

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-1-65-88>

Ультразвуковое исследование в дифференциальной диагностике образований метатарзального отдела стопы (неврома Мортона, липофиброма)

В.Г. Салтыкова¹, Д.Р. Рамонова¹, Л.Г. Макинян^{2,3},
Б.Т. Зейналов⁴, А.В. Шток⁵, В.В. Митьков¹

¹ ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

² ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов”, г. Москва

³ ГБУЗ г. Москвы “Городская клиническая больница № 13 Департамента здравоохранения г. Москвы”

⁴ ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

⁵ ФГАУ “Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

В.Г. Салтыкова – д.м.н., профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0003-3879-6457>

Д.Р. Рамонова – аспирант кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3112-6656>

Л.Г. Макинян – к.м.н., доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов”, г. Москва; заведующий ортопедическим отделением № 2 ГБУЗ г. Москвы “Городская клиническая больница № 13 Департамента здравоохранения г. Москвы”. <https://orcid.org/0000-0002-8813-143X>

В.Т. Зейналов – к.м.н., врач – травматолог-ортопед травматологического отделения № 12 ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0002-4815-3685>

А.В. Шток – врач-нейрохирург 10-го нейрохирургического отделения ФГАУ “Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0002-5144-4213>

В.В. Митьков – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. <https://orcid.org/0000-0003-1959-9618>

Контактная информация: 125993 г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, АОЦФТМ, кафедра ультразвуковой диагностики. Рамонова Дзэрасса Руслановна.
E-mail: dr.ramonova@mail.ru

Цель: оценка возможностей ультразвукового исследования в диагностике объемных образований метатарзального отдела стопы, в частности, невромы Мортона и липофибромы.

Материал и методы: в основную группу вошли 144 пациента, обратившихся с жалобами на боль в проекции плюснефаланговых суставов стоп с иррадиацией в пальцы, у которых в последующем при ультразвуковом исследовании было визуализировано образование в метатарзальном отделе стопы. Критерии исключения – ограничение доступа к проведению обследования метатарзального отдела стопы, ранее прооперированные по поводу невромы Мортона пациенты, наличие острой травмы стопы, невозможность верификации с помощью “золотого стандарта”. “Золотой стандарт” – послеоперационное морфологическое исследование резецированного материала. В контрольную группу вошли 25 пациентов с анамнестическим и клиническим отсутствием патологии стопы. По результатам гистологического исследования были выделены две подгруппы: неврома Мортона (132 пациента, 148 образований) и липофиброму (12 пациентов, 12 образований). Неврома Мортона в большинстве случаев встречалась у лиц женского пола (92,4%), как и липофиброма (83,3%). 55,3% пациентов с неврой Мортона были в возрастном диапазоне 40–59 лет. Ультразвуковое исследование мягких тканей подошвенной и тыльной поверхности стоп с оценкой кровотока проводилось на аппаратах iU22 (Philips, Нидерланды) линейным датчиком 5–12 МГц и Logiq P-5 (GE Healthcare, США) линейным датчиком 3–10 МГц. Для установления связи между размером образования и выраженностью болевого синдрома использовали числовую рейтинговую шкалу для оценки боли (Numeric Rating Scale for Pain, NRS Pain).

Результаты: большинство невром Мортона локализовались в третьем межплюсневом промежутке (64,9%). Во втором межплюсневом промежутке локализовались 31,1% образований. В 4,1% случаев определялась редкая локализация невромы

Мортена – первый межплюсневый промежуток (процентные значения рассчитаны относительно образований). Липофибромы в большинстве случаев локализовались во втором межплюсневом промежутке (66,7%). В третьем межплюсневом промежутке определялись 25,0% образований, в четвертом – 8,3% (процентные значения относительно образований и пациентов совпадают). При ультразвуковом исследовании в В-режиме основным диагностическим критерием дифференциации невромы Мортона и липофибромы являлась пониженная эхогенность объемного образования, соответствующая неврому Мортена (100,0%). При ультразвуковом исследовании в допплерографических режимах основным диагностическим критерием дифференциации невромы Мортона и липофибромы являлось наличие артериальной васкуляризации, соответствующей липофиброме (100,0%). Неврома Мортона была полностью аваскулярна в 100,0% случаев. При сравнении невромы Мортона и липофибромы линейные размеры образований, их площадь и объем достоверно не различаются ($P > 0,05$ для всех сравнений). При сравнении линейных размеров невром Мортона и липофибром, полученных при ультразвуковой и интраоперационной оценке, достоверные различия не определяются ($P > 0,05$ для всех сравнений). Толщина общих подошвенных пальцевых нервов на уровне дистальной трети диафиза плюсневых костей (проксимальнее расположения объемного образования межплюсневого промежутка) достоверно больше у пациентов с наличием образования (основная группа) по сравнению с контрольной группой ($P < 0,05$). Значимая корреляция выраженной болевой синдрома и максимальных ультразвукового и интраоперационного размеров (длина) образований не выявлена (в обоих случаях $r_s = 0,1$, $P > 0,05$).

Выводы: ультразвуковое исследование стопы с оценкой кровотока позволяет дифференцировать невруму Мортена с такой редкой опухолью, как липофиброма, несмотря на наличие одинаковой клинической картины.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование нервов, общий подошвенный пальцевой нерв, неврома Мортона, липофиброма, метатарзальная гипертрофия, стопа.

Цитирование: Салтыкова В.Г., Рамонова Д.Р., Макинян Л.Г., Зейналов В.Т., Шток А.В., Митьков В.В. Ультразвуковое исследование в дифференциальной диагностике образований метатарзального отдела стопы (неврома Мортона, липофиброма). Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2021; 1: 65–88. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-1-65-88>

ВВЕДЕНИЕ

Болью в переднем отделе стопы, обозначающейся как метатарзальная гипертрофия, страдает от 9,6 до 11,6% европейского населения [1]. Термин “метатарзальная гипертрофия” является описательным и включает в себя множество клинических состояний различной этиологии [2]. Одной из наиболее частых причин метатарзальной гипертрофии является неврома Мортона (болезнь Мортона, подошвенный пальцевой неврит, межпальцевая неврома стопы, метатарзальная неврома). Это заболевание относится к группе туннельных невропатий и по МКБ-10 представляет класс “Болезни нервной системы” (G57.6 – поражение подошвенного нерва: метатарзальная гипертрофия Мортона) [3]. Возникновение невромы Мортона связано с некоторыми анатомическими особенностями иннервации стопы. Общие подошвенные пальцевые нервы являются конечными ветвями медиального и латераль-

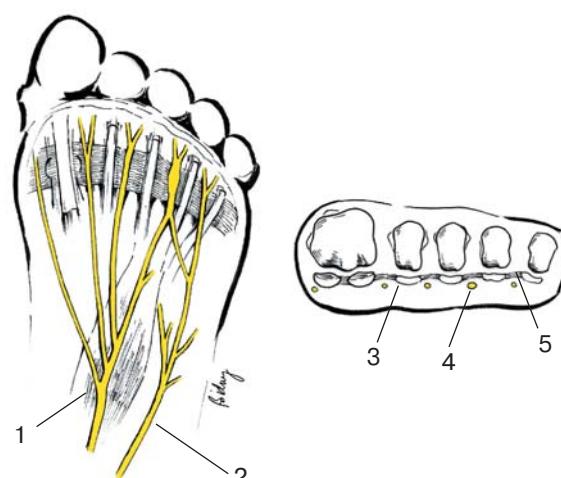
ного подошвенных нервов. Общий подошвенный пальцевой нерв третьего межплюсневого промежутка теоретически толще других пальцевых нервов, поскольку образован слиянием ветвей медиального и латерального подошвенных нервов, проходящих под глубокой поперечной межплюсневой связкой. Поэтому он подвержен большей травматизации [4, 5] (рис. 1). В результате постоянной микротравматизации происходит утолщение межплюсневой поперечной связки стопы, ее разволокнение и отек. Патологически измененная межплюсневая связка стопы приводит к сдавлению и ишемии нерва, что может являться патогенезом развития невромы Мортона [6–9].

Помимо невромы Мортона болевой синдром в переднем отделе стопы могут вызывать и другие мягкотканые образования. Не столь частым, но также вызывающим болезненные ощущения образованием переднего отдела стопы является липофиброма – доброкачественное объемное образование, являющееся разновидностью липомы, но с более развитым фиброзным компонентом [10]. Липома является наиболее распространенной опухолью мягких тканей в организме человека, но крайне редко встречается в области стопы, составляя около 4% всех доброкачественных поражений этой области. Как и другие образования этой локализации, липома требует проведения дифференциальной диагностики [11]. Чаще всего этот вид опухоли встречается у людей в возрасте от 40 до 60 лет. Липома может быть единичной или множественной [12].

Анамнез и физикальные данные не всегда позволяют с точностью определить при-

Рис. 1. Анатомия подошвенных нервов. Связь невромы Мортона с глубокой поперечной межплюсневой связкой [60]. 1 – медиальный подошвенный нерв, 2 – латеральный подошвенный нерв, 3 – подошвенная пластинка, 4 – неврома Мортона, 5 – глубокая поперечная межплюсневая связка.

Fig. 1. Plantar nerves anatomy. Morton's neuroma and deep transverse intermetatarsal ligament [60]. 1 – medial plantar nerve, 2 – lateral plantar nerve, 3 – plantar plate, 4 – Morton's neuroma, 5 – deep transverse intermetatarsal ligament.



чину и локализацию болевого синдрома, в особенности если образование залегает глубоко в межплюсневом пространстве, под плотным слоем подкожно-жировой клетчатки и имеет небольшие размеры [13].

Широкое применение современных методов лучевой диагностики, таких как магнитно-резонансная томография (МРТ) или компьютерная томография (КТ) тканей стопы, сопряжено с трудностью интерпретации структур малого размера, высокой стоимостью исследования, лучевой нагрузкой. Это ограничивает их применение как при первичном, так и при динамическом наблюдении [14]. Ультразвуковое исследование стопы зарекомендовало себя как неинвазивное, не требующее дополнительной подготовки и материально доступное исследование, позволяющее получить большой объем информации о мягких тканях стопы [13].

Для правильной интерпретации ультразвуковых данных, безусловно, требуется характерные ультразвуковые критерии, позволяющие предположить то или иное заболевание.

Цель исследования – оценить возможности ультразвукового исследования в диагностике объемных образований метатарзального отдела стопы, в частности, невромы Мортона и липофиброму.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работу вошел анализ результатов исследования 169 пациентов в возрасте от 23 до 75 лет включительно, разделенных на две группы. В основную группу вошли 144 пациента (132 (91,7%) женщины и 12 (8,3%) мужчин), обратившихся с жалобами на боль в проекции плюснефаланговых суставов стоп с иррадиацией в пальцы, у которых в последующем при ультразвуковом исследовании было визуализировано образование в метатарзальном отделе стопы. Медиана возраста пациентов основной группы составила 47 лет, 5–95-й процентили – 31–69 лет, минимальное – максимальное значения – 23–75 лет. Большинство пациентов (80 – 55,6%) было в возрастной подгруппе 40–59 лет. Также в исследование вошли 25 пациентов (15 женщин и 10 мужчин) с анамнестическим и клиническим отсутствием патологии стопы (контрольная

группа). Медиана возраста пациентов контрольной группы составила 33 года, 5–95-й процентили – 22–36 лет, минимальное – максимальное значения – 19–40 лет.

Критерием отбора пациентов для исследования являлся болевой синдром в метатарзальном отделе стопы. Критерии исключения – ограничение доступа к проведению обследования метатарзального отдела стопы, ранее прооперированные по поводу невромы Мортона пациенты, наличие острой травмы стопы. Из окончательного анализа были исключены пациенты, которым не проводилось оперативное лечение, поскольку “золотым стандартом” в данном исследовании является послеоперационное морфологическое исследование удаленного образования. Эти пациенты не учтены при количественном представлении групп.

Выполнение данной работы одобрено Этическим комитетом ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Москва). У всех пациентов было получено информированное добровольное согласие на проведение диагностической процедуры.

Ультразвуковое исследование мягких тканей подошвенной и тыльной поверхности стоп с оценкой кровотока проводилось на ультразвуковых аппаратах iU22 (Philips, Нидерланды) линейным датчиком с диапазоном частот 5–12 МГц и Logiq P-5 (GE Healthcare, США) линейным датчиком с диапазоном частот 3–10 МГц. Исследование в В-режиме осуществлялось с использованием скелетно-мышечной программы. Кровоток оценивался в режимах цветового допплеровского картирования (ЦДК), энергетического допплеровского картирования (ЭДК) и импульсноволновой допплерографии (последний – главным образом для подтверждения сосудистой природы цветовых сигналов).

Для достижения максимального качества изображения и точности измерения количественных параметров образований использовали:

- функцию аппарата “zoom” (для увеличения объектов сканирования);
- коррекцию частоты датчика и уровня фокусировки в зависимости от глубины залегания объекта интереса;



Рис. 2. Расположение ультразвукового датчика при исследовании дистального отдела стопы. а – подошвенный доступ, продольное сканирование. б – подошвенный доступ, поперечное сканирование. с – тыльный доступ, продольное сканирование.

Fig. 2. Ultrasound probe positions in distal foot assessment. а – plantar approach, long axis view. б – plantar approach, short axis view. с – dorsal approach, long axis view.

– шкалу оттенков серого для увеличения контрастности и четкости контуров объекта интереса.

Для измерения площади образования при его окружной или овальной форме использовали метод эллипса, при неправильной форме образования – метод трассировки.

Предварительная подготовка пациентов для проведения ультразвукового исследования не проводилась. При исследовании вначале пациент располагался лежа на животе с выпрямленными ногами и стопами, свисающими с края кушетки; затем – лежа на спине с выпрямленными ногами; затем – на стороне исследования с согнутой в коленном суставе ногой, с упором на стопу. Датчик устанавливался на уровне головок плюсневых костей с подошвенной и тыль-

ной сторон в первом, втором, третьем и четвертом межплюсневых промежутках продольно, а затем в этих же отделах поперечно (рис. 2). При исследовании с подошвенной стороны для лучшей визуализации образования левой рукой осуществляли легкую компрессию с тыльной стороны, не сжимая образование, но несколько перемещая его к сканируемой поверхности. После идентификации образования при продольном сканировании измеряли его длину, толщину и площадь, при поперечном сканировании – ширину с последующим вычислением объема. Также оценивали форму, контуры, эхогенность, эхоструктуру и васкуляризацию образования. Кроме того, измеряли толщину общего подошвенного пальцевого нерва на уровне дистальной трети диафиза плюсневых костей (у па-



Fig. 3. 10-point Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain).

циентов основной группы проксимимальнее расположения объемного образования межплюсневого промежутка). Для установления связи между размером образования и выраженностью болевого синдрома использовали числовую рейтинговую шкалу для оценки боли (Numeric Rating Scale for Pain, NRS Pain), которая успешно применяется в различных клинических областях с 1976 г. [15] (рис. 3). Шкала представляет собой горизонтальную линию длиной 10 см с цифрами от 0 до 10, характеризующими интенсивность болевого синдрома. Опрашиваемый отмечает на линии наиболее подходящую ему точку, которой соответствует определенное количество баллов, где 0 соответствует характеристике “нет боли”, 1–3 – “слабая боль”, 4–6 – “умеренная боль”, 7–10 – “интенсивная боль”.

Все ультразвуковые заключения верифицировались с помощью хирургического лечения и гистологического исследования резецированного материала. По результатам гистологического исследования основная группа была разделена на две подгруппы. В первую подгруппу (неврома Мортона) вошли 148 невром Мортона (132 пациента, у 116 из которых выявлена одна неврома Мортона, у 12 – 2 невромы с одной стороны, у 4 – по одной невроме с двух сторон). По результатам гистологического исследования макропрепараторов неврома Мортона не являлась истинной опухолью.

Вторую подгруппу (липофиброма) составили 12 липофибром межплюсневых промежутков подошвенной поверхности стопы (12 пациентов). Поскольку у пациентов контрольной группы было обследовано две стопы и у 16 пациентов основной группы было выявлено по 2 образования, анализ данных проводился не только по пациентам, но и по нервам и образованиям.

Из 132 пациентов первой подгруппы 122 (92,4%) были женщины. Медиана возраста пациентов с невромой Мортона составила 47 лет, 5–95-й процентили – 31–69 лет, минимальное – максимальное значения – 23–75 года. 73 (55,3%) пациента было в возрастной подгруппе 40–59 лет. Из 12 пациентов второй подгруппы 10 (83,3%) были женщины. Медиана возраста пациентов с липофибромой составила 43 года, 5–95-й процентили – 43–57 лет, минимальное – максимальное значения – 33–58 лет.

Всем пациентам основной группы до операции проведена рентгенография стопы в двух проекциях на аппаратах ТелеКоРД-МТ-Плюс (Медицинские технологии, Россия) и DIRA RS (Roesys, Германия).

Данные обрабатывались стандартными статистическими методами с использованием пакета программ IBM SPSS Statistics for Windows, version 23.0. Анализ проводили по пациентам, нервам и образованиям. В контрольной группе обследовано 25 пациентов и 36 нервов (учитывая две стороны и невизуализацию нервов с двух сторон у 7 пациентов); в подгруппе невромы Мортона – 132 пациента, 148 нервов (учитывая наличие у ряда пациентов 2 образований и визуализацию заинтересованных нервов во всех случаях) и 148 образований; в подгруппе липофибромы – 12 пациентов, 4 нерва (учитывая невизуализацию нерва в 8 случаях) и 12 образований. После проверки на нормальность распределения количественные параметры представлены в виде медианы, 5–95-го процентилей, минимального – максимального значений. Для анализа связи данных числовой рейтинговой шкалы оценки боли и ультразвуковых и интраоперационных размеров образований был рассчитан коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s). Для оценки достоверности различий количественных параметров использовали критерий Манна–Уитни. Различия считали достоверными при $P \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При ультразвуковом исследовании подошвенной поверхности стоп у пациентов контрольной группы при поперечном сканировании на уровне головок плюсневых костей визуализировалась подкожно-жи-

ровая клетчатка, представленная тканью умеренно повышенной эхогенности. На фоне подкожно-жировой клетчатки определялся кортикальный слой плюсневых костей в виде гиперэхогенных полулунных линий с четкой акустической тенью. Над ними визуализировались гипоэхогенные эллипсовидные структуры – сухожилия сгибателей пальцев. Межплюсневые промежутки были представлены тканью незначительно повышенной эхогенности. В межплюсневых пространствах при продольном и поперечном сканировании объемные образования не выявлялись (рис. 4, 5). При сканировании межплюсневых промежутков с тыльной стороны стопы мягкие ткани также были представлены тканью средней эхогенности, без наличия объемных образований. Общий подошвенный пальцевой нерв третьего межплюсневого промежутка у 7 из 25 (28,0%) пациентов контрольной группы четко не визуализировался. Описательная статистика толщины общего подошвенного пальцевого нерва у 18 (72,0%) пациентов представлена в табл. 1. В режимах ЦДК и ЭДК в жировой клетчатке межплюсневых промежутков выявлялась общая подошвенная пальцевая артерия, в которой в режиме импульсноволновой допплерографии определялся артериальный спектр кровотока магистрального типа.

При исследовании первой подгруппы выявлено, что 86 (58,1%) из 148 невром Мортонса визуализировались в виде объемного образования пониженной эхогенности (относительно окружающей клетчатки межплюсневых промежутков), неоднородной эхоструктуры за счет участков незначительно повышенной эхогенности (рис. 6). 62 (41,9%) невромы Мортонса визуализировались как резко гипоэхогенные объемные образования однородной эхоструктуры (рис. 7). Контуры образований в 92 (62,2%) случаях были четкими, ровными; в 56 (37,8%) – нечеткими, неровными. Форма невромы у всех пациентов (100,0%) при продольном сканировании была овальная или округлая, при поперечном сканировании – в виде резко сплющенного овала или гантелеобразная форма (рис. 8).

В первом межплюсневом промежутке было выявлено 6 из 148 (4,1%) невром Мортонса, во втором – 46 (31,1%), в третьем – 96 (64,9%). Как было отмечено

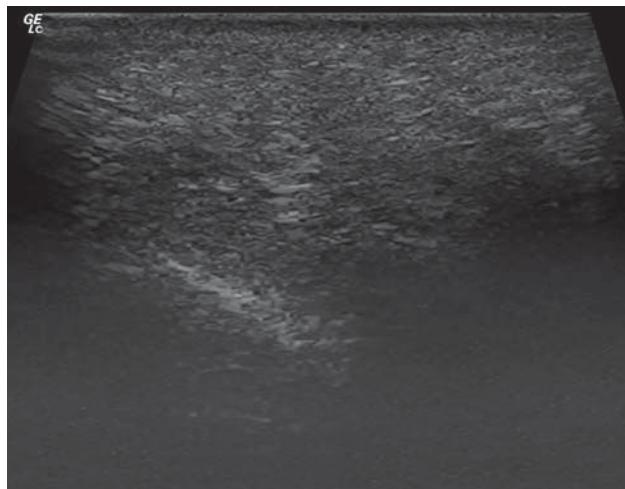


Рис. 4. Изображение неизмененных тканей межплюсневого промежутка. Подошвенный доступ. В-режим. Продольное сканирование.

Fig. 4. Ultrasound of normal intermetatarsal space. Plantar approach. B-mode. Long axis view.

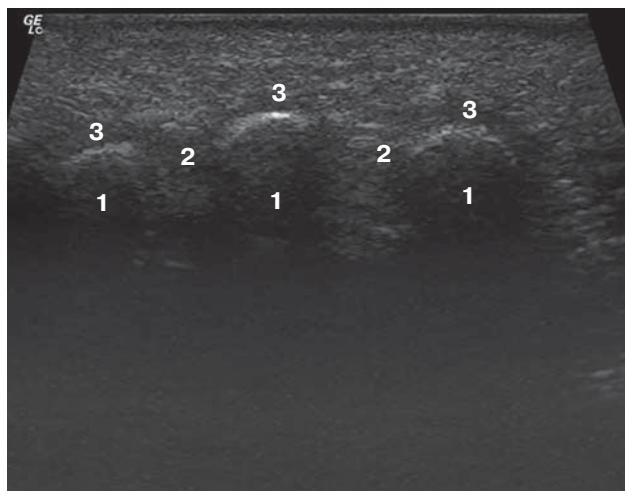


Рис. 5. Изображение неизмененных тканей межплюсневых промежутков. Подошвенный доступ. В-режим. Поперечное сканирование. 1 – головки плюсневых костей, 2 – сухожилия сгибателей пальцев, 3 – межплюсневые промежутки, заполненные соединительной тканью и жировой клетчаткой.

Fig. 5. Ultrasound of normal intermetatarsal spaces. Plantar approach. B-mode. Short axis view. 1 – metatarsal heads, 2 – digital flexor tendons, 3 – intermetatarsal spaces.

выше, у 12 из 132 (9,1%) пациентов в одной стопе было выявлено две невромы Мортонса, у 4 (3,0%) – в обеих стопах было выявлено по одной невроме Мортонса. 81 (54,7%) не-

Таблица 1. Толщина общего подошвенного пальцевого нерва (мм) у исследуемых пациентов

Общий подошвенный пальцевой нерв в группах и подгруппах	Медиана	5–95-й процентили	Min–Max
Контрольная группа, две стороны (общий подошвенный пальцевой нерв третьего межплюсневого промежутка) (n = 36)	1,2	1,1–1,3	1,0–1,5
Первая подгруппа (неврома Мортонова), сторона поражения (общие подошвенные пальцевые нервы первого, второго и третьего межплюсневых промежутков, учитывая локализацию образования) (n = 148)	2,4	2,1–2,7	1,8–2,9
Вторая подгруппа (липофиброма), сторона поражения (общий подошвенный пальцевой нерв второго межплюсневого промежутка, учитывая локализацию образования) (n = 4)		1,7, 2,3, 2,5 и 2,9	
Основная группа (неврома Мортонова + липофиброма), сторона поражения (n = 152)	2,4	2,1–2,7	1,7–2,9

Примечание: n – количество нервов, Min–Max – минимальное – максимальное значения.

Table 1. Ultrasound measurement of common plantar digital nerve thickness (mm)

Common plantar digital nerve in group and subgroup	Median	5 and 95 percentiles	Range
Control group, both side (common plantar digital nerve of third intermetatarsal space) (n = 36)	1.2	1.1–1.3	1.0–1.5
First subgroup (Morton's neuroma), lesion side (common plantar digital nerves of first, second and third intermetatarsal spaces depending on lesion localization) (n = 148)	2.4	2.1–2.7	1.8–2.9
Second subgroup (lipofibroma), lesion side (common plantar digital nerve of second intermetatarsal space depending on lesion localization) (n = 4)		1.7, 2.3, 2.5 and 2.9	
Lesion group (Morton's neuroma + lipofibroma), lesion side (n = 152)	2.4	2.1–2.7	1.7–2.9

Note: n – number of nerves.

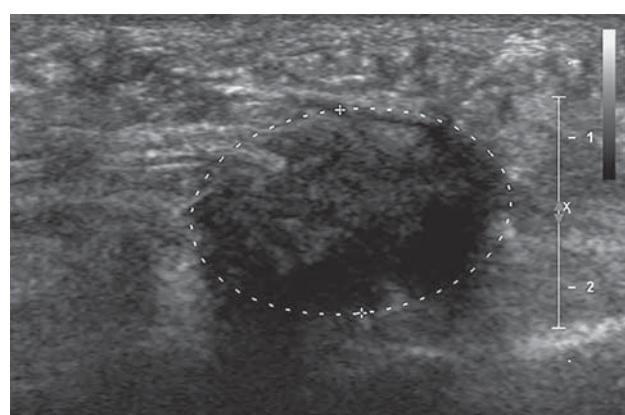


Рис. 6. Изображение невромы Мортонова общего подошвенного пальцевого нерва второго межплюсневого промежутка стопы (пунктирный эллипс, маркеры). Подошвенный доступ. В-режим. Продольное сканирование. Образование пониженной эхогенности (относительно окружающей клетчатки межплюсневых промежутков), неоднородной эхоструктуры за счет участков незначительно повышенной эхогенности.

Fig. 6. Ultrasound of second intermetatarsal space. Plantar approach. B-mode. Long axis view. Morton's neuroma (dotted ellipse) is hypoechoic relative to the adjacent tissues. Echotexture is mild heterogeneous due to some areas of increased echogenicity.

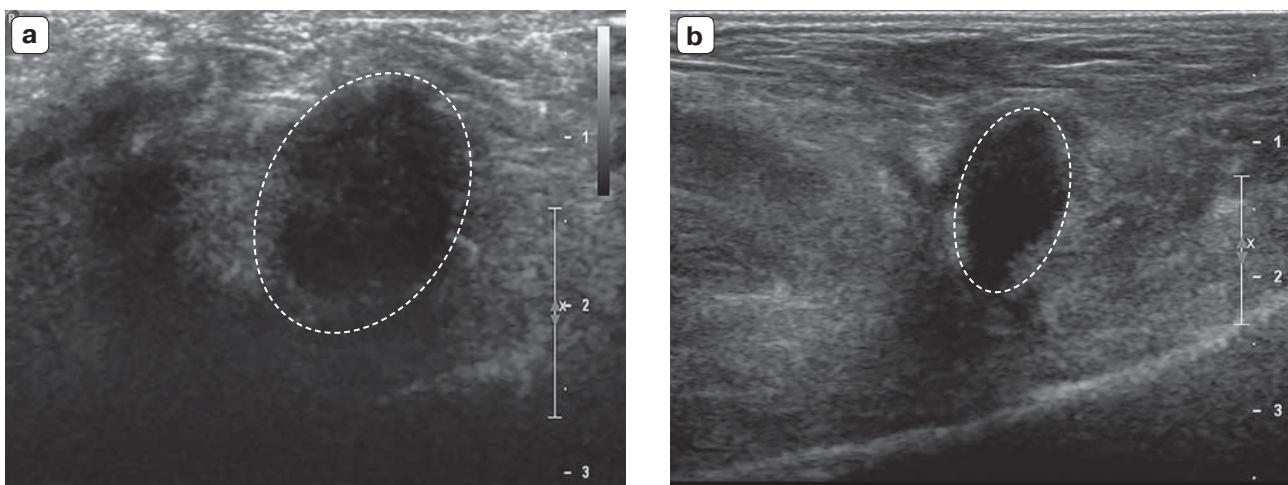
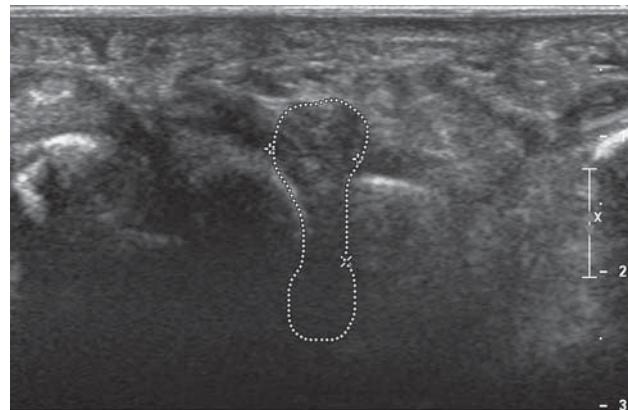


Рис. 7. Изображение невромы Мортона общего подошвенного пальцевого нерва третьего межплюсневого промежутка стопы (пунктирный эллипс). В-режим. Продольное сканирование. а – подошвенный доступ. б – тыльный доступ. Резко гипоэхогенное объемное образование однородной эхоструктуры.

Fig. 7. Ultrasound of third intermetatarsal space. B-mode. Long axis view. a – plantar approach. b – dorsal approach. Morton's neuroma (dotted ellipse) is marked hypoechoic relative to the adjacent tissues.

Рис. 8. Изображение невромы Мортона общего подошвенного пальцевого нерва третьего межплюсневого промежутка стопы (пунктир). Подошвенный доступ. В-режим. Поперечное сканирование.

Fig. 8. Ultrasound of third intermetatarsal space. Plantar approach. B-mode. Short axis view. Morton's neuroma (dotted dumbbell).



врома Мортона выявлена в правой стопе, 67 (45,3%) – в левой. Количественные характеристики невром Мортона (первая подгруппа) приведены в табл. 2. Все 148 (100,0%) невром Мортона в режимах ЦДК и ЭДК были полностью аваскулярными (рис. 9).

Общий подошвенный пальцевой нерв в первой подгруппе визуализировался на стороне поражения у всех пациентов (100,0%). Описательная статистика общего подошвенного пальцевого нерва представлена в табл. 1.

У пациентов второй подгруппы при исследовании стопы из подошвенного доступа было выявлено 12 объемных образований. 8 (66,7%) из них были смешанной

эхогенности (за счет участков повышенной и пониженной эхогенности, последние из которых располагались преимущественно в центральных отделах), диффузно неоднородной эхоструктуры (рис. 10). В 4 (33,3%) случаях были выявлены изоэхогенные объемные образования (сопоставимые по эхогенности с окружающей клетчаткой) с участками пониженной эхогенности, расположенными по перipherии объемного образования. Эхоструктура в этих случаях была также диффузно неоднородна. У 9 (75,0%) липофибром определялся четкий, ровный контур, у 3 (25,0%) – нечеткий, волнистый. Форма образований при продольном сканировании была овальная, при поперечном – в виде сплющенного овала.

Таблица 2. Количественная характеристика невром Мортона и липофибром, полученная при ультразвуковом исследовании

Параметры	Неврома Мортона (первая подгруппа) (n = 148)			Липофиброма (вторая подгруппа) (n = 12)		
	Медиана	5–95-й процентили	Min–Max	Медиана	5–95-й процентили	Min–Max
Длина, мм	13,5	7,6–20,0	6,6–24,3	14,1	8,2–20,8	7,1–23,2
Ширина, мм	8,5	6,1–14,0	5,2–19,3	9,7	6,8–15,9	5,6–16,3
Толщина, мм	6,0	4,3–7,9	3,0–9,7	5,3	4,6–7,5	4,5–8,2
Площадь, см ²	1,18	0,45–1,93	0,42–2,67	1,27	0,50–1,89	0,40–2,78
Объем, см ³	0,48	0,24–1,20	0,09–2,26	0,60	0,16–1,43	0,12–2,12

Примечание: n – количество образований. Остальные обозначения как в табл. 1.

Table 2. Ultrasound quantitative parameters of Morton's neuroma and lipofibroma

Parameters	Morton's neuroma (first subgroup) (n = 148)			Lipofibroma (second subgroup) (n = 12)		
	Median	5 and 95 percentiles	Range	Median	5 and 95 percentiles	Range
Length, mm	13.5	7.6–20.0	6.6–24.3	14.1	8.2–20.8	7.1–23.2
Width, mm	8.5	6.1–14.0	5.2–19.3	9.7	6.8–15.9	5.6–16.3
Thickness, mm	6.0	4.3–7.9	3.0–9.7	5.3	4.6–7.5	4.5–8.2
Area, cm ²	1.18	0.45–1.93	0.42–2.67	1.27	0.50–1.89	0.40–2.78
Volume, cm ³	0.48	0.24–1.20	0.09–2.26	0.60	0.16–1.43	0.12–2.12

Note: n – number of lesions.

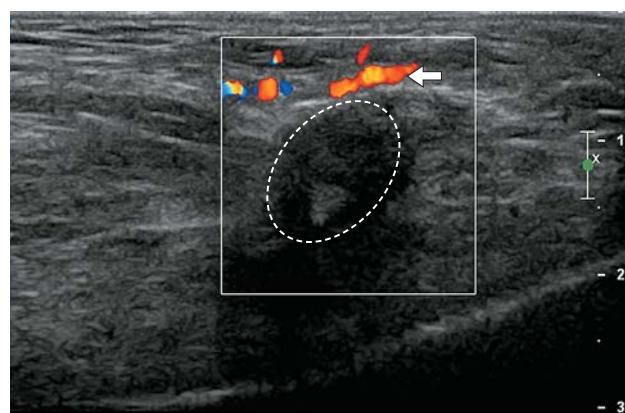


Рис. 9. Изображение невромы Мортона общего подошвенного пальцевого нерва третьего межплюсневого промежутка стопы (пунктирный эллипс). Подошвенный доступ. В-режим + ЦДК. Продольное сканирование. Образование полностью аваскулярно. В цветовом окне регистрируется допплеровский сигнал от общей подошвенной пальцевой артерии (стрелка).

Fig. 9. Ultrasound of third intermetatarsal space. Plantar approach. B-mode + colour Doppler imaging. Long axis view. Avascular Morton's neuroma (dotted ellipse). Plantar common digital artery (arrow).

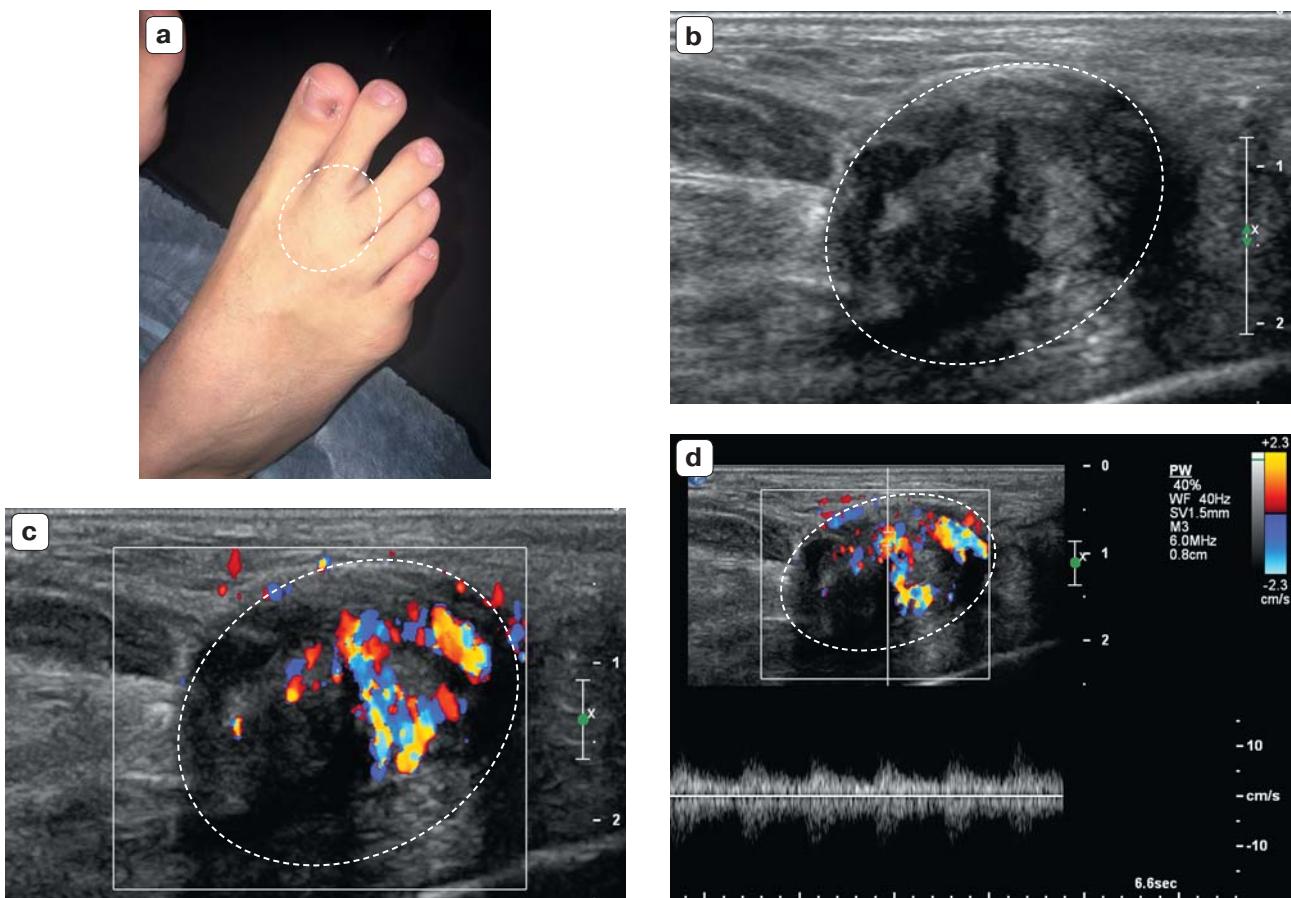


Рис. 10. Липофиброма (пунктирный эллипс), локализованная во втором межплосневом промежутке. а – внешний вид стопы с обозначением локализации образования. б-д – ультразвуковые изображения липофибромы. Подошвенный доступ. Продольное сканирование. б – В-режим. с – В-режим + ЦДК. д – В-режим + ЦДК + импульсноволновая допплерография. Артериальный спектр кровотока в липофиброме.

Fig. 10. Lipofibroma (dotted ellipse) in second intermetatarsal space. a – foot dorsal view with lesion localization. b-d – ultrasound imaging. Plantar approach. Long axis view. b – B-mode. c – B-mode + colour Doppler imaging. d – B-mode + colour Doppler imaging + pulsed Doppler. Arterial waveform in lesion.

Во втором межплосневом промежутке липофиброма визуализировалась в 8 (66,7%) случаях, в третьем – в 3 (25,0%), в четвертом – в 1 (8,3%). Количественные характеристики липофибром (вторая подгруппа) представлены в табл. 2. В результате сравнительного анализа всех количественных показателей размеров образований в двух подгруппах статистически значимых различий не выявлено ($P > 0,05$ для всех сравнений).

У всех пациентов (100,0%) в режимах ЦДК и ЭДК внутри образования определялась артериальная васкуляризация (см. рис. 10).

Во второй подгруппе в месте локализации объемного образования общий подо-

швенный пальцевой нерв в соответствующем межплосневом промежутке был визуализирован лишь у 4 (33,3%) пациентов с максимальными размерами объемных образований (общий подошвенный пальцевой нерв второго межплосневого промежутка). Результаты измерения толщины представлены в табл. 1.

При сравнительном анализе толщины общего подошвенного пальцевого нерва на уровне дистальной трети диафиза плосневых костей (проксимальнее расположения объемного образования межплосневого промежутка) в исследуемых группах были выявлены статистически значимые различия у пациентов с наличием образования

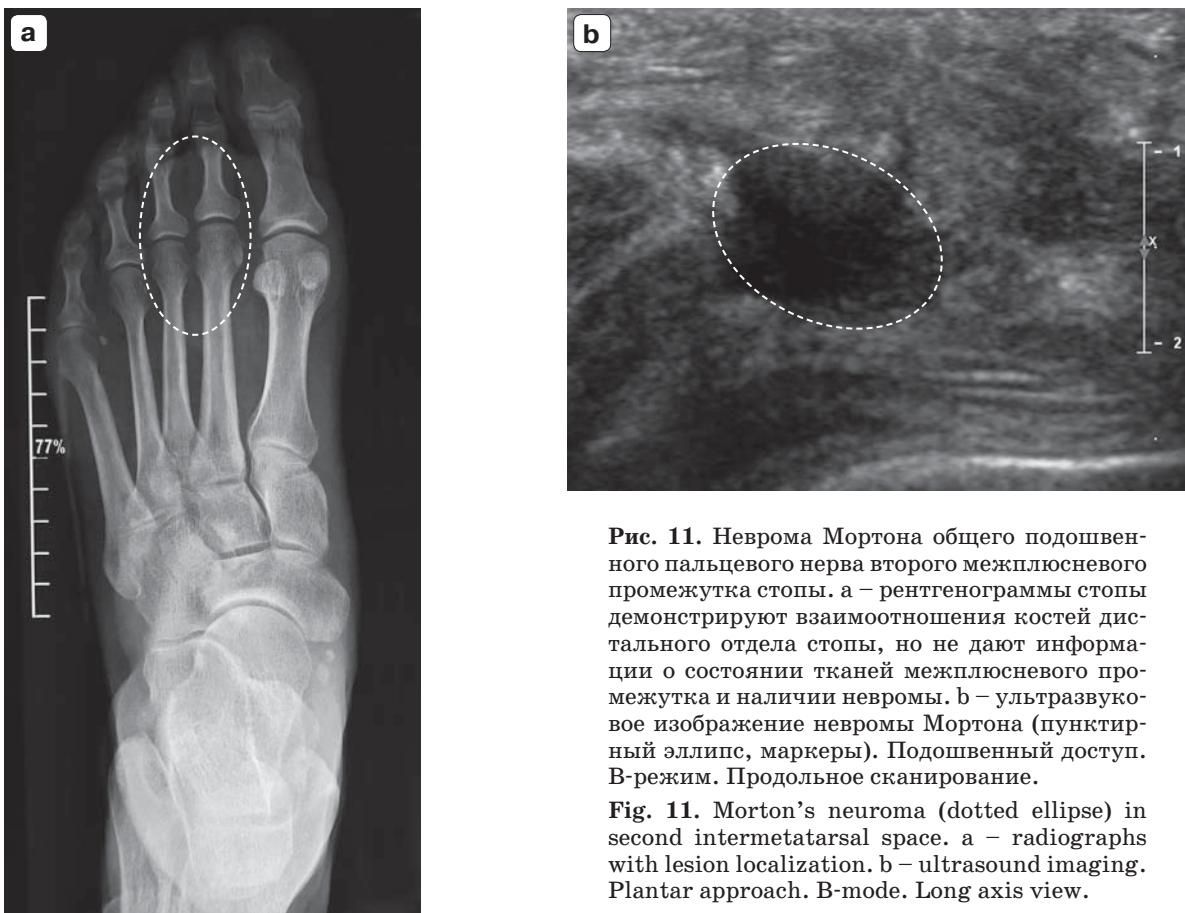


Рис. 11. Неврома Мортона общего подошвенного пальцевого нерва второго межплюсневого промежутка стопы. а – рентгенограммы стопы демонстрируют взаимоотношения костей дистального отдела стопы, но не дают информации о состоянии тканей межплюсневого промежутка и наличии невромы. б – ультразвуковое изображение невромы Мортона (пунктирный эллипс, маркеры). Подошвенный доступ. В-режим. Продольное сканирование.

Fig. 11. Morton's neuroma (dotted ellipse) in second intermetatarsal space. a – radiographs with lesion localization. b – ultrasound imaging. Plantar approach. B-mode. Long axis view.

(основная группа) по сравнению с контрольной группой ($P < 0,05$).

Необходимо отметить, что при исследовании тыльной поверхности стопы на уровне межплюсневых промежутков у пациентов основной группы при продольном сканировании образования были выявлены во всех случаях, однако визуализация образований была хуже, чем из подошвенного доступа, из-за влияния утолщенной глубокой поперечной плюсневой связки и подошвенного расположения нерва и образования. Поперечное подошвенное и тыльное сканирование вызвало затруднение визуализации вследствие близкого расположения головок плюсневых костей и акустической тени от них. При тыльном продольном сканировании образования лучше визуализировались при подошвенном сгибании пальцев, так как при этом образования частично перемещались в передний отдел межплюсневого пространства.

При проведении рентгенологического исследования у всех пациентов основной

группы были отмечены признаки продольно-поперечного плоскостопия. Каких-либо специфических признаков наличия дополнительных объемных мягкотканых образований в метатарзальном отделе стопы у пациентов основной группы не было обнаружено (рис. 11).

Всем пациентам основной группы было проведено оперативное лечение. Под проводниковой анестезией, в положении больного лежа на спине или животе, на тыльной или подошвенной поверхности стопы в проекции соответствующего межплюсневого промежутка (в зависимости от расположения образования) обеспечивался хирургический доступ длиной около 3 см с последующим выделением и иссечением гипертрофированного общего подошвенного пальцевого нерва или объемного образования [16, 17] (рис. 12, 13). Затем рана обрабатывалась растворами антисептиков и послойно ушивалась с наложением асептической повязки. При оперативном лечении макропрепарат невромы Мортона представлял со-

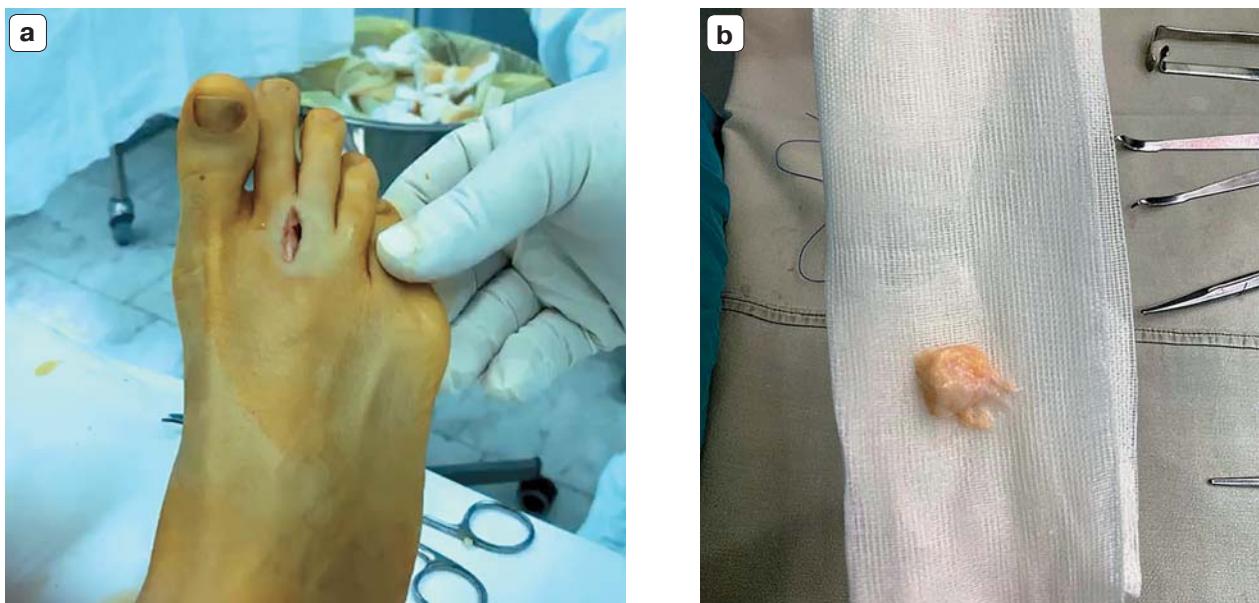


Рис. 12. Оперативное лечение невромы Мортонса. а – тыльный доступ (второй межплюсневый промежуток). б – макропрепаратор. Удаленная часть измененного общего подошвенного пальцевого нерва с невромой Мортонса.

Fig. 12. Morton's neuroma surgical treatment. a – dorsal surgical approach, second intermetatarsal space. b – surgical specimen of common plantar digital nerve fragment with Morton's neuroma.

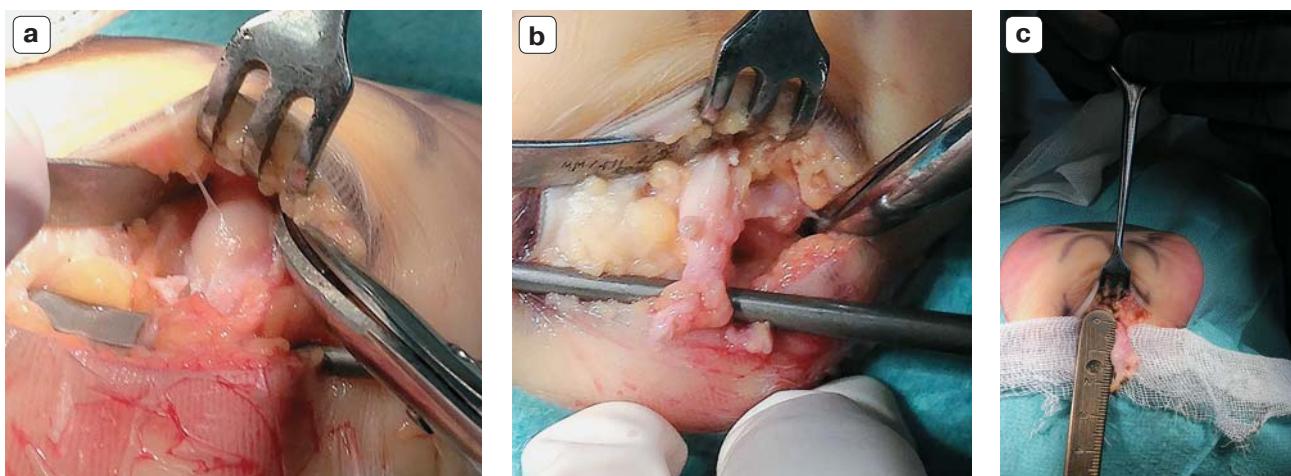


Рис. 13. Этапы оперативного лечения. Подошвенный доступ (третий межплюсневый промежуток). а, б – выделение невромы Мортонса. с – удаление фрагмента общего подошвенного пальцевого нерва с невромой Мортонса.

Fig. 13. Plantar surgical approach, third intermetatarsal space. Dissection and isolation of the common plantar digital nerve (a, b). c – excision of the common plantar digital nerve fragment with Morton's neuroma.

Таблица 3. Количественная характеристика невром Мортонса и липофибром, полученная во время оперативного лечения

Параметры	Неврома Мортонса (первая подгруппа) (n = 148)			Липофиброма (вторая подгруппа) (n = 12)		
	Медиана	5–95-й процентили	Min–Max	Медиана	5–95-й процентили	Min–Max
Длина, мм	14,1	8,0–20,5	7,5–25,0	14,8	9,0–21,2	7,0–24,5
Ширина, мм	9,0	6,5–14,6	6,5–21,0	10,0	7,5–16,9	2,5–17,0
Толщина, мм	6,3	4,4–8,3	3,0–10,0	6,0	5,2–8,0	3,0–11,0

Примечание: n – количество образований. Остальные обозначения как в табл. 1.

Table 3. Intraoperative quantitative parameters of Morton's neuroma and lipofibroma

Parameters	Morton's neuroma (first subgroup) (n = 148)			Lipofibroma (second subgroup) (n = 12)		
	Median	5 and 95 percentiles	Range	Median	5 and 95 percentiles	Range
Length, mm	14.1	8.0–20.5	7.5–25.0	14.8	9.0–21.2	7.0–24.5
Width, mm	9.0	6.5–14.6	6.5–21.0	10.0	7.5–16.9	2.5–17.0
Thickness, mm	6.3	4.4–8.3	3.0–10.0	6.0	5.2–8.0	3.0–11.0

Note: n – number of lesions.

Таблица 4. Результаты балльной оценки интенсивности боли по данным числовой рейтинговой шкалы

Группы и подгруппы	Интенсивность боли, баллы		
	Медиана	5–95-й процентили	Min–Max
Неврома Мортонса (первая подгруппа) (n = 132)	7,0	6,0–10,0	1,0–10,0
Липофиброма (вторая подгруппа) (n = 12)	6,0	6,0–9,5	2,0–10,0
Основная группа (n = 144)	7,0	6,0–10,0	1,0–10,0

Примечание: n – количество пациентов. Остальные обозначения как в табл. 1.

Table 4. 10-point Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain)

Group and subgroup	Pain intensity, points		
	Median	5 and 95 percentiles	Range
Morton's neuroma (first subgroup) (n = 148)	7.0	6.0–10.0	1.0–10.0
Lipofibroma (second subgroup) (n = 12)	6.0	6.0–9.5	2.0–10.0
Lesion group (Morton's neuroma + lipofibroma) (n = 152)	7.0	6.0–10.0	1.0–10.0

Note: n – number of nerves.

бой утолщение общего подошвенного пальцевого нерва веретенообразной или округлой формы, мягкой консистенции, белесоватого цвета (см. рис. 12, 13). Интраоперационные размеры образований представлены в табл. 3. При сопоставлении интраоперационных количественных данных резецированных объемных образований с результатами, которые были представлены при предварительно выполненном ультразвуковом исследовании, достоверных различий по всем трем параметрам выявлено не было ($P > 0,05$ для всех сравнений).

По результатам гистологического исследования макропрепараторов резецированных невром, выполненного в нашей работе, неврома Мортонова не являлась истинной опухолью. При гистологическом исследовании резецированного материала выявлялись периневральный фиброз, локальная сосудистая пролиферация, отек эндоневрия и аксональная демиелинизация.

При анализе данных числовой рейтинговой шкалы для оценки боли медиана показателей выраженности болевого синдрома составила 7,0 балла, что находится в диапазоне интенсивной боли (то есть более 50,0% пациентов испытывали интенсивную боль) (табл. 4). Результаты балльной оценки интенсивности боли в двух подгруппах статистически значимых различий не показали ($P > 0,05$). Проведение корреляционного анализа данных числовой рейтинговой шкалы для оценки боли и максимальных интраоперационного и ультразвукового размеров (длина) образований не выявило значимой связи (в обоих случаях $r_s = 0,1$, $P > 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Неврома Мортонова является часто встречающимся заболеванием, но точная распространенность в популяции неизвестна [18]. Болезнь в 10 раз чаще встречается у женщин. Возрастной диапазон больных с данной патологией – преимущественно 40–60 лет [6, 19, 20]. При анализе гендерно-возрастных параметров в нашем исследовании выявлено, что преобладающее большинство пациентов с невромой Мортонова представляли собой женщины – 92,4%. В возрастном диапазоне 40–59 лет было 55,3% пациентов.

Впервые об этом заболевании сообщил F. Civinini в 1835 г. [21], описывая веретенообразный отек общего подошвенного пальцевого нерва в третьем межплюсневом промежутке. Спустя 10 лет, в 1845 г., L.A. Durlacher (подолог королевы Виктории) в своем трактате по болезням стопы упомянул о форме невралгического поражения [22]. В 1876 г. T.G. Morton, американский хирург-ортопед, описал необычное, мучительное поражение четвертого плюснево-фалангового сочленения у 15 больных [23].

Неврома Мортонова – это доброкачественное объемное образование (по сути, не являющееся истинной опухолью) общего подошвенного пальцевого нерва, которое чаще всего образуется в третьем межплюсневом промежутке, реже во втором и крайне редко в первом и четвертом [24–27]. Лишь в единичных зарубежных исследованиях приводятся данные о равном распределении невром между вторым и третьим метатарзальными пространствами [28]. В нашем исследовании также преобладающее большинство невром Мортонова приходилось на третий межплюсневый промежуток (64,9%), однако в 4,1% случаев образование было локализовано именно в первом межплюсневом промежутке. В четвертом межплюсневом промежутке невромы Мортонова не выявлены.

Интересно, что заболевание, описанное T.G. Morton в 1876 г., по сути невромой не является. Скорее это неврома Чивинини (F. Civinini). В англоязычной литературе в последнее время стал употребляться термин “синдром Чивинини–Мортонова” (Civinini–Morton’s syndrome) [29, 30]. Кроме того, для описания проблем, связанных с общими и собственными подошвенными пальцевыми нервами различных локализаций, используют ряд эпонимов (рис. 14) [31]. Для описания проблем, связанных с медиальным собственным подошвенным пальцевым нервом (медиальная сторона первого пальца), используют фамилию Joplin (Джоплин); с первым межплюсневым промежутком – Heuter (Хойтер); со вторым межплюсневым промежутком – Hauser (Хаузер); с третьим межплюсневым промежутком – Morton (Мортон) и Civinini (Чивинини); с четвертым межплюсневым промежутком – Iselin (Изелин) [31]. Поэтому в ряде случаев неврому, локализующуюся

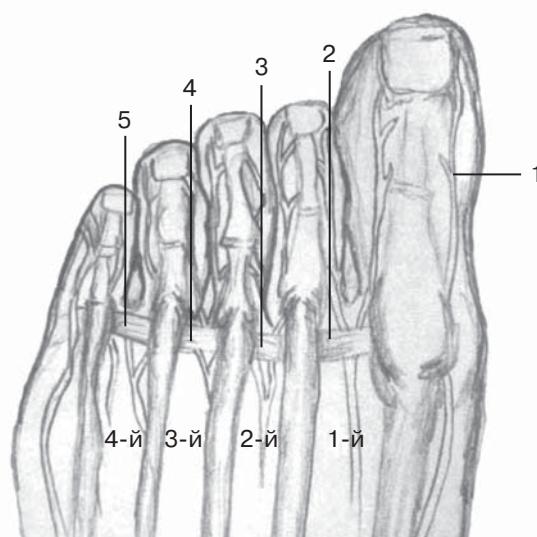


Рис. 14. Соответствие эпонимов различным областям дистального отдела стопы, иннервируемым подошвенными пальцевыми нервами (по [31], с изменениями). 1 – медиальная (большеберцовая) поверхность первого пальца (медиальный собственный подошвенный пальцевой нерв) связана с английской фамилией Joplin (Джоплин), 2 – первый межплюсневый промежуток связан с немецкой фамилией Heuter (Хойтер), 3 – второй межплюсневый промежуток связан с английской фамилией Hauser (Хаузер), 4 – третий межплюсневый промежуток связан с английской фамилией Morton (Мортон) и итальянской фамилией Civinini (Чивинини), 5 – четвертый межплюсневый промежуток связан с немецкой фамилией Iselin (Изелин). Межплюсневые промежутки отмечены порядковыми числительными (1–4-й).

Fig. 14. Relation of eponyms and digital nerves in the foot according [31] with changes. 1 – Joplin's name has been connected to the medial plantar proper digital nerve (Joplin's nerve), 2 – Heuter's name to the first intermetatarsal space, 3 – Hauser's name to the second intermetatarsal space, 4 – Morton's name and Civinini's name to the third intermetatarsal space, 5 – Iselin's name to the fourth intermetatarsal space.

в первом межплюсневом промежутке, называют невромой Хойтера (Heuter neuroma); во втором межплюсневом промежутке – невромой Хаузера (Hauser neuroma); в четвертом межплюсневом промежутке – невромой Изелина (Iselin neuroma) [32, 33]. Однако это не общепринятая терминология. В подавляющем большинстве случаев используется термин “nevroma Mortonis”. Еще один удивительный пример, когда па-

тология названа фамилией человека, который ее не описал.

Этиология невромы Мортонса до конца не изучена. Существует несколько теорий возникновения невромы. Теория K.I. Nissen [34] предполагает, что изменения нерва являются следствием ишемии. При гистологическом исследовании резецированной ткани во всех исследуемых невромах наблюдалось нарушение целостности артериальной стенки, тромбоз и неполная реканализация общей подошвенной пальцевой артерии [34]. Однако N. Ringertz, M. Unander-Scharin [35] в своем исследовании заметили, что сужение просвета артериальных сосудов часто присутствует и у пациентов контрольной группы, что в дальнейшем было подтверждено в других работах [36]. J. Kim et al. [25] полагают, что повышенное давление, возникающее в переднем отделе стопы в результате плоскостопия, создает условия для постоянной травматизации общего подошвенного пальцевого нерва с развитием фиброза и патологическим изменением участка нерва. Также существует теория пронации, согласно которой при гиперпронации стопы происходят уменьшение третьего межплюсневого промежутка и сдавление нерва головками плюсневых костей [37]. Теория интерметатарзального бурсита предполагает, что близкое расположение межплюсневой сумки к сосудисто-нервному пучку во втором и третьем межплюсневых промежутках может быть фактором, способствующим развитию невромы, так как при воспалительном бурсите возможно развитие последующего фиброза рядом проходящего нерва [38]. Необходимо учесть, что эти теории характеризуют процессы, которые могут происходить одновременно.

Клинические проявления заболевания связаны с активной нагрузкой на передний отдел стопы во время длительного стояния или ходьбы, сидения на корточках, занятий спортом и танцами. Основными симптомами являются периодически возникающая, резкая, стреляющая, жгучая боль, заставляющая пациента остановиться и снять обувь; ощущение ходьбы по комку; онемение пальцев; иногда возможны судороги в области второго, третьего и четвертого плюснефаланговых суставов [39, 40]. Симптомы могут усугубляться при ноше-

ни тесной обуви или обуви на высоких каблуках, что обусловлено сжатием и растяжением пальцевых нервов. Со временем боль может приобретать постоянный характер, значительно снижающий качество жизни пациентов [9]. У некоторых пациентов при длительном течении заболевания в межплюсневом промежутке может определяться припухлость. При пассивных движениях передней части стопы можно вызвать скольжение невромы над глубокой поперечной плюсневой связкой и пальпаторно ощутить щелчок, который наравне с щелчком Малдера (тест сдавливания стопы, когда врач сдавливает передний отдел стопы своей кистью, при этом неврома может смещаться между головками плюсневых костей, издавая при этом слышимый ухом или ощущаемый пальцами и сопровождающийся неприятными ощущениями щелчок) является диагностически значимым клиническим признаком для травматологов-ортопедов [41].

В нашем исследовании не получено данных о значимой корреляции выраженности болевого синдрома и размера объемного образования. Возможно, это связано с различным порогом болевой чувствительности и, как следствие, субъективной оценкой характера боли пациентами. В зарубежных исследованиях зависимость также не выявлена [42, 43]. По данным литературы, неврома Мортона размером менее 5 мм в длину может быть асимптомной и диагностироваться при проведении ультразвукового исследования в качестве случайной находки [28, 44, 45]. D. Mahadevan et al. [46] в 2015 г. описывали случаи бессимптомных невром размером более 8 мм. Однако в исследованиях, проведенных ранее, приводятся данные о возможном клиническом проявлении невром размером менее 5 мм [47, 48]. В изученной литературе данные линейных размеров невром сопоставимы с нашими результатами [9, 49, 50].

По нашим данным все выявленные невромы оказались аваскулярными, как и в исследованиях зарубежных коллег [47]. Однако в более ранних работах отечественных ученых приводятся данные о гипervasкуляризации невром [50, 51]. Возможно, это связано с близким расположением ветвей пальцевой артерии, которые ошибочно были приняты за сосуды, питающие неврому.

Неврома Мортона – это одна из нескольких причин метатарзалгий, клиническая картина которой может развиваться атипично. В связи с этим для правильной дальнейшей тактики ведения и лечения пациентов при подозрении на данное заболевание зачастую требуются дополнительные исследования и дифференциальная диагностика выявленных изменений [52]. Дифференциальная диагностика невромы Мортона проводится с такими заболеваниями, как артрит различной этиологии, синовит плюснефаланговых суставов, метатарзальный бурсит, болезнь Фрейберга (остеохондроз второй плюсневой кости), тарзальный туннельный синдром, перipherические невриты и нейропатии, опухоли мягких тканей метатарзального отдела стопы [53, 54].

В доступной отечественной и зарубежной литературе сведений о липофибромах стопы крайне мало. Нет точных данных об их распространенности в общей популяции. M.J. Kransdorf [55] при анализе 39 179 опухолей мягких тканей различных локализаций при объединении таких локализаций, как стопа и голень, сообщил о 4 (0,01%) случаях периневральных фибролипом области стопы и голени (относительное количество рассчитано относительно опухолей всех локализаций). Относительно липом и их вариантов различных локализаций частота периневральных фибролипом различных локализаций составила 0,80% (25 из 2 999), соотношение липом и периневральных фибролипом, расположенных в области стопы и голени, – 4/62 (6,45%) [55].

Е.Н. Пугачева и соавт. [13] описывают наличие липофибромы стопы у 8 обследованных пациентов. Эхографическое описание липофибром в В-режиме сопоставимо с нашими данными, однако авторы отмечают отсутствие регистрации кровотока в режиме ЦДК. В нашем исследовании во всех липофибромах регистрировался артериальный кровоток, что, возможно, связано с улучшением качества ультразвуковой аппаратуры.

Локализация липофибром в изученной литературе не описана. В нашем исследовании 66,7% липофибром было визуализировано во втором метатарзальном промежутке, 25,0% – в третьем, 8,3% – в четвертом. Близость расположения липофибромы

к пальцевым нервам проявлялась клиникой, схожей с невромой Мортонса. Гендерный анализ показал преобладание женщин (83,3%). Возрастной диапазон составил 33–58 лет.

Таким образом, при ультразвуковом исследовании в В-режиме основным диагностическим критерием дифференциации невромы Мортонса и липофибромы являлась пониженная эхогенность объемного образования, соответствующая неврому Мортонса (100,0%). В цветокодированных режимах основным диагностическим критерием дифференциации невромы Мортонса и липофибромы являлось наличие артериальной васкуляризации, соответствующей липофиброму (100,0%), тогда как неврома Мортонса полностью аваскулярна (100,0%).

Рентгенологический метод исследования был неинформативен в диагностике мягкотканых объемных образований стопы и применим лишь для дифференциальной диагностики с артрозом, аваскулярным некрозом и переломом плюсневых костей [56].

В лечении образований метатарзального отдела стопы применяются консервативные и хирургические методы. К нехирургическим методам лечения L. Thomson et al. [57] относят инъекции глюкокортикоидов, инъекции этанола, экстракорпоральную ударно-волновую терапию, радиочастотную абляцию, криоабляцию, инъекции капсаицина, ботулотоксин, ортезы и YAG-лазерную терапию. Также есть рекомендации по ношению обуви с широким носком с высотой каблука не более 3–4 см, использованию ортопедических стелек [58].

“Золотым стандартом” лечения на сегодняшний день является хирургический метод [59]. Существует два вида хирургического доступа – тыльный и подошвенный, каждый из которых выбирает оперирующий хирург в зависимости от различных сопутствующих факторов. Интраоперационные размеры образований были сопоставимы с ультразвуковыми (при сравнении длины, ширины и толщины достоверные различия не получены). Однако иногда интраоперационные размеры превосходили ультразвуковые. Это может быть связано с тем, что объемные образования, располагаясь в узких межплюсневых пространствах, частично экранируются акустической тенью от головок плюсневых костей.

ВЫВОДЫ

1) Неврома Мортонса в большинстве случаев встречалась у лиц женского пола (92,4%), как и липофиброма (83,3%). 55,3% пациентов с неврой Мортонса были в возрастном диапазоне 40–59 лет.

2) Большинство невром Мортонса локализовались в третьем межплюсневом промежутке (64,9%). Во втором межплюсневом промежутке локализовались 31,1% образований. В 4,1% случаев определялась редкая локализация невромы Мортонса – первый межплюсневый промежуток (процентные значения рассчитаны относительно образований).

3) Липофибромы в большинстве случаев локализовались во втором межплюсневом промежутке (66,7%). В третьем межплюсневом промежутке определялись 25,0% образований, в четвертом – 8,3% (процентные значения относительно образований и пациентов совпадают).

4) При ультразвуковом исследовании в В-режиме основным диагностическим критерием дифференциации невромы Мортонса и липофибромы являлась пониженная эхогенность объемного образования, соответствующая неврому Мортонса (100,0%).

5) При ультразвуковом исследовании в допплерографических режимах основным диагностическим критерием дифференциации невромы Мортонса и липофибромы являлось наличие артериальной васкуляризации, соответствующей липофиброму (100,0%). Неврома Мортонса была полностью аваскулярна в 100,0% случаев.

6) При сравнении невромы Мортонса и липофибромы линейные размеры образований, их площадь и объем достоверно не различаются ($P > 0,05$ для всех сравнений).

7) При сравнении линейных размеров невром Мортонса и липофибром, полученных при ультразвуковой и интраоперационной оценке, достоверные различия не определяются ($P > 0,05$ для всех сравнений).

8) Толщина общих подошвенных пальцевых нервов на уровне дистальной трети диафиза плюсневых костей (проксимальнее расположения объемного образования межплюсневого промежутка) достоверно больше у пациентов с наличием образования (основная группа) по сравнению с контрольной группой ($P < 0,05$).

9) Значимая корреляция выраженности болевого синдрома и максимальных ультразвукового и интраоперационного размеров (длина) образований не выявлена (в обоих случаях $r_s = 0,1$, $P > 0,05$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Burzykowski T., Molenberghs G., Abeck D., Haneke E., Hay R., Katsambas A., Roseeuw D., van de Kerkhof P., van Aelst R., Marynissen G. High prevalence of foot diseases in Europe: results of the Achilles Project. *Mycoses*. 2003; 46 (11–12): 496–505. <https://doi.org/10.1046/j.0933-7407.2003.00933.x>
2. Бобров Д.С., Слиняков Л.Ю., Ригин Н.В. Перегрузочная метатарзальная патология: патогенез, биомеханика и хирургическое лечение (аналитический обзор литературы). *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2017; 72 (1): 53–58. <https://doi.org/10.15690/vramn756>
3. Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). <https://mkb-10.com/index.php?pid=5243> (дата обращения 20.01.2021)
4. Jain S., Mannan K. The diagnosis and management of Morton's neuroma: a literature review. *Foot Ankle Spec.* 2013; 6 (4): 307–317. <https://doi.org/10.1177/1938640013493464>
5. Betts L. Morton's metatarsalgia: neuritis of the fourth digital nerve. *Med. J. Aust.* 1940; 1: 514–515.
6. Thomson C.E., Gibson J.N., Martin D. Interventions for the treatment of Morton's neuroma. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2004; (3): CD003118. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd003118.pub2>
7. Beggs I. Sonographic appearances of nerve tumors. *J. Clin. Ultrasound*. 1999; 27 (7): 363–368. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0096\(199909\)27:7%3C363::aid-jcu1%3E3.0.co;2-7](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0096(199909)27:7%3C363::aid-jcu1%3E3.0.co;2-7)
8. Reimers C.D., Gaulrapp H., Kele H. Sonographie der Muskeln, Sehnen und Nerven. Köln: Deutscher Ärzteverlag, 2004. pp. 223–233.
9. Салтыкова В.Г., Левин А.Н. Возможности ультразвуковой диагностики невромы Мортона. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2007; 5: 92–98.
10. МакНелли Ю. Ультразвуковые исследования костно-мышечной системы: практическое руководство. М.: Видар, 2007. 395 с.
11. Foo L.F., Raby N. Tumours and tumour-like lesions in the foot and ankle. *Clin. Radiol.* 2005; 60 (3): 308–332. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2004.05.010>
12. Bancroft L.W., Peterson J.J., Kransdorf M.J. Imaging of soft tissue lesions of the foot and ankle. *Radiol. Clin. North Am.* 2008; 46 (6): 1093–1103. <https://doi.org/10.1016/j.rclin.2008.08.007>
13. Пугачева Е.Н., Корышков Н.А., Корышкова Л.В. Возможности комплексной ультразвуковой диагностики доброкачественных мягкотканых образований стопы и голеностопного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2010; 55 (1): 62–67.
14. Холин А.В., Пугачева Е.Н., Корышков Н.А., Корышкова Л.В., Корсун А.А. Возможности ультразвуковой диагностики патологии стопы и голеностопного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2009; 5 (1): 65–72.
15. Scott J., Huskisson E.C. Graphic representation of pain. *Pain*. 1976; 2 (2): 175–184.
16. Nery C., Raduan F., Del Buono A., Asaumi I.D., Maffulli N. Plantar approach for excision of a Morton neuroma: a long-term follow-up study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2012; 94 (7): 654–658. <https://doi.org/10.2106/jbjs.k.00122>
17. Womack J.W., Richardson D.R., Murphy G.A., Richardson E.G., Ishikawa S.N. Long-term evaluation of interdigital neuroma treated by surgical excision. *Foot Ankle Int.* 2008; 29 (6): 574–547. <https://doi.org/10.3113/fai.2008.0574>
18. Valero J., Gallart J., González D., Deus J., Lahoz M. Multiple interdigital neuromas: a retrospective study of 279 feet with 462 neuromas. *J. Foot Ankle Surg.* 2015; 54 (3): 320–322. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.05.011>
19. Ormeci T., Güler O., Malkoc M., Keskinbora M., Güngören F.Z., Mahirogulları M. Diagnostic value of elastography in the diagnosis of intermetatarsal neuroma. *J. Foot Ankle Surg.* 2016; 55 (4): 720–726. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2016.01.025>
20. Peters P.G., Adams S.B. Jr., Schon L.C. Interdigital neuralgia. *Foot Ankle Clin.* 2011; 16 (2): 305–315. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2011.01.010>
21. Civinini F. Su di un gangliare rigonfiamento della pianta del piede. *Mem. Chir. Arcispedale di Pistoia*. 1835.
22. Durlacher L.A. *A Treatise on Corns, Bunions, the Disease of Nails, and the General Management of Feet*. London: Simpkin, Marshall and Co, 1855. 242 p.
23. Morton T.G. A peculiar and painful affection of the fourth metatarso-phalangeal articulation. *Am. J. Med. Sci.* 1876; 71 (141): 37–45.
24. Raouf T., Rogero R., McDonald E., Fuchs D., Shakked R.J., Winters B.S., Daniel J.N., Pedowitz D.I., Raikin S.M. Value of preoperative imaging and intraoperative histopathology in Morton's neuroma. *Foot Ankle Int.* 2019; 40 (9): 1032–1036. <https://doi.org/10.1177/1071100719851121>
25. Kim J.Y., Choi J.H., Park J., Wang J., Lee I. An anatomical study of Morton's interdigital neuroma: the relationship between the occurring site and the deep transverse metatarsal ligament (DTML). *Foot Ankle Int.* 2007; 28 (9): 1007–1010. <https://doi.org/10.3113/fai.2007.1007>
26. Quinn T.J., Jacobson J.A., Craig J.G., van Holsbeeck M.T. Sonography of Morton's neuromas. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2000; 174 (6): 1723–1728. <https://doi.org/10.2214/ajr.174.6.1741728>
27. Wu K.K. Morton's interdigital neuroma: a clinical review of its etiology, treatment, and results. *J. Foot Ankle Surg.* 1996; 35 (2): 112–119. [https://doi.org/10.1016/s1067-2516\(96\)80027-5](https://doi.org/10.1016/s1067-2516(96)80027-5)
28. Symeonidis P.D., Iselin L.D., Simmons N., Fowler S., Dracopoulos G., Stavrou P. Prevalence of interdigital nerve enlargements in an asymptomatic population. *Foot Ankle Int.* 2012; 33 (7): 543–547. <https://doi.org/10.3113/fai.2012.0543>

29. Samaila E., Colò G., Rava A., Negri S., Valentini R., Felli L., Magnan B. Effectiveness of corticosteroid injections in Civinini-Morton's syndrome: a systematic review. *Foot Ankle Surg.* 2020; S1268-7731(20)30081-3.
<https://doi.org/10.1016/j.fas.2020.05.001>
30. Pisani G. Is it Morton's or Civinini's syndrome? *Foot Ankle Surg.* 2010; 16 (3): 105–106.
<https://doi.org/10.1016/j.fas.2009.07.006>
31. Larson E.E., Barrett S.L., Battiston B., Maloney C.T. Jr., Dellon A.L. Accurate nomenclature for forefoot nerve entrapment: a historical perspective. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2005; 95 (3): 298–306. <https://doi.org/10.7547/0950298>
32. Parker R.G., Merced-O'Neil O. Management of painful recurrent intermetatarsal neuroma using processed porcine extracellular matrix material: a case report. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2016; 33 (2): 235–242.
<https://doi.org/10.1016/j.cpm.2015.11.001>
33. Scardina R.J., Lee S.M. Morton neuroma. In: Frontera W.R., Silver J.K., Rizzo T.D. (eds.). *Essentials of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2nd ed. London: W.B. Saunders, 2008, pp. 465–468.
34. Nissen K.I. Plantar digital neuritis; Morton's metatarsalgia. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1948; 30B (1): 84–94.
35. Ringertz N., Unander-Scharin M. Morton's disease: a clinical and pathoanatomical study. *Acta Orthop. Scand.* 1959; 19: 327.
36. Meachim G., Abberton M.J. Histological findings in Morton's metatarsalgia. *J. Pathol.* 1971; 103 (4): 209–217.
37. Root M.L., Orien W.P., Weed J.H. *Normal and Abnormal Function of the Foot*. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation, 1977. 478 p.
38. Bossley C.J., Cairney P.C. The intermetatarsophalangeal bursa – its significance in Morton's metatarsalgia. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1980; 62-B (2): 184–187. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.62b2.7364832>
39. Пахомов И.А., Садовой М.А., Прохоренко В.М., Кириллова И.А., Стрыгин А.В. Особенности диагностики и лечения пациентов с невромой Мортонса. *Травматология и ортопедия России*. 2008; 49 (3): 42–44.
40. Stecco C., Fantoni I., Macchi V., Del Borrello M., Porzionato A., Biz C., De Caro R. The role of fasciae in Civinini-Morton's syndrome. *J. Anat.* 2015; 227 (5): 654–664. <https://doi.org/10.1111/joa.12371>
41. Ляукарт Е.Б., Байдина О.И., Арцыбашева М.В., Гордеев А.В. Болезнь Мортонса. *Клиническая медицина*. 2006; 11: 70–73.
42. Saragas N.P. Hydrocortisone/local anaesthetic injection versus ultrasound in the diagnosis of interdigital neuroma. *Foot Ankle Surg.* 2006; 12 (3): 149–151.
43. 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): 1009–1014. <https://doi.org/10.1002/jum.14787>
44. Climent J.M., Mondéjar-Gómez F., Rodríguez-Ruiz C., Díaz-Llopis I., Gómez-Gallego D., Martín Medina P. Treatment of Morton neuroma with botulinum toxin A: a pilot study. *Clin. Drug Investig.* 2013; 33 (7): 497–503. <https://doi.org/10.1007/s40261-013-0090-0>
45. Bignotti B., Signori A., Sormani M.P., Molfetta L., Martinoli C., Tagliafico A. Ultrasound versus magnetic resonance imaging for Morton neuroma: systematic review and meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2015; 25 (8): 2254–2262.
<https://doi.org/10.1007/s00330-015-3633-3>
46. Mahadevan D., Venkatesan M., Bhatt R., Bhatia M. Diagnostic accuracy of clinical tests for Morton's neuroma compared with ultrasonography. *J. Foot Ankle Surg.* 2015; 54 (4): 549–553.
<https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.09.021>
47. Fazal M.A., Khan I., Thomas C. Ultrasonography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of Morton's neuroma. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2012; 102 (3): 184–186.
<https://doi.org/10.7547/1020184>
48. 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. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.85b7.12633>
49. Gimber L.H., Melville D.M., Bocian D.A., Krupinski E.A., Guidice M.P., Taljanovic M.S. Ultrasound evaluation of Morton neuroma before and after laser therapy. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2017; 208 (2): 380–385. <https://doi.org/10.2214/ajr.16.16403>
50. Шайхутдинов И.И., Масгутов Р.Ф., Валеева Л.Р., Ягудин Р.Х. Неврома Мортонса как причина болей в стопе – диагностика и тактика лечения. *Практическая медицина*. 2016; 1 (4): 182–186.
51. Истомина И.С., Левин А.Н., Кузьмин В.И., Еськин Н.А., Банаков В.В., Берченко Г.Н. Болезнь Мортонса как синдром интерметатарзального канала. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2006; 1: 76–82.
52. Xu Z., Duan X., Yu X., Wang H., Dong X., Xiang Z. The accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for the diagnosis of Morton's neuroma: a systematic review. *Clin. Radiol.* 2015; 70 (4): 351–358.
<https://doi.org/10.1016/j.crad.2014.10.017>
53. Хабиров Ф.А. Болевые синдромы в нижних конечностях. *Практическая медицина*. 2017; 1 (102): 13–21.
54. Di Caprio F., Meringolo R., Shehab Eddine M., Ponziani L. Morton's interdigital neuroma of the foot: A literature review. *Foot Ankle Surg.* 2018; 24 (2): 92–98.
<https://doi.org/10.1016/j.fas.2017.01.007>
55. Kransdorf M.J. Benign soft-tissue tumors in a large referral population: distribution of specific diagnoses by age, sex, and location. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1995; 164 (2): 395–402.
<https://doi.org/10.2214/ajr.164.2.7839977>
56. Bencardino J., Rosenberg Z.S., Beltran J., Liu X., Marty-Delfaut E. Morton's neuroma: is it always symptomatic? *AJR Am. J. Roentgenol.* 2000; 175 (3): 649–653.
<https://doi.org/10.2214/ajr.175.3.1750649>

57. 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): 736–743. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2019.09.009>
58. Adams W.R. 2nd. Morton's neuroma. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2010; 27 (4): 535–545. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2010.06.004>
59. Pérez-Domínguez B., Casaña-Granell J. The effects of a combined physical therapy approach on Morton's Neuroma. An N-of-1 Case Report. *Foot (Edinb).* 2020; 44: 101684. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2020.101684>
60. Clinical Practice Guideline Forefoot Disorders Panel, Thomas J.L., Blitch E.L. 4th, Chaney D.M., Dinucci K.A., Eickmeier K., Rubin L.G., Stapp M.D., Vanore J.V. Diagnosis and treatment of forefoot disorders. Section 3. Morton's intermetatarsal neuroma. *J. Foot Ankle Surg.* 2009; 48 (2): 251–256. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2008.12.005>
12. Bancroft L.W., Peterson J.J., Kransdorf M.J. Imaging of soft tissue lesions of the foot and ankle. *Radiol. Clin. North Am.* 2008; 46 (6): 1093–1103. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2008.08.007>
13. Pugacheva E.N., Koryshkov N.A., Koryshkova L.V. Capabilities of complex sonographic visualisation for benign soft tissue masses of foot and ankle. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2010; 55 (1): 62–67. (in Russian)
14. Kholin A.V., Pugacheva E.N., Koryshkov N.A., Koryshkova L.V., Korsun A.A. Capabilities of sonographic visualisation of foot and ankle joint pathology. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2009; 5 (1): 65–72. (in Russian)
15. Scott J., Huskisson E.C. Graphic representation of pain. *Pain.* 1976; 2 (2): 175–184.
16. Nery C., Raduan F., Del Buono A., Asaumi I.D., Maffulli N. Plantar approach for excision of a Morton neuroma: a long-term follow-up study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2012; 94 (7): 654–658. <https://doi.org/10.2106/jbjs.k.00122>
17. Womack J.W., Richardson D.R., Murphy G.A., Richardson E.G., Ishikawa S.N. Long-term evaluation of interdigital neuroma treated by surgical excision. *Foot Ankle Int.* 2008; 29 (6): 574–547. <https://doi.org/10.3113/fai.2008.0574>
18. Valero J., Gallart J., González D., Deus J., Lahoz M. Multiple interdigital neuromas: a retrospective study of 279 feet with 462 neuromas. *J. Foot Ankle Surg.* 2015; 54 (3): 320–322. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.05.011>
19. Ormeci T., Güler O., Malkoc M., Keskinbora M., Güngören F.Z., Mahirogulları M. Diagnostic value of elastography in the diagnosis of intermetatarsal neuroma. *J. Foot Ankle Surg.* 2016; 55 (4): 720–726. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2016.01.025>
20. Peters P.G., Adams S.B. Jr., Schon L.C. Interdigital neuralgia. *Foot Ankle Clin.* 2011; 16 (2): 305–315. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2011.01.010>
21. Civinini F. Su di un gangliare rigonfiamento della pianta del piede. *Mem. Chir. Arcispedale di Pistoia.* 1835.
22. Durlacher L.A. *A Treatise on Corns, Bunions, the Disease of Nails, and the General Management of Feet.* London: Simpkin, Marshall and Co, 1855. 242 p.
23. Morton T.G. A peculiar and painful affection of the fourth metatarso-phalangeal articulation. *Am. J. Med. Sci.* 1876; 71 (141): 37–45.
24. Raouf T., Rogero R., McDonald E., Fuchs D., Shakked R.J., Winters B.S., Daniel J.N., Pedowitz D.I., Raikin S.M. Value of preoperative imaging and intraoperative histopathology in Morton's neuroma. *Foot Ankle Int.* 2019; 40 (9): 1032–1036. <https://doi.org/10.1177/1071100719851121>
25. Kim J.Y., Choi J.H., Park J., Wang J., Lee I. An anatomical study of Morton's interdigital neuroma: the relationship between the occurring site and the deep transverse metatarsal ligament (DTML). *Foot Ankle Int.* 2007; 28 (9): 1007–1010. <https://doi.org/10.3113/fai.2007.1007>
26. Quinn T.J., Jacobson J.A., Craig J.G., van Holsbeeck M.T. Sonography of Morton's neuromas. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2000; 174 (6): 1723–1728. <https://doi.org/10.2214/ajr.174.6.1741723>

REFERENCES

1. Burzykowski T., Molenberghs G., Abeck D., Haneke E., Hay R., Katsambas A., Roseeuw D., van de Kerkhof P., van Aelst R., Marynissen G. High prevalence of foot diseases in Europe: results of the Achilles Project. *Mycoses.* 2003; 46 (11–12): 496–505. <https://doi.org/10.1046/j.0933-7407.2003.00933.x>
2. Bobrov D.S., Slinjakov L.J., Rigin N.V. The primary metatarsalgia: pathogenesis, biomechanics and surgical treatment. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2017; 72 (1): 53–58. <https://doi.org/10.15690/vramn756> (in Russian)
3. International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision. <https://mkb-10.com/index.php?pid=5243> (accessed 20.01.2021) (in Russian)
4. Jain S., Mannan K. The diagnosis and management of Morton's neuroma: a literature review. *Foot Ankle Spec.* 2013; 6 (4): 307–317. <https://doi.org/10.1177/1938640013493464>
5. Betts L. Morton's metatarsalgia: neuritis of the fourth digital nerve. *Med. J. Aust.* 1940; 1: 514–515.
6. Thomson C.E., Gibson J.N., Martin D. Interventions for the treatment of Morton's neuroma. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2004; (3): CD003118. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd003118.pub2>
7. Beggs I. Sonographic appearances of nerve tumors. *J. Clin. Ultrasound.* 1999; 27 (7): 363–368. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0096\(199909\)27:7%3C363::aid-jcu1%3E3.0.co;2-7](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0096(199909)27:7%3C363::aid-jcu1%3E3.0.co;2-7)
8. Reimers C.D., Gaulrapp H., Kele H. Sonographie der Muskeln, Sehnen und Nerven. Köln: Deutscher Ärzteverlag, 2004. pp. 223–233.
9. Saltykova V.G., Levin A.N. Morton's neuroma ultrasound diagnosis. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2007; 5: 92–98. (in Russian)
10. McNally E. *Practical Musculoskeletal Ultrasound.* Moscow: Vidar, 2007. 395 p. (in Russian)
11. Foo L.F., Raby N. Tumours and tumour-like lesions in the foot and ankle. *Clin. Radiol.* 2005; 60 (3): 308–332. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2004.05.010>

27. Wu K.K. Morton's interdigital neuroma: a clinical review of its etiology, treatment, and results. *J. Foot Ankle Surg.* 1996; 35 (2): 112–119. [https://doi.org/10.1016/s1067-2516\(96\)80027-5](https://doi.org/10.1016/s1067-2516(96)80027-5)
28. Symeonidis P.D., Iselin L.D., Simmons N., Fowler S., Dracopoulos G., Stavrou P. Prevalence of interdigital nerve enlargements in an asymptomatic population. *Foot Ankle Int.* 2012; 33 (7): 543–547. <https://doi.org/10.3113/fai.2012.0543>
29. Samaila E., Colò G., Rava A., Negri S., Valentini R., Felli L., Magnan B. Effectiveness of corticosteroid injections in Civinini-Morton's syndrome: a systematic review. *Foot Ankle Surg.* 2020; S1268-7731(20)30081-3. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2020.05.001>
30. Pisani G. Is it Morton's or Civinini's syndrome? *Foot Ankle Surg.* 2010; 16 (3): 105–106. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2009.07.006>
31. Larson E.E., Barrett S.L., Battiston B., Maloney C.T. Jr., Dellen A.L. Accurate nomenclature for forefoot nerve entrapment: a historical perspective. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2005; 95 (3): 298–306. <https://doi.org/10.7547/0950298>
32. Parker R.G., Merced-O'Neil O. Management of painful recurrent intermetatarsal neuroma using processed porcine extracellular matrix material: a case report. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2016; 33 (2): 235–242. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2015.11.001>
33. Scardina R.J., Lee S.M. Morton neuroma. In: Frontera W.R., Silver J.K., Rizzo T.D. (eds.). *Essentials of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2nd ed. London: W.B. Saunders, 2008, pp. 465–468.
34. Nissen K.I. Plantar digital neuritis; Morton's metatarsalgia. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1948; 30B (1): 84–94.
35. Ringertz N., Unander-Scharin M. Morton's disease: a clinical and pathoanatomical study. *Acta Orthop. Scand.* 1959; 19: 327.
36. Meachim G., Abberton M.J. Histological findings in Morton's metatarsalgia. *J. Pathol.* 1971; 103 (4): 209–217.
37. Root M.L., Orien W.P., Weed J.H. *Normal and Abnormal Function of the Foot*. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation, 1977. 478 p.
38. Bossley C.J., Cairney P.C. The intermetatarsophalangeal bursa – its significance in Morton's metatarsalgia. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1980; 62-B (2): 184–187. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.62b2.7364832>
39. Pakhomov I.A., Sadovoy M.A., Prokhorenko V.M., Kirilova I.A., Strygin A.V. The peculiarities of the diagnostics and treatment of patients with Morton's neuroma. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2008; 49 (3): 42–44. (in Russian)
40. Stecco C., Fantoni I., Macchi V., Del Borrello M., Porzionato A., Biz C., De Caro R. The role of fasciae in Civinini-Morton's syndrome. *J. Anat.* 2015; 227 (5): 654–664. <https://doi.org/10.1111/joa.12371>
41. Laukart E.B., Baydina O.I., Artsybasheva M.V., Gordeev A.V. Morton's disease. *Clinical Medicine*. 2006; 11: 70–73. (in Russian)
42. Saragas N.P. Hydrocortisone/local anaesthetic injection versus ultrasound in the diagnosis of interdigital neuroma. *Foot Ankle Surg.* 2006; 12 (3): 149–151.
43. 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): 1009–1014. <https://doi.org/10.1002/jum.14787>
44. Climent J.M., Mondéjar-Gómez F., Rodríguez-Ruiz C., Díaz-Llopis I., Gómez-Gallego D., Martín-Medina P. Treatment of Morton neuroma with botulinum toxin A: a pilot study. *Clin. Drug Investig.* 2013; 33 (7): 497–503. <https://doi.org/10.1007/s40261-013-0090-0>
45. Bignotti B., Signori A., Sormani M.P., Molfetta L., Martinoli C., Tagliafico A. Ultrasound versus magnetic resonance imaging for Morton neuroma: systematic review and meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2015; 25 (8): 2254–2262. <https://doi.org/10.1007/s00330-015-3633-3>
46. Mahadevan D., Venkatesan M., Bhatt R., Bhatia M. Diagnostic accuracy of clinical tests for Morton's neuroma compared with ultrasonography. *J. Foot Ankle Surg.* 2015; 54 (4): 549–553. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.09.021>
47. Fazal M.A., Khan I., Thomas C. Ultrasonography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of Morton's neuroma. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 2012; 102 (3): 184–186. <https://doi.org/10.7547/1020184>
48. 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. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.85b7.12633>
49. Gimber L.H., Melville D.M., Bocian D.A., Krupinski E.A., Guidice M.P., Taljanovic M.S. Ultrasound evaluation of Morton neuroma before and after laser therapy. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2017; 208 (2): 380–385. <https://doi.org/10.2214/ajr.16.16403>
50. Shaikhutdinov 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. *Practical Medicine*. 2016; 1 (4): 182–186. (in Russian)
51. Istomina I.S., Levin A.N., Kuzmin V.I., Eskin N.A., Bunakov V.V., Berchenko G.N. Morton's disease as an intermetatarsal canal syndrome. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2006; 1: 76–82. (in Russian)
52. Xu Z., Duan X., Yu X., Wang H., Dong X., Xiang Z. The accuracy of ultrasonography and magnetic resonance imaging for the diagnosis of Morton's neuroma: a systematic review. *Clin. Radiol.* 2015; 70 (4): 351–358. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2014.10.017>
53. Khabirov F.A. Pain syndromes in lower extremities. *Practical Medicine*. 2017; 1 (102): 13–21. (in Russian)
54. Di Caprio F., Meringolo R., Shehab Eddine M., Ponzianni L. Morton's interdigital neuroma of the foot: A literature review. *Foot Ankle Surg.* 2018; 24 (2): 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2017.01.007>

55. Kransdorf M.J. Benign soft-tissue tumors in a large referral population: distribution of specific diagnoses by age, sex, and location. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1995; 164 (2): 395–402.
<https://doi.org/10.2214/ajr.164.2.7839977>
56. Bencardino J., Rosenberg Z.S., Beltran J., Liu X., Marty-Delfaut E. Morton's neuroma: is it always symptomatic? *AJR Am. J. Roentgenol.* 2000; 175 (3): 649–653.
<https://doi.org/10.2214/ajr.175.3.1750649>
57. 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): 736–743. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2019.09.009>
58. Adams W.R. 2nd. Morton's neuroma. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2010; 27 (4): 535–545.
<https://doi.org/10.1016/j.cpm.2010.06.004>
59. Pérez-Domínguez B., Casaña-Granell J. The effects of a combined physical therapy approach on Morton's Neuroma. An N-of-1 Case Report. *Foot (Edinb)*. 2020; 44: 101684.
<https://doi.org/10.1016/j.foot.2020.101684>
60. Clinical Practice Guideline Forefoot Disorders Panel, Thomas J.L., Blitch E.L. 4th, Chaney D.M., Dinucci K.A., Eickmeier K., Rubin L.G., Stapp M.D., Vanore J.V. Diagnosis and treatment of forefoot disorders. Section 3. Morton's intermetatarsal neuroma. *J. Foot Ankle Surg.* 2009; 48 (2): 251–256.
<https://doi.org/10.1053/j.jfas.2008.12.005>

Ultrasound in foot lesion diagnosis (Morton's neuroma, lipofibroma)

V.G. Saltykova¹, D.R. Ramonova¹, L.G. Makinyan^{2,3},
V.T. Zeynalov⁴, A.V. Shtok⁵, V.V. Mitkov¹

¹ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow

² Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow

³ City Clinical Hospital No. 13, Moscow

⁴ National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow

⁵ National Medical Research Center for Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko, Moscow

V.G. Saltykova – M.D., Ph.D., Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-3879-6457>

D.R. Ramonova – M.D., Ph.D. fellow, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3112-6656>

L.G. Makinyan – M.D., Ph.D., Associate Professor, Traumatology and Orthopedics Division, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow; Head of Traumatology and Orthopedics Department No. 2, City Clinical Hospital No. 13, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-8813-143X>

V.T. Zeynalov – M.D., Ph.D., Traumatological and Orthopedic Department No. 12, National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after N.N. Priorov, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-4815-3685>

A.V. Shtok – M.D., Neurosurgical Department No. 10, National Medical Research Center for Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-5144-4213>

V.V. Mitkov – M.D., Ph.D., Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-1959-9618>

Correspondence to Dr. Dzerassa R. Ramonova. E-mail: dr.ramonova@mail.ru

Objective: To assess the value of ultrasound in the diagnosis of metatarsal region lesions, in particular, Morton's neuroma and lipofibroma.

Material and methods: The main group consisted of 144 patients with metatarsal pain radiating into the toes and metatarsal mass on ultrasound. Exclusion criteria were: the poor visualization of region of interest, previous surgery of Morton's neuroma, an acute foot injury, the absence of morphological verification. The control group consisted of 25 patients with absence of symptoms and history of foot pathology. According to the morphological data main group was subdivided to subgroup of Morton's neuroma (132 patients, 148 lesions) and subgroup of lipofibroma (12 patients, 12 lesions). In most cases masses occurred in females (92.4% of patients with Morton's neuroma and 83.3% of patients with lipofibroma). In subgroup of Morton's neuroma 55.3% of patients were aged 40–59 years. Ultrasound examination was performed with the use of iU22 scanner (Philips, Netherlands) with a 5–12 MHz linear probe and Logiq P-5 scanner (GE Healthcare, USA) with a 3–10 MHz linear probe. Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain) was used to assess the correlation between the size of lesion and pain severity.

Results: In subgroup of Morton's neuroma 64.9% of lesions were localized in the third intermetatarsal space, 31.1% in the second intermetatarsal space, and 4.1% in the first intermetatarsal space. In subgroup of lipofibroma 66.7% of lesions were localized in the second intermetatarsal space, 25.0% in the third intermetatarsal space, and 8.3% in the fourth intermetatarsal space. In B-mode ultrasound the hypoechoogenicity of the lesion was the main diagnostic criterion of Morton's neuroma (100.0%). In Doppler ultrasound the main diagnostic criterion for lipofibroma was the presence of vascularization (100.0%), whereas Morton's neuroma was completely avascular in 100.0% of cases. There were no statistical differences of linear dimensions, area, and volume of lesions between subgroups ($P > 0.05$ for all comparisons). There were no significant differences between linear dimensions, area, and volume of lesions assessed by ultrasound and intraoperatively ($P > 0.05$ for all comparisons). The thickness of common plantar digital nerves proximal to the lesion location in the main group was significantly higher compared to the control group ($P < 0.05$). No significant correlation was found between the severity of pain and the maximal size of lesions ($r_s = 0.1$, $P > 0.05$ for both ultrasound and intraoperative size assessment).

Conclusion: Ultrasound allows differential diagnosis of Morton's neuroma and such a rare tumor as lipofibroma, against the background of similar symptoms.

Key words: nerve ultrasound, common plantar digital nerve, Morton's neuroma, lipofibroma, metatarsalgia, foot.

Citation: Saltykova V.G., Ramonova D.R., Makinyan L.G., Zeynalov V.T., Shtok A.V., Mitkov V.V. Ultrasound in foot lesion diagnosis (Morton's neuroma, lipofibroma). *Ultrasound and Functional Diagnostics. 2021; 1: 65–88. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-1-65-88> (in Russian)*