

*На правах рукописи*

РАЗИН

Михаил Александрович

Дифференцированный подход к хирургическому лечению невromы Мортона

3.1.10. Нейрохирургия

АФТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Москва – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

кандидат медицинских наук, доцент

Кузнецов Алексей Витальевич

Официальные оппоненты:

Никитин Андрей Сергеевич доктор медицинских наук,  
ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России,  
нейрохирургическое отделение Университетской клиники, заведующий  
отделением

Арестов Сергей Олегович кандидат медицинских наук,  
ФГБНУ «Российский центр неврологии и нейронаук», нейрохирургическое  
отделение (с группой сосудистой и эндоваскулярной хирургии), старший  
научный сотрудник

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 г. в 13.00 час. на заседании  
диссертационного совета 21.1.031.01, созданного на базе ФГАУ «НМИЦ  
нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, по адресу: 125047,  
г. Москва, 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГАУ «НМИЦ  
нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России и на сайте Центра  
<http://www.nsi.ru>

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202 г.

Ученый секретарь

Диссертационного совета 21.1.031.01

доктор медицинских наук

Яковлев Сергей Борисович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Неврома Мортона (НМ) – одна из наиболее частых неврологических причин возникновения боли в стопе, сочетающаяся у большинства пациентов с ортопедической патологией. Данное заболевание преимущественно встречается у женщин (по различным данным – от 4 до 9 раз чаще, чем у мужчин) трудоспособного возраста (Шпагин М.В., 2022; Caprio F. Di, 2018). По литературным данным НМ занимает 2-е место (после синдрома карпального канала) по количеству ежегодно выявляемых новых случаев среди всех компрессионных периферических нейропатий, а ежегодная выявляемость данного заболевания составляет около 87,5 случая на 100000 женщин и 50,2 случая на 100000 мужчин (Latinovic R., 2006).

Морфологически неврома Мортона не является истинной невромой, а представляет собой участок эпи- и периневрального фиброза подошвенного нерва в 3-м, реже во 2-м, межплюсневом промежутке, что приводит к его компрессии (Hassouna H.Z., 2018). Возникающая при этой патологии нейропатическая боль значительно ограничивает не только трудоспособность, но и повседневную активность пациентов, страдающих от этого заболевания.

Для лечения данной патологии применяются как малоинвазивные методы, так и открытые хирургические вмешательства (Lu V.M., 2021; Choi J.Y., 2022). К первым относятся различные чрескожные инъекционные, деструктивные, а также эндоскопические методы.

Открытое хирургическое вмешательство (нейрэктомия) является наиболее эффективным методом лечения и включает в себя не только иссечение и удаление самой невромы, но и пораженного фрагмента подошвенного нерва (Caprio F. Di, 2018; Hassouna H.Z., 2018). В связи с многообразием предложенных методов лечения (малоинвазивных и альтернативных нейрэктомии), отсутствием четкого алгоритма выбора их применения, в лечении невромы Мортона отмечается неуклонный рост неудовлетворительных результатов

вмешательств, что значительно затрудняет последующие операции и снижает их эффективность.

Таким образом, учитывая высокую частоту встречаемости, социальную значимость (страдают женщины трудоспособного возраста) этой патологии, выраженный нейропатический болевой синдром, отсутствие алгоритмов выбора лечения – является актуальной необходимостью разработки дифференцированного подхода к лечению невралгии Мортона.

#### Степень разработанности темы исследования

Учитывая бурное развитие современных технологий в нейрохирургии, в настоящее время для лечения данной патологии используется целый спектр нейрохирургических вмешательств, однако единого мнения в выборе метода хирургического лечения в настоящий момент нет (Lu V.M., 2021). Данные мета-анализов и систематических обзоров малоинвазивных методов лечения невралгии Мортона не позволяют однозначно определить преимущества одного метода над другим, определить выбор того или иного вмешательства, а также достоверно судить о их долгосрочной эффективности (Lu V.M., 2021; Choi J.Y., 2022; Lombart R., 2024).

Наиболее эффективным методом лечения невралгии Мортона на сегодняшний день является нейрэктомия. По данным проспективных исследований и мета-анализов, длительного эффекта при этом вмешательстве удается достигнуть в среднем у 80% пациентов (Akermark C., 2013; Lu V.M., 2021; Xu W., 2022; Zhang J., 2023).

Несмотря на многообразие предложенных вмешательств, главной проблемой лечения невралгии Мортона остается отсутствие четких показаний для выбора того или иного метода, в связи с чем предложена ступенчатая схема лечения данной патологии: от менее инвазивных методик – к более агрессивным, при каждом случае заболевания (Ronconi P., 2013). Однако данная схема имеет существенный недостаток – увеличение сроков достижения адекватного анальгетического эффекта. Помимо этого, большее число вмешательств,

локализованных в одном и том же месте, ведет к прогрессированию рубцово-спаечных изменений, что способствует затруднениям проведения и снижению эффективности последующих вмешательств (Barrett S.L., 2013).

Таким образом, разработка индивидуального алгоритма предоперационной оценки возможных исходов вмешательств, определение точных показаний к применению современных малоинвазивных и открытых хирургических методов лечения невromы Мортонa поможет повысить эффективность оказания нейрохирургической помощи пациентам с этой патологией, ускорить реабилитацию и снизить общую нетрудоспособность работающего населения. Все это подчеркивает медицинскую и социально-экономическую значимость данного исследования.

#### Цель исследования

Повысить эффективность и безопасность лечения невromы Мортонa путем разработки дифференцированного подхода к хирургическому лечению данной патологии.

#### Задачи исследования

1. Подтвердить морфологические, анатомические особенности строения невromы Мортонa и области хирургического вмешательства, а также патогенетические механизмы ее формирования, оказывающие влияние на результаты применения разных методов лечения.

2. Провести сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов с невромой Мортонa в группах малоинвазивного вмешательства (радиочастотной деструкции) и нейрэктомии.

3. Разработать дифференцированный подход к выбору метода хирургического лечения невromы Мортонa исходя из эффективности и безопасности вмешательства.

4. Выявить возможные осложнения хирургического лечения невromы Мортонa и разработать подход к их диагностике, лечению и профилактике.

### Научная новизна исследования

Впервые проведена оценка прогностической значимости объема невromы Мортонa, определеннoгo при помощи ультразвукового исследования, как возможнoгo предиктoра эффективности малоинвазивнoгo вмешательства (радиочастотнoй деструкции).

Выявлена корреляция пороговoгo значения объема невromы Мортонa и эффективности радиочастотнoй деструкции, позволяющая прогнозировать целесообразность применения этoгo метода лечения как альтернативы нейрэктомии.

Алгоритм дифференцирoваннoгo выбора вмешательств, на основе способа прогнозирования эффективности малоинвазивных методов лечения позволяет выбрать наименее травматичную и наиболее эффективную и безопасную тактику хирургическoгo лечения в каждом конкретнoм случае.

Впервые разработана детализирoванная классификация осложнений нейрэктомии на основании дифференцирoвания общехирургических осложнений и осложнений, связанных с сохранением/рецидивом болевогo синдрома с различием его характера (нейропатический и отличный от нейропатическoгo болевой синдром).

Впервые разработан дифференцирoванный подход к диагностике, лечению и профилактике осложнений нейрэктомии в зависимости от характера осложнения, что позволяет снизить вероятность их возникновения, повысить эффективность и уменьшить сроки лечения в случае их развития.

### Теоретическая и практическая значимость

На основе морфологическoгo, анатомическoгo и патогенетическoгo подходов выполнено описание эффективности различных методов вмешательств (в том числе и малоинвазивных), а также хирургических доступов при невromе Мортонa.

Установлен прогностически значимый предиктор эффективности малоинвазивных методов лечения невromы Мортонa и разработан метод

прогнозирования целесообразности их применения.

Сформулирован дифференцированный подход к выбору наименее травматичной и наиболее эффективной и безопасной тактики хирургического лечения невромы Мортона в каждом конкретном случае.

Предложенный дифференцированный подход к выбору тактики хирургического лечения позволит избежать применения заведомо неэффективных методов лечения, предотвращая развитие рубцово-спаечных изменений, уменьшая количество госпитализаций, сокращая сроки эффективного устранения нейропатического болевого синдрома.

Разработанный дифференцированный подход к диагностике, лечению и профилактики возможных послеоперационных осложнений позволяет повысить эффективность и безопасность хирургического лечения данной патологии.

#### Методология и методы исследования

Представленная к защите научно-исследовательская работа проведена с соблюдением принципов доказательной медицины и этических норм. Методология диссертационной работы предусматривала разработку дизайна исследования, определение характеристик и объема выборки для обеспечения ее репрезентативности, подбор специализированных средств для статистической обработки полученных результатов. При обследовании пациентов в исследовательской работе использованы современные методы лучевой и клинико-лабораторной диагностики.

Проводилось динамическое наблюдение за пациентами, которым была проведена радиочастотная деструкция по поводу невромы Мортона; за пациентами с рецидивом болевого синдрома после радиочастотной деструкции, которым впоследствии была проведена нейрэктомия; за пациентами, без послеоперационных осложнений; за пациентами, которым была проведена нейрэктомия по поводу невромы Мортона и у которых развились осложнения после ее проведения.

### Положения, выносимые на защиту

1. Морфологические особенности строения и патогенетические механизмы формирования невралгии Мортона влияют на эффективность различных методов лечения этой патологии, чем определяют их выбор.
2. Нейрэктомия невралгии Мортона характеризуется большей эффективностью, патогенетической обоснованностью, отсутствием рецидивов по сравнению с радиочастотной деструкцией, однако является более инвазивным вмешательством и имеет большее число возможных осложнений.
3. Объем невралгии Мортона, оцененный по данным ультразвукового исследования на дооперационном этапе, является предиктором эффективности применения радиочастотной деструкции и нейрэктомии.
4. Рецидив болевого синдрома после радиочастотной деструкции невралгии Мортона обуславливает переход к более инвазивному методу лечения – нейрэктомии, в то время как рецидив болевого синдрома после нейрэктомии, вызванный, как правило, адгезией культи подошвенного нерва, позволяет разрешить его малоинвазивным методом – радиочастотной деструкцией.

### Степень достоверности результатов

Наличие репрезентативной выборки пациентов, выбранной в соответствии с целью и задачами исследования, использование статистических методов обработки данных, делают результаты и выводы диссертационного исследования достоверными и обоснованными в соответствии с принципами доказательной медицины.

В настоящее время на кафедре нейрохирургии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России накоплен большой опыт хирургического лечения невралгии Мортона, позволяющий выявить предикторы эффективности малоинвазивных методов лечения, сравнить две наиболее популярные тактики хирургического лечения невралгии Мортона и разработать дифференцированный подход к выбору тактики хирургического лечения, а также диагностике, профилактике и лечению послеоперационных осложнений.

### Апробация работы

Основные положения и результаты диссертационного исследования доложены и обсуждены на: XII научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Трансляционная медицина: возможное и реальное» (Москва, 12–13 апреля 2021 г.), IX Всероссийском съезде нейрохирургов (Москва, 15 – 18 июня 2021 г.), XIII научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Трансляционная медицина: возможное и реальное» (Москва, 01 июня 2022 г.), XXI Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 26–28 апреля 2022 г.); Третьем конгрессе по функциональной и стереотаксической нейрохирургии (Москва, 15–17 марта 2023 г.), XXII Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения» (Санкт-Петербург, 13–14 апреля 2023 г.), Всероссийском Форуме молодых ученых «Медицинская наука: вчера, сегодня, завтра», приуроченном к 300-летию РАН (Москва, 18–19 апреля 2024 г.), Республиканской научно-практической конференции: «Современные методы нейрохирургического лечения пациентов с патологией периферических нервов» (Москва, 16 мая 2024 г.), X Всероссийском съезде нейрохирургов (Нижний Новгород, 10–13 сентября 2024 г.), Научно-практической конференции, посвященной 90-летию кафедры нейрохирургии Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования (Москва, 15–16 мая 2025 г.), заседании кафедры нейрохирургии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России от 05.07.2025 г. (протокол №9-а/25).

### Внедрение результатов исследования в практику

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы нейрохирургических отделений №19 и №49 ГБУЗ ММНКЦ им. С.П. Боткина ДЗМ, в учебный процесс кафедры нейрохирургии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России.

### Личный вклад автора

Материал получен, обобщен и проанализирован лично автором: определены цель, задачи исследования, изучены данные литературы, выполнен сбор материала, осуществлено планирование и лечение пациентов, в том числе хирургическое лечение в качестве ассистента, проведен анализ полученных результатов и сформулированы выводы, при непосредственном участии автора подготовлены публикации по теме диссертационной работы. Самостоятельно написан текст диссертации и автореферата.

### Публикации по теме диссертации

По результатам исследования опубликовано 16 печатных работ, в которых отражены основные результаты диссертационного исследования. Из них 3 статьи – в научных рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, 13 – в виде статей и тезисов в журналах и сборниках материалов отечественных и международных конгрессов, съездов и конференций.

### Структура и объем диссертации

Диссертация в виде рукописи изложена на 128 страницах машинописного текста, иллюстрирована 4 таблицами, 35 рисунками, состоит из списка сокращений, введения, обзора литературы, главы «Материалы и методы», 5 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, включающего 122 источника (25 отечественных и 97 зарубежных), и 6 приложений.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Проведение диссертационного исследования одобрено Комитетом по этике научных исследований ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России от 28.09.2022 года, протокол № 13.

Исследование проводилось на клинических базах кафедры нейрохирургии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России – ГБУЗ ММНКЦ им. С.П. Боткина ДЗМ и Клиника «ОРТОСПАЙН», – и включало в себя 2 этапа:

1. Топографо-анатомический;
2. Клинический.

В ходе топографо-анатомического этапа на кадаверном материале в условиях патологоанатомического отделения ГБУЗ ММНКЦ им. С.П. Боткина ДЗМ изучалась топографическая анатомия подошвенных нервов в области межплюсневых промежутков, а также оценивались преимущества и недостатки различных доступов для удаления невromы Мортонa и нейрэктомии.

На 32 стопах (16 правых и 16 левых) выполнялись 4 основных доступа во 2-м и 3-м межплюсневых промежутках (МПП) по стандартным методикам (на одной стопе выполнялся только 1 вид доступа к каждому из промежутков):

- 1) Дорсальный;
- 2) Подошвенный: продольный; поперечный;
- 3) Межпальцевой (комиссуральный).

В случае подошвенного поперечного доступа выполнялся один разрез в проекции 2 и 3 МПП, при всех остальных доступах проводилось 2 разреза к каждому из МПП.

В ходе клинического этапа был проведен ретро- и проспективный анализ 134 случаев невromы Мортонa у 116 пациентов (у 15 из них - невromы Мортонa выявлены на 2 стопах, у 3 – на одной стопе в 2 смежных МПП).

Исследование проводилось на клинических базах кафедры нейрохирургии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России – в нейрохирургических отделениях №19 и №49 и в клинике «Ортоспайн» с 2016 по 2023 гг.

Пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от вида хирургического вмешательства (Рисунок 1).

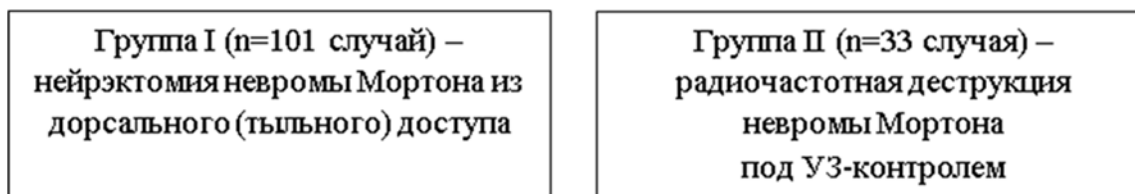


Рисунок 1 – Структура исследуемой когорты пациентов

Показаниями к проведению любого из вмешательств был характерный для НМ стойкий выраженный болевой синдром при ее верифицированном наличии по данным УЗИ и неэффективности консервативного лечения на протяжении по меньшей мере 3 месяцев. На первоначальном этапе при включении в исследование каждому из пациентов на выбор предлагалось проведение нейрэктомии или радиочастотной деструкции. По мере накопления материала до возможности его статистической обработки и выявления тенденции, что большой объем невromы чаще вызывает рецидив болевого синдрома после РЧД, выбор метода лечения стал дифференцированным в зависимости от объема невromы.

Критерия включения:

1. Мужчины и женщины в возрасте от 18 лет и старше с подтвержденным диагнозом невromы Мортона и стойким болевым синдромом для первой и второй групп.
2. Неэффективность консервативного лечения невromы Мортона на протяжении 3 мес. и более.
3. Подписанное добровольное информированное согласие.
4. Готовность и возможность заполнять анкеты.

Критерии невключения:

1. Выраженная соматическая патология в стадии клинической декомпенсации.
2. Психическое состояние, которое по мнению врача-исследователя не позволяет соблюдать все процедуры исследования.

3. Наличие гнойно-септического процесса в области планируемого хирургического вмешательства.

4. Наличие грибкового заболевания стопы.

Критерии исключения:

1. Отказ пациента от дальнейшего участия.

2. Недостаточное сотрудничество пациента, значительные нарушения протокола.

Возраст включенных в исследование пациентов с невромой Мортона (расчет проводился на 134 случая) варьировал от 22 до 76 лет (средний возраст составил  $51,6 \pm 12,1$  года; медиана - 52 года [43;62]). В I группе возраст варьировал от 22 до 76 лет ( $51,6 \pm 12,6$ ; 52 [43;62]), во II – от 34 до 73 лет ( $51,5 \pm 10,7$ ; 52 [42;60]). Таким образом, по возрасту в обеих группах отмечалось нормальное распределение и не было выявлено статистически значимых различий. В 116 (86,6%) случаях вмешательства проводились пациентам женского пола, 18 (13,4%) – мужского. Соотношение женщин и мужчин – 6,4:1.

В I группе вмешательства проводились 89 (88,1%) женщинам и 12 (11,9%) мужчинам, во II – 27 (81,8%) женщинами и 6 (18,2%) мужчинам. Распределение по полу составило 7,4:1 и 4,5:1 соответственно, что подтверждает литературные данные о большей распространенности НМ среди женщин.

Среди 134 случаев хирургического лечения на левой стопе НМ встречалась в 70 случаях (52,2%), на правой – в 64 (47,8%). В I группе – на левой стопе НМ встречалась в 51 случае (50,5%), на правой – в 50 (49,5%), во II группе – в 19 (57,6%) и 14 (42,4%) случаях соответственно. Не было выявлено статистически значимых различий по локализации НМ на левой или правой стопе.

В 122 случаях (91,0%) НМ локализовалась в 3-м МПП, в 11 – во 2-м (8,3%), в 1 – в 4-м (0,7%). Таким образом, НМ достоверно чаще встречается в 3 МПП. На обеих стопах вмешательства проводились 15 пациентам (то есть выполнено 30 вмешательств – 22,4% от общего числа случаев). На одной стопе в 2 смежных МПП операции проводились 3 пациентам (выполнено 6 вмешательств – 4,5% от общего числа случаев).

Всем пациентам проводилось клиническое обследование, включавшее в себя сбор жалоб, анамнеза, клинико-неврологический осмотр и применение специфических диагностических тестов (клинических и нагрузочных) и шкал.

Интенсивность болевого синдрома (БС) оценивалась с помощью визуальной аналоговой шкалы (ВАШ), представляющей градацию боли от 0 (отсутствие боли) до 10 (нестерпимая/невыносимая боль) баллов.

Для подтверждения нейропатического характера БС применялся опросник Douleur Neuropathique 4 (DN4).

Применялся также болевой опросник Мак-Гилла (MPQ – McGill Pain Questionnaire) в модификации В.В. Кузьменко и др. Опросник включает в себя 3 шкалы: сенсорную – перечень ощущений боли, аффективную – воздействие боли на психическое состояние, и эвалюативную – интенсивность боли. Прежде всего этот опросник использовался ввиду возможности оценки психогенной составляющей болевого синдрома и влияния его на эмоциональную сферу. Это отличает опросник MPQ от большинства опросников и шкал, оценивающих общий уровень тревожности и депрессии вне его связи с болевым синдромом, что может приводить как к ложноположительным, так и к ложноотрицательным результатам.

Осмотр нейрохирурга с оценкой жалоб, неврологического статуса, показателей каждого из опросников проводились до операции, в раннем послеоперационном периоде (через 1, 3, 6 месяцев) и в отдаленном послеоперационном периоде (по меньшей мере 12 месяцев после операции). Средняя продолжительность катамнеза составила в среднем  $44,7 \pm 24,1$  мес.

При помощи шкалы Лайкерта (Likert-scale) в отдаленном послеоперационном периоде (или ранее в случае рецидива болевого синдрома после РЧД) оценивалась общая субъективная удовлетворенность пациентов результатом лечения от 1 до 5 баллов, где: 1 балл – крайне неудовлетворительный результат; 2 балла – неудовлетворительный; 3 балла – удовлетворительный; 4 балла – хороший; 5 баллов – отличный.

Всем пациентам в дооперационном периоде обязательно проводилось ультразвуковое исследование (УЗИ) стопы, цели которого были следующими:

- 1) подтверждение наличия НМ;
- 2) определение ее конфигурации и локализации (во 2, 3 или 4 МПП);
- 3) определение линейных размеров (в дальнейшем обозначаемые как X, Y и Z) в трех взаимно перпендикулярных плоскостях;
- 4) расчет объема НМ. Учитывая, что НМ имеет эллипсоидную форму применялась формула расчета объема эллипсоида:  $(X*Y*Z)/2$ . Средний объем невromы Мортона составил  $558,6 \pm 391,3$  мм<sup>3</sup> (варьировал от 11,8 до 1680,0 мм<sup>3</sup>);
- 5) определение ширины межплюсневых промежутков с НМ и смежных межплюсневых промежутков;
- 6) определение УЗ-признаков сопутствующей ортопедической патологии стопы.

В исследовании сравнивались два метода хирургического лечения НМ – радиочастотная деструкция (РЧД) и нейрэктомия (НЭ) из дорсального (тыльного) доступа.

РЧД проводилась с использованием высокочастотного генератора Cosman, модель 4G. Проводилась термодеструкция НМ в режиме постоянной стимуляции высокочастотными импульсами с частотой 512 кГц, мощностью тока 18 В, температурой 90°C, продолжительностью 90 секунд. Вмешательство проводилось под местной анестезией и УЗ-контролем с размещением кончика электрода из одного доступа в 3 точках:

- 1) у проксимального конца невromы Мортона на границе между подошвенным нервом и невромой;
- 2) вдоль продольной оси невromы с тыльной ее поверхности;
- 3) вдоль продольной оси невromы с подошвенной ее поверхности.

Нейрэктомия из дорсального (тыльного) доступа проводилась в условиях операционной в положении пациента лежа на спине под общей внутривенной анестезией с добавлением местной (в 52 случаях; 51,5%) или под местной анестезией (в 49 случаях; 48,5%). Во всех случаях после проведения

нейрэктомии неврома Мортон отправлялась на морфологическое исследование, которое выполнялось в патологоанатомическом отделении ММНКЦ им. С.П. Боткина по стандартным лабораторным методикам. Гистологическая верификация проводилась путем исследования материала, удаленного в ходе оперативного вмешательства, с применением световой микроскопии и иммуногистохимических методов. Проводились окраска препаратов гематоксилин-эозином, по методу Ван-Гизона (для изучения соединительной ткани) и иммуногистохимическое исследование с определением экспрессии белка S100.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **Результаты топографо-анатомического этапа**

В ходе топографо-анатомического этапа при сравнительном исследовании различных доступов, предложенных для нейрэктомии невромы Мортон дорсальный доступ определен как предпочтительный ввиду его следующих основных преимуществ:

1. Высокая степень визуализации НМ наряду с возможностью пересечения глубокой поперечной метатарзальной связки;
2. Простота удаления НМ и нейрэктомии;
3. Благоприятный функциональный исход и ранняя активизация в послеоперационном периоде;
4. Удовлетворительные заживление раны и косметический эффект в условиях нагрузки на стопу;
5. Низкий риск инфекционных раневых осложнений.

### **Результаты клинического этапа: исходы нейрэктомии**

Анализ динамики болевого синдрома по ВАШ до и после НЭ у пациентов I группы показал значительное (более чем в 4 раза) статистически значимое ( $p < 0,001$ ) снижение его интенсивности в раннем и отдаленном

послеоперационных периодах среди всех пациентов (Рисунок 2). Средний показатель снизился с  $8,6 \pm 1,2$  балла:

через 1 месяц после операции – на 76,2% до  $2,1 \pm 1,2$  балла;

через 3 месяца – на 86,5% до  $1,2 \pm 1,1$  балла;

через 6 месяцев – на 90,6% до  $0,8 \pm 1,1$  балла;

через 12 месяцев – на 91,8% до  $0,7 \pm 0,9$  балла.

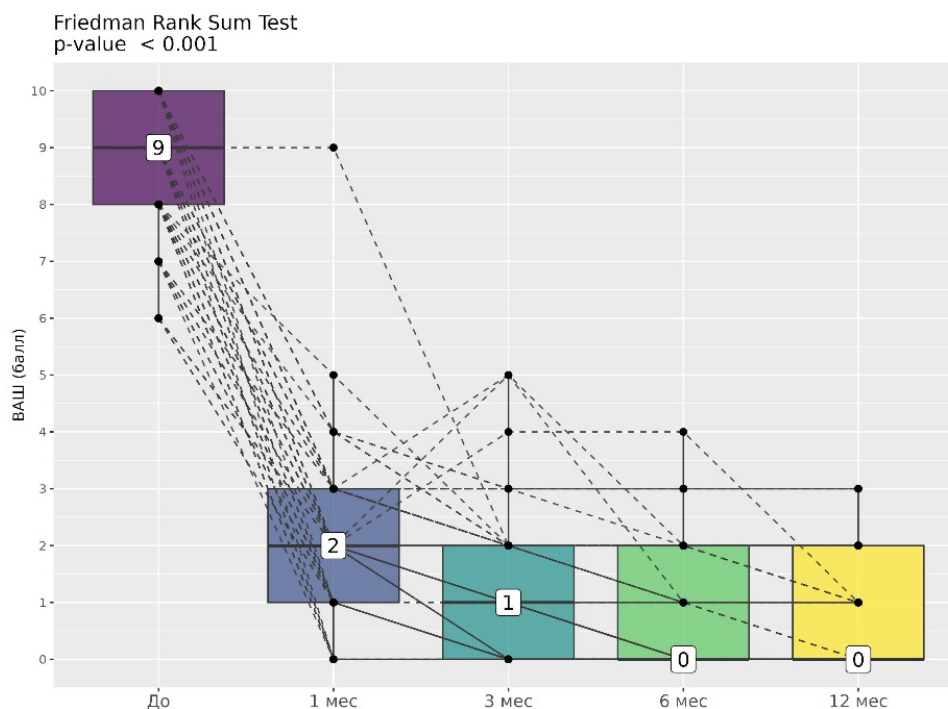


Рисунок 2 – Динамика интенсивности болевого синдрома по ВАШ в I группе до и после проведения нейрэктомии. На графике числами обозначены медианы значений

Анализ динамики нейропатического компонента болевого синдрома по опроснику DN4 показал его регресс ( $p < 0,001$ ) среди практически всех пациентов в раннем и среди всех пациентов в отдаленном послеоперационном периоде (Рисунок 3). В раннем послеоперационном периоде у 3 пациентов отмечались признаки нейропатического болевого синдрома в области тыльной поверхности стопы вследствие адгезии культы подошвенного нерва к области послеоперационных рубцовых изменений, который был устранен к отдаленному послеоперационному периоду путем РЧД культы.

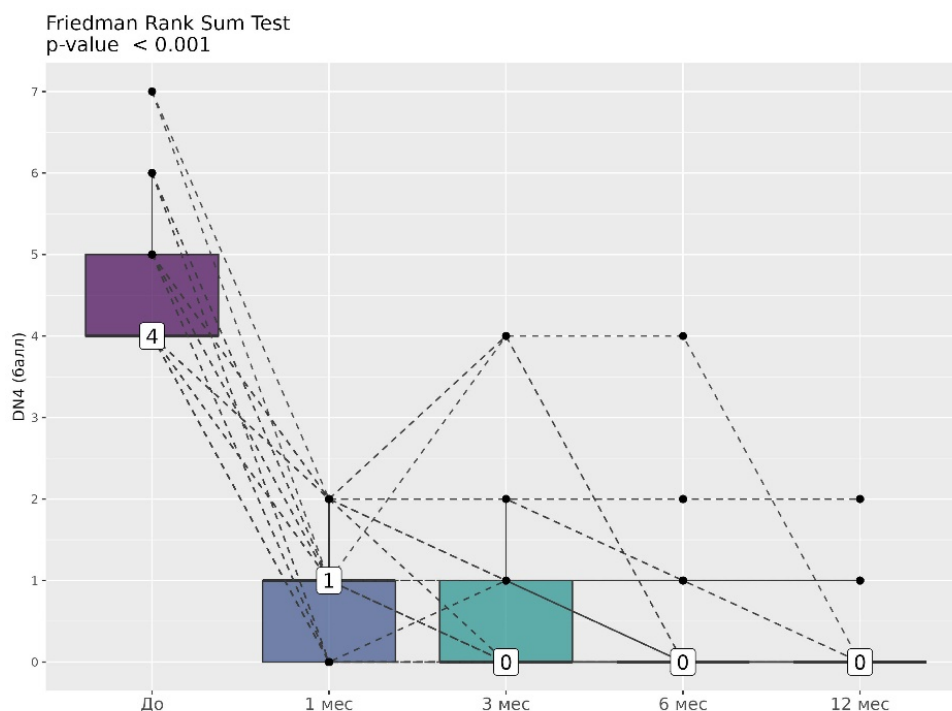


Рисунок 3 – Динамика нейропатического компонента болевого синдрома по опроснику DN4 в I группе до и после проведения нейрэктомии. На графике числами обозначены медианы значений

При оценке общей субъективной удовлетворенности пациентов проведенным лечением в отдаленном послеоперационном периоде 98% пациентов сообщили об отличном или хорошем результате (74% и 24% соответственно), 2% расценили результаты как удовлетворительные. Ни один из пациентов не расценил исход как неудовлетворительный или крайне неудовлетворительный.

Таким образом нейрэктомия является высокоэффективным методом хирургического лечения невромы Мортона. Долгосрочного анальгетического эффекта без проведения дополнительных вмешательств удастся добиться по меньшей мере у 97% пациентов при отсутствии вероятности рецидива болевого синдрома.

### Результаты клинического этапа: исходы РЧД

Анализ динамики болевого синдрома по ВАШ до и после РЧД у пациентов II группы показал статистически значимое ( $p < 0,001$ ) снижение его

интенсивности не более чем у 28 пациентов (85%) в раннем и у 24 пациентов (72,7%) в отдаленном послеоперационных периодах (Рисунок 4). Средний показатель снизился с  $7,6 \pm 0,9$  балла:

через 1 месяц после операции (n=33) – на 67,9% до  $2,5 \pm 1,0$  балла;

через 3 месяца (n=33) – на 66,7% до  $1,2 \pm 1,1$  балла;

через 6 месяцев (n=28) – на 79,0% до  $1,68 \pm 1,1$  балла;

через 12 месяцев (n=24) – на 94,0% до  $0,5 \pm 0,7$  балла.

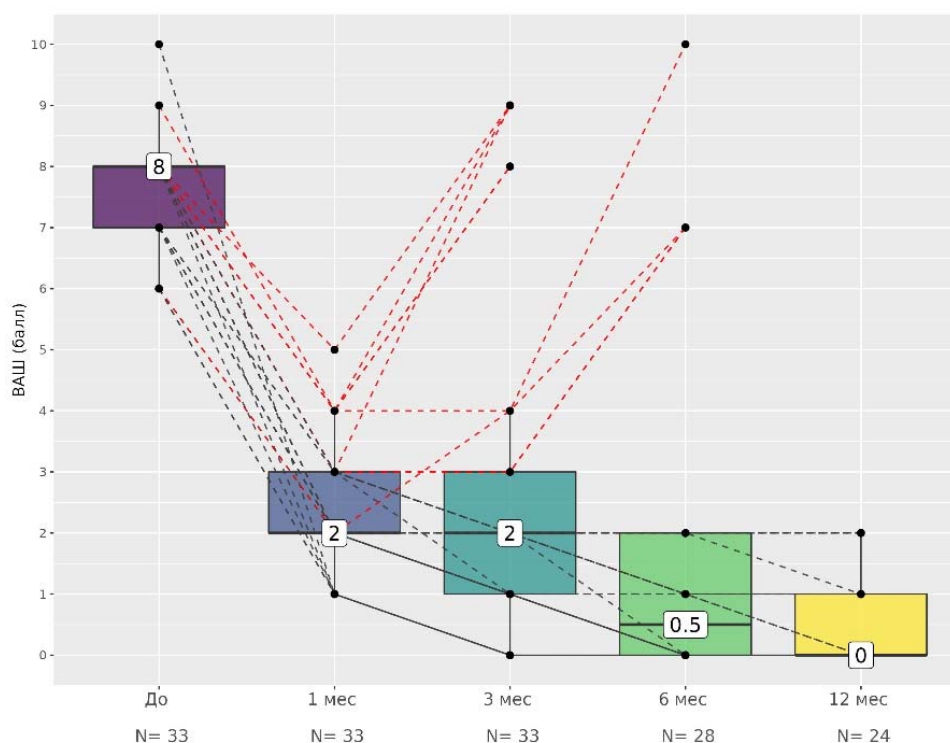


Рисунок 4 – Динамика интенсивности болевого синдрома по ВАШ во II группе до и после проведения радиочастотной деструкции. На графике числами обозначены медианы значений. Красными пунктирными линиями обозначены случаи рецидива болевого синдрома

Анализ динамики нейропатического компонента болевого синдрома по опроснику DN4 показал его регресс ( $p < 0,001$ ) в 24 случаях (72,7%) в отдаленном послеоперационном периоде (Рисунок 5). В раннем послеоперационном периоде у 9 пациентов отмечался рецидив БС, из которых у 5 он развился в срок от 1 до 3 мес, у 4 – от 3 до 6 мес. Этим пациентам впоследствии была проведена нейрэктомия НМ, после которой отмечался регресс БС в раннем и отдаленном послеоперационных периодах.

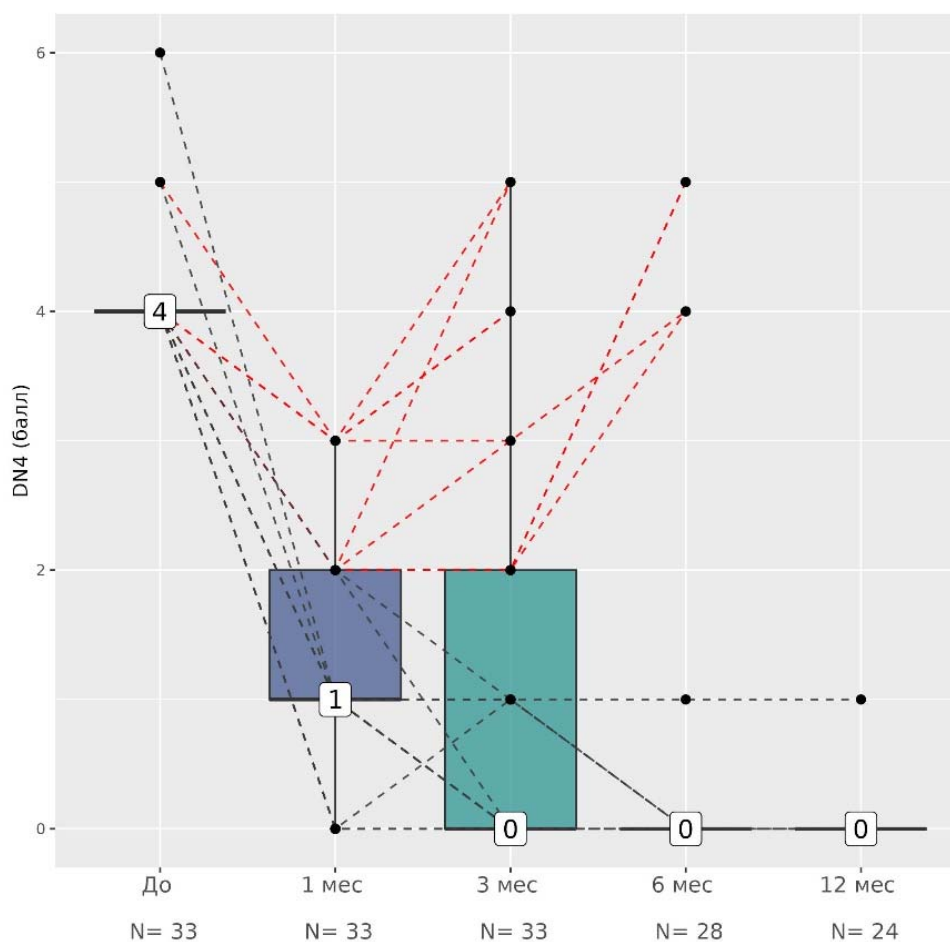


Рисунок 5 – Динамика нейропатического компонента болевого синдрома по опроснику DN4 во II группе до и после проведения радиочастотной деструкции. На графике числами обозначены медианы значений. Красными пунктирными линиями обозначены случаи рецидива

При оценке общей субъективной удовлетворенности пациентов проведенным лечением 9 пациентов (27,3%) оценили результаты как неудовлетворительные или крайне неудовлетворительные, что связано с рецидивом БС.

Пациенты без рецидива БС (n=24; 72,7%) в отдаленном послеоперационном периоде сообщили об отличном или хорошем результате (60,6% и 12,1% соответственно).

Таким образом РЧД является эффективным методом хирургического лечения НМ с долгосрочным клиническим эффектом более чем в 70% случаях.

Рецидив болевого синдрома после РЧД является, по сути, следствием ограничения самого малоинвазивного вмешательства и требует перехода к более инвазивному методу лечения – нейрэктомии.

### **Объем НМ как предиктор выбора метода вмешательства**

В ходе исследования проводилась оценка различных показателей в качестве возможных предикторов эффективности РЧД НМ, таких как: возраст, длительность анамнеза, локализация невromы Мортонa, ширина пораженного МПП, линейные размеры и объем НМ.

Статистически достоверно не было выявлено зависимости между вероятностью развития рецидива БС и: возрастом пациентов ( $p=0,27$ ); локализацией невromы Мортонa: на правой или левой стопе ( $p=0,70$ ); в различных МПП ( $p=0,33$ ); длительностью анамнеза ( $p=0,33$ ); шириной пораженного МПП ( $p=0,85$ ).

Были выявлены статистически значимые различия между средними величинами каждого из линейных размеров НМ у пациентов с и без рецидива БС ( $p<0,001$ ). Однако при проведении ROC-анализа (для определения чувствительности и специфичности какого-либо показателя как возможного предиктора эффективности РЧД) было выявлено что наибольшей чувствительностью и специфичностью для прогноза рецидива БС обладают не линейные размеры, а объем невromы. При этом оптимальным порогом является объем менее 471,4 мм<sup>3</sup>.

При использовании этого значения чувствительность прогноза безрецидивной выживаемости составляет 100%, специфичность – 100%, точность – 100%. Однако необходимо отметить, что такой результат получен на относительно небольшой выборке, и, вероятно, при проведении исследования на большей выборке точность прогноза будет скорректирована. Помимо этого, указанный объем является минимальным объемом среди пациентов, у которых был рецидив БС, в то время как максимальный объем НМ у пациентов без рецидива составил 453,6 мм<sup>3</sup>.

Таким образом, реальная пороговая величина, вероятно, меньше величины, полученной в ходе анализа, ввиду чего оптимальным пороговым объемом следует считать объем, не превышающий 450 мм<sup>3</sup>.

### **Характер и частота осложнений при различных видах вмешательств**

В ходе исследования было выявлено 4 случая послеоперационных осложнений в I группе (4,0%) – 1 случай местного бактериального воспалительного процесса в области операции и 3 случая адгезии культы нерва к области послеоперационных рубцовых изменений с развитием болевого синдрома. Для каждого осложнения НЭ были определены алгоритмы диагностики, лечения и профилактики.

Во II группе не было выявлено ни одного случая специфических осложнений, таких как ожог или местные воспалительные изменения в месте расположения активного и пассивного электродов, инъекционное повреждение подошвенных артерий или нервов активным электродом.

Таким образом, нейрэктомия в сравнении с радиочастотной деструкцией характеризуется большей вероятностью развития специфических осложнений, но в то же время и отсутствием вероятности рецидива БС.

РЧД в проведенном исследовании характеризуется отсутствием специфических осложнений, что объясняется применением ультразвукового контроля и соблюдением всех мер безопасности.

### **Результаты морфологических исследований. Вопросы номенклатуры: неврома Мортонна как компрессионно-фиброзная нейропатия**

Во всех случаях после нейрэктомии НМ проводилось морфологическое исследование с использованием описанных методов.

Было подтверждено, что неврома Мортонна – не собственно опухоль нерва, но представляет собой фиброзно измененный участок подошвенного нерва с признаками эпи-, пери- и эндоневрального фиброза с локальными ишемическими изменениями вследствие фиброза стенок пери- и

интраневральных мелких сосудов.

Исходя из полученных результатов, целесообразно переименование заболевания во избежание его отнесения к группе онкологических заболеваний ввиду окончания «-ома». С учетом патогенеза заболевания, его клинических проявлений и морфологии предложено новое название: «Компрессионно-фиброзная нейропатия межпальцевого подошвенного нерва».

В названии возможно сохранение фамилии Томаса Джорджа Мортон, ввиду того что большинству клиницистов оно знакомо именно по фамилии этого хирурга.

Таким образом, это заболевание следует относить к особой разновидности компрессионной туннельной нейропатии. В этом случае вместо понятия «объем невromы» рационально использовать «объем фиброзно-измененного участка подошвенного нерва».

### **Алгоритм хирургического лечения пациентов с НМ**

На основании полученных результатов разработан наиболее рациональный алгоритм хирургического лечения пациентов с невromами Мортон (Рисунок 6). Предложенный алгоритм позволяет добиться адекватного анальгетического эффекта в максимально короткие сроки и дает критерий выбора, ограничивающий применение малоинвазивных методов в пользу более радикальной нейрэктомии в случае большого объема невromы Мортон, сохраняя при этом возможность их последовательного применения при малом объеме невromы.

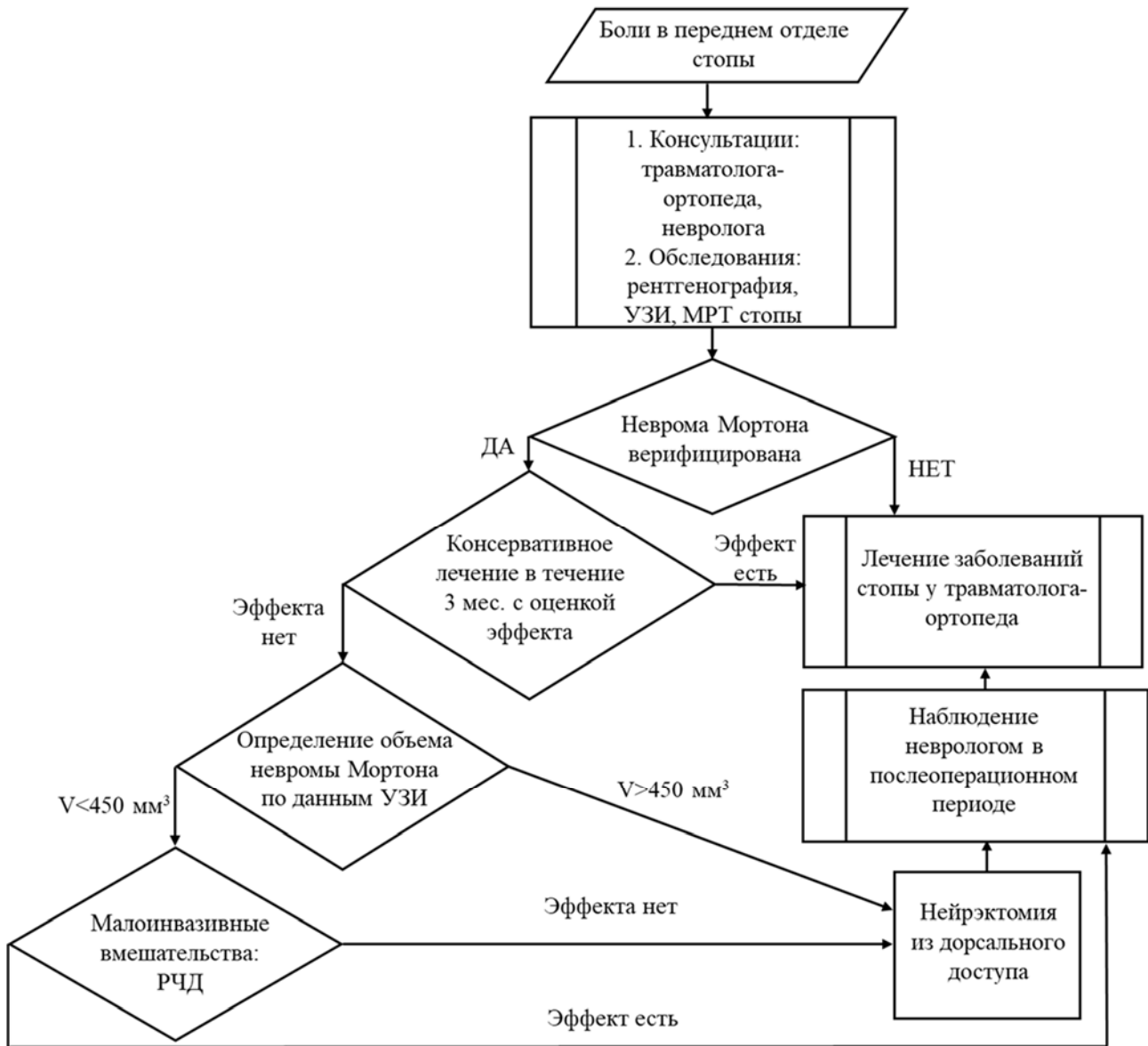


Рисунок 6 – Алгоритм тактики ведения пациентов с невромой Мортона

## ВЫВОДЫ

1. На основании топографо-анатомических исследований стопы дорсальный доступ к межпальцевому подошвенному нерву определен как наиболее предпочтительный.

2. На основании морфологических исследований невромы Мортона выявлен фиброзно-компрессионный характер нейропатии подошвенного нерва, что делает наиболее предпочтительными методы деструкции/нейрэктомии.

3. Нейрэктомия невротомы Мортона является наиболее эффективным методом хирургического лечения с долгосрочной эффективностью 97% и риском рецидива болевого синдрома – 3%. Радиочастотная деструкция невротомы Мортона характеризуется менее стойким анальгетическим эффектом (долгосрочная эффективность – 72,7%), более высокой вероятностью рецидива болевого синдрома, но является менее инвазивным методом.

4. Предложен ступенчатый дифференцированный подход к выбору метода лечения невротомы Мортона в зависимости от выраженности клинической симптоматики и объема фиброзного компонента. При объеме невротомы Мортона, превышающем 450 мм<sup>3</sup> рекомендовано сразу проводить нейрэктомию, при меньшем объеме возможно этапное применение малоинвазивных методов лечения.

5. В группе нейрэктомии среди 101 пациента выявлены 4 случая осложнений (4%) двух видов – 1 случай (1%) местного раневого инфекционно-воспалительного процесса и 3 случая (3%) адгезии культи подошвенного нерва. Для разрешения второго (адгезии) предложен малоинвазивный метод – радиочастотная деструкция культи подошвенного нерва. В группе радиочастотной деструкции специфических осложнений выявлено не было.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Для диагностики и выбора тактики хирургического лечения невротомы Мортона рекомендовано проведение ультразвукового исследования стопы с определением объема невротомы.

2. При объеме невротомы Мортона, превышающем 450 мм<sup>3</sup> рекомендовано сразу проводить нейрэктомию. При меньшем объеме первым этапом возможно применение малоинвазивного метода лечения – радиочастотной деструкции, вторым этапом (при рецидиве болевого синдрома) целесообразно выполнение нейрэктомии.

## СПИСОК ПЕЧАТНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Разин, М.А. Осложнения хирургического лечения невromы Мортона: классификация, диагностика, лечение и профилактика в помощь практическому врачу / М.А. Разин, А.Г. Федяков, О.Н. Древаль, А.В. Горожанин, Мухина О.В., С.Г. Приписнова // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. – 2022. – Т. 14. – №1–1. С. 114–119
2. Разин, М.А. Чрескожный невролиз под ультразвуковым контролем с локальным введением бетаметазона как метод лечения невromы Мортона / М.А. Разин, З.Х. Плиева, А.Г. Федяков, А.В. Басков, А.В. Горожанин, А.В. Кузнецов, О.В. Мухина, Э.В. Баталова // Вопросы нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко. – 2025. – Т. 89. – №1. – С. 52–58
3. Разин, М.А. Диагностика и лечение невromы Мортона: современное состояние проблемы. / М.А. Разин, А.Г. Федяков, А.В. Кузнецов, А.В. Горожанин, О.Н. Древаль // Нейрохирургия. – 2025. – Т. 27. – №1. С. 112–119
4. Разин, М.А. Оптимальный критерий выбора инвазивного вмешательства при Невrome Мортона / М.А. Разин, О.В. Мухина // XII Конференция молодых ученых с международным участием «Трансляционная медицина: возможное и реальное»: сборник материалов конференции ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – М.: ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. – 2021. – С. 195–196
5. Разин, М.А. Объем невromы Мортона как критерий выбора инвазивного вмешательства при данной патологии / М.А. Разин, А.Г. Федяков, О.В. Мухина, О.Н. Древаль, А.В. Горожанин // Материалы IX Всероссийского съезда нейрохирургов. – 2021. – С. 339–340
6. Разин, М.А. Осложнения при хирургическом лечении невromы Мортона / М.А. Разин, А.Г. Федяков, О.В. Мухина, О.Н. Древаль,

А.В. Горожанин // Материалы IX Всероссийского съезда нейрохирургов. – 2021. – С. 340–341

7. Разин, М.А. Критерий выбора метода лечения невромы Мортон / М.А. Разин, А.Г. Федяков, О.В. Мухина // Материалы I межрегиональной научно-практической конференции «Клинический случай в нейрохирургии: непростые решения». – М.: ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. – 2022. – С. 35–36

8. Разин, М.А. Осложнения открытого удаления невромы Мортон из дорсального доступа / М.А. Разин, А.Г. Федяков, О.В. Мухина // Материалы I межрегиональной научно-практической конференции «Клинический случай в нейрохирургии: непростые решения». – М.: ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. – 2022. – С. 37–38

9. Разин, М.А. Неврома Мортон: осложнения после открытого хирургического вмешательства / М.А. Разин, А.Г. Федяков, О.Н. Древаль, А.В. Горожанин, Мухина О.В., С.Г. Приписнова // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. XXI Всероссийская научно-практическая конференция «Поленовские чтения»: сборник материалов. – Том XIV. – Специальный выпуск. – 2022. – С. 179

10. Разин, М.А. Осложнения открытых оперативных вмешательств при удалении невромы Мортон из тыльного доступа / М.А. Разин, А.Г. Федяков, О.В. Мухина, О.Н. Древаль, А.В. Горожанин // XIII Конференция молодых ученых с международным участием «Трансляционная медицина: возможное и реальное»: сборник материалов конференции. – М.: ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. – 2022. – С. 204–206.

11. Разин, М.А. Деструктивные вмешательства в хирургии нейрогенных болевых синдромов при поражениях периферических нервов / М.А. Разин, А.Г. Федяков, З.Х. Плиева, О.В. Мухина, А.В. Горожанин, О.Н. Древаль // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова. XXII Всероссийская научно-практическая конференция «Поленовские чтения»: сборник материалов. – Том XV. – Специальный выпуск. – 2023. С. 81–82

12. Разин, М.А. Роль деструктивных вмешательств на периферических нервах в хирургии нейрогенных болевых синдромов / М.А. Разин, А.Г. Федяков, О.В. Мухина, О.Н. Древаль, А.В. Горожанин // Третий конгресс по функциональной и стереотаксической нейрохирургии. Сборник тезисов. – 2023. – С. 72–73

13. Разин, М.А. Аспекты безопасности хирургического лечения невromы Мортонa / М.А. Разин, З.Х. Плиева, Л.А. Сиднева, А.В. Кузнецов, А.Г. Федяков // Материалы XIV Научно-практической конференции молодых ученых-медиков с международным участием «Безопасность медицинской помощи» в рамках Российского конгресса «Безопасность фармакотерапии: Noli nocere!» – М.: ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. – 2023. – С. 139–140

14. Разин, М.А. Малоинвазивный чрезкожный метод лечения невromы Мортонa под ультразвуковым контролем: клинический случай / М.А. Разин, А.Г. Федяков, З.Х. Плиева, А.В. Басков, О.В. Мухина, А.В. Горожанин, О.Н. Древаль, Э.В. Баталова // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. Поленовские чтения: материалы XXIII научно-практической конференции. – Том XVI. – Специальный выпуск. – 2024. – С. 137–138

15. Разин, М.А. Дифференцированный подход к лечению туннельных мононейропатий / М.А. Разин, А.Г. Федяков, Д.Ю. Усачев, О.Н. Древаль, А.В. Горожанин, А.В. Басков, А.В. Кузнецов, О.В. Мухина, З.Х. Плиева, Г.Н. Чапандзе // X съезд нейрохирургов России: сборник тезисов под редакцией акад. РАН Усачева Д.Ю., Крылова В.В., проф. Кравца Л.Я. – Нижний Новгород. – 2024. – С. 354–355.

16. Разин, М.А. Неврома Мортонa: проблемы маршрутизации пациентов и номенклатуры заболевания / М.А. Разин, А.Г. Федяков, А.В. Кузнецов, О.Н. Древаль, А.В. Горожанин, О.В. Мухина, Е.Н. Гордиенко // X съезд нейрохирургов России: сборник тезисов под редакцией акад. РАН Усачева Д.Ю., Крылова В.В., проф. Кравца Л.Я. – Нижний Новгород. – 2024. – С. 286–287

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

БС – болевой синдром

ВАШ – визуальная аналоговая шкала

МПП – межплюсневый промежуток

НМ – неврома Мортона

НЭ – нейрэктомия

РЧД – радиочастотная деструкция

УЗИ – ультразвуковое исследование

DN4 – Douleur Neuropathique 4; опросник для оценки нейропатического компонента болевого синдрома

MPQ – McGill Pain Questionnaire; болевой опросник Мак-Гилла

ROC-анализ – анализ для определения чувствительности и специфичности показателя и оценки точности предсказания (от англ. *receiver operating characteristic*)