

DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-7569-2025-1-112-119>

Диагностика и лечение невромы Мортона: современное состояние проблемы

М.А. Разин^{1,2}, А.Г. Федяков^{1,2}, А.В. Кузнецов^{1,2}, А.В. Горожанин^{1,2}, О.Н. Древал¹

¹ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; Россия, 125993 Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1;

²ГБУЗ г. Москвы «Московский многопрофильный научно-клинический центр им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы»; Россия, 125284 Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5

Контакты: Михаил Александрович Разин misha.razin2011@yandex.ru

Неврома Мортон (код заболевания по Международной классификации болезней 10-го пересмотра – G57.6) – новообразование межпальцевых подошвенных нервов, вызывающее компрессионную нейропатию, которая проявляется нейропатической болью и функциональными нарушениями. Неврома Мортон занимает 2-е место по распространенности среди всех туннельных нейропатий, что обуславливает важность своевременной диагностики и лечения этого заболевания.

Цель работы – повысить информированность медицинских специалистов о данной патологии путем представления обзора отечественной и зарубежной научной литературы, содержащей основные сведения об этом заболевании: историю изучения, современные данные о распространенности, анатомо-гистологическую характеристику и этиопатогенетические теории формирования невромы Мортон, основные методы ее диагностики и лечения (консервативного и хирургического).

Ключевые слова: неврома Мортон, компрессионная туннельная нейропатия, нейропатический болевой синдром, обзор литературы

Для цитирования: Разин М.А., Федяков А.Г., Кузнецов А.В. и др. Диагностика и лечение невромы Мортон: современное состояние проблемы. Нейрохирургия 2025;27(1):112–9.

DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-7569-2025-1-112-119>

Diagnosis and treatment of Morton's neuroma: the current state of the problem

M.A. Razin^{1,2}, A.G. Fedyakov^{1,2}, A.V. Kuznetsov^{1,2}, A.V. Gorozhanin^{1,2}, O.N. Dreval¹

¹Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Ministry of Health of Russia; Bld. 12/1 Barricadnaya St., Moscow 125993, Russia;

²S.P. Botkin Moscow Multidisciplinary Scientific and Clinical Center, Moscow Healthcare Department; 5 2nd Botkinskiy Proezd, Moscow 125284, Russia

Contacts: Mikhail Alexandrovich Razin misha.razin2011@yandex.ru

Morton's neuroma (the disease code according to the International Classification of Diseases of the 10th revision – G57.6) is an entrapment syndrome of the interdigital plantar nerve, which manifests as a neuropathic pain syndrome in the forefoot and functional disorders. Morton's neuroma is the second most common among all tunnel neuropathies, which determines the importance of timely diagnosis and treatment of this disease.

The aim of this work – to increase the awareness of medical specialists about this pathology, a review of domestic and foreign scientific literature is presented, including basic information about it: the history of studying, current data on the prevalence, anatomical and histological characteristics and etiopathogenetic theories of the formation of Morton's neuroma, the main methods of its diagnosis, treatment (conservative and surgical).

Keywords: Morton's neuroma, entrapment tunnel neuropathy, neuropathic pain syndrome, literature review

For citation: Razin M.A., Fedyakov A.G., Kuznetsov A.V. et al. Diagnosis and treatment of Morton's neuroma: the current state of the problem. Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2025;27(1):112–9. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.24412/2587-7569-2025-1-112-119>

ВВЕДЕНИЕ

Неврома Мортонa (НМ) (код заболевания по Международной классификации болезней 10-го пересмотра — G57.6) — новообразование межпальцевых подошвенных нервов (МПН), вызывающее компрессионную нейропатию, которая проявляется нейропатической болью и функциональными нарушениями; сочетает в себе компрессию МПН в 3-м (реже — 2-м) межплюсневом промежутке (МПП), формирование фиброза вокруг и внутри нервного ствола [1–6]. В настоящее время исследователи признают недостаточность своевременной диагностики и лечения туннельных нейропатий, в том числе и НМ [4, 7].

Цель работы — повысить информированность медицинских специалистов о данной патологии путем представления обзора отечественной и зарубежной научной литературы, содержащей основные сведения об этом заболевании: историю изучения, современные данные о распространенности, анатомо-гистологическую характеристику и этиопатогенетические теории формирования НМ, основные методы ее диагностики и лечения (консервативного и хирургического).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск данных литературы осуществлялся в отечественных, рецензируемых Высшей аттестационной комиссией и включенных в международную базу данных Scopus журналах, а также в информационных системах и базах данных PubMed, Scopus, MEDLINE, Cochrane Library, eLIBRARY.RU, КиберЛенинка. В анализ включены работы на английском и русском языках. Срок давности источников не ограничивался. Проведена проверка аннотаций для исключения постерных докладов, исследований без полного текста и документов, не доступных на русском или английском языках.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На основании проведенного анализа научных источников систематизированы основные сведения о НМ. Обзор литературы компилирован по типу narrative review.

Историческая справка. НМ получила свое название в честь хирурга Томаса Джорджа Мортонa (Thomas G. Morton). Впервые же ее описал F. Civinini в 1835 г. на кадаверном материале, а первое описание клинического комплекса симптомов было дано L. Durlacher в 1845 г. [8]. Сам Thomas G. Morton в 1876 г. описал 15 клинических случаев со схожим болевым синдромом в стопе, назвав данное состояние метатарзалгией, предположив, что в основе заболевания лежит воспаление суставной капсулы 4-го плюснефалангового сустава, и предложил лечение в виде дезартикуляции плюснефаланговых суставов [8, 9]. Первым же, кто провел нейрэктомию МПН, был А.Е. Hoadley (в 1893 г.) [10]. Однако лишь в 1940 г. L.O. Betts окончательно

установил, что симптомы болезни связаны с поражением подошвенного нерва, а не с патологией суставной капсулы [11].

Термин «неврома Мортонa» впервые встречается в медицинской литературе в 1958 г. в публичном письме доктора наук К. Sandel к издателю журнала Американской подиатрической ассоциации [12]. К настоящему времени для данной патологии предложено множество других названий: метатарзалгия/невралгия/болезнь Мортонa, подошвенная межпальцевая неврома, межпальцевая неврит, межплюсневая неврома, невропатия общих подошвенных пальцевых (межпальцевых) нервов.

Распространенность. Точных данных о распространенности НМ в популяции нами не получено. Чаше страдают женщины (соотношение с мужчинами 4:1) среднего возраста — 45–50 лет [4, 13]. По данным медицинской исследовательской базы Великобритании, включившей 1 млн 830 тыс. человек (исследование было стандартизировано на 100 тыс. населения), НМ занимает 2-е место (после карпального туннельного синдрома) по количеству ежегодно выявляемых новых случаев среди всех компрессионных периферических нейропатий [14]. Наиболее часто НМ локализуется в 3-м МПП (85–90 % всех случаев, по данным различных исследований), реже — во 2-м МПП [15]. Имеются сообщения о единичных случаях клинического проявления НМ в 1-м и 4-м МПП, однако достоверных сведений о гистологической верификации после удаления образований в указанных МПП в литературе нет [16, 17]. Кроме того, могут встречаться 2 невромы в смежных МПП (2-м и 3-м или 3-м и 4-м) одной стопы или же несколько невром (по меньшей мере 2) на различных стопах, однако достоверно частота таких случаев не определена [13, 15, 18].

Анатомо-гистологическая характеристика. МПН являются ветвями латерального и медиального подошвенных нервов, отходящих от большеберцового нерва. Особенностью МПН 3-го МПП является его формирование в результате анастомоза между латеральным и медиальными подошвенными нервами, ввиду чего он несколько превосходит в диаметре остальные МПН (рис. 1) [19]. Каждый МПН проходит под соответствующей глубокой поперечной метатарзальной связкой (ГПМС), соединяющей капсулы головок плюсневых костей, и далее делится на 2 ветви, иннервирующие смежные поверхности пальцев стопы.

Макроскопическая картина НМ характеризуется периневральным фиброзом МПН в виде его утолщения или веретенообразным увеличением объема в месте бифуркации непосредственно под ГПМС. Микроскопическая картина демонстрирует выраженный эндоневральный, периневральный и эпиневральный фиброзы и гиалиноз сосудов, определяется пролиферация фибробластов и шванновских клеток с формированием обширных участков экстра- и интраневрального фиброза,



Рис. 1. Анатомия межпальцевых и пальцевых нервов и типичное расположение невromы Мортонa (схема авторов). Обозначены медиальный (желтым цветом) и латеральный (красным цветом) подошвенные нервы (ПН), а также их ветви; формирование 3-го межпальцевого нерва путем анастомоза между латеральным и медиальным ПН; типичная (наиболее частая) область расположения невromы Мортонa в 3-м межплюсневом промежутке стопы

Fig. 1. Anatomy of the interdigital and digital nerves and typical location of the Morton's neuroma (authors' diagram). Indicated: medial (yellow) and lateral (red) plantar nerves (PN), as well as their branches; formation of the 3rd interdigital nerves by anastomosis between the lateral and medial PN; typical (most common) location of Morton's neuroma in the 3rd intermetatarsal space of the foot

а также периваскулярного и субинтимального фиброза (рис. 2) [16, 20–22]. Эти изменения сочетаются с дегенерацией аксонов пораженного нервного ствола и подтверждаются иммуногистохимическим исследованием [23]. Таким образом, в НМ обнаруживаются не только утолщенные нервные пучки, но и фиброз, связанный с пролиферацией соединительной ткани.

Этиология и патогенез. Причины возникновения НМ до конца не ясны. По мнению большинства авторов, основной причиной формирования фиброза МПН является его компрессия глубокой поперечной метатарзальной связкой и мягкими тканями подошвы в области головок плюсневых костей, что вызывает хронический воспалительный процесс, провоцирующий развитие фиброза [1, 20, 24]. Известны теории механической травматизации, межплюсневой бурсита

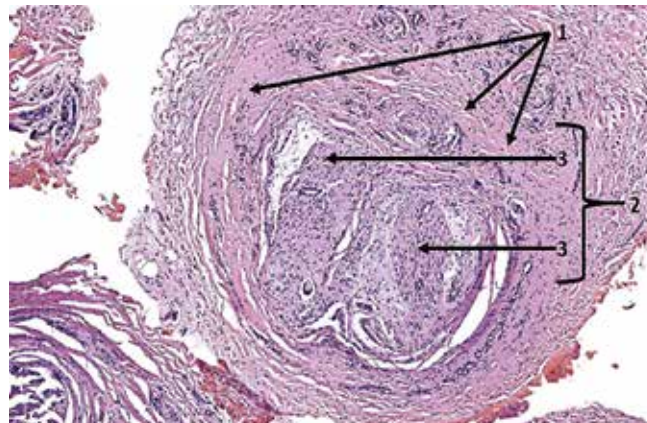


Рис. 2. Гистологическая структура невromы Мортонa (исследовательская работа авторов): окраска гематоксилином и эозином, $\times 10$. 1 – периневральный фиброз; 2 – фиброзированный, гипертрофированный нервный ствол; 3 – пучки нерва с явлениями эндоневрального фиброза

Fig. 2. Histological structure of Morton's neuroma (research work of the authors): hematoxylin and eosin staining, $\times 10$. 1 – perineurial fibrosis; 2 – fibrotic, hypertrophied nerve trunk; 3 – nerve bundles with endoneurial fibrosis

и ишемическая теория [1, 11, 16, 25–27]. НМ может развиваться на фоне имеющейся ортопедической патологии (*hallux valgus*, ревматоидный артрит, плоскостопие, дегенеративные заболевания опорно-двигательного аппарата и др.) [2].

Клиническая картина. Основным клиническим проявлением НМ является нейропатический болевой синдром в стопе [1–6]. Боль возникает при ходьбе, носит внезапный острый простреливающий, жгучий характер, длится 5–10 мин, становится менее интенсивной после массажа межплюсневой области и принимает «ноющий» затяжной характер в течение 2–3 ч. Боль локализуется в области НМ, иррадирует по внутренним поверхностям смежных пальцев и может распространяться проксимально. В некоторых случаях пациенты жалуются на ощущение наличия чужеродного предмета под подошвой или между пальцами стопы [2, 6]. Нередко боль сочетается с чувством онемения и парестезиями в смежных поверхностях пальцев стопы. В редких случаях ощущение онемения в указанной области является единственным симптомом. Боль усугубляется во время ходьбы в тесной жесткой обуви, на каблуках, в положении стоя и уменьшается при ходьбе босиком. Больные вынуждены периодически снимать обувь и массировать стопу с целью уменьшения выраженности болевого синдрома. В некоторых случаях (при длительном анамнезе заболевания) болевые ощущения могут возникать в покое и в ночное время [27]. Длительное течение заболевания приводит к снижению трудоспособности и качества жизни пациентов.

Диагностика. Диагноз «неврома Мортонa» преимущественно клинический, диагностика включает подробный сбор жалоб, анамнеза и проведение диагностических тестов [2, 6, 24, 26, 28, 29]:

- определение болезненности при пальпации МПП;
- симптом Тинеля: считается положительным при появлении болезненности при перкуссии подошвенной поверхности МПП;
- тест Молдера: при попеременном сдавлении стопы на уровне головок плюсневых костей и сдавлении области МПП возникает болезненность в МПП с пальпаторным ощущением щелчка между пальцами исследующего;
- тест Гютье: при пассивном разгибании пальцев стопы и одновременном сдавлении области МПП возникает болезненность в МПП, исчезающая при пассивном сгибании пальцев и прекращении сдавления;
- тест Братковского: при максимальном пассивном разгибании смежных пальцев стопы пациента большим пальцем исследователя осуществляется «перекатывающее» давление вдоль МПП, что провоцирует боль, а в некоторых (очень редких) случаях позволяет пропальпировать продолговатое мягкотканное образование.

Применяются шкалы и опросники, позволяющие оценить интенсивность болевого синдрома (визуальная аналоговая шкала и ее аналоги), его нейропатический компонент (опросник PainDetect), функциональное состояние стопы (American Orthopaedic Foot and Ankle Society scale (AOFAS scale)) [3, 13, 30].

При неврологическом осмотре отмечается болевой синдром с гиперпатическим компонентом, в случае длительного анамнеза заболевания – гипестезия смежных поверхностей пальцев стопы [2, 6].

Инструментальная диагностика у пациентов с НМ включает ультразвуковое исследование (УЗИ) и магнитно-резонансную томографию стопы (рис. 3, 4). Указанные методы исследования позволяют определить локализацию и характеристики самой невromы, а также выявить или исключить другие причины болевого синдрома, связанные с патологией стопы [2, 4]. УЗИ в сравнении с магнитно-резонансной томографией обладает сопоставимой чувствительностью (90 и 93 % соответственно), но большей специфичностью (88 и 68 % соответственно) [2, 4, 31–35]. С учетом большей доступности УЗИ метод следует считать приоритетным.

Дифференциальную диагностику НМ проводят с заболеваниями, вызывающими болевой синдром, отличный от нейропатического: метатарзалгией нагрузки, артритом плюснефалангового сустава, остеохондропатией головок плюсневых костей и др. [6, 36].

Лечение. На сегодняшний день предложено множество методов лечения НМ, которые можно разделить на 4 группы:

1. Консервативные:

- подбор ортопедической обуви и стелек;
- изменение паттерна ходьбы;
- физиотерапия;
- аппликации местных анальгетических средств;

2. Малоинвазивные:

- инъекции:
 - неструктивные (глюкокортикостероиды с местными анестетиками, ботулотоксин типа А, капсаицин, гиалуроновая кислота);
 - деструктивные (этанол, фенол);
- вмешательства (радиочастотная, лазерная деструкция, криодеструкция);
- 3. Нейрэктомия (дорсальный, подошвенные, межпальцевой доступы);
- 4. Альтернативные хирургические вмешательства:
 - декомпрессия подошвенного нерва (рассечение ГПМС):
 - открытая:
 - без дополнительных манипуляций;
 - с невролизом;
 - с транспозицией невromы/подошвенного нерва;
 - с остеотомией плюсневых костей;
 - с комбинацией дополнительных вмешательств;
 - малоинвазивная:
 - эндоскопическая;
 - без эндоскопического контроля;
 - остеотомия плюсневых костей без проведения декомпрессии;
 - нейрэктомия с реконструкцией нервного ствола.

Большинство авторов рекомендуют начинать лечение НМ с консервативных неинвазивных методов [1, 2, 4, 6]. До сих пор нет убедительных данных об их долгосрочном (>1 года) клиническом эффекте (регресс/значительное уменьшение выраженности болевого синдрома, его нейропатического компонента), ввиду чего большинству пациентов требуется проведение инвазивных вмешательств, среди которых различают малоинвазивные методы, а также нейрэктомию и альтернативные ей хирургические вмешательства [37, 38].

К малоинвазивным методикам относятся локальные инъекции лекарственных препаратов, а также деструктивные вмешательства [37–39]. С целью повышения эффективности следует использовать ультразвуковой контроль [40]. В ряде случаев необходимо выполнение нескольких процедур. Долгосрочного анальгетического эффекта от локальных инъекций удается достичь не более чем у 50 % пациентов, в то время как исследований долгосрочной эффективности деструктивных вмешательств либо крайне мало (радиочастотная денервация), либо они вовсе отсутствуют (крио-, лазерная деструкция) [3, 30, 37, 39, 41–45]. Малоинвазивные методики имеют ряд ограничений и могут сопровождаться осложнениями: локальный инфекционно-воспалительный процесс, ожог кожного покрова, рецидив болевого синдрома и т. п.

Нейрэктомия включает иссечение самой невromы вместе с проксимальным и дистальным фрагментами подошвенных нервов. Эта операция считается

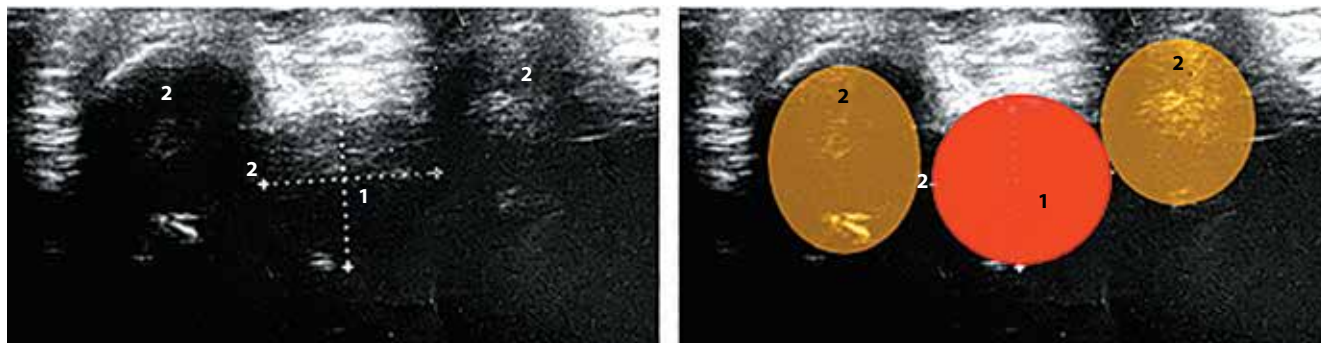


Рис. 3. Ультразвуковая картина невроты Мортон в 2-м межплюсневом промежутке правой стопы (поперечное сканирование) (материалы клинической работы авторов). 1 – неврома Мортон: гипозоногенное, аваскулярное, неоднородное по структуре образование с четкими ровными контурами; 2 – головки 2-й и 3-й плюсневых костей

Fig. 3. Ultrasound image of Morton's neuroma in the 2nd intermetatarsal space of the right foot (transverse scanning) (materials from the authors' clinical work). 1 – Morton's neuroma: hypoechoic, avascular, heterogeneous in structure formation with distinct contours; 2 – heads of the 2nd and 3rd metatarsal bones

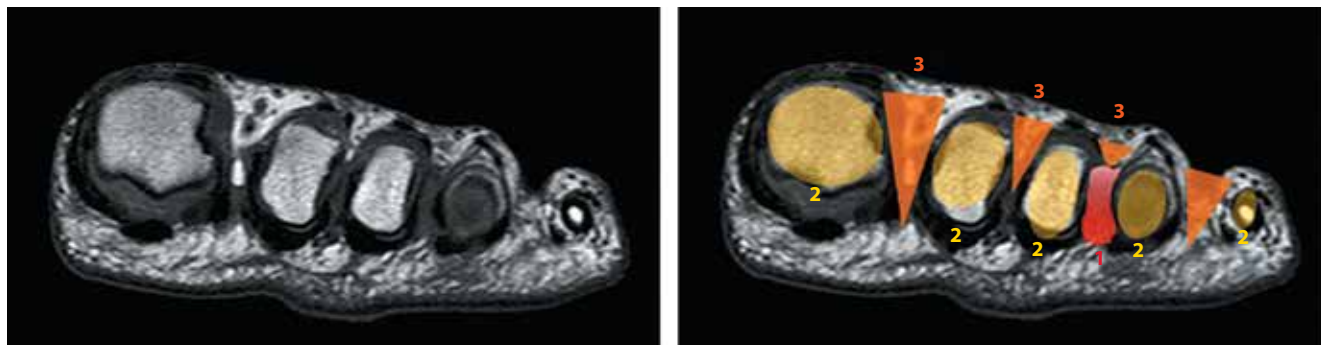


Рис. 4. Магнитно-резонансная картина невроты Мортон в 3-м межплюсневом промежутке (поперечное сканирование) (материалы клинической работы авторов): на магнитно-резонансной томограмме левой стопы в аксиальной проекции в последовательности T1 в 3-м межплюсневом промежутке визуализируется изоинтенсивное по отношению к мышечной ткани, однородное по структуре гантелевидное образование. 1 – неврома Мортон; 2 – головки плюсневых костей; 3 – межплюсневые промежутки

Fig. 4. Magnetic resonance image of Morton's neuroma in the 3rd intermetatarsal space (transverse scanning) (materials from the authors' clinical work): magnetic resonance imaging scan of the left foot in the axial projection in the T1 sequence in the 3rd intermetatarsal space visualises a homogeneous dumbbell-shaped formation, isointense with respect to muscle tissue. 1 – Morton's neuroma; 2 – heads of metatarsal bones; 3 – intermetatarsal spaces

патогенетически обоснованной [11]. Вмешательство проводят под местной, проводниковой, спинальной или общей анестезией, с наложением турникета или без него [46–48]. Традиционные доступы: дорсальный (тыльный), подошвенный продольный или поперечный, межпальцевой (комиссуральный) [4, 49]. Выбор доступа основан на предпочтении хирурга. Большинство авторов предпочитают тыльный доступ. Нейрэктомия – наиболее эффективный метод лечения с долгосрочным положительным эффектом у 80 % пациентов [2–4, 38]. В послеоперационном периоде возникает анестезия смежных поверхностей пальцев стопы, но со временем происходит частичное восстановление чувствительности [50].

Предложены альтернативные хирургические вмешательства, направленные на устранение болевого синдрома и сохранение чувствительности в смежных поверхностях пальцев стопы благодаря сохранению целостности нервного ствола или его реконструкции

после проведенной нейрэктомии. Долгосрочная эффективность альтернативных вмешательств достоверно не установлена [18, 51].

Методы лечения НМ разнообразны и четких критериев выбора для них не определено, поэтому предложена тактика их применения от менее инвазивных – к более инвазивным [37, 42, 52, 53].

Оценка эффективности лечения. Особенности послеоперационного периода. Эффективность лечения оценивают по различным шкалам, однако редко применяются шкалы оценки нейропатического компонента болевого синдрома [13, 30, 43, 47, 54–57]. Рациональным считают диагностический опросник нейропатической боли DN4 ввиду его высокой чувствительности и специфичности, удобства заполнения пациентом и анализа результатов врачом [58].

Для ведения пациентов в послеоперационном периоде разработаны рекомендации, основанные на принципе постепенного увеличения физической

нагрузки на стопу и мониторинга состояния послеоперационной раны [2]. В случаях, если нейрэктомия проводилась из подошвенного доступа, ограничений у пациентов значительно больше, чем при тыльном доступе: длительная иммобилизация, необходимость использования костылей, многочисленные визиты к врачу. Грубый рубец формируется в 11,4 % случаев [47]. Межпальцевой доступ несет более высокий риск местных грибковых осложнений [46, 49]. Перечисленные ограничения и риски осложнений делают тыльный доступ предпочтительным. Таким образом, при выборе метода лечения следует отдать предпочтение тому методу, который в наименьшей степени ограничивает функциональную и социальную активность пациентов и имеет меньшую вероятность осложнений.

Осложнения нейрэктомии. По данным зарубежной литературы, частота осложнений после нейрэктомии значительно варьирует — от 0 до 25 % [3, 38, 47, 49]. По результатам исследования А.Г. Федякова и соавт. [46], их частота составляет 13 % от числа проведенных вмешательств. Авторами разработана классификация осложнений открытого удаления НМ, рассмотрены

общехирургические осложнения (местные инфекционно-воспалительные и т. п.) и специфические осложнения хирургической методики (сохранение/рецидив болевого синдрома и пр.). На сегодняшний день для большинства осложнений предложены методы лечения и профилактики на всех этапах периоперационного ведения пациента.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ отечественных и зарубежных научных данных показал, что НМ вызывает компрессионную нейропатию, обусловленную сдавлением нерва и формированием пери- и эндоневрального фиброза. Нейропатия при НМ требует взаимодействия специалистов различных профилей — неврологов, нейрохирургов, травматологов-ортопедов, применения всех необходимых диагностических методов, выбора оптимальной тактики лечения. Повышение информированности врачей (в первую очередь первичного амбулаторного звена) об этом заболевании позволит значительно повысить качество оказания помощи пациентам с НМ.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Hassouna H.Z. Morton's neuroma: aetiology, pathogenesis and management. UK: LAP Lambert Academic Publishing, 2018.
- Gougoulas N., Lampridis V., Sakellariou A. Morton's interdigital neuroma: instructional review. EFORT Open Rev 2019;4(1):14–24. DOI: 10.1302/2058–5241.4.180025
- Lu V.M., Puffer R.C., Everson M.C. et al. Treating Morton's neuroma by injection, neurolysis, or neurectomy: a systematic review and meta-analysis of pain and satisfaction outcomes. Acta Neurochir (Wien) 2021;163(2):531–43. DOI: 10.1007/s00701-020-04241-9
- Di Caprio F., Meringolo R., Shehab Eddine M., Ponziani L. Morton's interdigital neuroma of the foot: literature review. Foot Ankle Surg 2018;24(2):92–8. DOI: 10.1016/j.fas.2017.01.007
- Лебедев И.А., Болдырева Ю.В., Захарчук Е.В. и др. Неврома Мортон. Патогенез, клиника, лечение. Уральский медицинский журнал 2020;10(193):81–4. DOI: 10.25694/URMJ.2020.10.16.1
Lebedev I.A., Boldyreva Yu.V., Zakharchuk E.V. et al. Morton's neuroma as a special case of tunnel neuropathy. Uralskiy Meditsinskiy zhurnal = Ural Medical Journal 2020;10(193):81–4. (In Russ.). DOI: 10.25694/URMJ.2020.10.16.1
- Шпагин М.В., Яриков А.В., Горбатов Р.О. и др. Неврома Мортон: этиология, эпидемиология, патогенез, клиника, диагностика и современные принципы лечения. Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии 2022;10:751–62. DOI: 10.33920/med-01-2210-03
Shpagin M.V., Yarikov A.V., Gorbato R.O. et al. Morton's neuroma: etiology, epidemiology, pathogenesis, clinical picture, diagnosis, and modern principles of treatment. Vestnik neurologii, psichiatrii i neyrokhirurgii = Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery 2022;10:751–62. (In Russ.). DOI: 10.33920/med-01-2210-03
- Бойко Ю.П., Федяков А.Г., Щербин А.В., Разин М.А. Проблемы организации поликлинической помощи пациентам с синдромом карпального канала. Менеджер здравоохранения 2023;1:36–41. DOI: 10.21045/1811-0185-2023-1-36-41
Boyko Yu.P., Fedyakov A.G., Shcherbin A.V., Razin M.A. Problems of organization of outpatient care for patients with carpal tunnel syndrome. Manager Zdravooohranenia = Healthcare Manager 2023;1:36–41. (In Russ.). DOI: 10.21045/1811-0185-2023-1-36-41
- Larson E.E., Barrett S.L., Battiston B. et al. Accurate nomenclature for forefoot nerve entrapment: a historical perspective. J Am Podiatr Med Assoc 2005;95(3):298–306. DOI: 10.7547/0950298
- Morton T.G. A peculiar and painful affection of the fourth metatarsophalangeal articulation. Am J Med Sci 1876;71:37–45. DOI: 10.1097/00000441-187601000-00002
- Hoadley A.E. Six cases of metatarsalgia. Chicago Med Rec 1893;5:32.
- Betts L.O. Morton's metatarsalgia: neuritis of the fourth digital nerve. Med J Aust 1940;1:514–5. DOI: 10.5694/j.1326-5377.1940.tb46191.x
- Sandel R.K. Morton's neuroma of the second toe. J Am Podiatry Assoc 1958;48(3):116–7.
- Kasperek M., Schneider W. Surgical treatment of Morton's neuroma: clinical results after open excision. Int Orthop 2013;37(9):1857–61. DOI: 10.1007/s00264-013-2002-6
- Latinovic R., Gulliford M.C., Hughes R.A.C. Incidence of common compressive neuropathies in primary care. J Neurol Neurosurg Psychiatry 2006;77(2):263–5. DOI: 10.1136/jnnp.2005.066696
- Valero J., Gallart J., González D. et al. Multiple interdigital neuromas: a retrospective study of 279 feet with 462 neuromas. J Foot Ankle Surg 2015;54(3):320–2. DOI: 10.1053/j.fas.2014.05.011
- Meachim G., Abberton M.J. Histological findings in Morton's metatarsalgia. J Pathology 1970;103:209–17. DOI: 10.1002/path.1711030402

17. Wolfort S.F., Dellon A.L. Treatment of recurrent neuroma of the interdigital nerve by implantation of the proximal nerve into muscle in the arch of the foot. *J Foot Ankle Surg* 2001;40(6):404–10. DOI: 10.1016/s1067-2516(01)80009-0
18. Dang D.Y., Coughlin M.J. Mallet toes, hammertoes, neuromas, and metatarsophalangeal joint instability: 40 years of development in forefoot surgery. *Indian J Orthop* 2020;54(1):3–13. DOI: 10.1007/s43465-019-00015-3
19. Mak M.S., Chowdhury R., Johnson R. Morton's neuroma: review of anatomy, pathomechanism, and imaging. *Clin Radiol* 2021;76(3):235.e15–35.e23. DOI: 10.1016/j.crad.2020.10.006
20. Graham C.E., Graham D.M. Morton's neuroma: a microscopic evaluation. *Foot Ankle* 1984;5(3):150–3. DOI: 10.1177/107110078400500308
21. Morscher E., Ulrich J., Dick W. Morton's intermetatarsal neuroma: morphology and histological substrate. *Foot Ankle Int* 2000;21(7):558–62. DOI: 10.1177/107110070002100705
22. Giakoumis M., Ryan J.D., Jani J. Histologic evaluation of intermetatarsal Morton's neuroma. *J Am Podiatr Med Assoc* 2013;103(3):218–22. DOI: 10.7547/1030218
23. Pazzaglia U.E., Moalli S., Leutner M., Gera R. Morton's neuroma: an immunohistochemical study. *Foot* 1996;6(2):63–5. DOI: 10.1016/S0958-2592(96)90037-1
24. Gauthier G. Thomas Morton's disease: a nerve entrapment syndrome. A new surgical technique. *Clin Orthop* 1979;142:90–2. DOI: 10.1097/00003086-197907000-00014
25. Jones J.R., Klenerman L. A study of the communicating branch between the medial and lateral plantar nerves. *Foot Ankle* 1984;4(6):313–5. DOI: 10.1177/107110078400400608
26. Mulder J.D. The causative mechanism in Morton's metatarsalgia. *J Bone Joint Surg* 1951;33-B(1):94–5. DOI: 10.1302/0301-620X.33B1.94
27. Guiloff R.J., Scadding J.W., Klenerman L. Morton's metatarsalgia. Clinical, electrophysical and histological observations. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66-B(4):586–91. DOI: 10.1302/0301-620X.66B4.6746697
28. Giannini S., Cadossi M., Luciani D., Vannini F. Morton's neuroma. In: *European surgical orthopaedics and traumatology*. Ed. by: G. Bentley. Berlin: Springer, 2014. Pp. 3537–3546. DOI: 10.1007/978-3-642-34746-7_149
29. Шайхутдинов И.И., Масгутов Р.Ф., Валеева Л.Р., Ягудин Р.Х. Неврома Мортона как причина болей в стопе – диагностика и тактика лечения. *Практическая медицина* 2016;4–1(96):182–6. Shaihutdinov I.I., Masgutov R.F., Valeeva L.R., Yagudin R.Kh. Morton's neuroma as a cause of pain in the foot, diagnostics and methods of treatment. *Prakticheskaya medicina = Practical Medicine* 2016;4–1(96):182–6. (In Russ.).
30. Сидорович Р.Р., Боярчик В.П. Отдаленные результаты лечения невromы Мортона методом радиочастотной абляции. *Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа* 2022;12(3):259–68. DOI: 10.34883/PI.2022.12.3.034
31. Sidorovich R.R., Boyarchik V. Long-term outcomes of radiofrequency ablation in Morton's neuroma treatment. *Nevrologiya i neurokhirurgiya. Vostochnaya Evropa = Neurology and Neurosurgery. Eastern Europe* 2022;12(3):259–68. (In Russ.). DOI: 10.34883/PI.2022.12.3.034
32. Салтыкова В.Г., Рамонова Д.Р., Макинян Л.Г. и др. Ультразвуковое исследование в дифференциальной диагностике образований метатарзального отдела стопы (неврома Мортона, липофиброма). *Ультразвуковая и функциональная диагностика* 2021;1:65–88. DOI: 10.24835/1607-0771-2021-1-65-88
33. Saltykova V.G., Ramonova D.R., Makinyan L.G. et al. Ultrasound in foot lesion diagnosis (Morton's neuroma, lipofibroma). *Ultrazvukovaya i funktsionalnaya diagnostika = Ultrasound and Functional Diagnostics* 2021;1:65–88. (In Russ.). DOI: 10.24835/1607-0771-2021-1-65-88
34. Xu Z., Duan X., Yu X. et al. The accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for the diagnosis of Morton's neuroma: a systematic review. *Clin Radiol* 2015;70:351–8. DOI: 10.1016/j.crad.2014.10.017
35. Santiago F.R., Muñoz P.T., Pryest P. et al. Role of imaging methods in diagnosis and treatment of Morton's neuroma. *World J Radiol* 2018;10(9):91–9. DOI: 10.4329/wjrv.10.9.91
36. Claassen L., Bock K., Ettinger M. et al. Role of MRI in detection of Morton's neuroma. *Foot Ankle Int* 2014;35(10):1002–5. DOI: 10.1177/1071100714540888
37. Sharp R.J., Wade C.M., Hennessy M.S., Saxby T.S. The role of MRI and ultrasound imaging in Morton's neuroma and the effect of size of lesion on symptoms. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85(7):999–1005. DOI: 10.1302/0301-620X.85B7.12633
38. Слияков Л.Ю., Бобров Д.С., Ригин Н.В. и др. Основные принципы диагностики перегрузочной метатарзалгии в поликлинической практике. *Кафедра травматологии и ортопедии* 2015;3(15):21–4. Slinyakov L.Yu., Bobrov D.S., Rigin N.V. et al. Basic principles of diagnosis of overload metatarsalgia in polyclinic practice. *Kafedra travmatologii i ortopedii = The Department of Traumatology and Orthopedics* 2015;3(15):21–4. (In Russ.).
39. Thomson L., Aujla R.S., Divall P., Bhatia M. Non-surgical treatments for Morton's neuroma: a systematic review. *Foot Ankle Surg* 2020;26(7):736–43. DOI: 10.1016/j.fas.2019.09.009
40. Valisena S., Petri G.J., Ferrero A. Treatment of Morton's neuroma: a systematic review. *Foot Ankle Surg* 2018;24(4):271–81. DOI: 10.1016/j.fas.2017.03.010
41. Lorenzon P., Rettore C., Scalvi A. Infiltrative therapy of Morton's neuroma. *Acta Biomed* 2022;92(S3):e2021556. DOI: 10.23750/abm.v92iS3.12545
42. Klonzas M.E., Koltsakis E., Kakkos G.A., Karantanas A.H. Ultrasound-guided treatment of Morton's neuroma. *J Ultrason* 2021;21(85):e134–e8. DOI: 10.15557/JoU.2021.0022
43. Barrett S.L., Rabat E., Buitrago M. et al. Endoscopic decompression of intermetatarsal nerve (EDIN) for the treatment of Morton's entrapment – multicenter retrospective review. *Open J Orthop* 2012;2(2):19–24. DOI: 10.7547/0960019
44. Орлов А.Ю., Назаров А.С., Беляков Ю.В., Олейник Е.А. Дифференцированная тактика хирургического лечения невromы Мортона. *Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова*. 2022;14(2):108–11. Orlov A.Yu., Nazarov A.S., Belyakov Yu.V., Oleynik E.A. Differentiated tactics of surgical treatment of Morton's neuroma. *Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal im. prof. A.L. Polenova = Russian Neurosurgical Journal n. a. Professor A.L. Polenov* 2022;14(2):108–11. (In Russ.).
45. Сидорович Р.Р., Боярчик В.П. Рецидив болевого синдрома после хирургического лечения невromы Мортона, возможности радиочастотной абляции в лечении рецидивов. *Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа* 2022;12(3):250–8. Sidorovich R.R., Boyarchik V.P. Recurrence of pain syndrome after surgical treatment of Morton's neuroma: opportunities of radiofrequency ablation in recurrence management. *Nevrologiya i neirokhirurgiya. Vostochnaya Evropa = Neurology and Neurosurgery. Eastern Europe* 2022;12(3):250–8. (In Russ.).
46. Connors J.C., Boike A.M., Rao N., Kingsley J.D. Radiofrequency ablation for the treatment of painful neuroma. *J Foot Ankle Surg* 2020;59(3):457–61. DOI: 10.1053/j.jfas.2019.09.003
47. Brooks D., Parr A., Bryceson W. Three cycles of radiofrequency ablation are more efficacious than two in the management of Morton's neuroma. *Foot Ankle Spec* 2018;11(2):107–11. DOI: 10.1177/1938640017709905
48. Федяков А.Г., Древал О.Н., Горожанин А.В. и др. Осложнения хирургического лечения невromы Мортона: классификация, диагностика, лечение и профилактика в помощь практическому врачу. *Российский нейрохирургический журнал им. проф. А.Л. Поленова* 2022;14(1–1):114–9. Fedyakov A.G., Dreval O.N., Gorozhanin A.V. et al. Complications of Morton's neuroma excision: classification, diagnosis, treatment and prophylaxis to help the practitioner. *Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal im. prof. A.L. Polenova = Russian Neurosurgical Journal n. a. Professor A.L. Polenov* 2022;14(1–1):114–9. (In Russ.).

47. Åkermark C., Crone H., Skoog A. et al. A prospective randomized controlled trial of plantar versus dorsal incisions for operative treatment of primary Morton's neuroma. *Foot Ankle Int* 2013;34(9):1198–204. DOI: 10.1177/1071100713484300
48. Kundert H.P., Plaass C., Stukenborg-Colsman C., Waizy H. Excision of Morton's neuroma using a longitudinal plantar approach: a midterm follow-up study. *Foot Ankle Spec* 2016;9(1):37–42. DOI: 10.1177/1938640015599032
49. Yañez Arauz J.M. Interdigital commissural approach for Morton's neuroma. *Foot Ankle Int* 2020;41(10):1226–33. DOI: 10.1177/1071100720936599
50. Mann R.A., Reynolds J.D. Interdigital neuroma – a critical clinical analysis. *Foot Ankle* 1983;3(4):238–43. DOI: 10.1177/107110078300300411
51. Choi J.Y., Hong W.H., Kim M.J. et al. Operative treatment options for Morton's neuroma other than neurectomy – a systematic review. *Foot Ankle Surg* 2022;28(4):450–9. DOI: 10.1016/j.fas.2021.10.011
52. Park Y.H., Kim T.J., Choi G.W., Kim H.J. Prediction of clinical prognosis according to intermetatarsal distance and neuroma size on ultrasonography in Morton neuroma: a prospective observational study. *J Ultrasound Med* 2019;38(4):1009–14. DOI: 10.1002/jum.14787
53. Ronconi P., Arcioni R., Baleanu P.M. Radiofrequency thermoablation of Morton's neuroma: a valid minimally invasive treatment procedure in patients resistant to conservative treatment. *Open J Orthop* 2013;3:325–30. DOI: 10.4236/ojo.2013.38060
54. Мо Ц., Ригин Н.В., Бобров Д.С., Слияков Л.Ю. Анкеты и шкалы для оценки состояния стопы и голеностопного сустава. *Кафедра травматологии и ортопедии* 2016;4(20):5–11. Мо J., Rigin N.V., Bobrov D.S., Slinyakov L.Yu. Outcome rating scales for clinical evaluation of foot and ankle. *Kafedra travmatologii i ortopedii = The Department of Traumatology and Orthopedics* 2016;4(20):5–11. (In Russ.).
55. Habashy A., Sumarriva G., Treuting R.J. Neurectomy outcomes in patients with Morton neuroma: comparison of plantar vs dorsal approaches. *Ochsner J* 2016;16(4):471–4.
56. Giannini S., Bacchini P., Ceccarelli F., Vannini F. Interdigital neuroma: clinical examination and histopathologic results in 63 cases treated with excision. *Foot Ankle Int* 2004;25(2):79–84. DOI: 10.1177/107110070402500208
57. Bucknall V., Rutherford D., MacDonald D. et al. Outcomes following excision of Morton's interdigital neuroma: a prospective study. *Bone Joint J* 2016;98-B(10):1376–81. DOI: 10.1302/0301-620X.98B10.37610
58. Петрова М.М., Шнайдер Н.А., Пронина Е.А., Боброва О.П. Диагностика нейропатической боли: шкалы и вопросники. *Сибирское медицинское обозрение* 2020;3(123):61–9. DOI: 10.20333/2500136-2020-3-61-69
Petrova M.M., Schneider N.A., Pronina E.A., Bobrova O.P. Diagnosis of neuropathic pain: scales and questionnaires. *Sibirskoe medicinskoe obozrenie = Siberian Medical Review* 2020;3(123):61–9. (In Russ.). DOI: 10.20333/2500136-2020-3-61-69

Вклад авторов

М.А. Разин, А.Г. Федяков: сбор данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи; А.В. Кузнецов, А.В. Горожанин, О.Н. Древаль: научное редактирование статьи.

Authors' contributions

M.A. Razin, A.G. Fedyakov: collecting data for analysis, analysis the data obtained, review of publications on the topic of the article, article writing; A.V. Kuznetsov, A.V. Gorozhanin, O.N. Dreval: scientific editing.

ORCID авторов/ORCID of authors

М.А. Разин / M.A. Razin: <https://orcid.org/0000-0002-4408-8943>
 А.Г. Федяков / A.G. Fedyakov: <https://orcid.org/0000-0002-8807-3874>
 А.В. Кузнецов / A.V. Kuznetsov: <https://orcid.org/0000-0002-9487-6008>
 А.В. Горожанин / A.V. Gorozhanin: <https://orcid.org/0000-0002-3593-7034>
 О.Н. Древаль / O.N. Dreval: <https://orcid.org/0000-0002-8944-9837>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Funding. The work was performed without external funding.

Статья поступила: 06.11.2023. **Принята к публикации:** 19.11.2024. **Опубликована онлайн:** 15.04.2025.

Article submitted: 06.11.2023. **Accepted for publication:** 19.11.2024. **Published online:** 15.04.2025.