. T., Dial D. K. The Weil Osteotomy: A Refresher //Techniques in Foot & Ankle Surgery. – 2014. – T. 13. – №. 4. – C. 191-198.).
48. Deland JT, Lee KT, Sobel M, et al. Anatomy of the plantar plate and its attachments in the lesser metatarsal phalangeal joint. *Foot Ankle Int.* 1995;16:480–486.;
49. DiGiovanni C. W., Langer P. The role of isolated gastrocnemius and combined Achilles contractures in the flatfoot //Foot and ankle clinics. – 2007. – T. 12. – №. 2. – C. 363-379.

50. DiPreta J. A. Metatarsalgia, Lesser Toe Deformities, and Associated Disorders of the Forefoot //Medical Clinics of North America. – 2014. – T. 98. – №. 2. – C. 233-251
51. Dorris MF, Mandel LM. Fifth metatarsal head resection for correction of tailor's bunion and subfifth metatarsal head keratoma—a retrospective analysis. J Foot Surg 1991;30:269–75.).
52. Doty J. F., Coughlin M. J. Metatarsophalangeal Joint Instability of the Lesser Toes and Plantar Plate Deficiency //Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. – 2014. – T. 22. – №. 4. – C. 236.)
53. Duan X. et al. Role of magnetic resonance imaging versus ultrasound for detection of plantar plate tear //Journal of orthopaedic surgery and research. – 2017. – T. 12. – №. 1. – C. 14.
54. Dunn JE, Link CL, Felson DT, Crincoli MG, Keysor JJ, McKinlay JB. Prevalence of foot and ankle conditions in a multiethnic community sample of older adults. Am J Epidemiol. 2004 Mar 1; 159(5):491-8.
55. Federer A. E. et al. Conservative Management of Metatarsalgia and Lesser Toe Deformities //Foot and ankle clinics. – 2017.
56. Fleischer A. E. et al. Association Between Second Metatarsal Length and Forefoot Loading Under the Second Metatarsophalangeal Joint //Foot & ankle international. – 2018. – T. 39. – №. 5. – C. 560-567.).
57. Flint W. W. et al. Plantar plate repair for lesser metatarsophalangeal joint instability //Foot & ankle international. – 2017. – T. 38. – №. 3. – C. 234-242.
58. Ford L. A., Collins K. B., Christensen J. C. Stabilization of the subluxed second metatarsophalangeal joint: flexor tendon transfer versus primary repair of the plantar plate //The Journal of foot and ankle surgery. – 1998. – T. 37. – №. 3. – C. 217-222.
59. Friedman SG, Krishnasasthy KV. External iliac ligation and axillary bifemoral bypass for blue toe syndrome. Surgery 1994;15:27–30.
60. Fulford GE. Surgical management of ankle and foot deformities in cerebral palsy. Clin Orthop 1990;253:55–61.
61. G.Andrew Murphy. Lesser toe abnormalities. Metatarsophalangeal joint instability. Campbell's Operative Orthopaedics. Twelfth edition. 3979-3981., 2012
62. Ganguly A., Warner J., Aniq H. Central Metatarsalgia and Walking on Pebbles: Beyond Morton Neuroma //American Journal of Roentgenology. – 2018. – T. 210. – №. 4. – C. 821-833.
63. Garcia C. A., Soler F. C. The Effect of Plantar Hyperkeratosis Debridement on Self-Perception of Pain Levels in older People //International Journal of Gerontology. – 2018.
64. Gregg J, Marks P, Silberstein M, et al. Histologic anatomy of the lesser metatarsophalangeal joint plantar plate. Surg Radiol Anat. 2007;29:141–147.;
65. Gregg J. M. et al. Sonography of plantar plates in cadavers: correlation with MRI and histology //American Journal of Roentgenology. – 2006. – T. 186. – №4. – C. 948-955.Roentgenol.186: 948 – 955, 2006.)

66. Haddad S. L. et al. Results of flexor-to-extensor and extensor brevis tendon transfer for correction of the crossover second toe deformity //Foot & ankle international. – 1999. – T. 20. – №. 12. – C. 781-788.
67. Halai M., Jamal B., David-West K. Successful treatment of advanced Freiberg's disease with a dorsal closing wedge osteotomy: five-year follow-up //Bone Joint J. – 2016. – T. 98. – №. SUPP 19. – C. 25-25.
68. Haque S. et al. Outcome of minimally invasive distal metatarsal metaphyseal osteotomy (DMMO) for lesser toe metatarsalgia //Foot & ankle international. – 2016. – T. 37. – №. 1. – C. 58-63.
69. Harris G. F. Analysis of ankle and subtalar motion during human locomotion //Inman's joints of the ankle, 2nd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins. – 1991. – C. 75-84.
70. Haskell A., Mann R. A. Biomechanics of the Foot and Ankle //Mann's Surgery of the Foot and Ankle. 9th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders. – 2014. – C. 4-36.
71. Heimkes B, Posel P, Stotz S, Wolf K. The proximal and distal tarsal tunnel syndromes—an anatomical study. Int Orthop 1987;11:193–196.
72. Highlander P. et al. Complications of the Weil osteotomy //Foot & ankle specialist. – 2011. – T. 4. – №. 3. – C. 165-170.
73. Hirao M. et al. Association between preoperative pain intensity of MTP joint callosities of the lesser toes and fore-mid-hindfoot deformities in rheumatoid arthritis cases //Modern rheumatology. – 2017. – T. 27. – №. 1. – C. 50-53.
74. Horwood A. M., Chockalingam N. Defining excessive, over, or hyperpronation: A quandary //The Foot. – 2017. – T. 31. – C. 49-55.
75. Houdek M. T. et al. What Factors Are Predictive of Outcome in the Treatment of Soft Tissue Sarcomas of the Foot and Ankle? //Foot & ankle specialist. – 2017. – T. 10. – №. 1. – C. 12-19.).
76. Huerta J. P., Lorente C. A., Carmona F. J. G. The Weil osteotomy: A comprehensive review //Revista Española de Podología. – 2017. – T. 28. – №. 2. – C. c38-c51.
77. Hughes J, Clarke P, Klenerman L. The importance of toes in walking. J Bone Joint Surg 1990;72B:245–51.
78. Inman V. T., Ralston H. J., Todd F. Human walking-Williams and Wilkins //Baltimore, London. – 1981.
79. Jackson III J. B., Saltzman C. L., Nickisch F. Plantar Plate Pathology and Repair //Techniques in Foot & Ankle Surgery. – 2014
80. Jahss MH. Disorders of the foot and ankle. Philadelphia: Saunders; 1991.
81. James C. Stanley and Michael M. Stephens. Metatarsalgia. Diagnosis. European Surgical Orthopaedics and Traumatology. George Bentley.3524-3525., 2014
82. Jastifer J. R., Coughlin M. J. Metatarsophalangeal joint instability of the lesser toes //South African Orthopaedic Journal. – 2017. – T. 13. – №. 2. – C. 35-41.
83. Johansen J. K., Jordan M., Thomas M. Clinical and radiological outcomes after Weil osteotomy compared to distal metatarsal metaphyseal osteotomy in

- the treatment of metatarsalgia—A prospective study //Foot and Ankle Surgery. – 2018.
84. Johnston RB, Smith J, Daniels T. The plantar plate of the lesser toes: an anatomical study in human cadavers. *Foot Ankle Int.* 1994;15: 276–282.;
 85. Karadag-Saygi E., Unlu-Ozkan F., Basgul A. Plantar pressure and foot pain in the last trimester of pregnancy //Foot & ankle international. – 2010. – T. 31. – №. 2. – C. 153-157.
 86. Kaz AJ, Coughlin MJ: Crossover second toe: Demographics, etiology, and radiographic assessment.
 87. Kirby E. J., Shereff M. J., Lewis M. M. Soft-tissue tumors and tumor-like lesions of the foot. An analysis of eighty-three cases //JBJS. – 1989. – T. 71. – №. 4. – C. 621-626.)
 88. Klein E. E. et al. Positive drawer test combined with radiographic deviation of the third metatarsophalangeal joint suggests high grade tear of the second metatarsophalangeal joint plantar plate //Foot & ankle specialist. – 2014. – T. 7. – №. 6. – C. 466-470.
 89. Ledoux W. R., Hillstrom H. J. The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet //Gait & posture. – 2002. – T. 15. – №. 1. – C. 1-9.
 90. Lindsey J. M. et al. The foot in Marfan syndrome: clinical findings and weight-distribution patterns //Journal of Pediatric Orthopaedics. – 1998. – T. 18. – №. 6. – C. 755-759.
 91. Louis ED, Lee P, Quinn L, Marder K. Dystonia in Huntington's disease—prevalence and clinical characteristics. *Mov Disord* 1999; 14:95–101.
 92. Madeley N. J. et al. Responsiveness and validity of the SF-36, Ankle Osteoarthritis Scale, AOFAS Ankle Hindfoot Score, and Foot Function Index in end stage ankle arthritis //Foot & Ankle International. – 2012. – T. 33. – №. 1. – C. 57-63.)
 93. Malanga G. A., Mautner K. Musculoskeletal Physical Examination E-Book: An Evidence-Based Approach. – Elsevier Health Sciences, 2016.c.-199.
 94. Mann R. A., Schakel M. E. Surgical correction of rheumatoid forefoot deformities //Foot & Ankle International. – 1995. – T. 16. – №. 1. – C. 1-6.
 95. McGlamry ED. Lesser ray deformities. In: McGlamry ED, Banks AS, Downey MS, editors. *Comprehensive textbook of foot surgery*. Baltimore: William & Wilkins; 1992. p. 321–78
 96. McGlamry,s E.D. *Comprehensive textbook of foot and ankle surgery*. Williams and Wilkins, Baltimore, 2012;
 97. Miguez A, Slullitel G, Bilbao F, et al. Floating-toe deformity as a complication of the Weil osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2004;25(9):609–613. doi: 10.1177/107110070402500902.
 98. Mohana-Borges A. V. R. et al. Lesser Metatarsophalangeal Joints: Standard MR Imaging, MR Arthrography, and MR Bursography—Initial Results in 48 Cadaveric Joints 1 //Radiology. – 2003. – T. 227. – №. 1. – C. 175-182.

99. Molgaard C, Lundbye-Christensen S, Simonsen O. High prevalence of foot problems in the Danish population: a survey of causes and associations. *The Foot* 2010; 20:7–11
100. Molund M. et al. Validation of a New Device for Measuring Isolated Gastrocnemius Contracture and Evaluation of the Reliability of the Silfverskiöld Test //Foot & ankle international. – 2018. – C. 1071100718770386
101. Myerson M, Allan S, McGarvey W. Metatarsocuneiform arthrodesis for management of hallux valgus and metatarsus primus varus. *Foot Ankle* 1992;13:107–15.
102. Myerson M. S., Jung H. G. The role of toe flexor-to-extensor transfer in correcting metatarsophalangeal joint instability of the second toe //Foot & ankle international. – 2005. – T. 26. – №. 9. – C. 675-679.
103. Nagashima M. et al. A modified Hohmann method for hallux valgus and telescoping osteotomy for lesser toe deformities in patients with rheumatoid arthritis //Clinical rheumatology. – 2007. – T. 26. – №. 1. – C. 39-43.
104. Nery C. et al. Plantar plate radiofrequency and Weil osteotomy for subtle metatarsophalangeal joint instability //Journal of orthopaedic surgery and research. – 2015. – T. 10. – №. 1. – C. 180
105. Nery C, Coughlin MJ, Baumfeld D, Mann TS. Lesser metatarsophalangeal joint instability: prospective evaluation and repair of plantar plate and capsular insufficiency. *Foot Ankle Int.* 2012;33(4):301–311. doi: 10.3113/fai.2012.0301.
106. Nissen K. I. Plantar digital neuritis Morton's metatarsalgia //Bone & Joint Journal. – 1948. – T. 30. – №. 1. – C. 84-94.
107. Norman Espinosa, MD; Ernesto Maceira, MD; Mark S. Myerson, MD. Current Concept Review: Metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 2008; vol. 29, 8: 871-879.
108. Olin J. W. Thromboangiitis obliterans (Buerger's disease) //New England Journal of Medicine. – 2000. – T. 343. – №. 12. – C. 864-869.
109. Owens R. et al. Morton's neuroma: clinical testing and imaging in 76 feet, compared to a control group //Foot and Ankle Surgery. – 2011. – T. 17. – №. 3. – C. 197-200.
110. Papaliadis D. N. et al. The foot and ankle examination //Medical Clinics. – 2014. – T. 98. – №. 2. – C. 181-204.
111. Patro N., Panda M., Jena S. S. Systemic Sclerosis: A Clinical Analysis of Foot Findings in 52 Cases //Journal of The Association of Physicians of India. – 2018. – T. 66. – C. 49.
112. Pérez-Prieto D. et al. The impact of body mass index on metatarsalgia surgical outcomes //International orthopaedics. – 2018. – C. 1-5.
113. Postema K., Burm P.E., Zande M.E., et al.: Primary metatarsalgia: the influence of a custom moulded insole and a rockerbar on plantar pressure. *Prosthetics and Orthotics Int* 22: 35, 1998.;
114. Power K., Rand S. Metatarsalgia 69 //Musculoskeletal Sports and Spine Disorders: A Comprehensive Guide. – 2018. – C. 305.).

115. Qian Z. et al. A dynamic finite element analysis of human foot complex in the sagittal plane during level walking //PloS one. – 2013. – T. 8. – №. 11. – C. e79424.
116. Ramcharitar SI, Koslow P, Simpson DM. Lower extremity manifestations of neuromuscular diseases. Clin Podiatr Med Surg 1998;15:705–37.
117. Reddy V. B. Metatarsal Osteotomies: Complications //Foot and ankle clinics. – 2018. – T. 23. – №. 1. – C. 47-55.
118. Richter M. et al. A new foot and ankle outcome score: Questionnaire based, subjective, Visual-Analogue-Scale, validated and computerized //Foot and ankle surgery. – 2006. – T. 12. – №. 4. – C. 191-199.
119. Rodríguez-Sanz D. et al. Foot disorders in the elderly: A mini-review //Disease-a-Month. – 2018. – T. 64. – №. 3. – C. 64-91.
120. Roven MD. Intramedullary decompression with condylectomy for intractable plantar keratoma. Clin Podiatry 1985;2:491–6
121. Segal N. A. et al. Pregnancy leads to lasting changes in foot structure //American journal of physical medicine & rehabilitation/Association of Academic Physiatrists. – 2013. – T. 92. – №. 3. – C. 232.
122. Shi G. G. et al. Management of Bunionette Deformity //The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. – 2018.
123. Siddle H. J. et al. Plantar plate pathology is associated with erosive disease in the painful forefoot of patients with rheumatoid arthritis //BMC musculoskeletal disorders. – 2017. – T. 18. – №. 1. – C. 308.
124. 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 //Annals of the Royal College of Surgeons of England. – 1997. – T. 79. – №. 1. – C. 58.
125. Stone M. et al. Accuracy of Sonography in Plantar Plate Tears in Cadavers //Journal of Ultrasound in Medicine. – 2017. – T. 36. – №. 7. – C. 1355-1361.
126. Suero EM, Meyers KN, Bohne WH. Stability of the metatarsophalangeal joint of the lesser toes: a cadaveric study. J Orthop Res. 2012;30:1995–1998.
127. Sullivan M., Panti J. P. Technique tip: the use of McGlamry elevator to assist suture passing in the dorsal technique of plantar plate repair with Weil osteotomy for lesser metatarsophalangeal joint instability //Foot & ankle specialist. – 2015. – T. 8. – №. 3. – C. 209-211.
128. Thompson F. M., Deland J. T. Flexor tendon transfer for metatarsophalangeal instability of the second toe //Foot & ankle. – 1993. – T. 14. – №. 7. – C. 385-388.
129. Trnka H. J., Nyska M. et al. Dorsiflexion contracture after the Weil osteotomy: results of cadaver study and three-dimensional analysis //Foot & ankle international. – 2001. – T. 22. – №. 1. – C. 47-50
130. Trnka HJ, Gebhard C, Mühlbauer M, et al. The Weil osteotomy for treatment of dislocated lesser metatarsophalangeal joints: good outcome in 21 patients with 42 osteotomies. Acta Orthop Scand. 2002;73(2):190–194.

131. Umans H. et al. MRI of lesser metatarsophalangeal joint plantar plate tears and associated adjacent interspace lesions //Skeletal radiology. – 2014. – C. 1-8.
132. Vafek E. C., Lee S. Treatment of Metatarsalgia with Proximal Osteotomies //Foot and ankle clinics. – 2018. – T. 23. – №. 1. – C. 35-46.
133. Vandeputte G. et al. The Weil osteotomy of the lesser metatarsals: a clinical and pedobarographic follow-up study //Foot & ankle international. – 2000. – T. 21. – №. 5. – C. 370-374.
134. Viladot A. The metatarsals. In: Jahss MH, editor. Disorders of the foot and ankle, 2nd ed.; 1991. p. 1229–68. Philadelphia: Saunders
135. Watson T. S., Reid D. Y., Frerichs T. L. Dorsal approach for plantar plate repair with Weil osteotomy: operative technique //Foot & ankle international. – 2014. – T. 35. – №. 7. – C. 730-739.
136. Weil Jr L. et al. Anatomic plantar plate repair using the Weil metatarsal osteotomy approach //Foot & ankle specialist. – 2011. – T. 4. – №. 3. – C. 145-150.
137. Weil LS.: Weil head-neck oblique osteotomy: technique and fixation. Presented at Techniques of Osteotomies on the Forefoot, Bordeaux (France), October 20-22, 1994.
138. Yamada A. F. et al. Second and third metatarsophalangeal plantar plate tears: Diagnostic performance of direct and indirect MRI features using surgical findings as the reference standard //American Journal of Roentgenology. – 2017. – T. 209. – №. 2. – C.100-108.

ПРИЛОЖЕНИЕ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2581942

**СПОСОБ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОДВЫВИХОВ
И ВЫВИХОВ ПАЛЬЦЕВ В ПЛЮСНЕФАЛАНГОВЫХ
СУСТАВАХ ПРИ ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ МЕТАТАРЗАЛГИИ**

Патентообладатель(ли): *Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (ГБОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015109860

Приоритет изобретения 20 марта 2015 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 29 марта 2016 г.

Срок действия патента истекает 20 марта 2035 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Илизиев Г.П. Илизиев



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11) 2 581 942 (13) C1
 (51) МПК
 A61B 17/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21)(22) Заявка: 2015109860/14, 20.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 20.03.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.03.2015

(45) Опубликовано: 20.04.2016 Бюл. № 11

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: Lui T.H. et al. Modified plantar plate
 tenodesis for correction of claw toe
 deformity. Foot ankle international. - 2010, v.31, 7.
 584-591 (Abstract). RU 145522 U1, 2014, 20.09, RU
 2455956 C2, 2012.20.07. ЧЕРКЕС-ЗАДЕ Д.И. и
 др. Хирургия стопы. 2002. М., Медицина, с. 328.

Адрес для переписки:

119991, Москва, ул. Трубевская, 8, стр. 2, ГБОУ
 ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, отдел
 инновационной деятельности, интеллектуальной
 собственности

(72) Автор(ы):

Бобров Дмитрий Сергеевич (RU),
 Кавалерский Геннадий Михайлович (RU),
 Слияков Леонид Юрьевич (RU),
 Ченский Анатолий Дмитриевич (RU),
 Ригин Николай Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 профессионального образования Первый
 Московский государственный медицинский
 университет им. И.М. Сеченова
 Министерства здравоохранения Российской
 Федерации (ГБОУ ВПО Первый МГМУ им.
 И.М. Сеченова Минздрава России) (RU)

(54) СПОСОБ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПОДВЫВИХОВ И ВЫВИХОВ ПАЛЬЦЕВ В
 ПЛЮСНЕФАЛАНГОВЫХ СУСТАВАХ ПРИ ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ МЕТАТАРЗАЛГИИ

(57) Формула изобретения

Способ хирургического лечения подвывихов и вывихов пальцев в плюснефаланговых
 суставах при перегрузочной метатарзалгии, включающий тыльный доступ над
 плюснефаланговым суставом длиной 1,5-2 см и рассечение капсулы сустава,
 отличающийся тем, что прямой иглой длиной 5-7 см прошивают фиброзную капсулу
 сустава и сухожилие мышцы длинного сгибателя пальцев, иглу выводят через кожу на
 подошвенной поверхности, затем через точку выкола на коже вводят в обратном
 направлении медиально от сухожилия, смещают на 3-4 мм латерально, проводят иглу
 в мягкие ткани сбоку от сухожилия длинного сгибателя пальца, при выколе прошивают
 латеральные отделы сухожилия в подошвенно-тыльном направлении, формируя
 перевернутую «п-образную» фигуру, далее два конца нити, выведенные по тыльной
 поверхности сухожилия, проводят через два канала, предварительно просверленные в
 основании проксимальной фаланги с дальнейшим натяжением и фиксацией на ее тыльной
 поверхности.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2604779

**СПОСОБ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ
ПОДОШВЕННОЙ СВЯЗКИ ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО
СУСТАВА ПРИ ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ МЕТАТАРЗАЛГИИ
ИЛИ ЕЁ ТРАВМАТИЧЕСКИХ РАЗРЫВАХ**

Патентообладатель(и): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015149946

Приоритет изобретения **23 ноября 2015 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **21 ноября 2016 г.**

Срок действия патента истекает **23 ноября 2035 г.**



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Илизов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) RU (11) 2 604 779 (13) C1
 (51) МПК
 A61B 17/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21)(22) Заявка: 2015149946/14, 23.11.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 23.11.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.11.2015

(45) Опубликовано: 10.12.2016 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
 поиске: US 8460318 A1, 11.06.2013, RU 2558461
 C2, 10.08.2015. ЧЕРКЕС-ЗАДЕ Д.И. и др.
 Хирургия стопы. 2002. М.: Медицина, с.328.
 LUI T.N. et al. Modified plantar plate tenodesis
 for correction of claw toe deformity. Foot Ankle,
 2010 Jul 31(7), 584-91 (Abstract).

Адрес для переписки:

119991, Москва, ул. Трубечкая, 8, стр. 2, ФГБОУ
 ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова
 Минздрава России, отдел инновационной
 деятельности, интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Кавалерский Геннадий Михайлович (RU),
 Бобров Дмитрий Сергеевич (RU),
 Ригин Николай Владимирович (RU),
 Слияков Леонид Юрьевич (RU),
 Ченский Анатолий Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 образования Первый Московский
 государственный медицинский университет
 им. И.М. Сеченова Министерства
 здравоохранения Российской Федерации
 (ФГБОУ ВО Первый МГМУ им. И.М.
 Сеченова Минздрава России) (RU)

RU 2 604 779 C 1

(54) СПОСОБ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОДОШВЕННОЙ СВЯЗКИ
 ПЛЮСНЕФАЛАНГОВОГО СУСТАВА ПРИ ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ МЕТАТАРЗАЛГИИ ИЛИ ЕЕ
 ТРАВМАТИЧЕСКИХ РАЗРЫВАХ

(57) Формула изобретения

Способ хирургического восстановления подошвенной связки плюснефалангового сустава при перегрузочной метатарзалгии или ее травматических разрывах, заключающийся в том, что производят тыльный доступ над плюснефаланговым суставом длиной 1,5-2 см, рассекают капсулу сустава, после чего обоюдоострой прямой иглой, введенной под острым углом к подошвенной поверхности, прошивают подошвенную связку по направлению к месту ее прикрепления к плюсневой кости и фиброзную капсулу сустава, обходят сухожилия мышц сгибателей пальцев и выводят иглу через кожу на подошвенной поверхности, затем фиксируют конец иглы, вышедший на подошвенной поверхности, и вводят в обратном направлении, прошивая противоположным концом иглы вышеописанные структуры в обратном направлении, и выводят иглу из тыльного доступа, просверливают два канала в тыльно-подошвенном направлении в основании проксимальной фаланги, два конца нити из прошитой подошвенной связки проводят через каналы фаланги, осуществляют натяжение нитей до коррекции проксимальной фаланги и фиксируют нити на тыльной поверхности проксимальной фаланги.