

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФТИЗИОПУЛЬМОНОЛОГИИ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

АГАФОНОВ

Даниил Германович

**ЛЕЧЕНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА
ПРИ ПЛАНТАРНОМ ФАСЦИИТЕ
МЕТОДОМ РАДИОЧАСТОТНОЙ ДЕНЕРВАЦИИ**

3.1.8. Травматология и ортопедия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
Айрапетов Георгий Александрович
доктор медицинских наук, доцент

Санкт-Петербург – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| Глава 1 СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПЛАНТАРНОМ ФАСЦИИТЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)..... | 11 |
| 1.1 Общие сведения о заболевании..... | 11 |
| 1.2 Анатомия пяточной области и функциональные особенности..... | 15 |
| 1.3 Хронический болевой синдром в структуре плантарного фасциита | 18 |
| 1.4 Лечение плантарного фасциита | 21 |
| 1.4.1 Консервативные методы лечения | 22 |
| 1.4.2 Хирургические методы лечения | 26 |
| 1.5 Радиочастотная денервация в травматологии и ортопедии | 31 |
| Глава 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ | 36 |
| 2.1 Материал исследования | 36 |
| 2.2 Общая характеристика собственного материала..... | 37 |
| 2.3 Методы исследования | 40 |
| Глава 3 РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ | 54 |
| 3.1 Результаты анатомического анализа особенностей вариативности медиального пяточного нерва, его взаимоотношений с анатомическими структурами медиальной пяточной области | 54 |
| 3.2 Разработка метода лечения хронического болевого синдрома при плантарном фасциите с помощью радиочастотной денервации | 59 |
| 3.3 Результаты сопоставления показателей инструментальной визуализации с клинико-анатомическими изменениями стопы при хроническом плантарном фасциите. | 63 |
| 3.4 Сравнительный анализ эффективности использования радиочастотной денервации и традиционного метода хирургического лечения у больных с плантарным фасциитом..... | 71 |
| 3.4.1 Оценка болевого синдрома до и после операции..... | 71 |
| 3.4.2 Оценка качества жизни до и после операции | 74 |

| | |
|--|-----|
| 3.4.3 Оценка клинико-функционального статуса..... | 78 |
| 3.4.4 Влияние болевого синдрома на структуру клинических проявлений плантарного фасциита..... | 80 |
| 3.5 Осложнения и рецидивы..... | 82 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 85 |
| ВЫВОДЫ | 95 |
| ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ | 97 |
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ..... | 98 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 99 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ | 117 |
| Приложение А (справочное). Патент № 2845523..... | 117 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Одной из проблем в современной ортопедии является плантарный фасциит (ПФ). Боли в пяточной области – очень распространенная жалоба, которая может вызывать значительный дискомфорт и снижение качества жизни у людей трудоспособного возраста [130]. Плантарный фасциит находится на втором месте среди причин болей в области стопы и голеностопного сустава, после повреждения капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава [39]. Согласно данным демографических исследований, более 2 млн пациентов ежегодно лечат ПФ в США, у каждого 10-го человека пяточная боль развивается в течение жизни, а 1% визитов к врачам-ортопедам связан с болью в пяточной области. ПФ встречается примерно у 10% населения в целом, причем 83% этих пациентов – активные работающие взрослые в возрасте от 25 до 65 лет [41].

Возраст, в котором чаще всего дебютирует заболевание, составляет от 40 до 60 лет [115]. По данным литературы, по распространенности в популяции наблюдается превалирование плантарного фасциита у лиц женского пола и с индексом массы тела (ИМТ) более 25 [93].

ПФ характеризуется болью в медиально-пяточной области, которая усиливается при вертикализации после периода покоя, а также при осевой нагрузке [114]. Боль часто уменьшается при ходьбе или начале физической активности, но затем усиливается в течение дня по мере увеличения нагрузки [41].

Ряд авторов связывает возникновение ПФ с различными приводящими факторами, такими как: ожирение, плоскостопие, снижение тыльного сгибания голеностопного сустава, контрактура икроножно-камбаловидного комплекса и др. [97, 99, 154]. Патогенетически ПФ чаще всего связывают с хронической травматизацией плантарной фасции и воспалением места прикрепления фасции к пяточной кости, однако это все еще является темой для дискуссий [134].

Степень разработанности темы исследования

В комплексном лечении ПФ используют консервативные и хирургические методики [18]. Целью лечения является воздействие на одно из звеньев патогенеза: снижение нагрузки на пяточный бугор, ликвидация воспалительных изменений, правильное распределение нагрузки по стопе, прекращение болевой импульсации от нервных окончаний пяточной области [7].

Консервативное лечение является основным и включает в себя различные методы мануальной терапии, физиотерапии, ночное и повседневное ортезирование, тейпирование, инъекционную, ударно-волновую терапию и другие [74, 103]. Хирургическое лечение применяется при неэффективности консервативного на протяжении 6 месяцев [14]. Ввиду большого риска осложнений существуют определенные трудности с выбором методики оперативного вмешательства [102]. Среди хирургических, наиболее известными являются миниинвазивная экзостозэктомия, релиз плантарной фасции, проксимальный релиз икроножной мышцы. Среди известных осложнений после данных хирургических методов лечения можно выделить: перелом пяточной кости после малоинвазивной экзостозэктомии, «синдром латеральной колонны» после избыточного релиза плантарной фасции, септические осложнения, повреждение хирургическим инструментом сосудисто-нервных пучков, формирование гематом в области голени и как следствие медленно заживающих послеоперационных ран после проксимального релиза медиальной головки икроножной мышцы [40, 64, 104].

Технология радиочастотной денервации в последние годы получила широкое распространение в повседневной ортопедической практике и продолжает оставаться предметом многочисленных исследований [1, 13, 20]. Авторы указывают на ее высокую эффективность в лечении ортопедических больных, особенно, в том числе, и в случаях выраженного болевого синдрома [136]. В литературе недостаточно освещены результаты применения радиочастотной денервации в лечении ПФ, что и обусловило актуальность настоящего исследования.

Проведен анализ публикаций по теме исследования в международных базах PubMed, Elibrary.ru с глубиной поиска 30 лет. Выявлен массив работ, прямо или косвенно затрагивающих заявленную тематику, однако в доступных публикациях недостаточно систематизированы данные об анатомической вариативности нервных волокон медиальной пяточной области, что затрудняет обоснование оптимальной «мишени» воздействия при методиках, основанных на принципе денервации. Кроме того, ограниченно представлен анализ влияния болевого синдрома на показатели качества жизни пациентов с плантарным фасциитом, а также недостаточно полно описаны факторы, влияющие на субъективную оценку результатов лечения самим пациентом. Отдельные исследования посвящены различным вариантам оперативного лечения, но сравнительные данные об эффективности и безопасности радиочастотной денервации в сопоставлении с традиционными хирургическими подходами остаются фрагментарными, а показания к применению методики требуют уточнения и унификации, что в совокупности и явилось побудительным мотивом к проведению настоящего исследования.

Цель исследования

Улучшение результатов лечения хронического болевого синдрома у пациентов с резистентным к консервативной терапии плантарным фасциитом путем использования метода радиочастотной денервации.

Задачи исследования

1. Оценить в эксперименте на биоманекенах анатомическую вариативность нервных волокон медиальной пяточной области стопы.
2. Оценить роль анатомо-функциональных предикторов в развитии хронического плантарного фасциита.
3. Оценить влияние болевого синдрома на общую структуру критериев качества жизни пациентов с плантарным фасциитом.

4. Разработать методику лечения хронического болевого синдрома у пациентов с плантарным фасциитом с помощью радиочастотной денервации при динамическом ультразвуковом контроле.

5. Провести сравнительный анализ эффективности и безопасности методики радиочастотной денервации с таковыми при традиционном методе хирургического лечения.

Научная новизна

1. Впервые по результатам экспериментальных исследований оценена анатомическая вариативность медиального пяточного нерва, его поперечного сечения, места отхождения и его пространственного отношения к основным анатомическим структурам медиальной пяточной области.

2. Разработан способ хирургического лечения хронического болевого синдрома при плантарном фасциите методом радиочастотной денервации (патент РФ № 2845523 «Способ лечения хронического болевого синдрома при плантарном фасциите», Приложение А).

3. Доказана высокая эффективность и безопасность радиочастотной денервации медиального пяточного нерва при динамическом ультразвуковом контроле в купировании болевого синдрома в комплексном лечении ПФ, рефрактерного к консервативной терапии.

Теоретическая и практическая значимость работы

Заключается в совершенствовании хирургической тактики лечения пациентов с хроническим болевым синдромом при плантарном фасциите, посредством разработки и внедрения технологии радиочастотной денервации.

Совокупность проведенных клинических и экспериментальных исследований и их внедрение в практическую деятельность ортопедических стационаров улучшили результаты лечения пациентов с рефрактерным к консервативной терапии плантарным фасциитом.

Методология и методы исследования

Методология исследования построена на основе анализа данных системного обзора современной литературы и результатов исследования в двух группах, исследование носит ретро-проспективный характер.

В процессе исследования, для выполнения поставленных задач были сформированы 2 группы пациентов с ПФ, различавшиеся по методу предпринятого хирургического лечения. В I группу (n=52) пациентов вошли больные, оперированные методом РЧД. II группа (n=34) состояла из пациентов с ПФ, в процессе лечения которых использовался хирургический метод открытого релиза подошвенной фасции. Группы не различались по возрасту ($p=0,78$), гендерному составу ($p=0,99$) и давности заболевания ($p=0,84$), что явилось основой для проведения сравнительного анализа.

Методы, использованные в работе: клиническое обследование пациентов, методы инструментальной диагностики, включавшие рентгенографию, ультразвуковую диагностику, а также методы статистического анализа.

Положения, выносимые на защиту

1. Разработанный метод лечения хронического болевого синдрома при плантарном фасциите с использованием радиочастотной денервации при динамическом ультразвуковом контроле позволяет безопасно выполнить абляцию медиального пяточного нерва и значительно снизить болевой синдром.

2. Болевой синдром является ключевым клиническим проявлением плантарного фасциита, определяющим функциональное состояние стопы пациентов.

Степень достоверности и апробация результатов работы

Достоверность научных выводов и положений основана на достаточном клиническом и экспериментальном материале, современных методах

исследования, статистической обработке данных. Результаты проанализированы с помощью традиционных методов описательной статистики с использованием вариационного, регрессионного, дисперсионного, системного многофакторного анализа с применением критериев доказательной медицины.

Автором проведён подробный анализ полученных результатов с последующей статистической обработкой данных, сформулированы выводы и разработаны практические рекомендации.

Теоретические и практические результаты диссертационной работы применяются в клинической деятельности лечебно-профилактических учреждений Санкт-Петербурга и Москвы: клинике ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России; клинике ГБУЗ «Городская клиническая больница № 31 имени академика Г.М. Савельевой Департамента здравоохранения города Москвы», а также в учебном процессе на кафедре травматологии и ортопедии Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, в учебных программах ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» Минздрава России, что позволяет повысить компетенции врачей и сформировать современные знания об эффективности использования метода радиочастотной денервации в хирургическом лечении у пациентов с плантарным фасциитом.

Результаты работы доложены, обсуждены и представлены в опубликованных материалах следующих научных форумов:

1. Международная научно-образовательная конференция «Теория и практика современной травматологии и ортопедии» (г. Москва, 07.06.2024).
2. XIII Конгресс «Национальной Ассоциации Фтизиатров» (г. Санкт-Петербург, 27-29 ноября 2024).
3. V Конгресс Российской Ассоциации Хирургов Стопы и Голеностопного Сустава (г. Москва, 3-4 октября 2025).
4. XIV Конгресс «Национальной Ассоциации Фтизиатров» (г. Санкт-Петербург, 27-29 ноября 2025).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ, 3 из которых в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК/РУДН, 2 – включены в международную систему цитирования SCOPUS, получен 1 патент РФ на изобретение.

Личный вклад автора

Автором разработан дизайн диссертации, сформулирована цель и определены задачи исследования, изучены сведения отечественной и зарубежной литературы по этой проблеме, составлена программа работы, разработаны учетные статистические документы, экспертные карты и анкеты для проведения опроса, выполнен сбор и обработка материалов, обобщены и проанализированы результаты исследования. Хирургическое лечение пациентов в основной группе осуществлялось при непосредственном участии автора в 100% наблюдений. Вклад автора в сбор статистического материала – 90%, в проведение экспертной оценки – 85%, в обработку материала – 90%, в обобщение и анализ результатов исследования – 100%.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 117 страницах машинописного текста, библиографический указатель содержит 162 источника, из них 25 отечественных и 137 иностранных источников.

Диссертация иллюстрирована 32 рисунками, 9 таблицами.

Глава 1

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПЛАНТАРНОМ ФАСЦИИТЕ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Общие сведения о заболевании

Болевой синдром в области пяточной кости является главной причиной обращения за медицинской помощью у пациентов с плантарным фасциитом (ПФ). По данным литературы, формирование остеофитов в месте прикрепления плантарной фасции к пяточной кости является результатом асептического воспаления места прикрепления плантарной фасции с последующим реактивным остеобластическим процессом [4]. Результатом хронического воспаления в данной области является значительное снижение качества жизни пациента в связи с выраженным болевым синдромом. Исследователями в области травматологии и ортопедии до сих пор обсуждается роль хронической травматизации плантарной фасции [134].

Ряд авторов утверждает, что воспаление является ключевым фактором в развитии пяточных остеофитов, в то время как другие считают, что они возникают вторично, вследствие хронической травматизации плантарной фасции. Асептическое воспаление иногда приводит к локализованной пролиферации клеток вблизи плантарной фасции, однако пяточный остеофит не формируется. Анализ данных МРТ исследования костей стопы показал воспалительные изменения лишь в 8% случаев. Кроме того, гистологическое исследование как трупных, так и хирургических образцов костной ткани пяточной области не обнаружило признаков воспалительного процесса [88].

Н. Lemont и соавторы предложили термин фасциоз, ввиду отсутствия признаков воспаления при исследовании материалов биопсии 50 стоп [95]. Авторы выявили миксоидную дегенерацию с фрагментацией и дегенерацией подошвенной фасции, а также сосудистую эктазию костного мозга.

Гистологические результаты были представлены в поддержку тезиса о том, что «плантарный фасциит» – это дегенеративный фасциоз без воспаления, а не фасциит. Однако, в других исследованиях упоминается, что гистологические образцы чрезвычайно неоднородны, и нет надежной корреляции между гистологией и клиническими проявлениями заболевания [88].

Более точное определение ПФ, по нашему мнению, описано авторами клинических рекомендаций, посвященных лечению плантарного фасциита (2023 г.): плантарный фасциит – патология, которая является первичным воспалительным заболеванием, однако, может быть рассмотрена в призме как воспалительного, так и дегенеративного процесса [89].

ПФ находится на втором месте по распространенности среди причин болевого синдрома в области стопы после повреждений капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава [39]. Согласно данным демографических исследований, более двух миллионов пациентов ежегодно лечат ПФ в США [5], у каждого 10-го пациента болевой синдром в пяточной области развивается постепенно, в течение жизни [52], а 1% визитов к врачам травматологам-ортопедам связан с пяточной болью [129]. ПФ встречается примерно у 10% населения в целом, причем 83% этих пациентов – активные работающие взрослые в возрасте от 25 до 65 лет [41].

Частота встречаемости ПФ колеблется от 22 до 28,6% в популяции в возрасте 25-45 лет [24].

Еще одним проявлением заболевания, с которым по мнению различных авторов ассоциирован плантарный фасциит – является пяточный остеофит [80, 154]. Термин впервые предложен Р. Plettner в 1900 г., который ввел в научно-практическое обращение немецкий термин «Kalkaneussporn» (или пяточная шпора) [123]. В своем радиологическом исследовании автор отметил появление остеофита пяточной кости в месте прикрепления к ней плантарной фасции. Также следует отметить, что по мнению различных авторов пяточные шпоры могут присутствовать у 45-85% людей с подошвенным фасциитом [67, 121, 133]. Однако, в других исследованиях авторы отмечают, что взаимосвязь не так проста,

ведь часто пяточные шпоры встречаются у людей без ПФ, и могут быть связаны с увеличением возраста, ожирением, реакцией на вертикальную нагрузку [88, 106, 137].

Традиционно, формирование плантарного фасциита связывают с микротравматизацией плантарной фасции в месте ее прикрепления к пяточной кости с дальнейшим реактивным остеобластическим процессом в этой зоне [36].

Хроническая травматизация на фоне повторяющихся ударных нагрузок может превышать репаративные возможности организма и приводить к хроническому воспалению и дегенерации, которые характеризуются ремоделированием, фиброзом и даже формированием экзостозов в точке прикрепления плантарной фасции к пяточной кости [156].

К другим этиологическим факторам можно так же отнести теорию дезорганизации волокон коллагена, при которой увеличивается число фибробластов и также рост межклеточного пространства. Схожие гистологические признаки могут быть обнаружены при различных болезнях, сопрягаемых с хроническими перегрузками ахиллова сухожилия, собственной связки надколенника и ротаторной манжеты плеча [16, 85].

Т. Kumai и М. Benjamin, а также другие авторы предположили, что плантарный фасциит может быть адаптивным ответом на повторяющиеся, вертикально ориентированные нагрузки [22, 91]. Более крупные исследования, анализирующие трабекулярную структуру в пяточных остеофитов, показывают, что она преимущественно перпендикулярна продольной оси, и, скорее всего, связана с необходимостью компенсации компрометированных суставов стопы на фоне плантарного фасциита, а также защиты пяточной кости от стресс-переломов [96, 107].

По данным литературы, формирование плантарного фасциита чаще всего связывают с провоцирующими факторами, которые способствуют развитию этого заболевания: биомеханическая дисфункция, механическая перегрузка, чрезмерная пронация стопы, снижение тыльного сгибания голеностопного сустава или травмы [97, 100].

К наиболее частым причинам формирования плантарного фасциита можно отнести: ожирение (увеличение ИМТ), контрактуру икроножно-камбаловидного комплекса, атрофию жировых подушечек и пожилой возраст.

Ожирение. В систематическом обзоре R. Buchbinder сообщил, что повышенный ИМТ был тесно связан с хронической подошвенной болью в пяточной области у лиц, не занимающихся спортом [42]. Подобный результат был получен A. Valizadeh и другими: в исследовании было показано, что высокий ИМТ является основным фактором риска рецидива хронической подошвенной боли в пяточной области [153]. D. Irving с соавторами также выявили взаимосвязи ожирения и плантарного фасциита. Позже, схожие результаты получили и другие авторы [80].

Контрактура икроножно-камбаловидного комплекса. Риск развития ПФ возрастает по мере уменьшения амплитуды тыльного сгибания голеностопного сустава. Результаты одного исследования показали, что снижение сгибания голеностопного сустава является одним из самых значимых факторов риска у людей, не занимающихся спортом. Ограниченное сгибание голеностопного сустава приводит к чрезмерной пронации стопы, что ведет к увеличению нагрузки на подошвенную фасцию [128].

Атрофия жировых подушечек пяточной области. Подошвенный фасциит часто связывают с истончением жировых подушечек (ЖП) пяточной области. Факторы риска, которые могут влиять на истончение ЖП включают ожирение и старение организма. Стоит отметить, что они могут быть вторичны по отношению к увеличению веса и повторяющейся хронической травматизацией плантарной фасции. ЖП пяточной области состоит из пучков жировой ткани, в которые вплетены волокна коллагена и эластина. В условиях хронической травматизации коллагеновые волокна могут разрушиться и привести к атрофии жировых пучков [28]. В исследовании 2019 года с участием 50 пациентов с диагностированным подошвенным фасциитом изучалась толщина ЖП пяточной области. В этом исследовании у пациентов с болевым синдромом наблюдались более тонкие, атрофированные ЖП, чем у пациентов в контрольной группе [35].

Влияние возраста. Р. Lapidus и F. Guidotti (1965) выявили наибольшую встречаемость плантарного фасциита у пациентов среднего и пожилого возраста [93]. Изменение походки у лиц пожилого возраста также является фактором, способствующим увеличению частоты развития ХБПО. По-видимому, это связано с особенностями ходьбы пожилых людей – перераспределением нагрузки на стопу при деформациях нижних конечностей, уменьшением длины шага, сокращением времени контакта пятки и середины стопы и, как следствие, увеличением относительного количества шагов [88]. В этом же исследовании выявлена корреляция между увеличением частоты встречаемости и размерами «пяточных шпор» с увеличением возраста пациентов с ПФ.

Согласно статистическим данным, ПФ в большинстве случаев возникает у лиц женского пола, так как они часто предпочитают «нерациональную» (с узким носком, на высоком каблуке) обувь, ввиду ее красоты [57].

1.2 Анатомия пяточной области и функциональные особенности

Пяточная область стопы представляет собой сложный анатомический регион, в котором на ограниченном пространстве проходят многочисленные сосудисто-нервные структуры, сухожилия и другие анатомические образования. Наиболее значимой является медиальная пяточная область стопы, ввиду прохождения наиболее важных структур для кровоснабжения и инервации данной зоны.

Медиальная пяточная область стопы берет свое начало от тарзального канала, который формируется медиальной лодыжкой, медиальной поверхностью пяточной кости и удерживателем сгибателей. В его пределах располагаются сухожилие задней большеберцовой мышцы, длинного сгибателя пальцев и длинного сгибателя большого пальца стопы, а также сосудисто-нервные пучки: большеберцовый нерв и задняя большеберцовая артерия с венами [86].

Иннервация стопы обеспечивается ветвями большеберцового нерва. В области тарзального канала он делится на медиальный и латеральный подошвенные нервы, а также медиальный пяточный нерв [117]. Медиальный пяточный нерв является сенсорной ветвью большеберцового и его основная зона иннервации – медиальная и задненижняя поверхности пяточной области. Данная ветвь участвует в сенсорной иннервации центрального и внутреннего края подошвы и обеспечивает афферентную болевую импульсацию из пяточной области [32].

Медиальный и латеральный подошвенные нервы являются двигательными ветвями большеберцового нерва и обеспечивают иннервацию большинства мышц стопы. Медиальный подошвенный нерв иннервирует мышцу, отводящую большой палец, короткий сгибатель пальцев, короткий сгибатель большого пальца и первую червеобразную мышцу, что играет важную роль в движении большого пальца и поддержании медиального продольного свода стопы [90]. Латеральный подошвенный нерв обеспечивает двигательную иннервацию мышцы, отводящей мизинец, короткого сгибателя мизинца, квадратной мышцы подошвы, второй, третьей и четвёртой червеобразных мышц, а также мышцу, приводящую большой палец, таким образом обеспечивая двигательную функцию латерального отдела стопы и глубоких мышечных слоев [72].

Сосудистое обеспечение этой области осуществляется задней большеберцовой артерией, которая в области тарзального канала делится на медиальную и латеральную подошвенные артерии. От нее или от её конечных ветвей отходят медиальные пяточные артерии, число которых колеблется. Эти сосуды сопровождают одноименные нервы, обеспечивая кровоснабжение кожи пяточной области и медиальной поверхности заднего отдела стопы [159].

В тесной анатомической близости с подошвенными и пяточными ветвями большеберцового нерва и их сосудами располагается подошвенный апоневроз (плантарная фасция) – мощное соединительно-тканное образование, играющее ключевую роль в поддержании продольного свода стопы.

Плантарная фасция состоит из 3 порций: латеральной, медиальной и центральной (рисунок 1) [118]. Основной частью подошвенной фасции, как

анатомически, так и функционально, является центральной порция. Медиальная и латеральная порции функционируют преимущественно как покровные слои и располагаются по периферии по отношению к центральной порции. Плантарная фасция берет свое начало от медиальной бугристости пяточной кости и, распространяясь по подошвенной поверхности стопы, прикрепляется к подошвенной поверхности проксимальных фаланг пальцев, вплетаясь в плюснефаланговые суставы стопы [44].

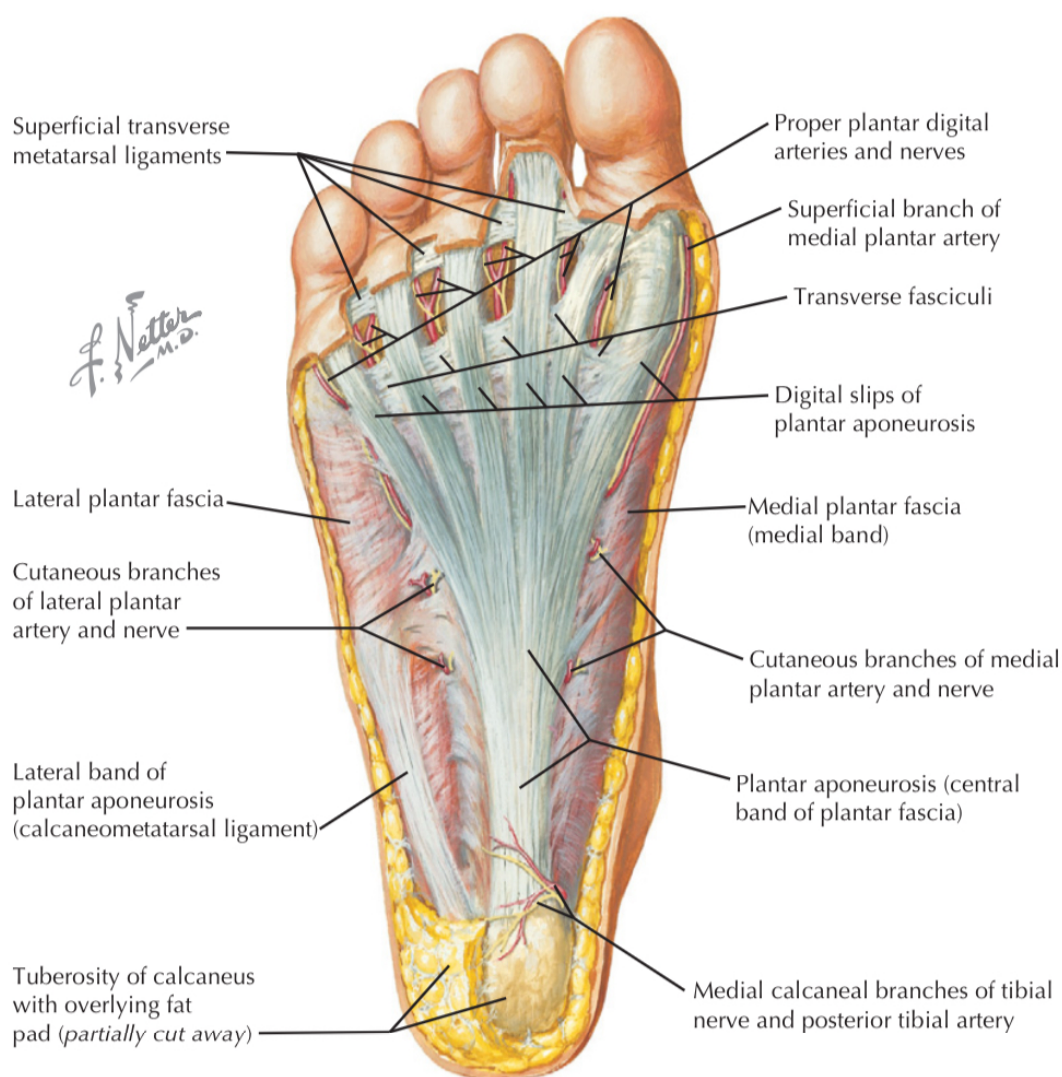


Рисунок 1 – Анатомия плантарной фасции (по F. Netter [118])

При несущей нагрузке эта структура играет важную статическую роль. Н. Straub обнаружил, что как коллагеновые, так и эластические волокна могут

менять свою конфигурацию с волнистой на прямую, когда к плантарной фасции прилагается вертикальная нагрузка [142]. D. Wright и D. Rennels в своем исследовании обнаружили, что биомеханические свойства подошвенной фасции хорошо подходят для поддержки свода стопы, сначала легко расправляясь, а затем постепенно становясь более жесткими [158].

Плантарная фасция играет важную роль в этой поддержке благодаря своим креплениям поперек продольной дуги, из чего можно сделать вывод о стабилизирующей функции плантарной фасции в цикле шага [34].

Пяточная область, в частности апоневроз, иннервируется медиальным пяточным нервом, и несет чувствительные волокна. Кровоснабжение плантарной фасции осуществляется медиальной пяточной ветвью задней большеберцовой артерии [118].

Анатомия мягких тканей под плантарной фасцией представлена утолщенным подкожно-жировым слоем и утолщенной кожей [82].

Благодаря такому строению, пяточная область может амортизировать регулярные нагрузки во время повседневной деятельности человека [43, 132].

1.3 Хронический болевой синдром в структуре плантарного фасциита

Клиническая картина при плантарном фасциите включает боль в нижнемедиальной части пяточной области по подошвенной поверхности стопы, которая усиливается при первых шагах после пробуждения [152]. Болевой синдром чаще всего уменьшается после начала активности, но иногда усиливается к концу дня. Пациенты могут отмечать болезненность в проекции медиального бугорка пяточной кости [41]. У большинства больных с плантарным фасциитом заболевание дебютирует на одной стопе, но в 30% случаев оно является двусторонним [131].

Влияние болевого синдрома на клинические проявления ПФ в структуре качества жизни пациентов остается недостаточно изученным [33, 143].

При осмотре у большинства пациентов определяется усиление болевого синдрома при пальпации центральной и медиальной части подошвенной поверхности пяточной области, в месте прикрепления плантарной фасции к пяточной кости [16]. Болевой синдром может усиливаться на фоне растяжения плантарной фасции путем разгибания первого пальца стопы (тест Лебедки), вместе с тем, ряд авторов обоснованно полагает, что от 10 до 63% больных с плантарным фасциитом могут не иметь болевого синдрома при выполнении данного метода диагностики (рисунок 2) [55].



Рисунок 2 – Проба «Лебедки» при ПФ [55]

Боль и функция

Во время осмотра пациента обращают внимание на походку и наличие хромоты. При плантарном фасциите пациенты отчётливо описывают, как боль приводит к хромоте, снижению скорости походки и изменению точки опоры стопы (перераспределение нагрузки на наружный край стопы) [113].

Нарушение функции, связанное с болью, также отражается в ограничении тыльной флексии голеностопного сустава и нарушении функции стопы [110].

Болевой синдром при плантарном фасциите приводит к значительным функциональным ограничениям. Как отмечают С. Cole и соавторы, пациенты обычно предъявляют жалобы на изменение походки, ограничение активности и «стартовую» хромоту. Хроническая боль ограничивает физические нагрузки: больные избегают ходьбы босиком, подъёма по лестнице, длительных статических нагрузок и занятия спортом. Несмотря на компенсацию – ходьбу с опорой на наружный край стопы или использование ортопедических стелек – боль сохраняется и вынуждает снижать активность [50].

Клинические исследования выявили, что по различным шкалам оценок функции стопы и качества жизни, пациенты с ПФ демонстрируют существенно худшие показатели по сравнению со здоровыми пациентами. Например, С. Ermutlu и соавторы отмечают, что у пациентов с хроническим ПФ часто наблюдается снижение качества жизни, причём 65 % таких пациентов нуждаются в повторных визитах к врачу за год из-за стойкого болевого синдрома [59].

Хроническое течение болевого синдрома

Болезнь имеет тенденцию к хроническому, затяжному течению. По наблюдениям С. Cole и соавторов, боль при ПФ нередко сохраняется месяцами и даже годами. При стандартном консервативном лечении большинство пациентов выздоравливают, тем не менее в 20-30% случаев ПФ может затягиваться на несколько лет [50]. Хроническая боль сопровождается изменением поведенческих реакций – пациенты привыкают к боли, могут проявлять боязнь двигательной нагрузки (кинезиофобию), что также приводит к хронизации процесса. Некоторые авторы отмечают, что длительность симптомов и степень выраженности боли в начале заболевания являются важными факторами прогноза: чем дольше сохраняется болевой синдром, тем хуже прогноз лечения [126].

Морфологические изменения фасции и их связь с болью

При обращении к врачу, у больных ПФ часто обнаруживают характерные морфологические изменения пяточной области и смежных структур в виде

утолщения подошвенной фасции (УЗИ, МРТ исследования) и формирования остеофитов в области энтезиса (рентгенография и компьютерная томография). Однако ни толщину фасции, ни наличие пяточных экзостозов нельзя считать надёжными индикаторами интенсивности боли [70]. Так, Н. Menz и соавторы показали, что примерно у половины пациентов с клиническими проявлениями ПФ имеются пяточные остеофиты, но их наличие никак не коррелирует с симптомами [106]. Остеофиты – скорее реактивное разрастание костной ткани и свидетельство хронической травмы, а не самостоятельная причина боли.

Таким образом, совокупность данных свидетельствует о слабой прямой связи между морфологическими признаками и интенсивностью боли при ПФ. Многие пациенты имеют выраженные рентгенологические или УЗ-изменения фасции, но терпимую боль, тогда как у других – наоборот, значительная боль при умеренных структурных изменениях. Это может косвенно указывать на то, что сам болевой синдром – ведущий симптом ПФ, опосредующий основные нарушения функции и снижение качества жизни пациента, а не просто отражение одного из проявлений этого заболевания.

При диагностике и лечении ПФ следует учитывать боль не только как симптом, но и как фактор, во многом определяющий течение заболевания и потребность пациента в помощи.

1.4 Лечение плантарного фасциита

В настоящее время используют несколько подходов к лечению при ПФ: консервативное и хирургическое лечение. К хирургическому лечению прибегают при неэффективности консервативных методов. Нехирургическое лечение, по сути, воздействует на следующие звенья патогенеза: снижение нагрузки на пяточный бугор, ликвидация воспалительных изменений, правильное распределение нагрузки по стопе.

1.4.1 Консервативные методы лечения

Ортезирование стоп. Использование ортопедических стелек связано с уменьшением болевого синдрома по субъективным оценкам пациентов и улучшением функций стопы в перспективе [94]. Постоянное ношение индивидуальных ортопедических стелек оказывает положительное влияние на перераспределение нагрузки по стопе, при этом наиболее эффективны в лечении ПФ индивидуально изготовленные стельки с супинатором [119]. Однако рядом авторов установлено отсутствие изменений в распределении нагрузки по стопе при использовании индивидуальных ортопедических стелек с использованием бароподометра, прибора, который считывает всю необходимую информацию о высоте свода стопы, зональном давлении с помощью специальных сенсорных датчиков [49].

Нестероидные противовоспалительные средства (НПВС). Нестероидные противовоспалительные средства (НПВС) эффективны в течение короткого периода времени и применяются чаще всего в острую фазу заболевания. Однако в хронической фазе течения процесса применение НПВС вызывает научные дискуссии и споры [115]. Применение нестероидных противовоспалительных мазей, гелей, таблетированных форм препаратов уменьшают болевой синдром на непродолжительное время [31]. Следует также учитывать побочные эффекты НПВС, особенно при длительном применении. К таким побочным эффектам относятся гастрит, язвенная болезнь, эзофагит, желудочно-кишечные кровотечения, интерстициальный нефрит, задержка натрия и воды, тромбоцитопения, а также осложнения со стороны центральной нервной системы и печени [124].

Инъекции препаратов стероидного ряда. В отдельных случаях используют инъекции стероидных препаратов в область остеофита. Следует упомянуть, что при этом инъекция кортикостероидов не является самым безопасным методом, так как в литературе встречаются данные о разрыве плантарной фасции, усилении болевого синдрома, местном кровотечении, инфекции мягких тканей, атрофии

кожи и остеомиелите пяточной кости в ходе лечения ПФ с применением этого метода, а также атрофии жировой ткани, играющей большую роль в смягчении «пяточного удара» в цикле шага [145].

Инъекции обогащенной тромбоцитами плазмы. Обогащенная тромбоцитами плазма (PRP) – это аутологичный препарат крови, который стал популярным методом лечения ввиду ее влияния на процессы заживления и регенерации повреждённых тканей организма, применяемый при лечении различных заболеваний опорно-двигательного аппарата, включая ПФ [45, 63]. Исследования показали, что PRP безопасен и эффективен при лечении стойкого ПФ, демонстрируя его превосходство по сравнению с плацебо [139, 162]. Имеются ограниченные данные, подтверждающие эффективность PRP по сравнению с другими консервативными методами лечения [160].

Физиотерапия. Физиотерапевтическое лечение является основным в процессе лечения ПФ. К одному из видов физиотерапевтических воздействий относят применение электрофореза хлора, который показал эффективность в исследованиях Е.В. Филатовой [19].

Другим видом физиотерапии является лазеротерапия. Суть метода основана на принципах фотохимических процессов, которые используют дискретную длину волны света для инициирования каскада передачи сигнала путем стимуляции белка, способного поглощать световую энергию, также известного как фоторецепторный белок. Согласно нескольким исследованиям, активация специфических белков фоторецепторов инициирует вторичные каскады, связанные с синтезом факторов роста, пролиферацией клеток и подавлением воспалительных цитокинов, что приводит к снижению болевой импульсации из пяточной области при плантарном фасциите [100]. Авторы отмечают необходимость дальнейших исследований в этой области в связи с отсутствием данных о долговременных результатах.

К другим методам физиотерапевтического лечения (ФТЛ) относят: ультрафонофорез гидрокортизона, анальгина, ферментов на пяточную область и электрофорез лидазы, ронидазы, 5% раствора йода или местных анестетиков. Однако эффективность многих препаратов не всегда имеет достаточную

доказательную базу и их лечебное действие, возможно, основывается на сочетанном эффекте действия ультразвука, повышающего проницаемость кожи, и фармакологических свойствах лекарственного вещества. Практические наблюдения показывают, что терапевтический эффект ультразвуковой терапии в этих методиках бывает выше, чем при стандартной ультразвуковой терапии или аппликации мазей, гелей [23].

В последние десятилетия наиболее популярной методикой лечения ПФ является ударно-волновая терапия. Экстракорпоральная ударно-волновая терапия (ЭУВТ) была повсеместно внедрена в ортопедическую практику в конце 20-го века. Ударные волны вызывают травматизацию области пяточной кости, тем самым индуцируя воспаление данной области, что ведет к репаративным процессам. Считается, что она стимулирует неоваскуляризацию, факторы роста, а также разрушает немиелинизированные нервные волокна (болевая субстанция Р). Методика ЭУВТ одновременно может выполнять две функции – лечебную и диагностическую. Авторы указывают на положительный результат лечения ПФ с использованием ЭУВТ у 76,7-86,6% пациентов [22]. Однако, результаты применения ЭУВТ оказались также неоднозначными, в зависимости от постановки исследования и методики проведения успех варьируется диаметрально от отсутствия положительных результатов до полного купирования болевого синдрома [11].

Рентгенотерапия. Лучевая терапия низкими дозами обычно применяется, когда другие варианты лечения не эффективны [109]. Целесообразность низкодозовой лучевой терапии была доказана в рандомизированном исследовании, в котором сравнивалась схема облучения с очень низкой дозой (общая доза 0,6 Гр.) со стандартной схемой облучения (общая доза 6,0 Гр). Через три месяца после терапии у пациентов из группы стандартной дозы показатели по визуальной аналоговой шкале болевого синдрома, и другим шкалам оценки качества жизни были значительно лучше, чем у пациентов из группы очень низкой дозы [77]. Точный механизм обезболивающего эффекта рентгенотерапии до конца не изучен, однако, предполагается, что метод основан на модуляции

иммунологических процессов в пяточной области, в непосредственной близости энтезиса [127].

Лечебная физкультура. К важным методам лечения ПФ относятся виды лечебной физкультуры (ЛФК) – кинезиотейпирование и методы мануальной терапии.

Тейпирование. Тейпирование включает использование жестких тейпов (например, спортивных или Leukotape) и эластичных (динамическая лента) лент, наложенных на любой период времени и любым способом на область стопы или лодыжки. Методы жесткого тейпирования могут обеспечить механическую поддержку, тогда как эластичная лента может обеспечить поддержку, одновременно не ограничивая подвижность сегмента. N. Tezel и соавторы исследовали эффективность кинезиологического тейпирования (n=36; средний возраст 46 лет; 7 мужчин, 29 женщин) по сравнению с ЭУВТ (n=42; средний возраст 42 года; 7 мужчин, 35 женщин) при 6-недельном наблюдении. Результаты показали, что наблюдалось статистически значимое снижение боли по ВАШ как при кинезиологическом тейпировании, так и при ЭУВТ, однако только в группе пациентов, при лечении которых было использовано тейпирование, наблюдалось значительное снижение показателей боли по шкалам FFI (Foot Functional Index) [146].

Мануальная терапия. К наиболее распространенным методам мануальной терапии относят упражнения на растяжку камбаловидной и икроножной мышц, а также подошвенной фасции. Исследование, проведенное J. Cleland и соавторами, в котором проводилось сравнение мануальной терапии (пациентам было поручено выполнять упражнения на растяжку камбаловидной и икроножной мышц, а также подошвенную фасцию три раза в день, в дополнение к упражнениям для укрепления внутренних мышц стопы) с физиотерапевтическими методиками показало, что пациенты в группе мануальной терапии отметили достоверное снижение болевой импульсации и продемонстрировали достоверные ($p < 0,05$) более высокие баллы по опроснику global rating of change как в 4-недельный, так и в 6-месячный периоды наблюдения, чем в группе, где использовались физиотерапевтические методы [48].

Ночные шины. Ночные шины представляют собой готовые пластиковые ортезы, которые используются для предотвращения подошвенного сгибания голеностопного сустава во время сна. Применение ночных шин рекомендовано специалистами Американской ассоциации физиотерапии, однако некоторые исследователи отметили, что ночные шины и ортезы не показали преимуществ по сравнению с плацебо [89, 151]. Существует несколько типов ночных шин, от готовых до изготовленных на заказ. Сообщалось, что они облегчают боль у значительного числа пациентов, хотя и они имеют свои недостатки: компрессия кожных покровов и дискомфорт во время сна [157].

1.4.2 Хирургические методы лечения

Около 90% пациентов с болевым синдромом в пяточной области, опосредованным ПФ, испытывают облегчение от консервативной терапии в течение 4-6 месяцев. Хирургическое лечение рекомендуется, если у пациента наблюдается стойкий болевой синдром, не поддающийся консервативному лечению в течение как минимум 6-12 месяцев [149]. Таким образом, отсутствие эффекта от консервативной терапии на протяжении 6-ти и более месяцев является показанием к проведению оперативного вмешательства.

По данным современных литературных источников, единый подход к лечению ПФ при резистентной к терапии боли в настоящий момент отсутствует.

Все хирургические методики можно условно разделить на 2 большие группы: оперативные вмешательства на мягких тканях стопы, а также операции на костной ткани.

Оперативные вмешательства на мягких тканях стопы

В основе изолированных вмешательств на мягких тканях стопы лежит воздействие на одно из звеньев патогенеза ПФ – перенапряжение плантарной

фасции и икроножно-камбаловидного комплекса. Среди основных хирургических методик можно выделить следующие:

1. Релиз плантарной фасции.
2. Рецессия медиальной головки икроножной мышцы.

Релиз плантарной фасции

Впервые, подошвенная фасциотомия была описана в конце 20 века. Н. Pilzer в 1983 году описал процедуру чрескожной подошвенной фасциотомии, что впоследствии стало темой нескольких статей, посвящённых новым оперативным методам, открытым и чрескожным хирургическим вмешательствам, с различными результатами [51, 58, 122]. По итогам проведенного исследования, авторы пришли к выводу, что от 10% до 50% пациентов недовольны результатом операции.

Позднее, J. Voberg предложил метод открытой фасциотомии. Операция проводится под пневматическим турникетом. Поперечным разрезом около 1,5-2 см в проекции энтезиса, при разгибании 1-го пальца производится рассечение плантарной фасции. Опубликованные результаты свидетельствуют о значительном снижении болевого синдрома после операции (рисунок 3) [37].

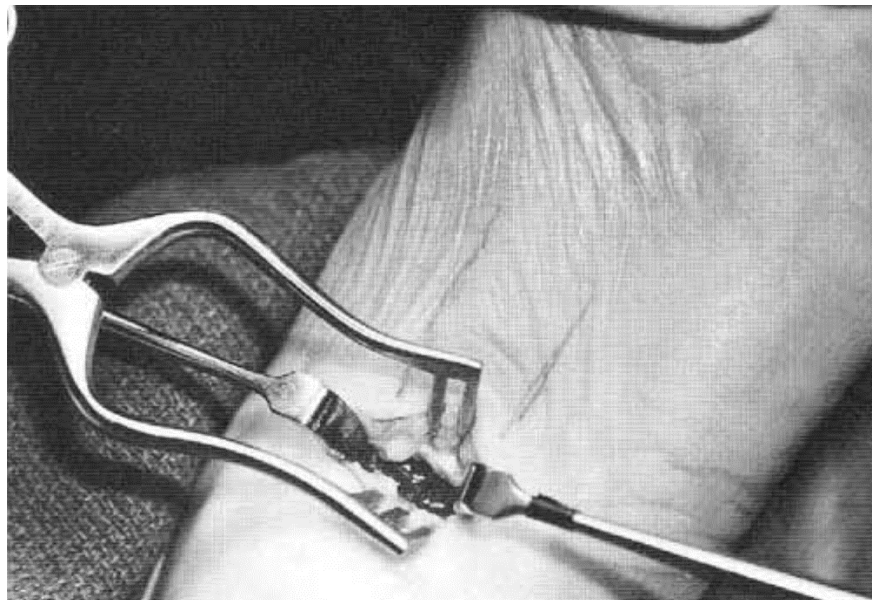


Рисунок 3 – Открытая фасциотомия по J. Voberg [37]

М. Davies и соавторы в своем исследовании оценивали результаты оперативного вмешательства на 47 стопах в течение 4-х лет. Они установили, что, несмотря на хорошие ближайшие результаты операции, 48,8% пациентов не были удовлетворены вмешательством в отдаленном периоде лечения [54]. Другие исследователи выявили редкое осложнение после чрескожной методики по удалению пяточного экзостоза с релизом плантарной фасции – перелом пяточной кости (рисунок 4) [29].

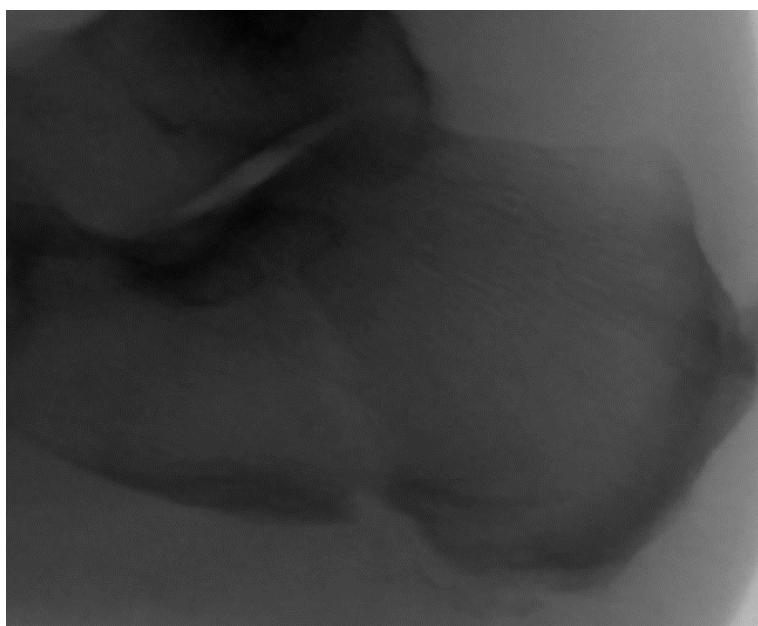


Рисунок 4 – Ятрогенный перелом пяточной кости после оперативного вмешательства по поводу плантарного фасциита методом релиза плантарной фасции и резекции остеофита [29]

Существует эндоскопическая вариация данной методики. L. Fallat и соавторы в 2013 году в своем исследовании оценили результаты оперативного вмешательства 55 стоп и сообщили о трехкратном увеличении осложнений при открытых операциях (22% пациентов) по сравнению с чрескожной фасциотомией [61].

Результаты частоты осложнений в литературе между открытой и минимально инвазивной хирургией плохо освещены и непостоянны [47].

Эндоскопический релиз имеет схожие результаты с чрескожной техникой. Сокращение времени реабилитации пациентов для возвращения к активности

имеет несомненное преимущество перед открытыми методиками [9, 102]. R. Tomczak и соавторы в 1995 году также обнаружили, что открытая подошвенная фасциотомия в среднем обеспечивает возвращение к работе через три месяца по сравнению с менее чем одним месяцем при использовании эндоскопических методик [150]. Преимущество эндоскопического от чрескожного заключается на том, что эндоскоп позволяет под контролем «глаза» визуализировать анатомию в месте вмешательства. Однако, поскольку медиальный порт расположен близко к заднему большеберцовому нерву, существует риск его повреждения при введении артроскопической шахты [101].

Чтобы предотвратить возможность формирования данного осложнения, было предложено выполнять ультразвуковую диагностику с целью определения хода нервного волокна. Другими преимуществами ультразвуковой диагностики являются динамическая оценка биомеханики подошвенной фасции и стопы, а также контроль за объемом релиза [79].

Несмотря на относительную простоту данных методов, существуют различные осложнения, которые сопряжены с рассечением плантарной фасции и описаны в современной литературе. Открытые операции сопровождаются рядом потенциальных осложнений, которые включают персистирующий отек пяточной области, синдром латеральной колонны, перелом пяточной кости, уплощение продольного свода, повреждение большеберцового нерва, гипестезию пяточной области [40, 53, 87].

Рецессия медиальной головки икроножной мышцы

В последние годы исследователи и ученые обратили внимание на изучение ахиллово-пяточно-подошвенного комплекса. Известно, что контрактуры трехглавой мышцы голени и ахиллова сухожилия связаны с патологиями различных отделов стопы и голеностопного сустава, а также с изменением распределения давления по подошвенной поверхности стопы [60].

Релиз медиальной головки икроножной мышцы (РМГИМ) приобрел популярность в последние годы и стал одним из наиболее востребованных хирургических методов для большинства хирургов. С помощью этого метода

удается уменьшить избыточное растягивающее напряжение в ахиллово-пяточно-подошвенном комплексе, что приводит к уменьшению болевого синдрома и улучшению качества жизни пациентов [68].

Длительность реабилитации у пациентов, которым проводилась РМГИМ описана М. Monteagudo и соавторами. По результатам исследования, пациенты приступили к работе, примерно, через три недели, а к занятиям спортом – почти через пять недель [112].

К осложнениям после РМГИМ можно отнести отёк и продолжительную боль в области оперативного вмешательства, судороги икроножной мышцы и боли в подколенной ямке. С. Gamba и соавторы сообщили о поверхностной раневой инфекции и повреждении малоберцового нерва [65]. В исследовании М. Monteagudo описан случай формирования болезненной гематомы икроножной мышцы в послеоперационном периоде [112].

Оперативные вмешательства на костной ткани

С момента, когда Р. Plettner впервые описал пяточный остеофит в начале XX века, продолжаются научные дискуссии о его патогенетической роли в формировании подошвенного фасциита. Одним из первых хирургических методов стал U-образный доступ, предложенный J. Griffith, при котором лоскут полной толщины отводился дистально, обнажая бугристость пяточной кости с последующим рассечением подошвенной фасции и остеотомической резекцией остеофита [73]. В дальнейшем, А. Steindler модифицировал технику, предложив медиальный горизонтальный доступ и использование рашпиля для обработки пяточного остеофита [140]. Позднее, в 1930-х годах, А. Steinder и А. Smith разработали технику ротационной остеотомии пяточной кости с удлинением ахиллова сухожилия [141]. В 1970-х годах началась эра минимально инвазивных вмешательств. О. Mercado описал метод остеотрипсии пяточного остеофита через медиальный прокол с использованием рашпиля [108]. С. Hepford, R. Jacoby и L. Wolfe внедрили технику подошвенного доступа длиной 3-5 мм, совмещающая фасциальный релиз и резекцию пяточного остеофита [76, 81]. Н. Nassab и А. El-Sherif, а также R. Jay и соавторы, не разделяя гипотезу о прямой связи пяточного

экзостоза и фасциального напряжения, предложили метод декомпрессии пяточной кости путём микрофрактуринга [75, 83]. Одним из осложнений данной методики был перелом пяточной кости.

1.5 Радиочастотная денервация в травматологии и ортопедии

Метод радиочастотной денервации (РЧД) основан на эффекте выделения тепловой энергии при прохождении через биологические ткани токов ультравысокой частоты для индуцирования коагуляционного некроза в ткани-мишени. Электрод, подключенный к генератору тока высокой частоты, подводят к анатомической области, в которой планируется произвести деструкцию, через изолированную канюлю [6].

Впервые метод радиочастотной денервации (РЧД) стал применяться в ортопедии в 1970-е годы, когда С. Shealy и соавторы описали возможность селективного воздействия на ветви спинномозговых нервов для лечения боли, связанной с фасеточным синдромом позвоночника [138]. Данный подход положил начало широкому внедрению РЧД в ортопедо-вертебрологическую практику, так как фасеточный синдром является одной из наиболее частых причин хронической боли в спине.

В последующие десятилетия метод был адаптирован для лечения болевых синдромов, связанных с различными заболеваниями крупных суставов. Первые работы по денервации периферических нервов коленного сустава появились в конце 1990-х годов и показали, что воздействие на чувствительные ветви геникулярных нервов позволяет добиться стойкого снижения интенсивности боли у пациентов с гонартрозом [46]. Это исследование стало одним из первых рандомизированных контролируемых исследований, подтвердивших клиническую эффективность метода именно в ортопедической практике.

В 1998 г. группой отечественных ученых была апробирована и внедрена в практику методика РЧД при коксартрозе. Метод зарекомендовал себя как вариант эффективного лечения болевого синдрома у пациентов с коксартрозом [3].

Позднее появились другие публикации, демонстрирующие результаты применения РЧД при коксартрозе. Так, Г.И. Назаренко и соавторы (2014) в отечественном исследовании показали, что у пациентов с I-II стадией коксартроза после денервации тазобедренного сустава наблюдалась стойкая ремиссия болевого синдрома [10]. Эти данные подтверждают перспективность метода в качестве промежуточного этапа перед эндопротезированием, а также в случае формирования стойкого болевого синдрома после.

Систематический обзор М.А. Горохова и соавторов, включивший 15 исследований (302 пациента и 489 выполненных денерваций), показал, что эффективность РЧД при коксартрозе высока на всех стадиях заболевания, а метод сопровождается низким риском осложнений [2].

Современные клинические рекомендации и метаанализы подтверждают, что при остеоартрозе коленного сустава, РЧД обеспечивает значимое снижение боли и улучшение функции в сроках до 6 месяцев наблюдения [98].

Историческое развитие РЧД в ортопедии прошло путь от применения при фасеточном синдроме позвоночника к широкому внедрению в лечение остеоартроза крупных суставов.

Таким образом, многочисленные исследования последних лет убедительно подтверждают эффективность радиочастотной денервации при дегенеративных заболеваниях крупных суставов, прежде всего при гонартрозе и коксартрозе. Метод доказал свою способность существенно снижать выраженность болевого синдрома, улучшать функцию и качество жизни пациентов при минимальной инвазивности и низком риске осложнений [30, 92]. Успехи применения РЧД в области крупных суставов закономерно способствовали расширению спектра его использования и на другие ортопедические формы заболеваний, сопровождающиеся хронической болью и нарушением функции анатомического сегмента. Одним из таких направлений стало лечение болевого синдрома в области стопы, где традиционные консервативные методы зачастую оказываются недостаточно эффективными, а хирургические вмешательства сопряжены с риском осложнений и длительной реабилитацией. В последние годы особое

внимание привлекает применение радиочастотной денервации при хронической боли в пяточной области, включая плантарный фасциит, что отражено в ряде клинических исследований и публикаций [78, 148].

В исследовании, проведенном С. Deniel (2016), оценивались результаты лечения рефрактерного к консервативной терапии ПФ методом РЧД медиального пяточного нерва в его анатомической проекции без ультразвукового контроля. Несмотря на индивидуальную анатомическую вариативность медиального пяточного нерва, авторы сообщают о снижении болевого синдрома на протяжении 24-х недель [56, 120].

В 2020 г. Y. Yuan и соавторы описали результаты исследования, в котором сравнивали эффективность лечения плантарного фасциита методом релиза плантарной фасции с РЧД [161]. В данном исследовании РЧД выполнялась также при помощи определения точки наибольшей болезненности в проекции прикрепления плантарного апоневроза. Авторы сообщили, что между двумя исследуемыми группами не было статистически достоверной разницы при оценке по шкалам ВАШ и AOFAS. Однако, те же авторы подчеркивают, что «открытый» релиз подошвенной фасции является наиболее частым в применении хирургическим методом. Согласно мнению С. Cole, послеоперационный уровень удовлетворенности открытым доступом составлял 50-95% [50]. К недостаткам операции следует отнести большую травматизацию мягких тканей, более длительное послеоперационное восстановление и возникновение регионального болевого синдрома после операции.

В 2022 г. в Балтиморе была проведена ретроспективная оценка результатов хирургического лечения плантарного фасциита. При внедрении электрода непосредственно в пяточную область в проекции прикрепления плантарной фасции. На примере 378 случаев авторы выявили статистически значимую разницу между показателями AOFAS до процедуры и после процедуры ($p < 0,001$). В отдаленном периоде болевой синдром возвращался [92].

В другом исследовании также была проведена ретроспективная оценка хирургического лечения с помощью РЧД [144]. В данном исследовании

сравнивались 2 метода: РЧД и ударно-волновая терапия. Исследователи наблюдали значительное улучшение в отдаленном периоде по ВАШ и индексу функции стопы в группе лечения РЧД по сравнению с группой, где проводилась ударно-волновая терапия.

В 2024 г. исследование эффективности радиочастотной денервации при лечении рефрактерного к консервативной терапии плантарного фасциита провели К. Kanesen и соавторы. Результаты этого исследования показали существенное улучшение в виде уменьшения болевого синдрома, а также функциональных результатов по шкалам ВАШ и AOFAS после процедуры РЧД (рисунок 5) [84].



Рисунок 5 – Радиочастотная денервация нервов медиальной пяточной области. Электрод позиционирован в области прохождения нервного волокна [84]

Резюме

Плантарный фасциит – заболевание воспалительно-дегенеративной природы, встречающееся у лиц трудоспособного возраста, проявляющееся выраженным болевым синдромом в пяточной области, ведущим к значительному

снижению качества жизни пациентов. По данным гистологических исследований дегенеративные изменения фасции преобладают, ввиду этого, согласно международным тенденциям, правильнее будет назвать данное заболевание «фасциоз», однако, нельзя исключить неоднородность гистологического материала, фазу воспаления, в которую происходил забор материала, а также анатомическую структуру, которая подверглась морфологической верификации. Исходя из всего вышеперечисленного исключить элементы воспаления не представляется возможным. Несмотря на наличие в литературе обсуждения терминов «фасциоз» и «фасциопатия», в настоящем исследовании для удобства восприятия и единообразия описания будет использоваться термин «плантарный фасциит» как наиболее узнаваемый и принятый в клинической ортопедической практике. ПФ находится на втором месте по распространенности среди причин болевого синдрома в области стопы после повреждений капсульно-связочного аппарата голеностопного сустава. В структуре клинических проявлений ПФ первое место занимает болевой синдром, который в дальнейшем приводит к хромоте, нарушению распределения нагрузки на стопу во время цикла шага, а также снижению качества жизни, что также диктует необходимость нахождения и получения новых данных относительно ПФ. Всесторонний анализ литературы позволяет сделать вывод, что несмотря на широкую распространенность данного заболевания, до сих пор нет единого мнения относительно этиологии, диагностики, показаний и принципов лечения. В литературе недостаточно освещена проблема выбора оптимальной методики оперативного вмешательства в зависимости от структурно-функциональных нарушений, этиологии, формы ПФ. Недостаточно изучены показания и виды операций при рефрактерном к консервативной терапии ПФ. Не определена хирургическая анатомия медиальной пяточной области ввиду вариативности различных анатомических образований стопы. Перечисленные неуточненные аспекты и послужили основанием для проведения нашего исследования.

Глава 2

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Дизайн исследования

Проведено когортное двуцентровое сравнительное закрытое исследование. Материалом его послужили результаты лечения 86 пациентов с хроническим плантарным фасциитом. В рамках исследования проведено сравнительное наблюдение, включавшее основную (проспективную) группу пациентов с хроническим плантарным фасциитом, пролеченных методом радиочастотной денервации при динамическом ультразвуковом контроле в период с января 2023 г. по декабрь 2024 г. на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, и группу сравнения (ретроспективную), сформированную на основании данных пациентов, полученных в ходе анализа историй болезней, которым была выполнена операция в объеме открытого релиза плантарной фасции (ОФ) в условиях клиники «Скандинавия», г. Санкт-Петербург, в период с января 2020 г. по декабрь 2024 г.

Эффективность лечения оценивалась с использованием визуально-аналоговой шкалы боли (ВАШ), опросника Short Form 36 (SF-36), а также шкалы AOFAS-AHS.

Настоящее исследование выполнено в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации, принятой на 18-ой Генеральной Ассамблее ВМА в Хельсинки в июне 1964 г. Получено одобрение НЭК ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России от 26.11.2025 № 120.1.

Критерии включения:

1. Пациенты с плантарным фасциитом, рефрактерным к консервативной терапии в течение не менее 6 месяцев.

2. Возраст пациентов на момент операции – старше 18 лет.
3. Катамнез не менее 1 года.

Критерии невключения:

1. Перенесенное оперативное вмешательство на стопе в анамнезе.
2. Отказ пациента от участия в исследовании.
3. Сопутствующая ортопедическая патология, препятствующая восстановлению функции и проведению реабилитационного периода по предлагаемому протоколу.
4. Отсутствие возможности контакта с пациентом на этапах исследования.

С целью решения сформулированных задач исследования, все 86 пациентов были разделены на 2 группы. Группы формировались случайной выборкой за счет включения пациентов в когорте прошедших лечение в период с января 2023 г. по декабрь 2024 г. на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации и в период с января 2020 г. по декабрь 2024 г. – в клинике «Скандинавия», г. Санкт-Петербург.

Группа № 1 (n=52) сформирована с целью определения эффективности разработанного метода радиочастотной денервации в лечении хронического болевого синдрома у пациентов с ПФ.

В группу № 2 (n=34) вошли пациенты, которым выполнена операция в объеме открытого релиза плантарной фасции.

2.2 Общая характеристика собственного материала

До включения в исследование все пациенты в течение не менее 6 месяцев получали комплексную консервативную терапию плантарного фасциита, направленную на снижение болевого синдрома и улучшение функции опоры. В состав лечения входили медикаментозные, физиотерапевтические

и ортопедические методы, а также мероприятия, направленные на растяжение мышечно-сухожильных структур заднего отдела голени. Медикаментозная терапия включала применение нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) у 86 пациентов (100%) в виде таблетированных форм (мелоксикам, нимесулид, целекоксиб и др.) и местных мазевых средств (диклофенак, кетопрофен и др.). Инъекционное введение глюкокортикостероидов в область прикрепления подошвенной фасции выполнялось у 49 пациентов (57%), преимущественно при выраженном болевом синдроме и неэффективности предыдущих методов.

Физиотерапевтические методы лечения проводились у 71 пациента (82,6%) и включали ультразвуковую терапию, фонофорез с гидрокортизоном, ударно-волновое воздействие. Растяжение икроножного и камбаловидного мышечно-сухожильного комплекса выполнялось 79 больными (91,9%). Использование ночных шин для поддержания положения тыльного сгибания стопы применялось у 43 пациентов (50%), преимущественно при наличии стартовых болей.

Все пациенты использовали индивидуально подобранные ортопедические стельки с поддержкой продольного свода и разгрузкой пяточной области. В результате мониторинга общих клинических проявлений ПФ установлен рецидив болевого синдрома у 86 больных, что явилось причиной повторного обращения пациента в медицинскую организацию с целью проведения оперативного вмешательства.

В группу № 1 вошли 52 пациента (мужчин – 16 (30,8%), женщин – 36 (69,2%)). Распределение пациентов по возрастным группам представлено в таблице ниже. Медианный возраст женщин составил – 47 [42; 58] лет, мужчин – 51 [41; 61] лет (таблица 1).

В группу № 2 вошли 34 пациента (мужчин – 10 (29,4%), женщин – 24 (70,6%)). Распределение пациентов по возрастным группам представлено в таблице 2. Медианный возраст женщин составил – 47 [42; 58] лет, мужчин – 49 [42; 59] лет (таблица 2).

Таблица 1 – Распределение массива пациентов по возрастным категориям и полу (группа № 1)

| Возраст, лет | Мужчины | | Женщины | | Всего | |
|-----------------|---------|-----|---------|------|-------|------|
| | число | % | число | % | число | % |
| 18-30 | 0 | 0 | 2 | 5,6 | 2 | 3,8 |
| 31-40 | 4 | 25 | 5 | 13,9 | 9 | 17,3 |
| 41-50 | 4 | 25 | 18 | 50 | 22 | 42,3 |
| 51-60 | 4 | 25 | 3 | 8,3 | 7 | 13,5 |
| 61-80 | 4 | 25 | 8 | 22,2 | 12 | 23,1 |
| Всего: | 16 | 100 | 36 | 100 | 52 | 100 |

Таблица 2 – Распределение массива пациентов по возрастным категориям и полу (группа № 2)

| Возраст, лет | Мужчины | | Женщины | | Всего | |
|-----------------|---------|-----|---------|------|-------|------|
| | число | % | число | % | число | % |
| 18-30 | 0 | 0 | 1 | 4,2 | 1 | 2,9 |
| 31-40 | 2 | 20 | 4 | 16,7 | 6 | 17,6 |
| 41-50 | 4 | 40 | 11 | 45,8 | 15 | 44,2 |
| 51-60 | 2 | 20 | 3 | 12,5 | 5 | 14,7 |
| 61-80 | 2 | 20 | 5 | 20,8 | 7 | 20,6 |
| Всего: | 10 | 100 | 24 | 100 | 34 | 100 |

Контрольные точки исследования

Пациенты были осмотрены до операции, через 1 и 12 месяцев после вмешательства.

2.3 Методы исследования

Обследование всех пациентов с установленным диагнозом ПФ проводили до лечения. Всем пациентам группы № 1 была выполнена плантоскопия, рентгенография под нагрузкой, а также ультрасонография медиальной пяточной области стопы.

1) В контрольные точки исследования оценивали выраженность болевых ощущений по 10-сантиметровой визуальной аналоговой шкале (ВАШ) (рисунок 6) [27].

Интенсивность болевого синдрома у пациентов с плантарным фасциитом изучали с использованием визуально-аналоговой шкалы (ВАШ), где 0 сантиметров (см) соответствуют отсутствию боли, а 10 – максимально выраженной боли. Данный инструмент позволяет количественно отразить субъективные болевые ощущения и объективизировать результаты лечения.

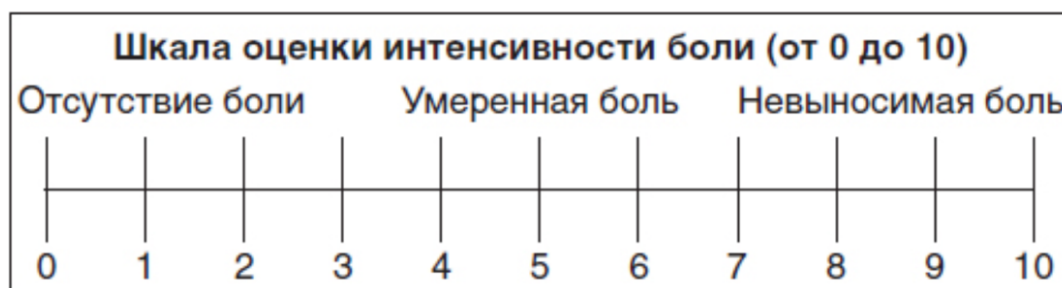


Рисунок 6 – Визуальная аналоговая шкала боли (Aicher В. 2012) [27]

2) Качество жизни пациентов изучали с помощью опросника Short Form 36 (SF-36) [155]. Опросник SF-36 отражает общее благополучие и степень удовлетворенности теми сторонами жизнедеятельности человека, на которые влияют состояние здоровья и охватывает восемь шкал (физическое функционирование (Physical Functioning – PF), ролевое функционирование, обусловленное физическим состоянием (Role-Physical Functioning – RP), интенсивность боли (Bodily pain – BP), общее состояние здоровья (General Health – GH), жизненная активность (Vitality – VT), социальное функционирование

(Social Functioning – SF), эмоциональное состояние (Role-Emotional – RE) и психическое здоровье (Mental Health – MH).

3) Функциональная оценка заднего отдела стопы проводилась с использованием русскоязычной валидированной версии шкалы AOFAS Hindfoot Score (рисунок 7) [21].

| Русскоязычная версия опросника AOFAS-AHS | |
|--|----|
| Боль (40 баллов) | |
| 1. Как бы вы охарактеризовали боль в области голеностопного сустава и пятки? | |
| Отсутствует | 40 |
| Легкая, возникает периодически | 30 |
| Умеренная, возникает ежедневно | 20 |
| Сильная, присутствует почти всегда | 0 |
| Функция (50 баллов) | |
| 2. Испытываете ли вы ограничения в повседневной жизни? Нуждаетесь ли Вы в средствах дополнительной опоры (костыли, трость, ходунки)? | |
| Ограничений нет, в дополнительной опоре не нуждаюсь | 10 |
| Нет ограничений в повседневной жизни, ограничения при занятиях спортом, в дополнительной опоре не нуждаюсь | 7 |
| Ограничения при повседневной жизни и при любых активных занятиях, есть необходимость в использовании трости | 4 |
| Сильно выраженные ограничения в повседневной жизни и при любых активных занятиях; есть необходимость в использовании специальной обуви для ходьбы, костылей, коляски, жесткого фиксатора | 0 |
| 3. Какую максимальную дистанцию в метрах вы сможете пройти? | |
| Более 2400 м | 5 |
| 1600–2400 м | 4 |
| 400–1200 м | 2 |
| менее 400 м | 0 |
| 4. Испытываете ли вы затруднения при ходьбе? | |
| Не испытываю затруднений | 5 |
| Некоторые затруднения при ходьбе по неровным поверхностям, ступеням, при подъеме в гору | 3 |
| Значимые затруднения при ходьбе по неровным поверхностям, ступеням, при подъеме в гору | 0 |
| 5. Отмечаете ли вы нарушение походки? | |
| Нет или незначительное нарушение | 8 |
| Заметное | 4 |
| Выраженное | 0 |
| 6. Какой объем движений в голеностопном суставе (сгибание и разгибание)? | |
| В норме или легкое ограничение (60–100% от нормы) | 8 |
| Есть умеренное ограничение (30–59% от нормы) | 4 |
| Есть выраженное ограничение (менее 25% от нормы) | 0 |
| 7. Какой объем боковых движений в заднем отделе стопы (кнутри и кнаружи)? | |
| В норме или слегка ограничены (75–100% от нормы) | 6 |
| Есть умеренное ограничение (25–74% от нормы) | 3 |
| Есть выраженное ограничение (менее 25% от нормы) | 0 |
| 8. Ощущаете ли вы нестабильность в голеностопном суставе и заднем отделе стопы? | |
| Нет, не ощущаю | 8 |
| Да, ощущаю нестабильность | 0 |
| Деформация и опороспособность (10 баллов) | |
| 9. Отмечаете ли вы наличие деформаций в заднем отделе стопы и голеностопном суставе? | |
| Нет, деформаций нет | 10 |
| Да, есть незначительные нарушения, опороспособность не нарушена, незначительная деформация в заднем отделе или голеностопном суставе, отсутствуют какие-либо симптомы | 8 |
| Да, стопа неопороспособная, выраженная деформация, наличие симптомов | 0 |

Рисунок 7 – Кросс-культурно адаптированная и валидированная русскоязычная версия шкалы Американской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава AOFAS-AHS [21]

Для комплексной количественной оценки результатов хирургического лечения пациентов с хроническим плантарным фасциитом нами использовалась шкала AOFAS-AHS (American Orthopaedic Foot & Ankle Society – Ankle-Hindfoot Scale), которая представляет собой валидированный инструмент, учитывающий не только болевой синдром, но и функциональное состояние, объём движений, устойчивость, походку, а также наличие деформаций и опороспособность заднего отдела стопы и голеностопного сустава.

Общий максимальный балл по шкале составляет 100 и включает три компонента:

1. Боль – до 40 баллов.
2. Функция (включая активность, стабильность, походку и объём движений) – до 50 баллов.
3. Деформация/опороспособность – до 10 баллов.

Клинические методы

У всех пациентов в исследуемых группах осуществлялась комплексная клиничко-диагностическая оценка состояния стопы с применением общепринятых в травматологии и ортопедии принципов:

1. Наличие или отсутствие болевого синдрома в месте прикрепления подошвенной фасции к пяточной кости во время пальпации данной области [147].

2. Появление болевого синдрома при пассивном разгибании первого пальца стопы усиливает натяжение фасции – тест «Лебедки» [71]. При появлении болевого синдрома тест считается положительным.

3. Тест подъема на носки. При появлении болевого синдрома в области прикрепления подошвенной фасции к пяточной кости при подъеме на носки тест считается положительным [38].

4. Тест Сильверскольда. Для выявления контрактуры икроножно-камбаловидного комплекса всем пациентам выполнялся тест Сильверскольда. Тест проводится путем тыльного сгибания голеностопного сустава лежа на спине в двух различных положениях: с разогнутым и согнутым коленом [12, 15, 66].

С целью дифференциальной диагностики ПФ с различными невропатиями, проводились дополнительные тесты.

5. Тест Тинеля – это неинвазивный тест, с помощью которого можно определить возможную компрессию нервного волокна. Тест заключается в постукивании пальцем по ходу нервного волокна (пяточные и подошвенные нервы), что может вызвать покалывание или боль. Различные проявления раздражения нерва являются признаком повреждения последнего [62, 125].

6. Тест на компрессию. Считается положительным, если он вызывает усиление боли и возможные парестезии при пальпации и надавливании на область медиальной поверхности пяточной кости. Нервное волокно может компремироваться между глубокой фасцией отводящей мышцы первого пальца стопы и медиально-каудальным краем квадратной мышцы подошвы [69].

7. Тест Трепмана. Стопу приводят в положение подошвенного сгибания в сочетании с инверсией. При выполнении данного теста может происходить сдавление нервного волокна между мышцей, отводящей мизинец и коротким сгибателем мизинца стопы [105].

8. Тест на атрофию мышцы отводящей большой палец. При невропатии первой ветви латерального подошвенного нерва стопы может наблюдаться двигательная слабость в отводящей мышце пятого пальца стопы. Тест считается положительным, если во время отводящих и сгибательных движений определяется мышечная слабость в сравнении с другой стопой [69].

Плантоскопия

Плантоскопия является классическим, быстро выполняемым и высокодоступным методом оценки функционального состояния продольного свода стопы при нагрузке. Данный метод позволяет качественно оценить характер распределения нагрузки по подошвенной поверхности стопы и выявить наличие зон перегрузки.

Современные представления о патогенезе плантарного фасциита уделяют значительное внимание роли биомеханических факторов, в частности плоскостопию и нарушениям нормального распределения нагрузки по сводам

стопы. Согласно механическим моделям развития фасциита, деформация продольного свода приводит к увеличению натяжения плантарной фасции на протяжении фазы опоры, что трансформируется в хроническую микротравматизацию точки энтезиса (места прикрепления фасции к пяточной кости) [88]. Именно поэтому плантоскопия была включена в протокол исследования как скрининговый метод первичного выявления деформации свода стопы.

При помощи зеркального плантоскопа («Сурсил-орто», Россия) определялась степень уплощения продольного свода стоп без нагрузки и под нагрузкой (рисунок 8).



Рисунок 8 – Плантоскопия под нагрузкой у пациента с плантарным фасциитом (собственное наблюдение)

Целью плантоскопии была оценка характера распределения нагрузки по продольному и поперечному сводам стопы, а также выявление наличия или отсутствия зон перегрузки в различных областях.

Для оценки состояния продольного свода мы использовали метод С.Ф. Годунова и Г.Г. Потихановой. Для осуществления метода на плантограмме из центра отпечатка пятки проводят прямую линию через III межпальцевой промежуток (она отсекает грузовой свод от рессорного). В норме закрашенная часть плантограммы не должна распространяться за эту линию (рисунок 9) [25].

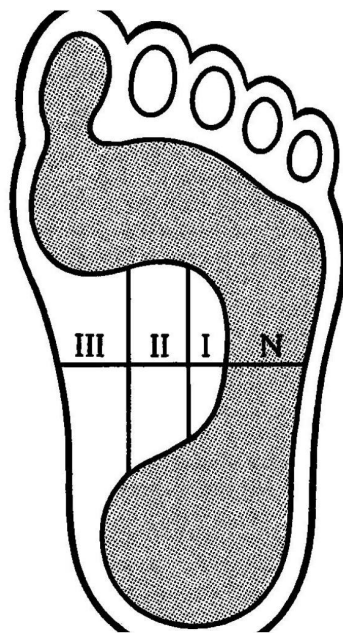


Рисунок 9 – Определение плоскостопия по методу С.Ф. Годунова и Г.Г. Потихановой [25]

Рентгенологическая диагностика стоп

Рентгенография стопы является одним из наиболее доступных, воспроизводимых и объективных методов визуализации костных структур опорно-двигательного аппарата. В контексте диагностики плантарного фасциита рентгенография позволяет провести точные морфометрические измерения высоты продольного свода, выявить костные изменения (остеофиты пяточной кости, кальцификацию в области энтезиса), а также исключить иные костные патологии, которые могут приводить к болевому синдрому в пяточной области (стресс-переломы, авульсионные переломы, опухолевые процессы).

Рентгенограммы проводились с нагрузкой (рентгенаппарат General Electric, Precision 500D, США). Оценивались такие параметры как: высота продольного свода, наличие остеофита пяточной кости. Оценку высоты продольного свода и наличие остеофита оценивали на боковых рентгенограммах. Высоту продольного свода определяли, как линейное расстояние от нижней точки ладьевидной кости до опорной линии, соединяющей нижнюю точку пяточной кости и головку I плюсневой кости (рисунок 10). Для оценки классификационных признаков плоскостопия использовалась следующая шкала, предложенная Е.Р. Михновичем, 2004 г. [8]:

- нормальная архитектура свода: 35-40 мм;
- плоскостопие I степени: 35-25 мм;
- плоскостопие II степени (умеренное): 24-17 мм;
- плоскостопие III степени (выраженное): <17 мм;
- полая стопа: >40 мм.

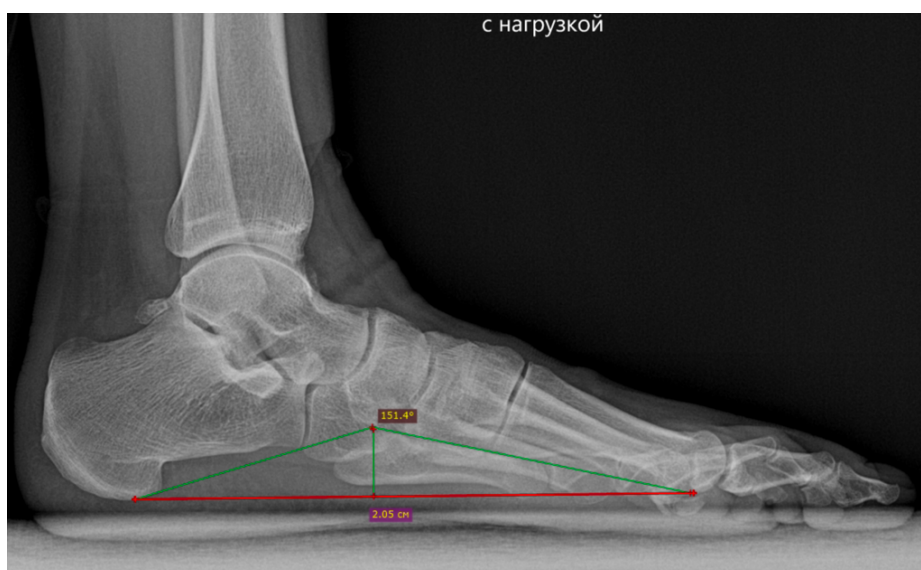


Рисунок 10 – Рентгенограмма стопы в боковой проекции с функциональной нагрузкой у пациентки Ш. Измерение угла и высоты продольного свода стопы (собственное наблюдение)

Пяточный остеофит определяется как линейный костный вырост в проекции медиального пяточного бугра, направленный в сторону подошвенной фасции (рисунок 11).



Рисунок 11 – Рентгенограмма стопы в боковой проекции с функциональной нагрузкой. Пяточный остеофит у пациента Н. (собственное наблюдение)

Ультразвуковая диагностика

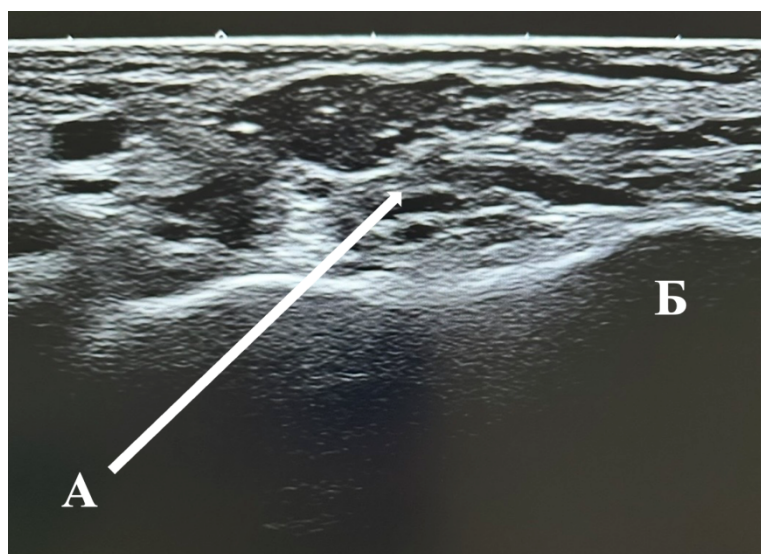
Ультразвуковое исследование (УЗИ) стопы представляет собой высокоинформативный, доступный и неинвазивный метод, позволяющий детально визуализировать архитектуру плантарной фасции и смежные мягкотканевые структуры в реальном времени. В отличие от рентгенографии, которая ограничена возможностями визуализации только минерализованных (костных) структур, УЗИ предоставляет информацию об эхоструктуре и эхогенности мягких тканей, позволяя оценить толщину фасции, степень её гомогенности, наличие гипо- или гиперэхогенных зон, соответствующих различным типам тканевых изменений:

- утолщение плантарной фасции (толщина $>4,0$ мм в области энтезиса);
- снижение эхогенности фасции (появление гипоэхогенных включений вместо нормально гиперэхогенного внешнего вида);

- нарушение нормальной гомогенности структуры с линейными дефектами;
- утолщение фасции в области прикрепления к пяточному бугру.

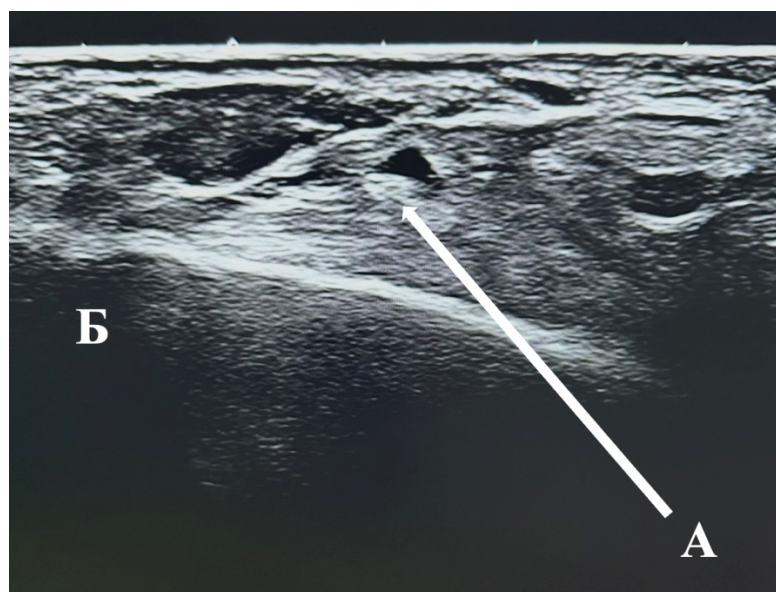
В ходе исследования проводилась ультразвуковая диагностика толщины плантарной фасции и других структур стопы (УЗ аппарат Canon Aplio a550, Япония).

Одним из важных компонентов ультразвукового исследования в пяточной области являлась оценка состояния медиального пяточного нерва (ветвь большеберцового нерва). Компрессия этого нерва остеофитом, гипертрофированной фасцией, узким тарзальным каналом или воспалительной инфильтрацией окружающих тканей может быть одним из источников персистирующей боли у пациентов с хроническим плантарным фасциитом (рисунки 12, 13).



А – медиальный пяточный нерв, Б – пяточная кость.

Рисунок 12 – Ультрасонографический ход медиального пяточного нерва. УЗ-датчик расположен продольно (собственное наблюдение)



А – медиальный пяточный нерв, Б – пяточная кость.

Рисунок 13 – Ультрасонографический ход медиального пяточного нерва.

УЗ-датчик расположен поперечно (собственное наблюдение)

Магнитно-резонансная томография

Магнитно-резонансная томография (МРТ) на сегодняшний день представляет собой наиболее информативный метод визуализации мягкотканевых структур стопы и играет ключевую роль в подтверждении диагноза плантарного фасциита, особенно при его хроническом или атипичном течении. Высокое пространственное разрешение и способность отображать патологические изменения в связках, фасциях и костной ткани делают МРТ предпочтительным методом верификации диагноза, а также важным инструментом при проведении дифференциальной диагностики.

В ходе исследования использовали магнитно-резонансный томограф SIEMENS "MAGNETOM Amira", Германия.

С диагностической точки зрения, при подозрении на плантарный фасциит наиболее значимым считается увеличение толщины подошвенной фасции.

В норме толщина медиального пучка подошвенной фасции составляет 2,5-3,5 мм. Значения ≥ 4 мм в области прикрепления к медиальному бугру пяточной

кости могут рассматриваться как критерий воспалительно-дегенеративных изменений (рисунок 14).



Рисунок 14 – Утолщение плантарной фасции на T2 изображении отмечено линейкой – 5,14 мм (собственное наблюдение)

Статистическая обработка

Статистическая обработка выполнена с использованием программы «Statistical Package for the Social Sciences» (SPSS), версия 22 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Общая характеристика исследуемых параметров проведена с использованием метода описательной статистики. Проверка выборки на нормальность распределения выполнена по критерию Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Для оценки статистически значимых различий количественных показателей между независимыми выборками применялся критерий Манна-Уитни, для сравнения зависимых выборок – критерий Уилкоксона.

Количественные показатели представлены в виде медианы (Me) и межквартильного размаха (Q1-Q3). Качественные признаки представлены в виде абсолютных значений и относительных частот (%). Сравнение частот между

группами проводилось с использованием критерия χ^2 Пирсона. Различия признавались статистически значимыми при двустороннем $p < 0,05$.

Сравнительная характеристика обеих групп

С целью оценки сопоставимости исследуемых выборок был проведен анализ возрастного, полового состава и длительности заболевания у пациентов в обеих группах.

Возраст женщин в группе 1 составил 47 [42; 58] лет, мужчин – 51 [41; 61] лет. В группе 2 аналогичные показатели составили 47 [42; 58] лет и 49 [42; 59] лет соответственно (рисунок 15).

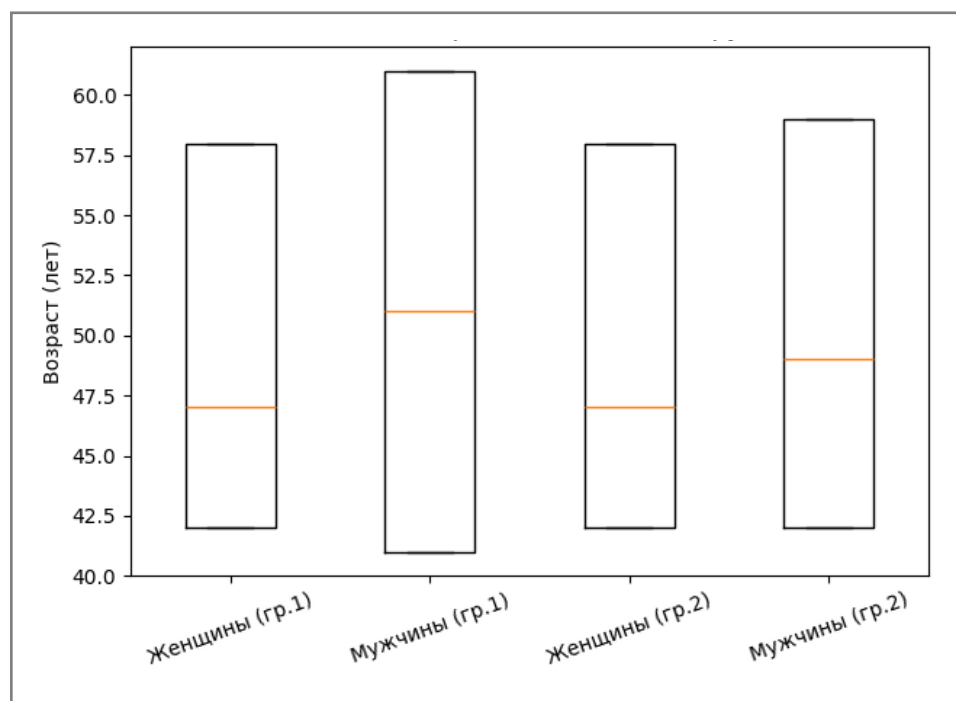


Рисунок 15 – Распределение возраста пациентов в исследуемых группах

Длительность болевого синдрома в группе 1 составила 11 [8; 14] месяцев, в группе 2 – 10 [8; 14] месяцев (рисунок 16).

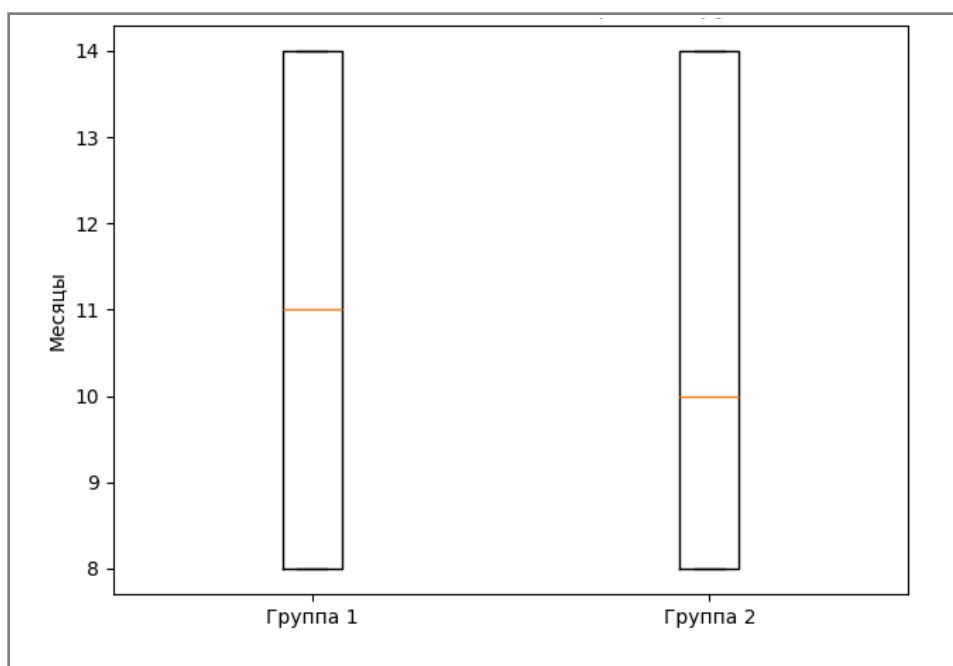


Рисунок 16 – Длительность болевого синдрома у пациентов в исследуемых группах

Сравнительный анализ не выявил статистически значимых различий между группами по возрасту, полу и длительности заболевания ($p > 0,05$), что свидетельствует об их сопоставимости и позволяет корректно проводить дальнейший статистический анализ (таблица 3).

Таблица 3 – Основные характеристики исследуемых групп

| Показатель | Группа 1 (n=52) | Группа 2 (n=34) | <i>p</i> |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|----------|
| Мужчины, n (%) | 16 (30,8%) | 10 (29,4%) | 0,99 |
| Женщины, n (%) | 36 (69,2%) | 24 (70,6%) | 0,99 |
| Возраст женщин, лет | 47 [42; 58] | 47 [42; 58] | 0,78 |
| Возраст мужчин, лет | 51 [41; 61] | 49 [42; 59] | 0,78 |
| Длительность заболевания, мес. | 11 [8; 14] | 10 [8; 14] | 0,84 |

Группы были сопоставимы по полу, возрасту и длительности заболевания ($p > 0,05$), что свидетельствует о репрезентативности оформленных выборок и возможности проведения корректного статистического анализа.

Резюме

Таким образом, представлена характеристика дизайна работы, описаны критерии включения и невключения пациентов в исследование, методы клинического, инструментального и статистического анализа.

Исследование носило ретро-проспективный сравнительный характер и включало пациентов с клинически и инструментально подтвержденным диагнозом плантарного фасциита, сопровождающегося хроническим болевым синдромом. Были сформированы две группы наблюдения, сопоставимые по основным характеристикам, включая возраст, пол и длительность заболевания. Оценка клинического состояния пациентов проводилась с использованием валидированных шкал, включающих визуально-аналоговую шкалу боли (ВАШ) для количественной оценки интенсивности болевого синдрома, а также шкалы, отражающие степень нарушения функции стопы и качество жизни пациентов.

В основную группу вошли пациенты, которые были прооперированы по предлагаемому методу. В качестве контрольной группы рассматривались пациенты, получавшие традиционные методы хирургического лечения, что позволило провести сравнительную оценку эффективности и безопасности различных подходов.

Статистическая обработка данных выполнялась с использованием методов медицинской статистики. В связи с отсутствием нормального распределения большинства показателей применялись непараметрические методы анализа, включая расчет медианы и квартилей. Для оценки значимости различий использовались соответствующие критерии, позволяющие корректно интерпретировать полученные результаты. Уровень статистической значимости принимался равным $p < 0,05$.

Глава 3

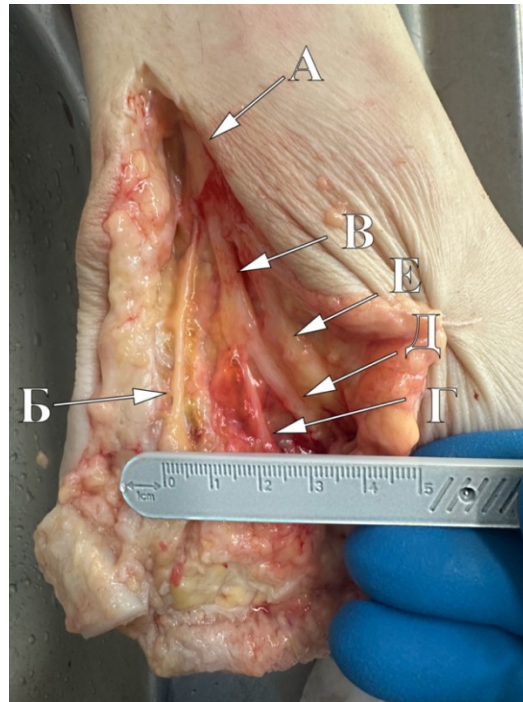
РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Результаты анатомического анализа особенностей вариативности медиального пяточного нерва, его взаимоотношений с анатомическими структурами медиальной пяточной области

Для изучения и оценки в эксперименте на биоманекенах анатомической вариативности нервных волокон медиальной пяточной области стопы проведено препарирование медиальной пяточной области у 16 трупов – 32 стопы (9 женщин и 7 мужчин). Возраст и рост женщин составили: 47 [28; 56] лет и 164 [158; 178] см. Возраст и рост мужчин составили: 53 [45; 61] года и 175 [170; 182] см соответственно. Критериями исключения для использования трупных образцов были видимые признаки предыдущей травмы или операции в области лодыжки или стопы, патологические деформации, различные повреждения или внешние дефекты. Исследование проведено в условиях СПб ГБУЗ «Городское патологоанатомическое бюро» Калининского района г. Санкт-Петербурга. Каждая нижняя конечность была помещена в анатомическое положение, а стопа была перпендикулярна оси большеберцовой кости, чтобы свести к минимуму ошибки измерений. Препарирование кожи и подкожно-жировой клетчатки производилось путем формирования Y-образного разреза, лоскуты были отведены для лучшей визуализации. Сухожильно-мышечный комплекс медиальной части стопы и подошвенный апоневроз были частично удалены, чтобы обнажить нервные волокна. Большеберцовый нерв и его ветви были препарированы от дистальной трети голени к подошве. В данном исследовании для каждого образца измеряли толщину ББН и МПН, определяли расстояние (в сантиметрах) от верхушки медиальной лодыжки до точки отхождения МПН от ББН, а также до точки деления ББН на медиальный и латеральный подошвенные нервы. Дополнительно фиксировали количество стволов МПН (число отдельных ветвей, отходящих от ББН к пяточной области)

и анатомическую зону окончания МПН (в подкожно-жировой клетчатке пяточной области, либо у медиальной бугристости пяточной кости).

При препарировании медиальный пяточный нерв был обнаружен и описан на всех 32 стопах. Диаметр (толщина) ББН в области тарзального канала составил 5,6 [4,3; 5,9] мм. Толщина (наружный диаметр) МПН варьировала, составляя 1,9 [1,7; 2,3] мм (рисунок 17).



А – ББН; Б – МПН; В – ЛПН; Г – первая ветвь латерального подошвенного нерва;
Д – продолжение ЛПН; Е – МПШН.

Рисунок 17 – Топографическая картина медиальной пяточной области
(собственное наблюдение)

Представлена гистограмма распределения толщины медиального пяточного нерва (МПН): у большинства образцов (68,8%, 22 случая) толщина нерва составляла 0,5-2,0 мм, в 5 случаях (15,6%) – 2,1-3,0 мм, в 2 случаях (6,3%) – 3,1-4,9 мм, и в 3 случаях (9,4%) – превышала или была равна 5,0 мм (максимальное зафиксированное значение – 5,4 мм) (рисунок 18).

Отхождение МПН от ББН происходило на различном уровне относительно верхушки медиальной лодыжки: минимальное расстояние составляло 1,0 см (проксимальнее верхушки), максимальное – 4,5 см (дистальнее, в направлении

стопы). Уровень отхождения МПН составил 2,7 [2,2; 2,9] см дистальнее вершины медиальной лодыжки (рисунок 19).

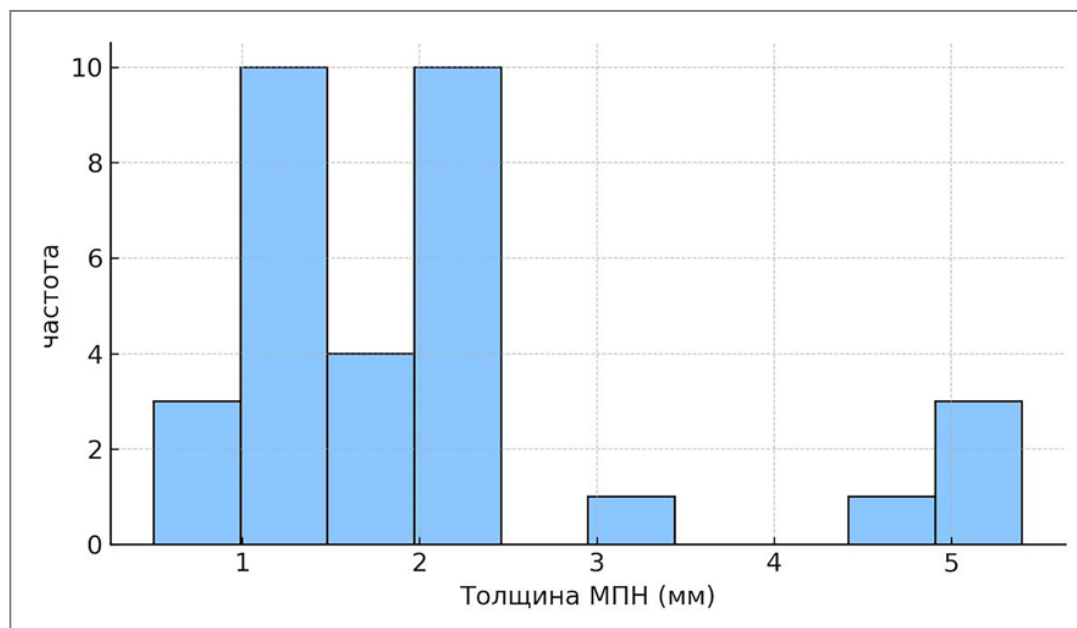
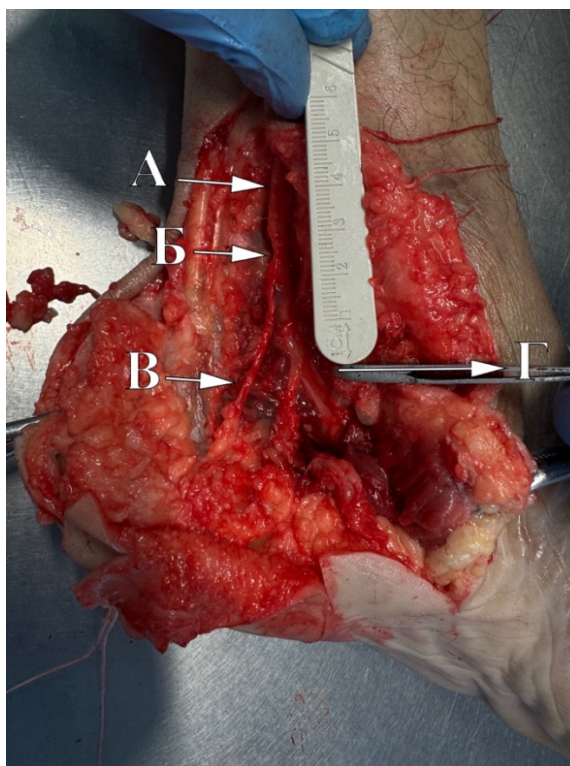


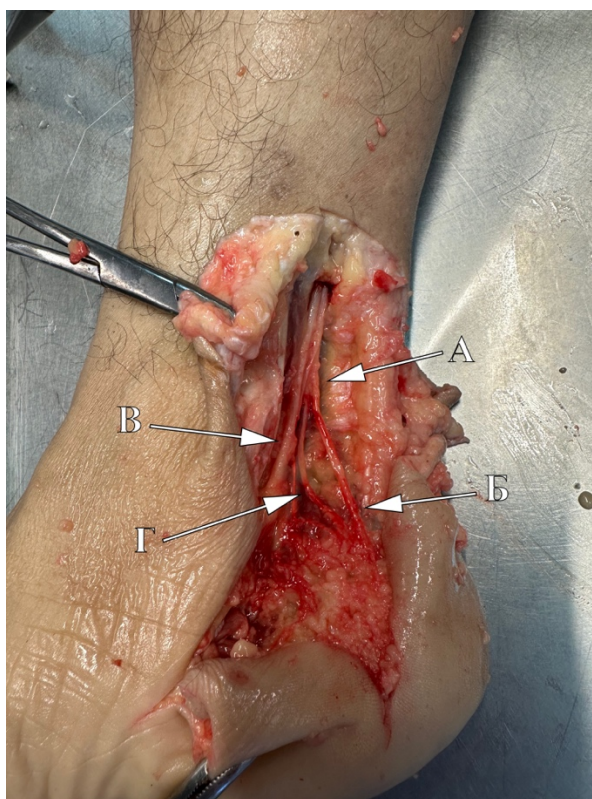
Рисунок 18 – Гистограмма распределения толщины МПН



А – ББН; Б – зона отхождения МПН от ББН; В – МПН;
Г – уровень вершины медиальной лодыжки.

Рисунок 19 – Топографическая картина медиальной пяточной области
(собственное наблюдение)

В абсолютном большинстве наблюдений (84,4%) медиальный пяточный нерв отходил от большеберцового нерва единственным стволом. В 5 случаях (15,6%) выявлено два отдельных ствола МПН, отходящих от ББН и направляющихся к медиальной бугристости пяточной кости и в подкожно-жировой слой (рисунок 20).



А – зона отхождения дополнительного нервного ствола МПН; Б – МПН; В – ЛПН;
Г – дополнительный нервный ствол МПН.

Рисунок 20 – Топографическая картина медиальной пяточной области
(собственное наблюдение)

Сравнение правых и левых стоп не выявило существенных различий в морфометрических показателях МПН. Половых различий толщины или уровня отхождения МПН также не отмечено ($p > 0,05$) (таблица 3).

В типичных случаях (более 80%) МПН отходил от ББН проксимальнее точки бифуркации на медиальный и латеральный подошвенные нервы. Однако

в 5 наблюдениях (15,6%) имела место нетипичная картина: МПН отходил дистальнее бифуркации, т.е. отходил не непосредственно от ствола ББН, а от латерального подошвенного нерва (в 4 случаях) либо непосредственно в месте разделения ББН (в 1 случае).

Таким образом, в 15% случаев медиальный пяточный нерв являлся ветвью латерального подошвенного нерва, что указывает на вариант развития, значимый для понимания вариабельности иннервации пяточной области. Зона окончания МПН оказалась относительно постоянной: 23 нерва (72%) заканчивались в подкожно-жировой клетчатке пяточной области, образуя там разветвлённую сеть тонких веточек, обеспечивающих чувствительную иннервацию кожи пяточной области стопы. В остальных 9 случаях (28%) ветвь МПН доходила до области медиальной бугристости пяточной кости, где ее терминальные ветви уходили вглубь периоста и связочных структур.

Резюме к подглаве

Таким образом, полученные результаты демонстрируют значительную анатомическую вариативность медиального пяточного нерва. В частности, уровень отхождения МПН от большого нервного ствола (ББН) колеблется в диапазоне от 1 см дистальнее до 4,5 см проксимальнее относительно ориентира (верхушки медиальной лодыжки). Это подтверждает данные отдельных исследований о вариабельности прохождения пяточных ветвей большеберцового нерва. В ходе исследования представлены данные о толщине (диаметре) МПН на трупном материале, количественно описан данный показатель значений: значение толщины МПН составило 1,9 мм с колебаниями от нитевидных 0,5 мм до относительно крупных 5,4 мм. Важным наблюдением стало выявление случаев, когда медиальный пяточный нерв отходит не напрямую от большеберцового нерва, а от латерального подошвенного нерва. Ранее подобные варианты упоминались, однако их частота по нашим данным составляет около 15%, что несколько ниже, чем сообщалось в единичных зарубежных работах (около 27%) [36]. В 15% случаев МПН отходил дистальнее тарзального канала –

от латерального подошвенного нерва, что следует учитывать при оценке анатомии нерва.

Кроме того, вариативность толщины МПН означает, что выраженность клинических проявлений при его невропатии может различаться – более крупные стволы потенциально более уязвимы к сдавлению. Результаты данного исследования не только расширяют морфологические представления, но и служат базой для улучшения клинической диагностики и хирургической профилактики повреждений МПН.

Знание основных ориентиров и анатомической вариативности прохождения медиального пяточного нерва может улучшить результаты диагностики и лечения заболеваний, проявляющихся пяточной болью.

3.2 Разработка метода лечения хронического болевого синдрома при плантарном фасциите с помощью радиочастотной денервации

Для увеличения эффективности оперативного вмешательства и сокращения сроков реабилитации пациента после операции, разработан способ хирургического лечения хронического болевого синдрома у пациентов с ПФ, обеспечивающий минимальное воздействие на мягкие ткани пяточной области.

С этой целью предложен способ лечения хронического болевого синдрома при плантарном фасциите (патент РФ на изобретение № 2845523 от 06.02.2025).

Операцию выполняли в положении пациента лежа на спине, под местной инфильтрационной анестезией. После обработки операционного поля раствором антисептика и укрывания стерильным бельем проводили ультразвуковую диагностику медиальной части стопы (рисунок 21). При динамическом ультразвуковом контроле производили определение места отхождения медиального пяточного нерва.



Рисунок 21 – Ультразвуковая диагностика места отхождения медиального пяточного нерва (собственное наблюдение)

В месте предполагаемого ввода электрода кожу инфильтрировали Sol. Bupivacaini 0,5% – 0,5 мл (рисунок 22).



Рисунок 22 – Интраоперационное фото. Местная инфильтрационная анестезия кожи (собственное наблюдение)

При продолжающемся ультразвуковом контроле электрод с активным наконечником 5 мм располагали в непосредственной близости к медиальному пяточному нерву в 1 см дистальнее от места его отхождения от большеберцового нерва (рисунки 23, 24).

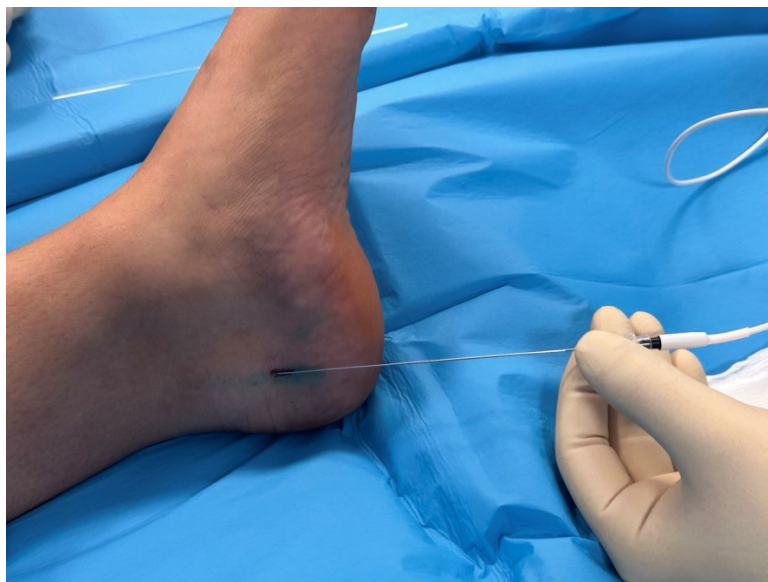


Рисунок 23 – Интраоперационное фото. Введение электрода с активным наконечником в медиальную пяточную область стопы (собственное наблюдение)



Рисунок 24 – Зона предполагаемого места денервации (рисунок автора)

Радиочастотная абляция выполнялась (генератор радиочастот CoATherm АК-А304) 2 периодами в непрерывном режиме по 2 минуты, при температуре 75 °С. Затем электрод удалялся и накладывалась асептическая повязка (рисунок 25).



Рисунок 25 – Интраоперационное фото. Наложение асептической повязки после вмешательства (собственное наблюдение)

Продолжительность операции составляла 5,4 [4,1; 6,6] мин. В ходе выполнения вмешательства по предложенной методике каких-то хирургических особенностей или осложнений не отмечено.

В раннем послеоперационном периоде (первые 4 дня) пациенту прикладывали холод к месту введения электрода, а также использовали таблетированные нестероидные противовоспалительные средства.

Пациенты обеих групп получали следующий объем реабилитационных мероприятий: выполняли упражнения на растяжение плантарной фасции и ахиллова сухожилия, укрепление мышц стопы и голени, лечебная физкультура согласно периодам послеоперационного наблюдения, массаж стоп и голени 7-10 сеансов (через 2-4 месяца после операции).

Резюме к подглаве

Разработана и внедрена оригинальная методика лечения хронического болевого синдрома у пациентов с плантарным фасциитом при динамическом ультразвуковом контроле. Проведенный анализ продемонстрировал высокую клиническую эффективность и надёжность данного подхода. Полученные данные вызвали необходимость переосмысления традиционных хирургических доступов, применяемых при стандартных методах лечения (в частности, открытой фасциотомии подошвенного апоневроза). Современные тенденции в хирургии ориентированы на минимизацию инвазивности вмешательств, поскольку уменьшение размера доступа способствует снижению операционной травмы и позволяет пациентам быстрее возвращаться к привычной активности.

Использование данного способа лечения повышает эффективность операции, минимизируя риск послеоперационных осложнений за счет исключения разрезов кожи и рассечений подошвенного апоневроза, что в свою очередь снижает вероятность формирования в отдаленном периоде синдрома латеральной колонны и прогрессирования продольного плоскостопия, уменьшает длительность операции, а также ускоряет реабилитацию пациентов.

С целью проверки гипотезы о том, что малоинвазивное вмешательство способно ускорить реабилитацию и улучшить клинические исходы, было проведено ретроспективное клиническое исследование. Подробности его дизайна, методологии и материалов представлены в следующих разделах.

3.3 Результаты сопоставления показателей инструментальной визуализации с клинико-анатомическими изменениями стопы при хроническом плантарном фасциите

С целью решения задачи исследования оценена взаимосвязь между результатами инструментальных исследований и морфофункциональными особенностями стоп у пациентов с верифицированным диагнозом хронического плантарного фасциита в группе № 1.

Комплексный диагностический подход, включивший методики различной информативности – от плантоскопии до высокотехнологичных методов визуализации (магнитно-резонансная томография) – позволил охарактеризовать анатомо-функциональное состояние опорных структур стопы и выявить потенциальные патогенетические факторы хронизации болевого синдрома в пяточной области.

Методологическое обоснование выбора указанных методов исследования состояло в том, что каждый из них предоставляет дополнительную информацию о различных уровнях патологического процесса: плантоскопия отражает функциональную деформацию архитектуры стопы под нагрузкой, рентгенография под нагрузкой визуализирует костные структуры и дает представление о снижении высоты продольного свода стопы, ультразвуковое исследование и МРТ позволяют детально оценить мягкотканевые компоненты.

Плантоскопия

По результатам плантоскопии были получены следующие данные: продольное плоскостопие диагностировано в 43 из 52 случаев, что составило 82,7% пациентов (рисунок 26).

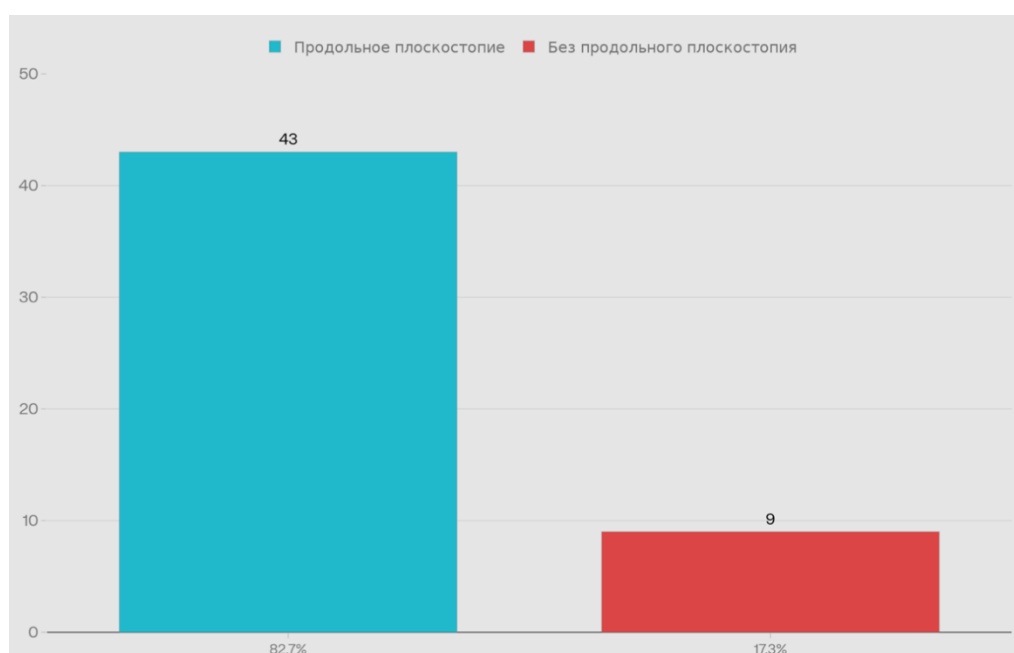


Рисунок 26 – Распределение пациентов в исследуемой выборке по наличию или отсутствию плоскостопия

Полученные данные демонстрируют высокую распространённость плоскостопия в анализируемой когорте пациентов. По данным литературы, распространённость продольного плоскостопия в общей популяции взрослого населения колеблется в пределах 15%, что значительно ниже полученного результата [135]. Такое соотношение выявленного плоскостопия в группе пациентов с хроническим плантарным фасциитом позволяет заключить, что деформация продольного свода является одним из биомеханических факторов, предрасполагающих к развитию и хронизации болевого синдрома в пяточной области.

Уплотнение продольного свода стопы приводит к увеличению расстояния между точками прикрепления плантарной фасции (от пяточного бугра к головкам плюсневых костей), что трансформируется в постоянное избыточное натяжение фасции.

Количественные индексы плантоскопии (такие как индекс Чижина, индекс Стахели) подвержены значительной вариативности в зависимости от различных внешних факторов (влажности подошвенной поверхности стопы, особенностей кожного покрова и других технических факторов), ввиду этого в условиях нашего исследования мы не стали оценивать величину распластывания сводов стопы и установления степеней плоскостопия.

Рентгенологическая диагностика

Высота продольного свода определялась на боковых (латеральных) рентгенограммах [17].

На основании измерений высоты продольного свода стопы и классификации по приведенным критериям, было установлено следующее распределение по степеням плоскостопия (рисунок 27):

- I степень плоскостопия – у 19,2% пациентов (n=10);
- II степень плоскостопия – у 32,7% пациентов (n=17);
- III степень плоскостопия – у 32,7% пациентов (n=17);
- нормальная высота свода – у 15,4% пациентов (n=8);
- полая стопа у пациентов группы № 1 зарегистрирована не была.

Таким образом, различные формы плоскостопия присутствовали у 84,6% обследованных, что указывает на крайне высокую распространенность данной деформации в анализируемой группе.

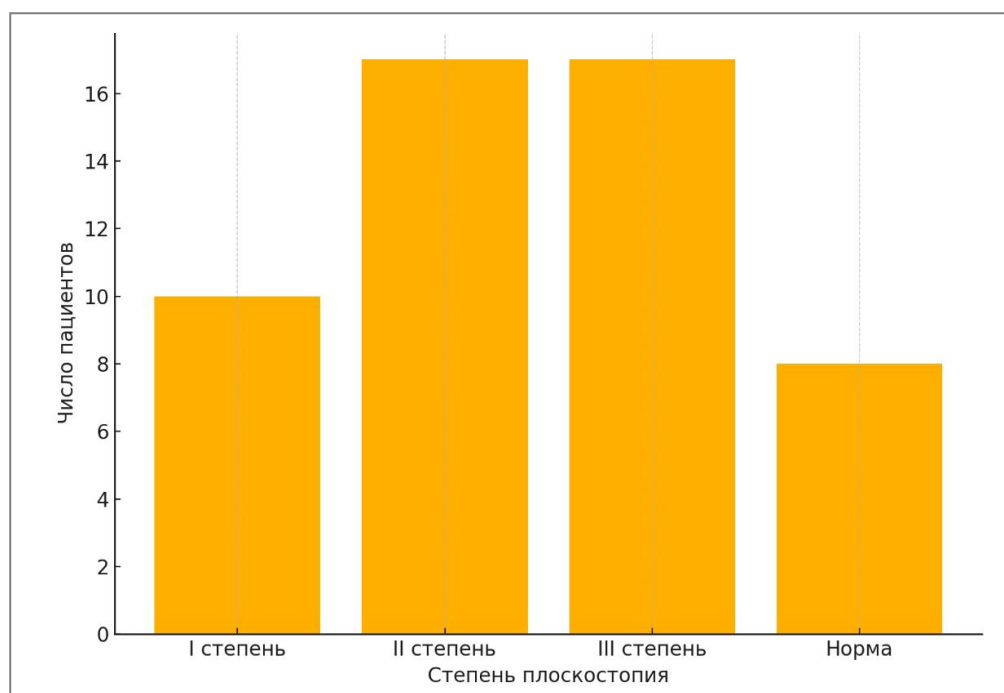


Рисунок 27 – Распределение по степеням плоскостопия у пациентов в группе № 1

Выявленная частота плоскостопия (84,6%) свидетельствует о значимой ассоциации между плоскостопием и хроническим плантарным фасциитом.

Частота выявления пяточного остеофита

Проведенный анализ рентгенограмм в боковой проекции продемонстрировал наличие рентгенологически подтвержденных пяточных экзостозов у 34 из 52 обследованных лиц, что составляет 65,4% выборки (рисунок 28).

Указанная частота полностью коррелирует с данными современной литературы, согласно которым наличие кальканеальных остеофитов наблюдается у 45-85% больных, страдающих плантарным фасциитом, и подтверждает высокую информативность боковой рентгенографии как метода первичной диагностики данного заболевания [88].



Рисунок 28 – Частота выявления остеофита пяточной области в группе № 1

С целью установления возможной патогенетической ассоциации между соматометрическими характеристиками и формированием костных разрастаний в области бугра пяточной кости была осуществлена сравнительная оценка индекса массы тела (ИМТ) в группах пациентов с наличием и отсутствием кальканеального остеофита.

Индекс массы тела рассчитывался по формуле:

$$\text{ИМТ} = \text{масса тела (кг)} / \text{рост (м)}^2, \quad (1)$$

Классификация ИМТ согласно ВОЗ [26]:

- нормальный вес: 18,5-24,9 кг/м²;
- избыточный вес: 25,0-29,9 кг/м²;
- ожирение I степени: 30,0-34,9 кг/м²;
- ожирение II степени: 35,0-39,9 кг/м²;
- ожирение III степени: $\geq 40,0$ кг/м².

У пациентов с выявленными остеофитами (n=34) медианное значение ИМТ составило 30,8 [27,4; 34,5] кг/м², что соответствует ожирению I степени по классификации ВОЗ. В группе без кальканеального остеофита (n=18), ИМТ был статистически значимо ниже и составил 24,5 [22,0; 27,8] кг/м². Различия между

группами были статистически значимыми ($p < 0,001$; критерий Манна-Уитни) (рисунок 29).

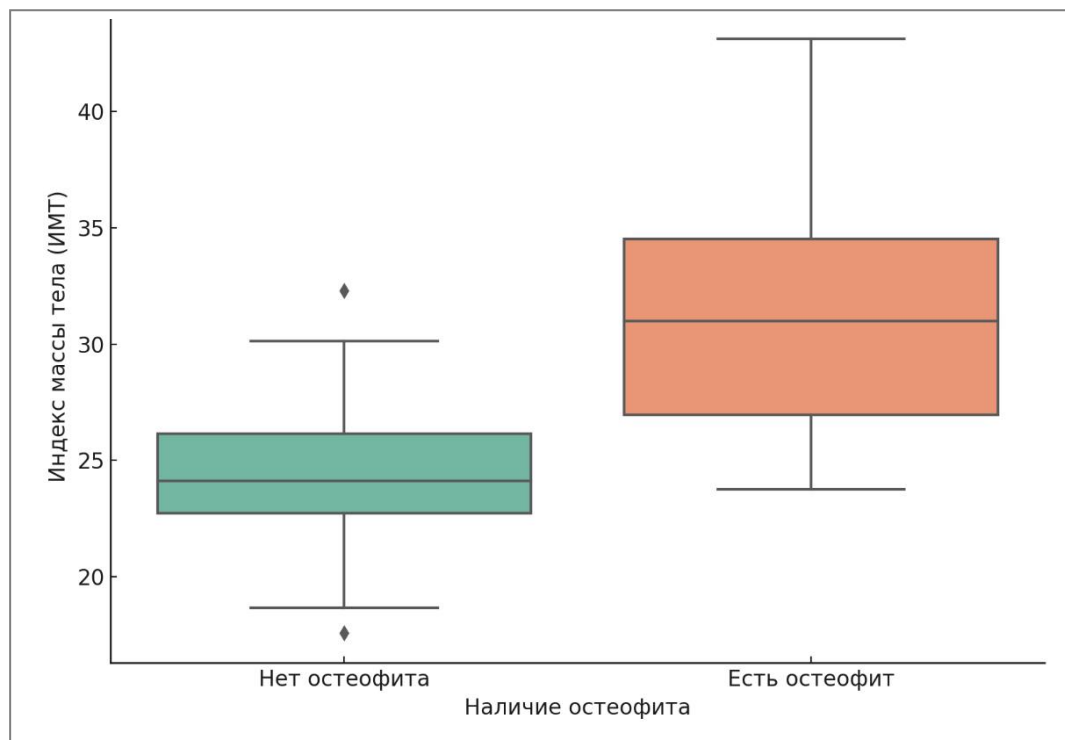


Рисунок 29 – Распределение пациентов в зависимости от ИМТ и наличия остеофита пяточной кости

Полученные результаты позволяют утверждать, что избыточная масса тела является значимым предрасполагающим фактором к развитию пяточных остеофитов. Повышенный ИМТ, очевидно, усиливает нагрузку на фасциально-связочный аппарат заднего отдела стопы, в частности – на место прикрепления подошвенной фасции к медиальному бугру пяточной кости, что, в свою очередь, способствует микротравматизации энтезиса, локальному воспалению и последующему энтезофитозу.

Таким образом, представленные данные подтверждают наличие достоверной корреляции между соматометрическими параметрами (в частности, ИМТ) и частотой формирования кальканеального остеофита при хроническом болевом синдроме пяточной области (рисунок 30).

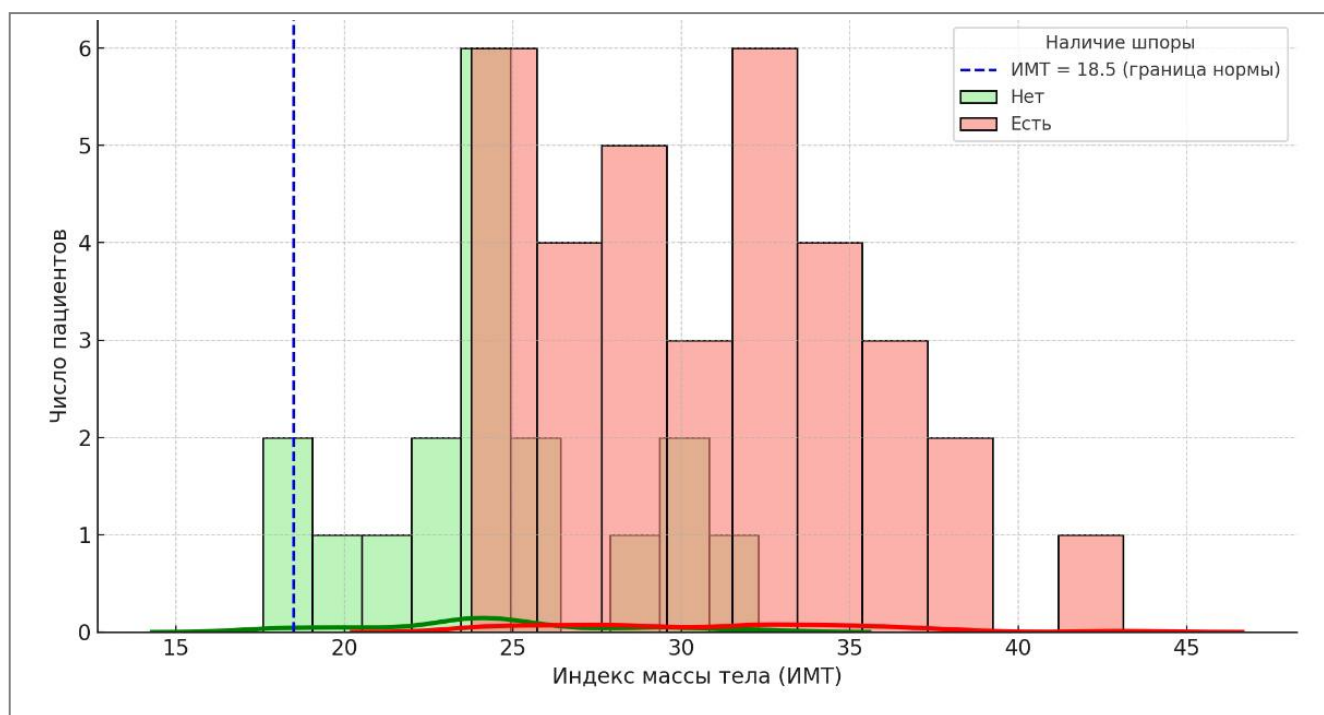


Рисунок 30 – Распределение ИМТ в зависимости от наличия пяточной шпоры у пациентов в группе № 1

Ультразвуковая диагностика

Пациентам (группа № 1) была выполнена ультрасонография плантарной области обеих стоп. При этом у 48 пациентов отмечены односторонние проявления заболевания и у 4 – двусторонние симптомы.

Исследование проводилось в стандартных условиях, с пациентом в положении лёжа на спине с согнутыми в коленных суставах нижними конечностями, что обеспечивало максимальное расслабление мышц голени и плантарной фасции. Обследовались подошвенные структуры обеих нижних конечностей независимо от наличия или отсутствия клинических симптомов, что позволяло получить информацию как о поражённой (симптоматичной), так и о здоровой конечности.

Выявленное распределение (92,3% одностороннее поражение, 7,7% двусторонние симптомы) соответствует классическому описанию в литературе, где хронический плантарный фасциит в большинстве случаев начинается односторонне и только в меньшей доле случаев приобретает билатеральный

характер. Это распределение подтверждает типичность анализируемой когорты по клинико-эпидемиологическим характеристикам.

У пациентов в группе № 1 толщина подошвенной фасции по данным ультразвукового исследования составила 3,6 [3,2; 3,9] мм.

Для контекстуализации полученного результата необходимо было сравнить его с известными нормальными показателями. В норме толщина подошвенной фасции у здоровых взрослых лиц составляет около 3 мм [116]. Полученное нами значение (3,6 мм) находится в пограничной зоне между нормой и патологией, немного превышая верхнюю границу нормального диапазона.

Анализ медиального пяточного нерва при ультразвуковом исследовании

В ходе исследования у всех 52 пациентов определялся медиальный пяточный нерв. Во всех случаях медиальный пяточный нерв отделялся от большеберцового в ретромалеллярной ямке. В 2 случаях (3,8%) по ходу волокна он отдавал дополнительные ветви, которые были направлены в своем расположении к пяточному бугру. Невромы (утолщение нервного волокна) зарегистрированы не были.

Выявленные анатомические варианты (дополнительные ветви у 3,8% пациентов) могут рассматриваться как факторы, потенциально увеличивающие риск компрессии нерва в условиях воспаления и отёка окружающих тканей.

Магнитно-резонансная томография

Толщина подошвенной фасции по данным магнитно-резонансной томографии в группе № 1 составила 3,7 [3,4; 4,2] мм, что соответствует значению, полученному при ультразвуковом исследовании (3,6 мм). Выявленная тенденция в увеличении данного показателя отражает различия в пространственном разрешении методов.

Резюме к подглаве

Проведённое комплексное инструментально-диагностическое исследование позволило охарактеризовать клинико-анатомический профиль хронического плантарного фасциита в анализируемой когорте пациентов (n=52) и выявить

ключевые морфометрические особенности, ассоциированные с развитием и хронизацией данного заболевания.

Высокая распространённость плоскостопия (84,6%) в группе пациентов с хроническим плантарным фасциитом подтверждает роль плоскостопия как одного из основных этиопатогенетических факторов. Выявление кальканеального остеофита у 65,4% пациентов служит морфологическим маркером длительно текущего патологического процесса и хронического механического стресса. Статистически значимая ассоциация между повышенным индексом массы тела (30,8 [27,4; 34,5] кг/м²) и наличием кальканеальных остеофитов ($p < 0,001$; критерий Манна–Уитни) подтверждает механическую теорию энтезопатии.

Полученные результаты подтверждают мультифакториальность этиопатогенеза хронического плантарного фасциита и обосновывают необходимость индивидуализированного, многоуровневого подхода к диагностике и лечению данного заболевания.

3.4 Сравнительный анализ эффективности использования радиочастотной денервации и традиционного метода хирургического лечения у больных с плантарным фасциитом

3.4.1 Оценка болевого синдрома до и после операции

В предоперационном периоде пациенты группы № 1 демонстрировали выраженный болевой синдром: показатель по ВАШ составил 7,2 [6,8; 7,6] см, что соответствует выраженному болевому синдрому.

Через 30 дней после выполнения радиочастотной денервации медиального пяточного нерва зарегистрировано резкое снижение боли: показатель ВАШ составил 1,6 [1,3; 1,9] см, что соответствует легкому болевому синдрому, либо его полному отсутствию у значительной части пациентов. Уже на этом этапе

большинство больных сообщали о возвращении к обычной повседневной активности без ограничений.

В отдалённом послеоперационном периоде (через 12 месяцев) анальгетический эффект сохранялся: показатель ВАШ составил 0,7 [0,5; 0,9] см, что подтверждает стабильное и стойкое купирование болевого синдрома.

Таким образом, радиочастотная денервация обеспечивает не только быстрое, но и длительное устранение болевого синдрома у пациентов с хроническим плантарным фасциитом. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности и патогенетической обоснованности методики, обеспечивая стабильное снижение боли в течение как минимум года после операции (рисунок 31).

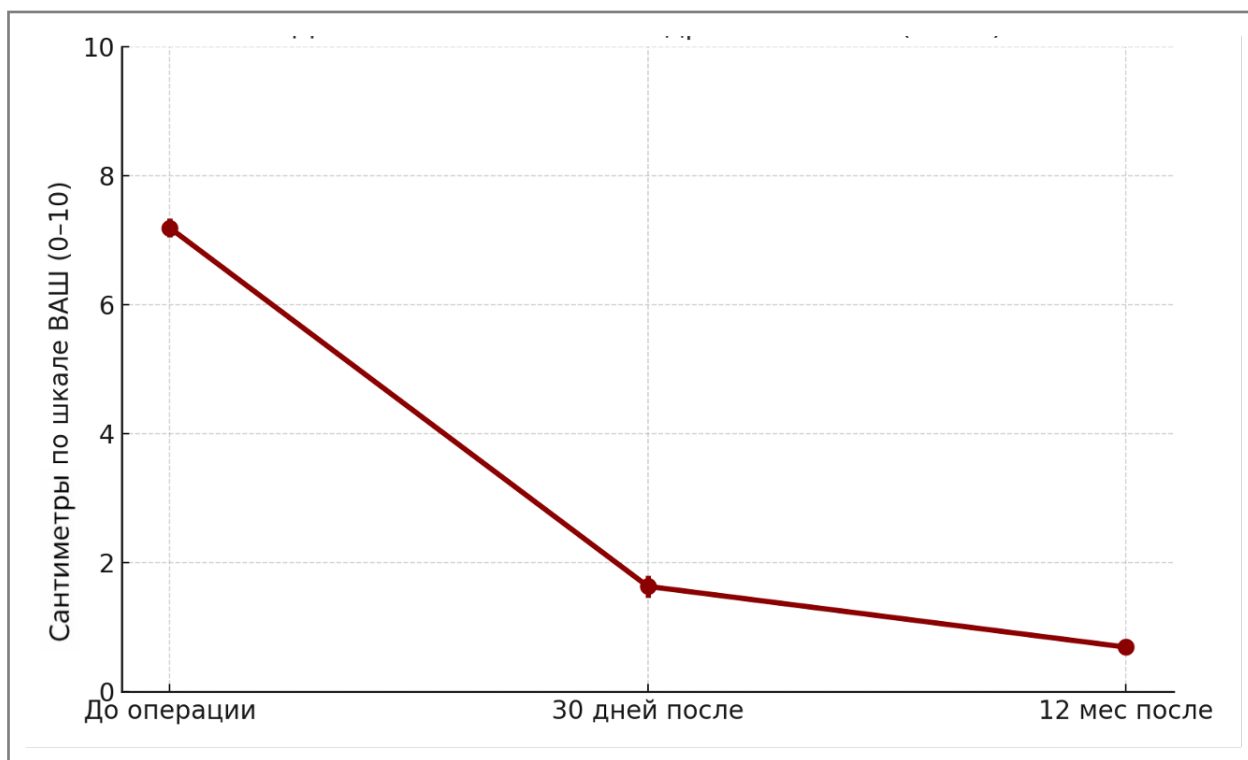


Рисунок 31 – Динамика болевого синдрома по ВАШ (группа № 1)

С целью сравнения с группой № 2 приведены данные (таблица 4).

Таблица 4 – Сравнительный анализ показателей болевого синдрома у пациентов обеих исследуемых группах

| Группа | До операции, см | Через 30 дней после операции, см | Через 12 месяцев после операции, см |
|------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| Группа № 1 (РЧД) | 7,2 [6,8; 7,6] | 1,6 [1,3; 1,9] | 0,7 [0,5; 0,9] |
| Группа № 2 (ОФ) | 7,4 [7,0; 7,8] | 3,5 [3,0; 4,0] | 0,9 [0,7; 1,2] |

Для оценки различий внутри групп использовались непараметрические методы анализа, для межгрупповых сравнений – непараметрические критерии для независимых выборок. Значения $p < 0,05$ считались статистически значимыми (таблица 5).

Таблица 5 – Оценка статистической достоверности различий показателей ВАШ в исследуемых группах

| Сравниваемые показатели | Группа № 1 | Группа № 2 | <i>p</i> (межгрупповое сравнение) |
|--------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------------|
| До операции / через 30 дней | $p < 0,001$ | $p < 0,001$ | $< 0,001$ |
| До операции / через 12 месяцев | $p < 0,001$ | $p < 0,001$ | $> 0,05$ |

Анализ динамики болевого синдрома по шкале ВАШ в обеих сравниваемых группах подтвердил эффективность как радиочастотной денервации (группа № 1), так и открытого релиза фасции (группа № 2) в снижении интенсивности боли у пациентов с хроническим плантарным фасциитом. Однако выраженность и темпы регресса болевого синдрома статистически и клинически различались между вмешательствами. В дооперационном периоде уровень боли в обеих группах был сопоставим: 7,2 [6,8; 7,6] см в группе № 1 и 7,4 [7,0; 7,8] см в группе № 2 ($p > 0,05$), что указывает на одинаково выраженный болевой синдром при включении пациентов в исследование.

Через 30 дней после вмешательства в группе радиочастотной денервации отмечено более выраженное снижение болевого синдрома по сравнению с группой ОФ: 1,6 [1,3; 1,9] см и 3,5 [3,0; 4,0] см соответственно ($p < 0,001$). Это свидетельствует о более быстром достижении клинически значимого анальгетического эффекта при применении радиочастотной денервации, вероятно обусловленного отсутствием интраоперационной травматизации фасции и минимальной инвазивности метода.

В отдалённом послеоперационном периоде (через 12 месяцев) различия между группами сохранялись, однако были менее выражены: 0,7 [0,5; 0,9] см в группе № 1 и 0,9 [0,7; 1,2] см в группе № 2, что отражает стабильное устранение болевого синдрома вне зависимости от метода вмешательства. Это позволяет методу одинаково снизить болевой синдром и сохранить эффект в отдалённом послеоперационном периоде ($p > 0,05$).

Таким образом, полученные результаты подтверждают, что радиочастотная денервация обеспечивает быстрое и длительное купирование болевого синдрома у пациентов с рефрактерным плантарным фасциитом. Устойчивое снижение интенсивности боли вплоть до минимальных значений в течение года после операции свидетельствует о высокой патогенетической обоснованности методики и ее клинической состоятельности как малотравматичной альтернативы традиционным хирургическим вмешательствам.

3.4.2 Оценка качества жизни до и после операции

В обеих группах у пациентов с хроническим плантарным фасциитом показатели качества жизни по шкале SF-36 были значительно снижены (таблица 6). Преобладали выраженные нарушения в шкалах интенсивности боли (BP), физического функционирования (PF) и ролевых ограничений (RP). Пациенты испытывали трудности при ходьбе, стоянии и выполнении бытовых и

профессиональных задач. Эмоциональный и психический компоненты также были затронуты: снижалась жизнеспособность (VT), ухудшалось социальное и психологическое самочувствие (SF, RE, MH).

При сравнении показателей качества жизни между группами статистически значимых различий выявлено не было ($p > 0,05$), что свидетельствует об исходной сопоставимости пациентов по всем доменам SF-36.

Таблица 6 – Медианные значения показателей SF-36 до операции обеих групп в баллах

| Показатели | Группа № 1 | Группа № 2 |
|----------------------------------|-------------|-------------|
| Физическое функционирование (PF) | 52 [48; 56] | 51 [47; 55] |
| Роловое функционирование (RP) | 45 [40; 50] | 44 [39; 49] |
| Интенсивность боли (BP) | 32 [28; 36] | 33 [29; 37] |
| Общее состояние здоровья (GH) | 50 [46; 54] | 49 [45; 53] |
| Жизненная активность (VT) | 50 [46; 54] | 51 [47; 55] |
| Социальное функционирование (SF) | 61 [58; 64] | 60 [57; 63] |
| Эмоциональное состояние (RE) | 46 [42; 50] | 47 [43; 51] |
| Психическое здоровье (MH) | 52 [48; 56] | 51 [47; 55] |

Сравнение КЖ до операции и спустя 1 год после нее у пациентов, которым была выполнена РЧД, определило значительное и клинически значимое улучшение по всем шкалам SF-36. Показатели в сферах боли (BP), физической активности (PF), ролевой активности (RP) и социального взаимодействия (SF) существенно увеличились и приближались к уровню здоровой популяции. Это отражает полное восстановление двигательной активности и купирование хронического болевого синдрома у большинства пациентов. Также наблюдалось улучшение эмоционального статуса – рост показателей в доменах RE и MH. Жизненная активность, отражающая субъективную оценку энергии и утомляемости, также увеличилась на 29 пунктов (таблица 7). В целом, результаты свидетельствуют о высокой эффективности радиочастотной денервации в

купировании болевого синдрома и восстановлении качества жизни, включая физические, социальные и психоэмоциональные аспекты.

Таблица 7 – Медианные значения (Me [Q1; Q3]) показателей SF-36 до операции и через 12 месяцев после операции у пациентов группы № 1

| Показатели | До операции, баллов | Через 12 месяцев после операции, баллов | р (до/ после) |
|----------------------------------|----------------------------|--|----------------------|
| Физическое функционирование (PF) | 52 [48; 56] | 89 [85; 92] | <0,001 |
| Ролевое функционирование (RP) | 45 [40; 50] | 76 [72; 80] | <0,001 |
| Интенсивность боли (BP) | 32 [28; 36] | 77 [74; 80] | <0,001 |
| Общее состояние здоровья (GH) | 50 [46; 54] | 79 [75; 82] | <0,001 |
| Жизненная активность (VT) | 50 [46; 54] | 79 [75; 82] | <0,001 |
| Социальное функционирование (SF) | 61 [58; 64] | 81 [78; 83] | <0,001 |
| Эмоциональное состояние (RE) | 46 [42; 50] | 71 [68; 74] | <0,001 |
| Психическое здоровье (MH) | 52 [48; 56] | 72 [69; 75] | <0,001 |

Сравнение показателей КЖ в группах пациентов, оперированных разными методами, через 1 год показало ряд отличий (таблица 8).

Таблица 8 – Показатели качества жизни прооперированных через 1 год после операции по группам в баллах

| Показатели | Группа № 1 | Группа № 2 | р (межгрупповое) |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|
| Физическое функционирование (PF) | 89 [85; 92] | 80 [77; 83] | <0,001 |
| Ролевое функционирование (RP) | 76 [72; 80] | 69 [65; 73] | 0,008 |
| Интенсивность боли (BP) | 77 [74; 80] | 75 [72; 78] | 0,21 |
| Общее состояние здоровья (GH) | 79 [75; 82] | 69 [65; 73] | <0,001 |
| Жизненная активность (VT) | 79 [75; 82] | 68 [64; 71] | <0,001 |

Продолжение таблицы 8

| Показатели | Группа № 1 | Группа № 2 | р (межгрупповое) |
|----------------------------------|-------------|-------------|------------------|
| Социальное функционирование (SF) | 81 [78; 83] | 57 [53; 61] | <0,001 |
| Эмоциональное состояние (RE) | 71 [68; 74] | 68 [65; 71] | 0,19 |
| Психическое здоровье (MH) | 72 [69; 75] | 68 [65; 71] | 0,056 |

Анализ показателей шкалы SF-36, отражающих качество жизни пациентов через 1 год после хирургического лечения, выявил преимущество в группе № 1 по некоторым исследуемым параметрам.

Наиболее выраженные различия зафиксированы в шкале социального функционирования (SF): пациенты после радиочастотной денервации демонстрировали более высокие показатели – 81 [78; 83] баллов и 57 [53; 61] баллов, что указывает на более полное восстановление социальной и бытовой активности. Сравнительно лучшие результаты также отмечены по шкалам физического функционирования (PF) – 89 [85; 92] баллов и 80 [77; 83] баллов, и ролевого физического функционирования (RP) – 76 [72; 80] баллов и 69 [65; 73] баллов, что свидетельствует о меньшей остаточной физической ограниченности в группе радиочастотной денервации. При межгрупповом сравнении через 12 месяцев достоверные различия выявлены по шкалам PF, RP, GH, VT и SF ($p < 0,05$), тогда как по шкалам BP, RE и MH различия статистически недостоверны ($p > 0,05$).

Вместе с тем в группе радиочастотной денервации отмечались более высокие показатели по шкалам общего состояния здоровья (GH) – 79 [75; 82] баллов против 69 [65; 73] баллов, жизненной активности (VT) – 79 [75; 82] баллов и 68 [64; 71] баллов, эмоционального состояния (RE) – 71 [68; 74] балл и 68 [65; 71] баллов и психического здоровья (MH) – 72 [69; 75] балла и 68 [65; 71] баллов, что отражает не только физическое, но и психоэмоциональное восстановление пациентов, опосредованное более комфортным послеоперационным периодом и минимальной инвазивностью хирургического вмешательства.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют клиническое и функциональное преимущество радиочастотной денервации медиального пяточного нерва как метода выбора при лечении пациентов с хроническим болевым синдромом при плантарном фасциите, особенно при приоритете восстановления социальной активности и психоэмоционального статуса.

Совокупность полученных данных свидетельствует о высокой клинико-функциональной эффективности РЧД медиального пяточного нерва стопы и подтверждает субъективную удовлетворенность пациентов результатами лечения.

3.4.3 Оценка клинико-функционального статуса

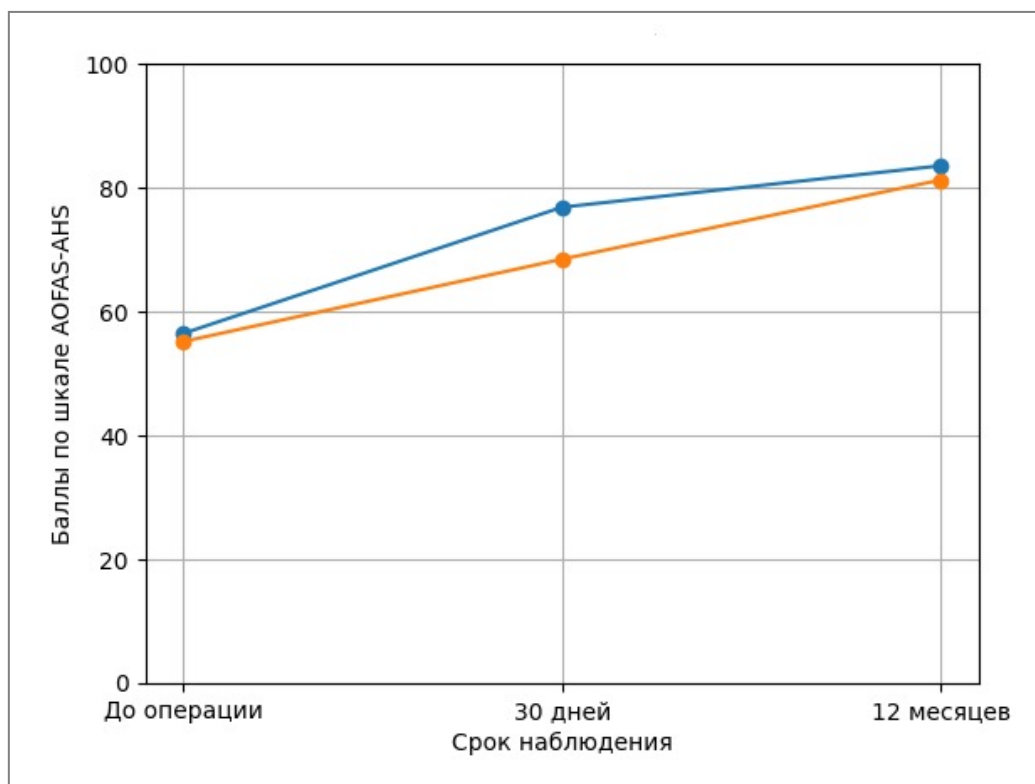
Оценка клинико-функционального статуса проводилась у пациентов обеих групп. В ходе проведённого анализа установлено, что медианное значение по шкале AOFAS-AHS до операции у пациентов группы № 1 составило 56 [52; 60] баллов, а у пациентов группы № 2 – 55 [51; 59] баллов, что отражало выраженное функциональное ограничение заднего отдела стопы, обусловленное болевым синдромом (медианные значения ВАШ до операции – 7,2 [6,8; 7,6] см и 7,4 [7,0; 7,8] см соответственно), снижением качества ходьбы и опороспособности.

Полученные показатели были сопоставимы с результатами оценки болевого синдрома по шкале ВАШ, что подтверждает достоверность и клиническую согласованность полученных данных. Выявленные изменения соответствовали умеренной и умеренно-тяжёлой степени нарушения функции заднего отдела стопы, характерной для пациентов с длительным анамнезом плантарного фасциита, рефрактерного к консервативной терапии.

Через 30 дней после оперативного лечения отмечалось улучшение функциональных показателей в обеих группах, однако у пациентов группы № 1 восстановление происходило быстрее, что, вероятно, связано с меньшей травматичностью вмешательства. Медианное значение по шкале AOFAS-AHS

в группе № 1 составило 77 [73; 80] баллов ($p < 0,05$ по сравнению с дооперационным уровнем). Во второй группе показатель увеличился до 68 [64; 72] баллов ($p < 0,05$), при этом при межгрупповом сравнении различия также были статистически значимыми ($p < 0,05$).

Через 12 месяцев после операции в группе № 1 медианное значение по шкале AOFAS-AHS достигло 84 [80; 87] баллов, а в группе № 2 – 81 [78; 84] баллов. При межгрупповом сравнении статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$), что свидетельствует о функциональном восстановлении заднего отдела стопы в обеих группах. Большинство пациентов к этому сроку демонстрировали купирование болевого синдрома, отсутствие ограничений в повседневной активности, восстановление нормальной походки и устойчивости при ходьбе (рисунок 32).



Синяя линия – группа № 1; оранжевая линия – группа № 2

Рисунок 32 – Динамика показателей AOFAS-AHS в группах исследования

Показатели в обеих группах через 30 дней статистически различимы

между собой ($p < 0,05$)

Таким образом, применение шкалы AOFAS-AHS в настоящем исследовании позволило объективизировать не только анальгетический эффект лечения, но и его влияние на биомеханику стопы, походку, деформации и общее качество жизни. Полученные данные подтверждают высокую клиническую эффективность метода радиочастотной денервации при плантарном фасциите, обеспечивающую не только устранение болевого синдрома, но и значимое восстановление функции заднего отдела стопы как в раннем, так и отдаленном послеоперационном периодах. Это делает метод патогенетически обоснованной и малоинвазивной альтернативой более травматичным вмешательствам, особенно в случаях рефрактерного течения заболевания.

3.4.4 Влияние болевого синдрома на структуру клинических проявлений плантарного фасциита

Проведен комплекс исследований с целью определения влияния болевого синдрома на общую структуру проявлений ПФ. Для этого выполнен корреляционный анализ между выраженностью боли по ВАШ и интегральными показателями функции стопы (AOFAS-AHS), а также доменами качества жизни, отражающими физическую активность (PF), ролевые ограничения (RP) и восприятие боли (BP) по шкале SF-36 у пациентов группы № 1. В исходном состоянии выявлена достоверная обратная корреляция между болью и функциональными шкалами: $r=-0,66$ для AOFAS и от $-0,28$ до $-0,39$ для компонентов SF-36 ($p < 0,05$), что свидетельствует о прямом влиянии выраженности боли на снижение функции стопы и общего уровня физической активности. После хирургического лечения интенсивность боли значительно уменьшалась, а сила корреляционных связей ослабевала ($r \approx -0,3$), что отражает изменение доминирующего клинического механизма с ноцицептивного (преобладание болевого синдрома, как ведущего фактора, ограничивающего

функцию) на биомеханический (ригидность, мышечный дисбаланс, нарушение стереотипа ходьбы), который определяется длительностью заболевания и может быть скорректирован при помощи других подходов в лечении. Расчёт выполнен с использованием коэффициента линейной корреляции Пирсона. Отрицательные значения r отражают обратную зависимость между интенсивностью боли и уровнем функции/качества жизни. Значения $p < 0,05$ считались статистически значимыми (таблица 9).

Таблица 9 – Корреляционные взаимосвязи показателей визуальной аналоговой шкалы боли и функционального состояния стопы

| Показатель сравнения | Коэффициент корреляции (r) до операции | p, до операции | Коэффициент корреляции (r) после операции | p, после операции |
|---|--|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| ВАШ/ шкала AOFAS-AHS | -0,66 | <0,001 | -0,32 | 0,021 |
| ВАШ/ SF-36 физическое функционирование (PF) | -0,39 | 0,0045 | -0,28 | 0,045 |
| ВАШ/ SF-36 ролевые ограничения (RP) | -0,38 | 0,0052 | -0,25 | 0,062 |
| ВАШ/ SF-36 восприятие боли (BP) | -0,28 | 0,048 | -0,18 | 0,14 |

Полученные значения свидетельствуют о центральной роли болевого синдрома в патогенезе функциональных нарушений при ПФ. Устранение боли оказалось решающим фактором, приводящим к улучшению всех остальных показателей: функциональный статус стопы (AOFAS-AHS) и качество жизни (SF-36) существенно возрастают по мере снижения интенсивности боли. В исследовании прослеживается явная зависимость: пациенты с минимальными

болевыми ощущениями достигали наилучших функциональных результатов, тогда как сохранение даже умеренной боли сопряжено с определёнными ограничениями. Таким образом, болевой синдром является ведущим компонентом клинической картины плантарного фасциита, а его эффективное купирование – главным условием улучшения качества жизни и успешной реабилитации пациента, то есть он выступает ведущим фактором функционального дефицита при ПФ.

3.5 Осложнения и рецидивы

В послеоперационном периоде у пациентов обеих исследуемых групп (группа № 1 и группа № 2) не было отмечено интра- и послеоперационных осложнений: тромбозов глубоких вен нижних конечностей, ТЭЛА, инфекций области оперативного вмешательства, несостоятельности раны или выраженного отёка мягких тканей, требующего госпитализации.

Несмотря на использование различных хирургических подходов, в обеих группах отмечены единичные случаи рецидива болевого синдрома. В группе пациентов, оперированных по разработанной нами методике (n=52), рецидив зарегистрирован у 5 пациентов (9,6%). Всем пациентам с рецидивом проводилось дополнительное наблюдение; в двух случаях потребовалась повторная интервенция, позволившая добиться стойкой положительной динамики. У остальных отмечено снижение болевого синдрома до субклинического уровня без повторного вмешательства. В группе № 2 (n=34), рецидивы зафиксированы у 4 пациентов (11,8%).

Таким образом, несмотря на отсутствие статистически значимых различий, в группе радиочастотной денервации отмечалась тенденция к более низкой частоте рецидивов болевого синдрома (9,6% и 11,8%), что может свидетельствовать о более стабильном клиническом эффекте метода.

Резюме к подглаве

Как показало проведенное исследование, наилучшие клинические результаты при лечении хронического рефрактерного к консервативной терапии болевого синдрома, обусловленного плантарным фасциитом, достигаются при применении малоинвазивных вмешательств, в частности – предложенной методики радиочастотной денервации медиального пяточного нерва под ультразвуковым контролем. Основой для разработки послужили данные анатомического (кадаверного) этапа исследования, позволившие уточнить топографию нервных структур пяточной области и получить новые данные об анатомической вариативности медиальной пяточной области для проведения радиочастотного воздействия. Методика была последовательно доработана и апробирована в клинической части диссертационного исследования.

С учетом особенностей хирургической анатомии заднемедиального края пяточной кости, удалось отказаться от выполнения разрезов на подошвенной поверхности, избежать нарушения целостности фасции и минимизировать повреждение окружающих тканей. Это обеспечило высокую удовлетворённость пациентов результатами вмешательства, а также достоверное улучшение как в ранние, так и в отдалённые сроки по шкале ВАШ, опроснику SF-36 и шкале AOFAS-AHS.

При выполнении радиочастотной денервации не производится прямого воздействия на непосредственно морфологически измененные ткани, однако метод обеспечивает выраженное снижение болевого синдрома, способствует устранению хромоты, восстановлению опороспособности пораженной конечности и, в целом, приводит к значимому улучшению качества жизни пациента, что так же подтверждено различными шкалами в ходе исследования (ВАШ, опроснику SF-36 и шкале AOFAS-AHS).

Пациенты, перенесшие радиочастотную денервацию, демонстрировали более короткий период функционального восстановления при отсутствии остаточной болевой симптоматики, что в совокупности свидетельствует

о клиническом и реабилитационном преимуществе предложенного минимально инвазивного вмешательства.

Разработанный и апробированный способ радиочастотной денервации оказался не только эффективным и безопасным, но и более комфортным для пациентов: отказ от кожного разреза, точное наведение на целевую зону под УЗИ-контролем, амбулаторно-стационарный характер процедуры и быстрое восстановление трудоспособности делают его привлекательным вариантом хирургического лечения у пациентов с рефрактерным течением плантарного фасциита.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плантарный фасциит – заболевание воспалительно-дегенеративной природы, встречающееся у лиц трудоспособного возраста, проявляющееся выраженным болевым синдромом в пяточной области, ведущим к значительному снижению качества жизни пациентов [95, 130]. ПФ встречается примерно у 10% населения в целом, причем 83% этих пациентов – активные работающие взрослые в возрасте от 25 до 65 лет. Частота встречаемости ПФ колеблется от 22 до 28,6% в популяции в возрасте 25-45 лет [41]. Еще одним проявлением заболевания, с которым по мнению различных авторов ассоциирован плантарный фасциит – является пяточный остеофит [80, 154]. Ввиду того, что пяточные экзостозы часто встречаются у людей без проявлений ПФ, и могут быть связаны с увеличением возраста, ожирением, реакцией на вертикальную нагрузку [88, 106, 137].

В литературе формирование плантарного фасциита чаще всего связывают с провоцирующими факторами, которые способствуют развитию этого заболевания: биомеханическая дисфункция, механическая перегрузка, чрезмерная пронация стопы, снижение тыльного сгибания голеностопного сустава или травмы [97, 100].

Влияние болевого синдрома на клинические проявления плантарного фасциита в структуре качества жизни пациентов не определено. Чаще всего клиническая картина включает боль в нижнемедиальной части пяточной области по подошвенной поверхности стопы, которая усиливается при первых шагах после пробуждения. Боль чаще всего, уменьшается после начала активности, но иногда усиливается к концу дня.

В настоящее время используют несколько подходов к лечению при ПФ: консервативное и хирургическое лечение. К хирургическому лечению прибегают чаще всего при неэффективности консервативных методов на протяжении 6 месяцев [14]. Однако, существующие оперативные методики сопровождаются рядом потенциальных осложнений, которые включают персистирующий отек пяточной области, синдром латеральной колонны, перелом пяточной кости,

уплощение продольного свода, повреждение большеберцового нерва, гипестезию пяточной области [40, 53, 87].

Ввиду высокой распространенности ПФ в популяции, а также определенными трудностями в выборе оперативной методики, с целью улучшения результатов хирургического лечения и качества жизни пациентов, нами предложен оригинальный метод хирургического лечения болевого синдрома при плантарном фасциите, рефрактерном к консервативной терапии.

В ходе исследования проведён комплексный анализ отечественных и зарубежных литературных источников, включающих клинические рекомендации, рандомизированные контролируемые исследования, метаанализы и систематические обзоры, посвящённые проблеме хронической подошвенной боли. В ходе анализа установлено, что плантарный фасциит является одной из наиболее распространённых причин хронической боли в области заднего отдела стопы, существенно снижающей качество жизни пациентов и приводящей к ограничению повседневной активности. Несмотря на широкую распространённость, патогенез данного состояния остаётся многофакторным и до конца не изученным, что затрудняет выбор оптимальной лечебной тактики. Анализ существующих терапевтических подходов показал, что традиционные методы лечения, включая медикаментозную терапию, физиотерапию, ортезирование и локальные инъекции, в большинстве случаев позволяют добиться лишь временного уменьшения болевого синдрома. При этом у части пациентов заболевание приобретает хроническое, рецидивирующее течение, что требует поиска более эффективных и патогенетически обоснованных методов воздействия.

Хирургические методы лечения, направленные на устранение механического компонента заболевания (частичная фасциотомия и её модификации), хотя и демонстрируют определенную эффективность, связаны с риском развития осложнений, включая нарушение биомеханики стопы, снижение её опороспособности и формирование вторичных деформаций.

В связи с этим в последние годы всё большее внимание уделяется малоинвазивным методам воздействия, направленным на модуляцию болевой импульсации. Одним из таких методов является радиочастотная денервация, позволяющая селективно воздействовать на периферические нервные структуры, участвующие в формировании болевого синдрома.

Проведённый анализ литературы показал, что применение радиочастотной денервации при хронических болевых синдромах различной локализации сопровождается стойким анальгезирующим эффектом, минимальной травматичностью и низким риском осложнений [30, 92]. Однако данные о её применении при плантарном фасциите, в частности с прицельным воздействием на медиальный пяточный нерв, остаются ограниченными и фрагментарными [56, 120].

Таким образом, выявленные в ходе анализа противоречия, а также недостаточная эффективность существующих методов лечения у пациентов с хроническим болевым синдромом при плантарном фасциите обосновывают необходимость разработки и клинической оценки новых, патогенетически ориентированных методов лечения – радиочастотной денервации – как перспективного метода лечения хронического болевого синдрома.

Экспериментальная часть исследования

Проведение анатомического исследования было направлено на изучение топографо-анатомических особенностей медиального пяточного нерва и анатомических структур медиальной пяточной области в ходе которого выявлена высокая вариабельность топографии медиального пяточного нерва, получены новые данные о топографии анатомических структур медиальной пяточной области. Для этого проводилось препарирование стоп у трупов различного пола и возраста (16 образцов – 32 стопы). Выявлено точное положение медиального пяточного нерва, оценена его структура, величины его поперечного сечения, а также других анатомических структур относительно костных ориентиров стопы. В ходе исследования представлены данные о толщине (диаметре) МПН на трупном материале, количественно описан данный показатель значений

его толщины: значение толщины МПН составило 1,9 мм с колебаниями от нитевидных 0,5 мм до относительно крупных 5,4 мм. Важным наблюдением стало выявление случаев, когда медиальный пяточный нерв отходит не напрямую от большеберцового нерва, а от латерального подошвенного нерва. Также отмечены различия в уровне деления нерва и его ветвления в области медиальной пяточной поверхности. Проведённое анатомическое исследование позволило получить данные о топографии, морфометрических характеристиках и вариантах отхождения медиального пяточного нерва. Выявленная вариабельность анатомического строения медиальной пяточной области подтверждает необходимость учёта индивидуальных особенностей при выполнении вмешательств в данной зоне.

Разработка метода

Разработка оригинального метода лечения хронического болевого синдрома при рефрактерном к консервативной терапии ПФ (патент на изобретение РФ № 2845523 от 06.02.2025, Приложение А), показавшего свою безопасность и высокую эффективность при клиническом использовании. Разработка метода основывалась на данных, полученных в ходе анализа современных представлений о патогенезе плантарного фасциита, а также результатах анатомического исследования, выявившего вариабельность топографии медиального пяточного нерва. Учитывались особенности его расположения, варианты отхождения и взаимоотношение с анатомическими структурами медиальной пяточной области. Разработанный метод ориентирован на выполнение вмешательства в пределах медиальной пяточной области с минимальным воздействием на окружающие ткани. Определены технические особенности выполнения операции, обеспечивающие воспроизводимость метода и возможность его применения в клинической практике.

Сопоставление результатов инструментальной визуализации с клинико-анатомическими характеристиками пациентов

При помощи клинико-функциональных и инструментальных методов, проведена оценка показателей у пациентов с хроническим плантарным фасциитом

и выполнено сопоставление данных инструментальной визуализации с клиническими характеристиками заболевания.

В ходе исследования были проанализированы клинические данные пациентов, а также результаты инструментальных методов диагностики, включая ультразвуковое исследование и магнитно-резонансную томографию. Проведена оценка морфометрических параметров подошвенной фасции и наличия структурных изменений в области энтезиса.

Установлено, что у пациентов с хроническим плантарным фасциитом выявляются характерные изменения подошвенной фасции, включающие её утолщение и признаки дегенеративно-воспалительного процесса. По данным ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии толщина подошвенной фасции составила 3,6 и 3,7 мм соответственно, что свидетельствует о сопоставимости результатов различных методов визуализации.

Оценивалось наличие остеофитов пяточной кости как одного из морфологических признаков длительно текущего процесса. Выявление кальканеального остеофита у 65,4% пациентов сопровождалось изменениями со стороны подошвенной фасции и отражало хронический характер нагрузки на энтезис.

Анализ показателей индекса массы тела показал наличие статистически значимой ассоциации между ожирением I степени (ИМТ 30,8 [27,4; 34,5] кг/м²) и наличием остеофитов ($p < 0,001$). Данные результаты подтверждают роль механического фактора в формировании структурных изменений и согласуются с представлениями о перегрузке энтезиса как одном из звеньев патогенеза.

Установлено, что высокая распространённость плоскостопия (84,6%) у пациентов с хроническим плантарным фасциитом сопровождается изменениями морфометрических показателей подошвенной фасции, что указывает на взаимосвязь биомеханических нарушений и структурных изменений мягкотканых образований стопы.

Сопоставление клиничко-функциональных и инструментальных данных показало, что изменения, выявляемые при ультразвуковом исследовании

и магнитно-резонансной томографии, отражают степень хронического воспалительно-дегенеративного процесса в области энтезиса и могут использоваться для объективизации состояния пациентов.

Результаты сравнительного анализа

В ходе исследования было сформировано 2 группы пациентов. В основную группу (проспективную) вошли 52 пациента, получившие лечение по разработанной методике радиочастотной денервации медиального пяточного нерва при динамическом ультразвуковом контроле (патент на изобретение РФ № 2845523 от 06.02.2025, Приложение А) на базе ФГБУ НИИ Фтизиопульмонологии с января 2023 г. по декабрь 2024 г., а в контрольную (ретроспективную) – 34 пациента, которым было проведено хирургическое лечение по традиционной методике (открытый релиз фасции) на базе клиники «Скандинавия» с января 2020 г. по декабрь 2024 г.

Параметры групп (возраст, пол, длительность заболевания) статистически не различались, что обеспечивало корректность сравнительного анализа.

В процессе работы применялись современные клинические и инструментальные методы исследования. Интенсивность боли оценивалась по визуально-аналоговой шкале, функциональное состояние стопы – по русскоязычной валидированной анкете AOFAS-AHS, а качество жизни пациентов – по опроснику SF-36.

Оценка болевого синдрома

Исходные показатели боли по ВАШ были сопоставимы в группах (7,2 [6,8; 7,6] в группе № 1 и 7,4 [7,0; 7,8] см соответственно), что подтверждало равенство стартовых условий. Статистическая обработка выполнена с использованием пакета SPSS с применением непараметрических методов (критерий Манна–Уитни, χ^2) с уровнем значимости $p < 0,05$.

Анализ динамики болевого синдрома по шкале ВАШ в обеих группах подтвердил эффективность как радиочастотной денервации (группа № 1), так и открытого релиза фасции (группа № 2) в снижении интенсивности боли у пациентов с хроническим плантарным фасциитом. Однако выраженность и темпы

регресса болевого синдрома статистически и клинически различались между вмешательствами. Полученные данные убедительно продемонстрировали преимущество радиочастотной денервации. Уже через месяц после процедуры значения боли по ВАШ в основной группе снизилось с 7,2 см до 1,6 [1,3; 1,9] см ($p < 0,01$), тогда как в группе № 2 болевой синдром снизился до 3,5 [3,0; 4,0] см, что свидетельствует о более быстром достижении клинически значимого анальгетического эффекта при применении радиочастотной денервации, вероятно обусловленного отсутствием интраоперационной травматизации фасции и минимальной инвазивности метода, использованного в группе пациентов № 1. В отдалённом послеоперационном периоде (через 12 месяцев) различия между группами сохранялись, однако были менее выражены: 0,7 [0,5; 0,9] см в группе № 1 и 0,9 [0,7; 1,2] см в группе № 2, что отражает стабильное устранение болевого синдрома вне зависимости от метода вмешательства.

Оценка качества жизни

В обеих группах у пациентов с хроническим плантарным фасциитом показатели качества жизни по шкале SF-36 были значительно снижены (таблица 6). Преобладали выраженные нарушения в шкалах интенсивности боли (BP), физического функционирования (PF) и ролевых ограничений (RP). Пациенты испытывали трудности при ходьбе, стоянии и выполнении бытовых и профессиональных задач. Эмоциональный и психический компоненты также были затронуты: снижалась жизнеспособность (VT), ухудшалось социальное и психологическое самочувствие (SF, RE, MH).

Сравнение КЖ до операции и спустя 1 год после нее у пациентов, которым была выполнена РЧД, определило значительное и клинически значимое улучшение по всем шкалам SF-36. Наиболее выраженные различия зафиксированы в шкале социального функционирования (SF): пациенты после радиочастотной денервации демонстрировали более высокие показатели – 81 [78; 83] баллов и 57 [53; 61] баллов, что указывает на более полное восстановление социальной и бытовой активности. Сравнительно лучшие результаты также отмечены по шкалам физического функционирования (PF) – 89 [85; 92] баллов

и 80 [77; 83] баллов, и ролевого физического функционирования (RP) – 76 [72; 80] и 69 [65; 73] баллов, что свидетельствует о меньшей остаточной физической ограниченности в группе радиочастотной денервации. При межгрупповом сравнении через 12 месяцев достоверные различия выявлены по шкалам PF, RP, GH, VT и SF ($p < 0,05$), тогда как по шкалам BP, RE и MH различия статистически недостоверны ($p > 0,05$). Совокупность полученных данных свидетельствует о высокой клинико-функциональной эффективности РЧД медиального пяточного нерва стопы и подтверждает субъективную удовлетворенность пациентов результатами лечения.

Оценка клинико-функционального статуса

Оценка клинико-функционального статуса проводилась у пациентов обеих групп. В ходе проведенного анализа установлено, что медианное значение по шкале AOFAS-AHS до операции у пациентов группы № 1 составило 56 [52; 60] баллов, а у пациентов группы № 2 – 55 [51; 59] баллов, что отражало выраженное функциональное ограничение заднего отдела стопы, обусловленное болевым синдромом (медианные значения ВАШ до операции – 7,2 [6,8; 7,6] и 7,4 [7,0; 7,8] см соответственно), снижением качества ходьбы и опороспособности.

Через 30 дней после оперативного лечения отмечалось улучшение функциональных показателей в обеих группах, однако у пациентов группы № 1 восстановление происходило быстрее, что, вероятно, связано с меньшей травматичностью вмешательства. Медианное значение по шкале AOFAS-AHS в группе № 1 составило 77 [73; 80] баллов ($p < 0,05$ по сравнению с дооперационным уровнем). Во второй группе показатель увеличился до 68 [64; 72] баллов ($p < 0,05$), при этом при межгрупповом сравнении различия также были статистически значимыми ($p < 0,05$). Через 12 месяцев после операции в группе № 1 медианное значение по шкале AOFAS-AHS достигло 84 [80; 87] баллов, а в группе № 2 – 81 [78; 84] баллов. При межгрупповом сравнении статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$), что свидетельствует о функциональном восстановлении заднего отдела стопы в обеих группах. Большинство пациентов к этому сроку демонстрировали купирование болевого синдрома, отсутствие

ограничений в повседневной активности, восстановление нормальной походки и устойчивости при ходьбе. Полученные данные подтверждают высокую клиническую эффективность метода радиочастотной денервации при плантарном фасциите, обеспечивающую не только устранение болевого синдрома, но и значимое восстановление функции заднего отдела стопы как в раннем, так и отдаленном послеоперационном периодах.

Влияние болевого синдрома

С целью решения задачи исследования об определении влияния болевого синдрома на структуру проявлений ПФ, проведен корреляционный анализ между показателями ВАШ и шкалами функциональной дисфункции стопы, в ходе которого доказано, что болевой синдром является ведущим компонентом клинической картины плантарного фасциита, а его эффективное купирование – главным условием улучшения качества жизни и успешной реабилитации пациента. В исходном состоянии выявлена достоверная обратная корреляция между болью и функциональными шкалами: $r=-0,66$ для AOFAS и от $-0,28$ до $-0,39$ для компонентов SF-36 ($p<0,05$), что свидетельствует о прямом влиянии выраженности боли на снижение функции стопы и общего уровня физической активности. После хирургического лечения интенсивность боли значительно уменьшалась, а сила корреляционных связей ослабевала ($r\approx-0,3$). Полученные значения свидетельствуют о центральной роли болевого синдрома в патогенезе функциональных нарушений при ПФ. Устранение боли оказалось решающим фактором, приводящим к улучшению всех остальных показателей: функциональный статус стопы (AOFAS-AHS) и качество жизни (SF-36) существенно возрастают по мере снижения интенсивности боли.

Радиочастотная денервация при динамическом УЗ-контроле, сфокусированная на анатомическом расположении МПН показала высокий уровень положительных функциональных результатов и являлась безопасной: отмечены единичные случаи рецидива болевого синдрома.

Выполненное исследование впервые обосновало и практически продемонстрировало эффективность предложенного метода радиочастотной денервации при динамическом УЗ контроле у пациентов с хроническим болевым синдромом в подошвенной области стопы, вызванном плантарным фасциитом. Работа решает важную научно-прикладную задачу современной ортопедии: разработана и апробирована методика денервации сенсорных ветвей медиального пяточного нерва, обеспечивающая более быстрое и устойчивое облегчение боли по сравнению с традиционными методами.

Осложнения и рецидивы

Несмотря на использование различных хирургических подходов, в обеих группах отмечены единичные случаи рецидива болевого синдрома. В группе пациентов, оперированных по разработанной нами методике (n=52), рецидив зарегистрирован у 5 пациентов (9,6%). В группе № 2 (n=34), рецидивы зафиксированы у 4 пациентов (11,8%). Несмотря на отсутствие статистически значимых различий, в группе радиочастотной денервации отмечалась тенденция к более низкой частоте рецидивов болевого синдрома (9,6% и 11,8%), что может свидетельствовать о более стабильном клиническом эффекте метода.

Результаты настоящего исследования свидетельствуют о том, что применение метода радиочастотной денервации при хроническом болевом синдроме на фоне плантарного фасциита является эффективным и безопасным способом хирургического лечения. Использование данной методики сопровождается клинически значимым снижением интенсивности болевого синдрома, улучшением функционального состояния стопы, а также положительной динамикой показателей качества жизни пациентов. Отмечено сокращение сроков восстановления и низкая частота послеоперационных осложнений по сравнению с традиционными подходами лечения.

Полученные данные обосновывают целесообразность внедрения радиочастотной денервации в клиническую практику травматологии и ортопедии как эффективного метода лечения пациентов с хроническим болевым синдромом при плантарном фасциите.

ВЫВОДЫ

1. Установлена анатомическая вариативность нервных волокон медиальной пяточной области, проявляющаяся в вариациях уровня отхождения медиального пяточного нерва 2,7 [2,2; 2,9] см дистальнее верхушки медиальной лодыжки, его диаметра 1,9 [1,7; 2,3] мм, количестве нервных стволов (единый ствол в 84,4%, два в 15,6%) и особенностях терминального ветвления (в 72% случаев – в подкожно-жировой клетчатке, в 28% – до области медиальной бугристости пяточной кости), что обосновывает необходимость применения ультразвуковой визуализации для точной идентификации нервных структур при планировании радиочастотной денервации.

2. К предикторам, определяющим тяжесть и характеристику течения плантарного фасциита, относят: продольное плоскостопие (84,6%), наличие кальканеальных остеофитов (65,4%) и повышенный индекс массы тела.

3. Болевой синдром является ведущим фактором снижения функционального состояния стопы и качества жизни пациентов с плантарным фасциитом, что подтверждается наличием статистически значимых обратных корреляционных связей между показателями боли по ВАШ и функциональным состоянием стопы ($r=-0,66$; $p<0,001$), а также шкалами качества жизни SF-36 (r от $-0,28$ до $-0,39$; $p<0,05$), что подтверждает целесообразность прицельного купирования болевого синдрома.

4. Разработана и внедрена в клиническую практику малоинвазивная методика радиочастотной денервации медиального пяточного нерва под ультразвуковым контролем при плантарном фасциите при неэффективности консервативной терапии в течение 6 месяцев, основанная на селективном воздействии на источник болевой афферентации пяточной области, что позволяет отказаться от выполнения релиза подошвенной фасции, снизить операционную травматичность и обеспечить патогенетически обоснованное лечение болевого синдрома.

5. Радиочастотная денервация отличается высокой эффективностью и безопасностью, приводит к значительному уменьшению болевого синдрома (ВАШ до операции 7,2 [6,8; 7,6] см, через 12 месяцев после 0,7 [0,5; 0,9] см), улучшению функции стопы (AOFAS-AHS до операции 56 [52; 60] баллов, через 12 месяцев после 84 [80; 87] баллов) и повышению качества жизни пациентов с плантарным фасциитом (по ряду шкал SF-36, $p < 0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Радиочастотная денервация пяточной области рекомендуется при хроническом плантарном фасциите, устойчивом к комплексной консервативной терапии на протяжении не менее 6 месяцев.

2. Перед проведением радиочастотной денервации необходимо выполнить рентгенографию стопы в 2 проекциях. Рентгенологическое исследование позволяет выявить костный остеофит и исключить альтернативные причины боли (стрессовый перелом пяточной кости, опухолевые образования и др.).

3. Необходимо выполнить динамический ультразвуковой контроль для определения зоны воздействия, повышения точности позиционирования электрода и снижения риска неэффективной денервации при вариантах нетипичного отхождения медиального пяточного нерва.

4. Радиочастотную абляцию рекомендуется производить 2 периодами в непрерывном режиме по 2 минуты, при температуре 75 °С. Электрод с активным наконечником 5 мм рекомендовано располагать в непосредственной близости к медиальному пяточному нерву (в 1 см дистальнее от места его отхождения от большеберцового нерва).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

| | |
|-------|---|
| ББН | – большеберцовый нерв |
| ВАШ | – визуальная аналоговая шкала |
| ДИ | – доверительный интервал |
| ЖП | – жировая подушечка |
| ИМТ | – индекс массы тела |
| КЖ | – качество жизни |
| ЛФК | – лечебная физкультура |
| МОБП | – мышца, отводящая большой палец |
| МПН | – медиальный пяточный нерв |
| МПШН | – медиальный подошвенный нерв |
| МРТ | – магнитно-резонансная томография |
| НПВС | – нестероидные противовоспалительные средства |
| ОФ | – открытый релиз фасции |
| ПФ | – плантарный фасциит |
| РМГИМ | – релиз медиальной головки икроножной мышцы |
| РЧД | – радиочастотная денервация |
| ФТЛ | – физиотерапевтическое лечение |
| ХБПО | – хроническая боль в пяточной области |
| ЭУВТ | – экстракорпоральная ударно-волновая терапия |

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакиров М.Д. Эффективность купирования боли после радиочастотной денервации геникулярных нервов при гонартрозе / М.Д. Абакиров, Р.Р. Абдрахманов, Т.Т. Ткешелашвили, М.М. Егамов // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2023. – Т. 22, № 2. – С. 125-133.
2. Горохов М.А. Возможности лечения методом радиочастотной денервации при коксартрозе различных стадий / М.А. Горохов, Н.В. Загородний, В.И. Кузьмин, Т.Г. Шарамко // Клиническая практика. – 2023. – Т. 14, № 2. – С. 79-87.
3. Горохов М.А. Малоинвазивное лечение остеоартрита тазобедренного сустава методом радиочастотной денервации: клинический случай / М.А. Горохов, Н.В. Загородний, В.И. Кузьмин, Т.Г. Шарамко // Клиническая практика. – 2022. – Т. 13, № 4. С. 93-98.
4. Доросевич А.Е. Русская терминология костей предплюсны в XVIII-XX вв. / А.Е. Доросевич, Н.А. Романов // Морфология: научно-теоретический медицинский журнал. – 2005. – Т. 128, № 6. – С. 77-81.
5. Жуликов А.Л. Распространенность пяточной шпоры у пациентов с плоскостопием / А.Л. Жуликов, Д.А. Маланин, Ю.Н. Абузьярова [и др.] // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2021. – Т. 77, № 1. – С. 89-93.
6. Кулешов А.А. Радиочастотная денервация в лечении вертеброгенного болевого синдрома / А.А. Кулешов, Л.Ю. Дарчия. – Москва : «Мегаполис», 2019. – 232 с.
7. Малинский А.Д. Немедикаментозное лечение подошвенного фасциита / А.Д. Малинский, Ю.А. Безгодков // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2022. – № 1. – С. 11-15.

8. Михнович Е.Р. Диагностика и лечение продольного плоскостопия: методические рекомендации / Е.Р. Михнович, А.И. Волотовский, Е.Л. Талако. – Минск : Белорус. гос. мед. ун-т., 2004. – 26 с.
9. Мойсов А.А. Миниинвазивное хирургическое лечение хронического подошвенного фасциита : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / Мойсов А.А. – Москва, 2020. – 109 с.
10. Назаренко Г.И. Исследование эффективности радиочастотной денервации для купирования боли при дегенеративных заболеваниях тазобедренного сустава / Г.И. Назаренко, А.М. Черкашов, В.И. Кузьмин [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2014. – Т. 72, № 2. – С. 30-36.
11. Назаренко Г.И. Эффективность ударноволновой терапии в лечении плантарного фасциита / Г.И. Назаренко, И.Б. Героева // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2014. – № 1. – С. 52-53.
12. Пахомов И.А. Хирургическая тактика и организация специализированной помощи пациентам с ортопедической патологией стопы с голеностопного сустава : дис. ... д-ра мед. наук : 14.01.15 / Пахомов Игорь Анатольевич. – Новосибирск, 2012. – 153 с.
13. Рахматов К.Р. Лечение послеоперационного корешкового болевого синдрома с радиочастотная импульсная абляция спинальных ганглиев / К.Р. Рахматов // Central Asian Academic Journal of Scientific Research. – 2022. – Т. 2, № 7. – С. 5-18.
14. Резник Л.Б. Современное состояние проблемы хирургического лечения подошвенного фасциоза (обзор литературы) / Л.Б. Резник, С.А. Ерофеев, В.Н. Силантьев [и др.] // Гений ортопедии. – 2018. – Т. 24, № 4. – С. 515-520.
15. Семенистый М.Н. Современный подход к диагностике и лечению Hallux valgus. Обзор литературы / М.Н. Семенистый, А.А. Очкуренко, О.А. Семенистая, Д.И. Османов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2024. – Т. 31, № 2. – С. 251-260.

16. Серeda А.П. Плантарный фасциит: диагностика и лечение / А.П. Серeda, А.А. Мойсов, С.М. Сметанин // Байкальский медицинский журнал. – 2016. – Т. 143, № 4. – С. 5-9.
17. Серова Н.С. Современная рентгенологическая диагностика приобретенного плоскостопия взрослых / Н.С. Серова, А.С. Беляев, Д.С. Бобров, К.С. Терновой // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2017. – Т. 98, № 5. – С. 275-280.
18. Сливин А.В. Плантарный фасциит у спортсменов: современное состояние проблемы / А.В. Сливин, С.А. Парастаев // Спортивная медицина: наука и практика. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 50-64.
19. Филатова Е.В. Применение электрофореза хлора при лечении плантарного фасциита (пяточных шпор) / Е.В. Филатова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2014. – Т. 10, № 4. – С. 896-898.
20. Фищенко Я.В. Лечение коксалгии у пациентов с дегенеративным остеоартрозом тазобедренного сустава 3-4 стадии / Я.В. Фищенко, А.А. Владимиров, И.В. Рой [и др.] // Гений ортопедии. – 2021. – Т. 27, № 2. – С. 209-213.
21. Фомичев В.А. Кросс-культурная адаптация и валидация русскоязычной версии шкалы Американской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава AOFAS-AHS / В.А. Фомичев, Е.П. Сорокин, Н.С. Коновальчук [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2023. – Т. 29, № 4. – С. 78-86.
22. Цымбал А.Н. Морфобиомеханическая характеристика стоп и оценка эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии при плантарном фасциите : дис. ... канд. мед. наук : 14.01.15 / Цымбал А.Н. – Москва, 2013. – 117 с.
23. Шеина А.Н. Роль и место ультразвука в восстановительном лечении заболевания суставов / А.Н. Шеина // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2013. – № 5. – С. 38-40.

24. Шутов Ю.М. Оптимизация лечения плантарных фасцитов и ахиллитов / Ю.М. Шутов, М.З. Шутова, В.Н. Кокшарова // *Journal of Siberian Medical Sciences*. – 2015. – № 2. – С. 25.
25. Ямпольская Ю.А. Диагностика плоскостопия у школьников при массовых обследованиях / Ю.А. Ямпольская // *Гигиена и санитария*. – 1984. № 1. – С. 43-46.
26. Abarca-Gómez L. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults / L. Abarca-Gómez, Z. Abdeen, Z.A. Hami [et al.] // *The Lancet*. – 2017. – Vol. 10113, № 390. – P. 2627-2642.
27. Aicher B. Pain measurement: Visual Analogue Scale (VAS) and Verbal Rating Scale (VRS) in clinical trials with OTC analgesics in headache / B. Aicher, H. Peil, B. Peil, H.C. Diener // *Cephalalgia*. – 2012. – Vol. 32, № 3. – P. 185-197.
28. Allam A.E. Plantar Heel Pain Treasure / A.E. Allam, K.-V. Chang. – Island (FL) : StatPearls Publishing, 2025. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499868/> (дата обращения 20.03.2024).
29. Apóstol-González S. Fractura de calcáneo como complicación de tratamiento percutáneo de fascitis plantar. Reporte de un caso [Calcaneus fractures as a complication of the percutaneous treatment of plantar fasciitis. Case report] / S. Apóstol-González, J. Herrera, I. Herrera // *Acta Ortop. Mex.* – 2014. – Vol. 28, № 2. – P. 134-136.
30. Armağan C. Innovative approaches in the treatment of chronic plantar fasciitis: comparison of pulsed radiofrequency ablation and surgical intervention / C. Armağan, Z.O. Karaduman, M. Arıcan [et al.] // *Int. Orthop.* – 2024. – Vol. 48, № 10. – P. 2719-2726.
31. Attar S.M. Plantar Fasciitis: A Review Article / S.M. Attar // *Saudi Journal of Internal Medicine* – 2012. – Vol. 2, № 1. – P. 1433H-2012G.
32. Aydog S.T. Medial calcaneal neuropathy: A rare cause of prolonged heel pain / S.T. Aydog // *Agri: Agri (Algoloji) Dernegi'nin Yayin organidir = The journal of*

- the Turkish Society of Algology. – 2018. – Vol. 29. – URL: 10.5505/agri.2015.13540. (дата обращения 19.08.2025).
33. Barnes A. Clinical and Functional Characteristics of People With Chronic and Recent-Onset Plantar Heel Pain / A. Barnes, J. Sullivan, E. Pappas [et al.] // *PM R.* – 2017. – Vol. 9, № 11. – P. 1128-1134.
 34. Basmajian J.V. The role of muscles in arch support of the foot // *The Journal of Bone and Joint Surgery* / J.V. Basmajian, G. Stecko // *American Volume.* – 1963. – Vol. 45. – P. 1184-1190.
 35. Belhan O. The thickness of heel fat-pad in patients with plantar fasciitis / O. Belhan, M. Kaya, M. Gurger // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* – 2019. – Vol. 53, № 6. – P. 463-467.
 36. Bergmann J.N. History and mechanical control of heel spur pain / J.N. Bergmann // *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery.* – 1990. – Vol. 7, № 2. – P. 243-259.
 37. Boberg J. In-step fasciotomy. Ch. 3 / J. Boberg // *In Reconstructive Surgery of the Foot and Leg, Update '95* / edited by C.A. Camasta, N.S. Vickers, S.R. Carter. – Tucker, GA : The Podiatry Institute, Inc., 1995. – P. 156-158.
 38. Bolgla L.A. Plantar fasciitis and the windlass mechanism: a biomechanical link to clinical practice / L.A. Bolgla, T.R. Malone // *Journal of Athletic Training.* – 2004. – Vol. 39, № 1. – P. 77-82.
 39. Brody D.M. Running injuries. Prevention and management / D.M. Brody // *Clinical Symposia.* – 1987. – Vol. 39, № 3. – P. 1-36.
 40. Brugh A.M. Lateral column symptomatology following plantar fascial release: a prospective study / A.M. Brugh, L.M. Fallat, R.T. Savoy-Moore // *J. Foot Ankle Surg.* – 2002. – Vol. 41, № 6. – P. 365-371.
 41. Buchanan B.K. *Plantar Fasciitis Treasure* / B.K. Buchanan, R.E. Sina, D. Kushner. – Island (FL) : StatPearls Publishing, 2025. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK431073/> (дата обращения 15.05.2025).
 42. Buchbinder R. Clinical practice. Plantar fasciitis / R. Buchbinder // *N. Engl. J. Med.* – 2004. – Vol. 350, № 21. – P. 2159-2166.

43. Chang A.H. What do we actually know about a common cause of plantar heel pain? A scoping review of heel fat pad syndrome / A.H. Chang, S.Z. Rasmussen, A.E. Jensen [et al.] // *J. Foot Ankle Res.* – 2022. – Vol. 15, № 1. – P. 60.
44. Chen D.W. Anatomy and biomechanical properties of the plantar aponeurosis: a cadaveric study / D.W. Chen, B. Li, A. Aubeeluck [et al.] // *PLoS One.* – 2014. – Vol. 9, № 1. – P. e84347.
45. Chiew S.K. Effectiveness and relevant factors of platelet-rich plasma treatment in managing plantar fasciitis: A systematic review / S.K. Chiew, T.S. Ramasamy, F. Amini // *J. Res. Med. Sci.* – 2016. – Vol. 21. – P. 38.
46. Choi W.J. Radiofrequency treatment relieves chronic knee osteoarthritis pain: a double-blind randomized controlled trial / W.J. Choi, S.J. Hwang, J.G. Song [et al.] // *Pain.* – 2011. – Vol. 152, № 3. – P. 481-487.
47. Chou A.C. Endoscopic Plantar Fasciotomy Improves Early Postoperative Results: A Retrospective Comparison of Outcomes After Endoscopic Versus Open Plantar Fasciotomy / A.C. Chou, S.Y. Ng, K.O. Koo // *J. Foot Ankle Surg.* – 2016. – Vol. 55, № 1. – P. 9-15.
48. Cleland J.A. Manual physical therapy and exercise versus electrophysical agents and exercise in the management of plantar heel pain: a multicenter randomized clinical trial / J.A. Cleland, J.H. Abbott, M.O. Kidd [et al.] // *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* – 2009. – Vol. 39, № 8. – P. 573-585.
49. Coheña-Jiménez M. Comparison between customised foot orthoses and insole combined with the use of extracorporeal shock wave therapy in plantar fasciitis, medium-term follow-up results: A randomised controlled trial / M. Coheña-Jiménez, M. Pabón-Carrasco, A.J. Pérez Belloso // *Clin. Rehabil.* – 2021. – Vol. 35, № 5. – P. 740-749.
50. Cole C. Plantar fasciitis: evidence-based review of diagnosis and therapy / C. Cole, C. Seto, J. Gazewood // *American Family Physician.* – 2005. – Vol. 72, № 11. – P. 2237-2242.

51. Crary J.L. The effect of plantar fascia release on strain in the spring and long plantar ligaments / J.L. Crary, J.M. Hollis, A. Manoli 2nd // *Foot Ankle Int.* – 2003. – Vol. 24, № 3. – P. 245-250.
52. Crawford F. Interventions for treating plantar heel pain / F. Crawford, C. Thomson // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2003. – Vol. 3. – P. CD000416. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* – 2010. – Vol. 1. – P. CD000416.
53. Daly P.J. Plantar fasciotomy for intractable plantar fasciitis: clinical results and biomechanical evaluation / P.J. Daly, H.B. Kitaoka, E.Y. Chao // *Foot Ankle.* – 1992. – Vol. 13, № 4. – P. 188-195.
54. Davies M.S. Plantar fasciitis: how successful is surgical intervention? / M.S. Davies, G.A. Weiss, T.S. Saxby // *Foot Ankle Int.* – 1999. – Vol. 20, № 12. – P. 803-807.
55. De Garceau D. The association between diagnosis of plantar fasciitis and Windlass test results / D. De Garceau, D. Dean, S.M. Requejo, D.B. Thordarson // *Foot Ankle Int.* – 2003. – Vol. 24, № 3. – P. 251-255.
56. Deniel C. Anatomical study of the medial calcaneal nerve using high-resolution ultrasound / C. Deniel, D. Guenoun, R. Guillin [et al.] // *Eur. Radiol.* – 2023. – Vol. 33, № 10. – P. 7330-7337.
57. Díaz López A.M. Efectividad de distintas terapias físicas en el tratamiento conservador de la fascitis plantar: revisión sistemática [Effectiveness of different physical therapy in conservative treatment of plantar fasciitis: systematic review] / A.M. Díaz López, P. Guzmán Carrasco // *Rev. Esp. Salud. Publica.* – 2014. – Vol. 88, № 1. – P. 157-178. Spanish.
58. Erdemir A. Changes in foot loading following plantar fasciotomy: a computer modeling study / A. Erdemir, S.J. Piazza // *J. Biomech. Eng.* – 2004. – Vol. 126, № 2. – P. 237-243.
59. Ermutlu C. Thickness of plantar fascia is not predictive of functional outcome in plantar fasciitis treatment / C. Ermutlu, M. Aksakal, A. Gümüştaş [et al.] // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* – 2018. – Vol. 52, № 6. – P. 442-446.

60. Escalada Barrado J. [Translated article] Medial gastrocnemius proximal fasciotomy in patients with chronic plantar fasciitis: A systematic review / J. Escalada Barrado, C. Saiz Modol, R. Llombart Blanco // *Rev. Esp. Cir. Ortop. Traumatol.* – 2024. – Vol. 68, № 5. – P. T454-T461. English, Spanish.
61. Fallat L.M. A retrospective comparison of percutaneous plantar fasciotomy and open plantar fasciotomy with heel spur resection / L.M. Fallat, J.T. Cox, R. Chahal [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 2013. – Vol. 52, № 3. – P. 288-290.
62. Fantino O. Role of ultrasound in posteromedial tarsal tunnel syndrome: 81 cases / O. Fantino // *J. Ultrasound.* – 2014. – Vol. 17, № 2. – P. 99-112.
63. Franchini M. Efficacy of platelet-rich plasma as conservative treatment in orthopaedics: a systematic review and meta-analysis / M. Franchini, M. Cruciani, C. Mengoli [et al.] // *Blood Transfus.* – 2018. – Vol. 16, № 6. – P. 502-513.
64. Gamba C. Proximal Medial Gastrocnemius Release: Surgical Technique / C. Gamba, C. Álvarez Gomez, J. Martínez Zaragoza [et al.] // *JBJS Essent Surg Tech.* – 2022. – Vol. 12, № 1. – P. e20.00039.
65. Gamba C. Proximal Medial Gastrocnemius Release Versus Open Plantar Fasciotomy for the Surgical Treatment in Recalcitrant Plantar Fasciitis / C. Gamba, P. Serrano-Chinchilla, J. Ares-Vidal [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2020. – Vol. 41, № 3. – P. 267-274.
66. García Vidal J.A. Valor del Test de Silfverskiöld para el diagnóstico de la fascitis plantar / J.A. García Vidal, J.G. Piñero Palazón, A.B. Alcaraz [et al.] // *Revista Internacional de Ciencias Podológicas.* – 2019. – Vol. 13, № 1. – P. 41-46.
67. Gibbon W.W. Ultrasound of the plantar aponeurosis (fascia) / W.W. Gibbon, G. Long // *Skeletal Radiol.* – 1999. – Vol. 28, № 1. – P. 21-26.
68. Ginés-Cespedosa A. Clinical And Plantar Fascial Morphologic Changes After Proximal Medial Gastrocnemius Release Treatment of Recalcitrant Plantar Fasciitis / A. Ginés-Cespedosa, I.W. Ugarte, J. Ares-Vidal [et al.] // *Foot Ankle Orthop.* – 2021. – Vol. 6, № 3. – P. 24730114211027323.

69. Goecker R.M. Analysis of release of the first branch of the lateral plantar nerve / R.M. Goecker, A.S. Banks // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 2000. – Vol. 90, № 6. – P. 281-286.
70. Goff J.D. Diagnosis and treatment of plantar fasciitis / J.D. Goff, R. Crawford // *American Family Physician.* – 2011. – Vol. 84. № 6. – P. 676-682.
71. Gómez-Carrión Á. Biomechanical Effect on Jack's Test on Barefoot Position, Regular Socks, and Biomechanics Socks / Á. Gómez-Carrión, J.M. Reguera-Medina, M. Coheña-Jiménez [et al.] // *Life (Basel).* – 2024. – Vol. 14, № 2. – P. 248.
72. Granger C.J. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Posterior Tibial Nerve Treasure / C.J. Granger, W.B. Cohen-Levy. – Island (FL) : StatPearls Publishing, 2025. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546623/> (дата обращения 01.12.2024).
73. Griffith J.D. Osteophytes of the os calcis / J.D. Griffith // *Am. J. Orthop. Surg.* – 1901. – № 8. – P. 501-507.
74. Guimarães J.S. Effects of therapeutic interventions on pain due to plantar fasciitis: A systematic review and meta-analysis / J.S. Guimarães, F.L. Arcanjo, G. Leporace [et al.] // *Clin. Rehabil.* – 2023. – Vol. 37, № 6. – P. 727-746.
75. Hassab H.K. Drilling of the os-calcis for painful heel with calcanean spur / H.K. Hassab, A.S. El-Sherif // *Acta Orthopaedica Scandinavica.* – 1974. – Vol. 45, № 1. – P. 152-157.
76. Hepford C.A. Minimal incision surgical approach to mechanical heel pain / C.A. Hepford // *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery.* – 1991. – Vol. 8, № 1. – P. 167-185.
77. Heyd R. Radiation therapy for painful heel spurs: results of a prospective randomized study / R. Heyd, N. Tselis, H. Ackermann [et al.] // *Strahlenther Onkol.* – 2007. – Vol. 183, № 1. – P. 3-9.
78. Huang D.M. Radiofrequency Microtenotomy with Concurrent Gastrocnemius Recession Improves Postoperative Vitality Scores in the Treatment of Recalcitrant

- Plantar Fasciitis / D.M. Huang, A.C. Chou, N.E. Yeo, I.R. Singh // *Ann. Acad. Med. Singap.* – 2018. – Vol. 47, № 12. – P. 509-515.
79. Iborra A. A novel closed technique for ultrasound-guided plantar fascia release with a needle: review of 107 cases with a minimum follow-up of 24 months / A. Iborra, M. Villanueva, P. Sanz-Ruiz [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2021. – Vol. 16, № 1. – P. 153.
80. Irving D.B. Factors associated with chronic plantar heel pain: a systematic review / D.B. Irving, J.L. Cook, H.B. Menz // *J. Sci. Med. Sport.* – 2006. – Vol. 9, № 1-2. – P. 11-22; discussion 23-4.
81. Jacoby R.P. Surgical management of recalcitrant heel pain / R.P. Jacoby, L.C. Wolfe // *Clin. Podiatr. Med. Surg.* – 1991. – Vol. 8, № 1. – P. 187-195.
82. Jahss M.H. Investigations into the fat pads of the sole of the foot: heel pressure studies / M.H. Jahss, F. Kummer, J.D. Michelson // *Foot Ankle.* – 1992. – Vol. 13, № 5. – P. 227-232.
83. Jay R.M. Calcaneal decompression for chronic heel pain / R.M. Jay, B.A. Davis, H.D. Schoenhaus, D. Beckett // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 1985. – Vol. 75, № 10. – P. 535-537.
84. Kanesen K. A Multi-centered Retrospective Study on the Efficacy of Pulsed Radiofrequency Nerve Ablation in the Treatment of Recalcitrant Plantar Fasciitis: A Mid-term Outcome / K. Kanesen, M.S. Jaafar, A. Alias [et al.] // *Cureus.* – 2024. – Vol. 16, № 4. – P. e58021.
85. Khan K.M. Histopathology of common tendinopathies. Update and implications for clinical management / K.M. Khan, J.L. Cook, F. Bonar [et al.] // *Sports Med.* – 1999. – Vol. 27, № 6. – P. 393-408.
86. Kiel J. Tarsal Tunnel Syndrome Treasure / J. Kiel, L. Kaiser. – Island (FL) : StatPearls Publishing, 2025. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513273/> (дата обращения 05.10.2025).
87. Kinley S. Endoscopic plantar fasciotomy versus traditional heel spur surgery: a prospective study / S. Kinley, S. Frascone, D. Calderone [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 1993. – Vol. 32, № 6. – P. 595-603.

88. Kirkpatrick J. The plantar calcaneal spur: a review of anatomy, histology, etiology and key associations / J. Kirkpatrick, O. Yassaie, S.A. Mirjalili // *J. Anat.* – 2017. – Vol. 230, № 6. – P. 743-751.
89. Koc Jr T.A. Heel Pain – Plantar Fasciitis: Revision 2023 / T.A. Koc Jr, C.G. Bise, C. Neville [et al.] // *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* – 2023. – Vol. 53, № 12. – P. CPG1-CPG39.
90. Koo G.B. Superficial course of the medial plantar nerve: case report / G.B. Koo, J.H. Lee, J.H. Jang [et al.] // *Anat. Cell. Biol.* – 2019. – Vol. 52, № 1. – P. 87-89.
91. Kumai T. Heel spur formation and the subcalcaneal entheses of the plantar fascia / T. Kumai, M. Benjamin // *J. Rheumatol.* – 2002. – Vol. 29, № 9. – P. 1957-1964.
92. Kurtoglu A. Effectiveness of radiofrequency ablation for treatment of plantar fasciitis / A. Kurtoglu, A. Kochai, M.E. Inanmaz [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2022. – Vol. 101, № 12. – P. e29142.
93. Lapidus P.W. Painful heel: report of 323 patients with 364 painful heels / P.W. Lapidus, F.P. Guidotti // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1965. – Vol. 39. – P. 178-186.
94. Lee S.Y. Does the use of orthoses improve self-reported pain and function measures in patients with plantar fasciitis? A meta-analysis / S.Y. Lee, P. McKeon, J. Hertel // *Phys. Ther. Sport.* – 2009. – Vol. 10, № 1. – P. 12-18.
95. Lemont H. Plantar fasciitis: a degenerative process (fasciosis) without inflammation / H. Lemont, K.M. Ammirati, N. Usen // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 2003. – Vol. 93, № 3. – P. 234-237.
96. Li J. Anatomic relationship of heel spur to surrounding soft tissues: greater variability than previously reported / J. Li, C. Muehleman // *Clin. Anat.* – 2007. – Vol. 20, № 8. – P. 950-955.
97. Li S. Clinical effects of extracorporeal shock-wave therapy and ultrasound-guided local corticosteroid injections for plantar fasciitis in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials / S. Li, K. Wang, H. Sun [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2018. – Vol. 97, № 50. – P. e13687.

98. Liu J. Efficacy and safety of radiofrequency treatment for improving knee pain and function in knee osteoarthritis: a meta-analysis of randomized controlled trials / J. Liu, T. Wang, Z.H. Zhu // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2022. – Vol. 17, № 1. – P. 21.
99. Luffy L. Plantar fasciitis: A review of treatments / L. Luffy, J. Grosel, R. Thomas, E. So // *JAAPA.* – 2018. – Vol. 31, № 1. – P. 20-24.
100. Macias D.M. Low-Level Laser Therapy at 635 nm for Treatment of Chronic Plantar Fasciitis: A Placebo-Controlled, Randomized Study / D.M. Macias, M.J. Coughlin, K. Zang [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 2015. – Vol. 54, № 5. – P. 768-772.
101. Maffulli N. Minimally Invasive Surgery of the Foot and Ankle / N. Maffulli, M. Easley. – London : Springer, 2011. – 470 p.
102. Malahias M.A. The clinical outcome of endoscopic plantar fascia release: A current concept review / M.A. Malahias, E.B. Cantiller, V.V. Kadu, S. Müller // *Foot Ankle Surg.* – 2020. – Vol. 26, № 1. – P. 19-24.
103. Malik S. Effects of dry cupping therapy on pain, dynamic balance and functional performance in young female with recreational runners chronic plantar fasciitis / S. Malik, P. Anand, P. Bhati [et al.] // *Sports Orthopaedics and Traumatology.* – 2022. – Vol. 38, № 2. – P. 159-170.
104. Manoli 2nd A. Calcaneal fracture after cortical bone removal / A. Manoli 2nd, M.C. Harper, T.C. Fitzgibbons, D.J. McKernan // *Foot Ankle.* – 1992. – Vol. 13, № 9. – P. 523-525.
105. McSweeney S.C. Tarsal tunnel syndrome-A narrative literature review / S.C. McSweeney, M. Cichero // *Foot (Edinb).* – 2015. – Vol. 25, № 4. – P. 244-250.
106. Menz H.B. Coexistence of plantar calcaneal spurs and plantar fascial thickening in individuals with plantar heel pain / H.B. Menz, M.J. Thomas, M. Marshall [et al.] // *Rheumatology (Oxford).* – 2019. – Vol. 58, № 2. – P. 237-245.
107. Menz H.B. Plantar calcaneal spurs in older people: longitudinal traction or vertical compression? / H.B. Menz, G.V. Zammit, K.B. Landorf, S.E. Munteanu // *J. Foot Ankle Res.* – 2008. – Vol. 1, № 1. – P. 7.

108. Mercado O.A. Osteotripsy for heel spur / O.A. Mercado // J. Am. Podiatry Assoc. – 1970. – Vol. 60, № 2. – P. 76-79.
109. Micke O. Radiotherapy in painful heel spurs (plantar fasciitis) – results of a national patterns of care study / O. Micke, M.H. Seegenschmiedt // Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. – 2004. – Vol. 58, № 3. – P. 828-843.
110. Miladi S. Is there an association between plantar fasciitis and knee osteoarthritis? / S. Miladi, S. Bouzid, A. Fazaa [et al.] // Musculoskeletal Care. – 2023. – Vol. 21, № 4. – P. 1045-1052.
111. Molund M. Proximal Medial Gastrocnemius Recession and Stretching Versus Stretching as Treatment of Chronic Plantar Heel Pain / M. Molund, E.E. Husebye, J. Hellesnes [et al.] // Foot Ankle Int. – 2018. – Vol. 39, № 12. – P. 1423-1431.
112. Monteagudo M. Chronic plantar fasciitis: plantar fasciotomy versus gastrocnemius recession / M. Monteagudo, E. Maceira, V. Garcia-Virto, R. Canosa // Int. Orthop. – 2013. – Vol. 37, № 9. – P. 1845-1850.
113. Mørk M. The struggle to stay physically active-A qualitative study exploring experiences of individuals with persistent plantar fasciopathy / M. Mørk, H.L. Soberg, A.F. Hoksrud [et al.] // J. Foot Ankle Res. – 2023. – Vol. 16, № 1. – P. 20.
114. Motley T. Plantar Fasciitis/Fasciosis / T. Motley // Clinics in Podiatric Medicine and Surgery. – 2021. – Vol. 38, № 2. – P. 193-200.
115. Nahin R.L. Prevalence and Pharmaceutical Treatment of Plantar Fasciitis in United States Adults / R.L. Nahin // J. Pain. – 2018. – Vol. 19, № 8. – P. 885-896.
116. Narindra L.H.R.N.O. Thickness of the Plantar Fascia in Asymptomatic Subjects / L.H.R.N.O. Narindra, N.F. Herinirina, H. Rakotonirina [et al.] // J. Med. Ultrasound. – 2019. – Vol. 27, № 3. – P. 121-123.
117. Nelson S.C. Tarsal Tunnel Syndrome / S.C. Nelson // Clin. Podiatr. Med. Surg. – 2021. – Vol. 38, № 2. – P. 131-141.
118. Netter F.H. Atlas of Human Anatomy / F.H. Netter. – 5 Edition. – Elsevier Science, 2010. – 520 c.

119. Oliveira H.A. Effectiveness of total contact insoles in patients with plantar fasciitis / H.A. Oliveira, A. Jones, E. Moreira [et al.] // J. Rheumatol. – 2015. – Vol. 42, № 5. – P. 870-878.
120. Osman A.M. Pulsed Compared to Thermal Radiofrequency to the Medial Calcaneal Nerve for Management of Chronic Refractory Plantar Fasciitis: A Prospective Comparative Study / A.M. Osman, D.H. El-Hammady, M.M. Kotb // Pain Physician. – 2016. – Vol. 19, № 8. – P. E1181-E1187.
121. Ozdemir H. The role of bone scintigraphy in determining the etiology of heel pain / H. Ozdemir, A. Ozdemir, Y. Söyücü, M. Urgüden // Ann. Nucl. Med. – 2002. – Vol. 16, № 6. – P. 395-401.
122. Pilzer H.P. Percutaneous plantar fasciotomy-a new approach / H.P. Pilzer, M.J. Berlin // Current Podiatry. – 1983. – Vol. 32. – P. 36.
123. Plettner P. Exostosen des Fersenbeins / P. Plettner // Jahresbericht der Gesellschaft für Natur und Heilkunde in Dresden. – Dresden, 1900.
124. Poenaru D. Therapeutic considerations for patients with chronic plantar fasciitis (Review) / D. Poenaru, S.C. Badoiu, A.M. Ionescu // Med. Int. (Lond). – 2021. – Vol. 1, № 4. – P. 9.
125. Presley J.C. Sonographic visualization of the first branch of the lateral plantar nerve (baxter nerve): technique and validation using perineural injections in a cadaveric model / J.C. Presley, E. Maida, W. Pawlina [et al.] // J. Ultrasound Med. – 2013. – Vol. 32, № 9. – P. 1643-1652.
126. Radwan Y.A. Resistant plantar fasciopathy: shock wave versus endoscopic plantar fascial release / Y.A. Radwan, A.M. Mansour, W.S. Badawy // Int. Orthop. – 2012. – Vol. 36, № 10. – P. 2147-2156.
127. Reichl B. DEGRO practical guidelines for radiotherapy of non-malignant disorders: Part I: physical principles, radiobiological mechanisms, and radiogenic risk / B. Reichl, A. Block, U. Schäfer [et al.] // Strahlenther Onkol. – 2015. – Vol. 191, № 9. – P. 701-709.

128. Riddle D.L. Risk factors for Plantar fasciitis: a matched case-control study / D.L. Riddle, M. Pulisic, P. Pidcoe, R.E. Johnson // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2003. – Vol. 85, № 5. – P. 872-877.
129. Riddle D.L. Volume of ambulatory care visits and patterns of care for patients diagnosed with plantar fasciitis: a national study of medical doctors / D.L. Riddle, S.M. Schappert // *Foot Ankle Int.* – 2004. – Vol. 25, № 5. – P. 303-310.
130. Rosenbaum A.J. Plantar Heel Pain / A.J. Rosenbaum, J.A. DiPreta, D. Misener // *Medical Clinics of North America.* – 2014. – Vol. 98, № 2. – P. 339-352.
131. Roxas M. Plantar fasciitis: diagnosis and therapeutic considerations / M. Roxas // *Altern. Med. Rev.* – 2005. – Vol. 10, № 2. – P. 83-93.
132. Saad A. Lesions of the heel fat pad / A. Saad, J. Kho, G. Almeer [et al.] // *Br. J. Radiol.* – 2021. – Vol. 94, № 1118. – P. 20200648.
133. Sadat-Ali M. Plantar fasciitis/calcaneal spur among security forces personnel / M. Sadat-Ali // *Mil. Med.* – 1998. – Vol. 163, № 1. – P. 56-57.
134. Sajja S. Plantar Fasciitis With a Calcaneal Spur / S. Sajja, N. Elahi, L. Ganti // *Cureus.* – 2023. – Vol. 15, № 12. – P. e51242.
135. Salinas-Torres V.M. Prevalence and Clinical Factors Associated With Pes Planus Among Children and Adults: A Population-Based Synthesis and Systematic Review / V.M. Salinas-Torres, R.A. Salinas-Torres, L.E. Carranza-García [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 2023. – Vol. 62, № 5. – P. 899-903.
136. Schiltenwolf M. «Choi WJ et al. Radiofrequency treatment relieves chronic knee osteoarthritis pain: a double-blind randomized controlled trial. *Pain* 2011; 152: 481-7» / M. Schiltenwolf, C. Fischer // *Pain.* – 2011. – Vol. 152, № 8. – P. 1933-1934.
137. Shama S.S. Prevalence of non-painful heel spur and its relation to postural foot position / S.S. Shama, S.J. Kominsky, H. Lemont // *J. Am. Podiatry Assoc.* – 1983. – Vol. 73, № 3. – P. 122-123.
138. Shealy C.N. Percutaneous radiofrequency denervation of spinal facets. Treatment for chronic back pain and sciatica / C.N. Shealy // *J. Neurosurg.* – 1975. – Vol. 43, № 4. – P. 448-451.

139. Shetty S.H. Platelet-Rich Plasma Has Better Long-Term Results Than Corticosteroids or Placebo for Chronic Plantar Fasciitis: Randomized Control Trial / S.H. Shetty, A. Dhond, M. Arora, S. Deore // *J. Foot Ankle Surg.* – 2019. – Vol. 58, № 1. – P. 42-46.
140. Steindler A. *A Textbook of Operative Orthopedics* / A. Steindler. – New York : Appleton&Co, 1925. – 253 c.
141. Steindler A. Spurs of the os calcis / A. Steindler, A. Smith // *Surg. Gynecol. Obste.* – 1938. – Vol. 66. – P. 663.
142. Straub H. Die elastischen Fasern in den Bändern des Menschlichen Fusses [Elastic fibers in the ligaments of the human foot] / H. Straub // *Acta Anat (Basel)*. – 1950. – Vol. 11, № 1. – P. 268-289.
143. Sullivan J. Role of mechanical factors in the clinical presentation of plantar heel pain: Implications for management / J. Sullivan, E. Pappas, J. Burns // *Foot (Edinb)*. – 2020. – Vol. 42. – P. 101636.
144. Tas N.P. Treatment of Plantar Fasciitis in Patients with Calcaneal Spurs: Radiofrequency Thermal Ablation or Extracorporeal Shock Wave Therapy? / N.P. Tas, O. Kaya // *J. Clin. Med.* – 2023. – Vol. 12, № 20. – P. 6503.
145. Tatli Y.Z. The real risks of steroid injection for plantar fasciitis, with a review of conservative therapies / Y.Z. Tatli, S. Kapasi // *Curr. Rev. Musculoskelet Med.* – 2009. – Vol. 2, № 1. – P. 3-9.
146. Tezel N. Short-Term Efficacy of Kinesiotaping versus Extracorporeal Shockwave Therapy for Plantar Fasciitis: A Randomized Study / N. Tezel, E. Umay, M. Bulut, A. Cakci // *Saudi J. Med. Sci.* – 2020. – Vol. 8, № 3. – P. 181-187.
147. Thomas J.L. The diagnosis and treatment of heel pain: a clinical practice guideline-revision 2010 / J.L. Thomas, J.C. Christensen, S.R. Kravitz [et al.] // *J. Foot Ankle Surg.* – 2010. – Vol. 49, № 3, Suppl. – P. S1-19.
148. Thor J. Radiofrequency microtenotomy for plantar fasciitis: A systematic review and meta-analysis / J. Thor, D.W. Mao, D. Chandrakumara [et al.] // *Foot (Edinb)*. – 2022. – Vol. 50. – P. 101869.

149. Tisdell C.L. Diagnosing and treating plantar fasciitis: a conservative approach to plantar heel pain / C.L. Tisdell, B.G. Donley, J.J. Sferra // *Cleve Clin. J. Med.* – 1999. – Vol. 66, № 4. – P. 231-235.
150. Tomczak R.L. A retrospective comparison of endoscopic plantar fasciotomy to open plantar fasciotomy with heel spur resection for chronic plantar fasciitis/heel spur syndrome / R.L. Tomczak, B.D. Haverstock // *J. Foot Ankle Surg.* – 1995. – Vol. 34, № 3. – P. 305-311.
151. Trojian T. Plantar Fasciitis / T. Trojian, A.K. Tucker // *Am. Fam. Physician.* – 2019. – Vol. 99, № 12. – P. 744-750.
152. Tseng W.C. Plantar Fasciitis: An Updated Review / W.C. Tseng, Y.C. Chen, T.M. Lee, W.S. Chen // *J. Med. Ultrasound.* – 2023. – Vol. 31, № 4. – P. 268-274.
153. Valizadeh M.A. Relationship Between Anthropometric Findings and Results of Corticosteroid Injections Treatment in Chronic Plantar Heel Pain / M.A. Valizadeh, A. Afshar, E. Hassani [et al.] // *Anesth. Pain Med.* – 2018. – Vol. 8, № 1. – P. e64357.
154. van Leeuwen K.D. Higher body mass index is associated with plantar fasciopathy/'plantar fasciitis': systematic review and meta-analysis of various clinical and imaging risk factors / K.D. van Leeuwen, J. Rogers, T. Winzenberg [et al.] // *Br. J. Sports Med.* – 2016. – Vol. 50, № 16. – P. 972-981.
155. Ware J.E. Jr. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection / J.E. Ware Jr, C.D. Sherbourne // *Med. Care.* – 1992. – Vol. 30, № 6. – P. 473-483.
156. Wearing S.C. The pathomechanics of plantar fasciitis / S.C. Wearing, J.E. Smeathers, S.R. Urry [et al.] // *Sports Med.* – 2006. – Vol. 36, № 7. – P. 585-611.
157. Wheeler P.C. The addition of a tension night splint to a structured home rehabilitation programme in patients with chronic plantar fasciitis does not lead to significant additional benefits in either pain, function or flexibility: a single-blinded randomised controlled trial / P.C. Wheeler // *BMJ Open Sport Exerc. Med.* – 2017. – Vol. 3, № 1. – P. e000234.

158. Wright D.G. A study of the elastic properties of plantar fascia // The Journal of Bone and Joint Surgery / D.G. Wright, D.C. Rennels // American Volume. – 1964. – Vol. 46. – P. 482-492.
159. Yang Y. Fine dissection of the tarsal tunnel in 60 cases / Y. Yang, M.L. Du, Y.S. Fu [et al.] // Sci. Rep. – 2017. – Vol. 7. – P. 46351. Erratum in: Sci. Rep. – 2021. – Vol. 11, № 1. – P. 11678.
160. Yu T. Outcomes of platelet-rich plasma for plantar fasciopathy: a best-evidence synthesis / T. Yu, J. Xia, B. Li [et al.] // J. Orthop. Surg. Res. – 2020. – Vol. 15, № 1. – P. 432.
161. Yuan Y. Comparison of the therapeutic outcomes between open plantar fascia release and percutaneous radiofrequency ablation in the treatment of intractable plantar fasciitis / Y. Yuan, Y. Qian, H. Lu [et al.] // J. Orthop. Surg. Res. – 2020. – Vol. 15, № 1. – P. 55.
162. Zhang J.Y. Utilization of Platelet-Rich Plasma for Musculoskeletal Injuries: An Analysis of Current Treatment Trends in the United States / J.Y. Zhang, P.D. Fabricant, C.R. Ishmael [et al.] // Orthop. J. Sports Med. – 2016. – Vol. 4, № 12. – P. 2325967116676241.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А

(справочное)

Патент № 2845523

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2845523**Способ лечения хронического болевого синдрома при
плантарном фасциите**

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное учреждение "Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии" Министерства здравоохранения Российской Федерации (RU)*

Авторы: *Агафонов Даниил Германович (RU), Айрапетов Георгий Александрович (RU), Сердобинцев Михаил Сергеевич (RU), Ханмурадов Руслан Агамуратович (RU), Джериев Михаил Анатольевич (RU), Дзиов Заурбек Валерьевич (RU), Вансович Дмитрий Юрьевич (RU), Яблонский Петр Казимирович (RU)*

Заявка № **2025102787**Приоритет изобретения **06 февраля 2025 г.**Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **21 августа 2025 г.**Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **06 февраля 2045 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

