

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

# **Neuroma de Morton**

Sandra Cristina Freitas da Silva

**M**

2022



# Neuroma de Morton

## **Estudante**

Sandra Cristina Freitas da Silva

up200804468@icbas.up.pt /

sandracfreitas54@gmail.com

914977853

Estudante do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto

## **Orientador**

Professor Doutor Manuel André dos Santos Gomes

Assistente Graduado Sénior de Ortopedia no Centro Hospitalar Universitário do Porto

Professor Catedrático do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

Porto, Maio de 2023

# Neuroma de Morton

**Autor:** Sandra Cristina Freitas da Silva

*Sandra Cristina Freitas da Silva*

**Orientador:** Professor Doutor Manuel André dos Santos Gomes

*Manuel André dos Santos Gomes*



## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Professor Doutor Manuel André dos Santos Gomes, pela constante partilha do gosto pela Medicina, disponibilidade e ajuda constantes, desde o primeiro dia como meu professor e orientador.

Aos meus pais, obrigado por todo o apoio e por acreditarem sempre que sou capaz, nunca as minhas palavras vão conseguir expressar a sorte que tenho por vos ter.

Aos meus sogros por toda a ajuda e incentivo.

Ao meu marido por todo o amor e companheirismo, vamos ser sempre a bengala um do outro.

Ao meu Martim, o teu sorriso é a minha força.

## Resumo

**Enquadramento:** O Neuroma de Morton é uma das causas mais comuns de metatarsalgia. A sua verdadeira etiologia ainda não foi definida e tem sido alvo de discussão e controvérsia. Existem várias teorias, assim também o seu tratamento continua a suscitar opiniões divergentes.

**Objetivos:** O presente artigo tem como objetivos principais realizar um levantamento e análise crítica de artigos científicos e publicações mais recentes sobre: O diagnóstico do Neuroma de Morton, especificidades do exame físico e utilidade da Ecografia e Ressonância Magnética; Descrição dos tratamentos conservadores utilizados e a sua eficácia; Descrição dos tratamentos cirúrgicos e da sua eficácia e avaliação do prognóstico no tratamento conservador e cirúrgico.

**Metodologia:** Para a concretização dos objetivos desta tese idealizou-se como estratégia uma revisão bibliográfica narrativa de publicações na língua portuguesa, inglesa e espanhola através da pesquisa de artigos na base de dados PubMed e Scopus que inclui estudos observacionais, revisões sistemáticas, meta-análises e ensaios clínicos randomizados, que serviram de base para a realização deste trabalho.

**Desenvolvimento:** O Neuroma de Morton é um tumor benigno do tecido nervoso do pé formado por fibrose perineural. É mais comum no 3º espaço intermetatarsiano, situado entre o 3º e 4º metatarsos. Usualmente é unilateral, mas em 15-21% dos casos pode ocorrer bilateralmente. Clinicamente provoca uma dor em pontada, choque e sensação de queimadura que irradia até o terceiro e/ou quarto dedos. O diagnóstico é clínico, mas em neuromas inferiores a 5mm de diâmetro, devem ser solicitados exames auxiliares de diagnóstico. O tratamento pode ser conservador ou cirúrgico. Os métodos conservadores devem sempre ser a primeira linha. Quando o tratamento conservador falha, pode realizar-se a exérese do neuroma ou a libertação cirúrgica do ligamento metatarsiano transversos.

**Discussão/ Conclusão:** Desta revisão bibliográfica conclui-se que o Neuroma de Morton é uma causa de metatarsalgia muito frequente. A sua etiologia não é explicada, isoladamente, por nenhuma das teorias apresentadas, comprovando assim que tem uma etiologia multifatorial. A sintomatologia está bem estudada e é de diagnóstico clínico. Quanto aos meios auxiliares de diagnóstico está indicada tanto a ecografia como a ressonância magnética. A revisão não evidenciou a superioridade de nenhuma técnica

como a principal forma de tratamento. Destaca-se a importância de realizar uma abordagem sinérgica para tratar o Neuroma de Morton.

**Palavras-chave:** Morton's Neuroma history, etiology, surgery, Corticoid Injection Morton, Ligament Decompression, Ultrasonography, Magnetic Resonance, post-operative and recurrence, Entrapment neuropathy, Peripheral nervous system, Forefoot neuropathy.

## Abstract

**Background:** Morton's Neuroma is one of the most common causes of metatarsalgia. It's true etiology has not been defined yet and has been the object of discussion and controversy. There are several theories to be explored and studied regarding Morton's Neuroma turning it into a topic that still raises divergent opinions.

**Objective:** The main goals of the following article are to conduct an overall review and critical analysis regarding several scientific papers and the most recent publications that focuses on: Morton's Neuroma diagnosis, physical examination specificities and the usefulness of ultrasound scans and MRIs; Description of the main conservative treatments as of today and it's effectiveness; Description of the surgical treatments and it's effectiveness and prognostic evaluation on both of this treatments, conservative and surgical.

**Methodology:** In order to materialize this thesis goals a bibliographic revision of several portuguese, spanish and english publications was the strategy idealized. All the articles reviewed are part of the PubMed and Scopus databases, which include observational studies, systematic revisions, meta-analysis and randomized clinic tests, which make the foundations for this work.

**Development:** Morton's Neuroma is a benign tumor wound formed by perineural fibrosis. This pathology is more common in the 3rd intermetatarsal space, located between the 3rd and 4th metatarsus. Usually it is unilateral, however between 15-21% can occur bilaterally. The main clinical symptoms are stabbing pain, shock and burning sensation that irradiates up to the 3rd and/or 4th fingers. The diagnosis is clinical, but in neuromas with a diameter smaller than 5mm, the diagnosis becomes harder and there may be the need for using auxiliary diagnostic tests. The treatment may be conservative or surgical. The main conservative methods consist of shoe modification, use of orthosis and corticosteroid injections. When the conservative treatment fails, there are other methods that can be

used, like the neuroma's excision and the surgical release of the transverse metatarsal ligament.

**Discussion/Conclusion:** From this literature review one can conclude that the Morton's Neuroma is a very frequent cause of metatarsalgia. It's etiology isn't singly explained by any of the theories presented in this literature review, which leads to the conclusion that this pathology has a multifactorial etiology. The symptomatology that characterizes this pathology is well studied and, with the correct diagnostic tests, it has a clinical diagnosis. The main auxiliary diagnostic methods are considered to be ultrasound scans and MRIs. The literature doesn't underline any technique as the primary form of treatment. One can say that a synergistic approach stands out as an important way of treating Morton's Neuroma.

## **Lista de Abreviaturas**

ESWT- Terapia por ondas de choque extracorporais

NM- Neuroma de Morton

RM- Ressonância magnética

## Índice

|  |     |
|--|-----|
| <b>Agradecimentos</b> .....  | ii  |
| <b>Resumo</b> .....  | iii |
| <b>Abstract</b> .....  | iv  |
| <b>Lista de Abreviaturas</b> .....   | vi  |
| <b>Índice</b> .....  | vii |
| <b>Introdução</b> .....  | 1   |
| <b>Anatomia</b> .....  | 4   |
| <b>Etiologia</b> .....   | 5   |
| <b>Teoria do traumatismo crónica</b> .....   | 5   |
| <b>Teoria Isquémica</b> .....  | 5   |
| <b>Teoria da bursite intermetatársica</b> .....  | 5   |
| <b>Teoria de entrapment</b> .....  | 6   |
| <b>Diagnóstico</b> .....   | 7   |
| <b>Diagnóstico Imagiológico</b> .....  | 9   |
| <b>Radiografia Simples do Pé</b> .....   | 9   |
| <b>Ecografia do Pé</b> .....   | 10  |
| <b>Ressonância Magnética</b> .....   | 11  |
| <b>Tratamento</b> .....  | 12  |
| <b>Conservador</b> .....   | 12  |
| <b>Ortóteses</b> .....   | 13  |
| <b>Manipulação e mobilização do pé</b> .....   | 13  |
| <b>Terapia por ondas de choque extracorporais ou ablação por radiofrequência</b> ..... | 14  |
| <b>Injeção de álcool (Esclerosing injection) ou Neurólise química</b> .....            | 14  |
| <b>Infiltração de corticoides</b> .....  | 15  |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Toxina Botulínica .....</b>                            | <b>16</b> |
| <b>Neuroablação criogénica .....</b>                      | <b>17</b> |
| <b>Tratamento Cirúrgico.....</b>                          | <b>17</b> |
| <b>  Neurectomia por abordagem dorsal e plantar .....</b> | <b>18</b> |
| <b>  Descompressão do Nervo.....</b>                      | <b>20</b> |
| <b>  Técnica Percutânea .....</b>                         | <b>21</b> |
| <b>Prognóstico .....</b>                                  | <b>22</b> |
| <b>Conclusão .....</b>                                    | <b>25</b> |
| <b>Bibliografia .....</b>                                 | <b>28</b> |

## Introdução

O Neuroma de Morton foi descrito, pela primeira vez, na literatura em 1875 por Durlacher que descreveu uma “afeção nevrálgica” que “ocasionalmente envolvia o nervo plantar interdigital entre o terceiro e quarto metatarsianos”. Relatou-se, ainda, que “a dor agravava durante a caminhada ou no apoio do pé no solo”.<sup>1,2</sup> Contudo quem difundiu esta patologia foi o cirurgião Americano Thomas George Morton, em 1876, que lhe consagrou o nome.<sup>1</sup> Thomas G. Morton descreveu-a como uma patologia da articulação metatarsofalângica do quarto dedo, suspeitava de um neuroma ou de algum tipo de hipertrofia do ramo digital do nervo plantar lateral e recomendava a ressecção da cabeça do quarto metatarso como tratamento para alívio da dor.<sup>3</sup> Alguns investigadores, vão mais atrás no tempo, referindo que “O neuroma interdigital foi descrito pela primeira vez por Filippo Civinini, na cidade italiana de Pistóia, em 1835”. Durante uma dissecação de cadáver Civinini observou o que relatou como “edema de um gânglio nervoso da planta do pé”.<sup>2</sup>

A metatarsalgia é definida como dor no antepé sob uma ou mais cabeças metatarsianas. Esta tem uma etiologia multifatorial que resulta de uma combinação de fatores congênitos, adquiridos e/ou iatrogênicos.<sup>4,5</sup> O Neuroma de Morton é uma das causas mais comuns de metatarsalgia, sendo o diagnóstico de 33% dos doentes com dor no antepé.<sup>6</sup> Além disso é a neuropatia compressiva mais comum depois do Síndrome do túnel cárpico.<sup>3</sup>

Um neuroma é um tumor das células nervosas tipicamente benigno que ocorre após uma lesão nervosa. Histologicamente caracteriza-se pela presença de conglomerados não encapsulados e não neoplásicos de células e axónios inseridos numa matriz fibrótica densa.<sup>10</sup> Posto isto, o termo “Neuroma” de Morton é usado incorretamente, uma vez que este não é um verdadeiro neuroma, não se trata de um processo neoplásico ou proliferativo, mas sim degenerativo.<sup>1,9</sup> Xu et al citaram que o NM é uma combinação de diferentes condições patológicas, incluindo fibrose perineural, proliferação vascular local, edema do endoneuro e degeneração axonal.<sup>7</sup>

Macroscopicamente, apresenta-se como um alargamento fusiforme do nervo digital na sua bifurcação, e microscopicamente, observa-se um afilamento do fascículo epineural, fibrose perineural associado a uma grande quantidade de colágeno (Corpos de Renaut) e perda de fibras mielinizadas.<sup>7</sup> Esta fibrose, ocasionalmente, invade o espaço endoneural e é acompanhado por uma diminuição das fibras nervosas mielinizadas e vasos obstruídos na proximidade da fibrose.<sup>8</sup>

Esta patologia é mais comum no 3º espaço intermetatarsiano, situado entre o 3º e 4º metatarsos. Esta localização preferencial, deve-se ao facto, de este ser o local anatómico mais frequente, de união dos ramos lateral e medial dos nervos digitais plantares, os quais quando espessados, ficam comprimidos dentro do terceiro espaço digital, potencializados pela maior mobilidade do quarto metatarsiano em relação ao terceiro metatarsiano, o que confere microtraumas de repetição e pela anatomia local do nervo. <sup>7,11</sup>

Sendo menos comum, também pode ocorrer ao nível do 2º espaço. Usualmente é unilateral, mas 15-21% dos casos podem ocorrer bilateralmente. <sup>2</sup>

Valero et al <sup>12</sup>, realizaram um estudo retrospectivo com o objetivo de avaliar a frequência com que o neuroma de Morton aparece nos diferentes espaços interdigitais e avaliar a frequência do aparecimento de múltiplos neuromas. Da cirurgia a 279 pés foram removidos 462 neuromas interdigitais, 34,8% tinham um neuroma isolado e 65,2% tinham múltiplos neuromas. Concluíram assim que o NM era mais comum em mulheres, e mais comum no 3º espaço intermetatarsiano, mas eram mais comuns de aparecimento múltiplo do que isoladamente no pé.

Maioritariamente, afeta mulheres de meia-idade, ocorrendo em homens numa menor percentagem. No Reino Unido afeta 87 em 100000 mulheres e 50 em 100000 homens.<sup>3</sup> Sendo o diagnóstico realizado por volta dos 50-60 anos. O principal fator diferenciador entre os homens e as mulheres é o tipo de sapatos usado, o das mulheres mais estreito, pontiagudo e de salto e o do homem mais largo e mais raso. <sup>11,13,14</sup>

Existem outros fatores que parecem favorecer o aparecimento do Neuroma de Morton, como a corrida e outros desportos de alto impacto, assim como deformidades prévias do pé, nomeadamente, o halux valgus, dedos em garra e pé plano uma vez que aumentam a tensão na fásia plantar e ligamento intermetatarsiano transverso. <sup>2,3</sup>

## Anatomia

Morton em 1937 descreveu o pé como o “componente final dos membros inferiores, com a função de fornecer uma base sólida e estável para o corpo, assim como promover o equilíbrio e o movimento, podendo suportar forças acima do quádruplo do peso do corpo. Funciona como uma alavanca para a locomoção, apresentando um comportamento único durante a marcha, com ciclos sucessivos de carga e descarga”.<sup>15</sup>

O esqueleto do pé é formado pelos ossos do tarso, metatarsianos e falanges. Quase todos estão unidos por articulações sinoviais, conferindo a mobilidade necessária para estes se adaptarem a forças longitudinais aplicadas sobre o pé.<sup>16</sup>

O antepé divide-se nos ossos da falange, dividindo-se em 3 para cada um dos dedos (proximal, media e distal) e em 5 metatarsos, enumerados de I a V do lado tibial para o peroneal, estando separado do restante pé pela articulação tarsometatarsal ou de Lisfranc. Excetua-se o hálux, que é o dedo maior do pé e que tem apenas 2 falanges (proximal e distal). São ossos longos e podem-se identificar três regiões: base, corpo e cabeça, sendo a base posterior e a cabeça anterior de todos os ossos.<sup>17</sup> As cabeças dos intermetatarsianos articulam-se com a base das falanges proximais, constituindo a articulação metatarsofalângica.<sup>16</sup>

O nervo plantar medial e lateral são ramos terminais do nervo tibial.<sup>17</sup> Os nervos digitais plantares são ramos terminais dos nervos plantares medial e lateral e são plantares ao ligamento intermetatarsiano.<sup>2</sup> O nervo plantar medial é o ramo mais espesso e situa-se lateralmente à artéria plantar medial, passa profundamente ao abductor do hálux, penetra num túnel próprio e emerge novamente entre o músculo retináculo flexor e o flexor curto dos dedos. Divide-se, posteriormente, próximo à base do metatarsiano, em três nervos digitais plantares comuns.<sup>18</sup> Fornece inervação motora para os músculos abductor do hálux, flexor curto dos dedos e do hálux e recebe aferência sensitiva dos dois terços mediais da região plantar, superfícies dorsais do primeiro, segundo, terceiro e parte medial do quarto dedo.<sup>19</sup> O quarto nervo digital plantar comum, geralmente, surge do nervo plantar lateral. O terceiro nervo digital plantar comum recebe um ramo comunicante do nervo plantar lateral em cerca de 51% dos indivíduos.<sup>9</sup> Esta particularidade anatómica do 3º e 4º espaço metatarsiano produz um nervo maior e mais espesso e aumenta a probabilidade de trauma local que pode resultar na maior incidência de sintomas nestes espaços.<sup>1,2</sup>

Os neuromas de Morton ocorrem no terminal da bifurcação do nervo digital plantar comum.<sup>9</sup> Os quatro espaços intermetatarsianos estão localizados no antepé entre duas cabeças metatarsianas. Os ligamentos transversos profundos dos metatarsianos conectam as cabeças metatarsianas adjacentes e estendem-se entre as placas plantares das articulações metatarsofalângicas. O nível inferior do espaço intermetatarsiano contém o feixe neurovascular. O nível superior de cada espaço intermetatarsiano contém uma bolsa sinovial. As bursas intermetatarsianas estão em contato imediato com o ligamento metatarsiano transversal profundo. No segundo e terceiro espaços intermetatarsianos, as bursas projetam-se além do bordo anterior do ligamento metatarsiano transversal profundo e estão intimamente ligadas ao feixe neurovascular.<sup>9</sup>

## **Etiologia**

A etiologia é controversa, várias causas foram propostas, incluindo neurite, degeneração do tecido conjuntivo perineural, lesão vascular e neurofibroma.<sup>20</sup>

Villas et al citam Gauthier, que foi o primeiro a sugerir que o neuroma de Morton resultava do aprisionamento do nervo plantar, onde este era comprimido entre o tecido mole plantar e o bordo anterior da fáscia plantar (ligamento intermetatarsiano) que é mais espesso e rígido ao nível das cabeças dos metatarsianos.<sup>20</sup> Este “aprisionamento” explica a prevalência mais elevada no 3º espaço interdigital, uma vez que neste espaço, as ramificações dos nervos digitais plantares medial e lateral são mais espessas o que favorece a sua compressão. Além disso os ramos nervosos envolvem de forma oposta o músculo flexor curto dos dedos, ancorando assim o nervo na sua base e restringindo a capacidade deste de deslizar longitudinalmente enquanto os dedos se apresentam em dorsiflexão.<sup>21</sup> O NM parece decorrer de uma neuropatia degenerativa induzida mecanicamente, em que o nervo fica “aprisionado”, estando relacionada com o excesso de uso de calçado inadequado.<sup>22,23</sup>

Kenneth et al<sup>21</sup> estudaram esta variação anatômica em doentes diagnosticados com neuroma de Morton, tentaram explicar a formação deste no segundo espaço metatarsiano, e concluíram que o espaço relativo na cabeça do metatarsiano/região do ligamento metatarsiano transversal é menor tanto no segundo como no terceiro espaço o que suporta a noção que nem só os fatores

anatômicos estão ligados na etiologia do neuroma de Morton mas também os fatores mecânicos contribuem para a sua formação.

Arauz et al <sup>22</sup> dividiu os fatores causais em intrínsecos e extrínsecos. Os intrínsecos incluem o aprisionamento do nervo plantar abaixo da margem distal do ligamento intermetatarsiano transversal e consequente microtrauma neurovascular. E como causas extrínsecas o tipo de calçado particularmente o de salto alto, a compressão de um quisto ganglionar, bursite metatarsal, subluxação da articulação metatarsal e fratura metatarsiana não consolidada. A pronação do pé, a flacidez da articulação metatarsal e a tensão por esta criada, podem provocar lesão nervosa e consequente formação do neuroma. <sup>26</sup>

Atualmente, há várias teorias etiológicas, reforçando a ideia de que não há apenas uma causa etiológica, mas uma conjugação complexa de vários fatores:

#### **Teoria do traumatismo crônico**

Esta teoria, também denominada de Teoria Mecânica, sugere que a principal causa do neuroma são os microtraumas repetidos decorrentes da marcha bípede e a inflamação das estruturas plantares intermetatarsianas especialmente as estruturas nervosas. <sup>26,27</sup> Também apoia que a principal causa da lesão no nervo digital comum, é o movimento excessivo entre o terceiro e o quarto metatarsianos, assim como o stress excessivo dirigido ao antepé naqueles que usam sapatos estreitos e de salto alto. Estas situações, se prolongadas no tempo, podem levar a degeneração nervosa e formação de tecido fibroso intra e justaneural que leva à hipertrofia do nervo. <sup>26</sup>

#### **Teoria Isquêmica**

Descreve a diminuição do suprimento sanguíneo para os nervos periféricos como causa direta de neuromas interdigitais.<sup>27</sup> Segundo esta teoria, a fibrose nervosa característica do Neuroma de Morton deriva da isquemia na artéria plantar lateral que é sujeita a vários processos degenerativos, criando alterações na parede arterial (com diminuição do lúmen arterial) e trombose.<sup>26</sup> Existem ainda autores que relacionam o NM a crises vasculares dolorosas do tipo fenómeno de Raynaud.<sup>26</sup>

#### **Teoria da bursite intermetatarsiana**

Associa as alterações na bolsa serosa intermetatarsiana com a etiologia do Neuroma.<sup>27</sup> O neuroma sintomático está com frequência acompanhado de bursite intermetatarsiana que se

localiza dorsalmente ao ligamento intermetatarsiano.<sup>26</sup> Esta teoria sugere que a presença de uma bursa nos 2º e 3º espaços interdigitais possa ser um fator que contribui para esta condição, já que uma bursite inflamatória poderia causar fibrose subsequente no nervo adjacente.<sup>27</sup> As bursites podem estar presentes em casos de trauma, infecção, artrite reumatoide, gota. Além de acometerem as bursas intermetatarsianas, podem ocorrer nas bursas adventícias (localizadas abaixo das cabeças dos metatarsianos).<sup>28</sup>

### **Teoria de entrapment**

Esta teoria refere que o neuroma advém de uma neuropatia por compressão dos nervos interdigitais.<sup>27</sup> Durante a deambulação, o nervo digital comum fica aprisionado num túnel compressivo formado pela superfície anterior do ligamento metatarsiano transverso, os dois metatarsianos envolventes e os tendões, levando à nevralgia.<sup>29</sup> Alguns autores consideram que o NM é causado por um síndrome de aprisionamento apenas nas fases iniciais, quando os sinais clínicos são positivos mas ainda não se verificam alterações imagiológicas nos espaços intermetatarsianos.<sup>26</sup>

A etiologia do Neuroma de Morton não é explicada exclusivamente por uma teoria isolada, comprovando assim que esta patologia tem uma etiologia multifatorial. Vários autores defendem que para além de um conjunto de etiologias, existem fatores de risco para o aparecimento da patologia.<sup>26,27,28</sup> Dos fatores de risco podemos citar o microtrauma pela deambulação, a compressão nervosa devido à existência de um flexor e um ligamento transverso curto durante a dorsiflexão dos dedos. Além destes, o uso de calçado de salto alto e bico fino que promovem a bursite intermetatarsiana.<sup>26,27</sup>

## Diagnóstico

O diagnóstico do Neuroma de Morton é, na maioria dos casos, clínico, sendo apoiado pela história clínica característica e pelo exame físico.<sup>2,6,34</sup>

Clinicamente, o Neuroma de Morton caracteriza-se por metatarsalgia que pode irradiar para os dedos dos pés e ocasionalmente, para a face dorsal do pé ou mesmo para a região tibial.<sup>38</sup> A localização, mais comum, da dor ocorre na região circunscrita à articulação metatarsofalângica do 3º e 4º dedos do pé.<sup>2</sup> Esta é descrita como choque elétrico, tipo queimadura e lancinante. Por vezes, pode acompanhar-se de parestesia.<sup>9,30,31</sup> A hipostesia dos dedos envolvidos e a hiperalgesia nas pontas dos mesmos, são sinais menos específicos.<sup>2</sup> Na anamnese o doente pode descrever uma sensação de crepitação na planta do pé enquanto caminha, sendo que outros, podem relatar uma sensação de dormência dolorosa nos dedos dos pés.<sup>2</sup> De forma incomum, a dor pode ser bem localizada sobre o dedo do pé ou ser localizada a uma zona plantar do antepé. O tipo, irradiação e localização da dor é essencial para diferenciar a dor decorrente de um neuroma de outras causas como sinovite e bursite.<sup>38</sup>

Como fatores de agravamento são descritos atividade física, longas caminhadas, ortostatismo prolongado, uso de sapatos apertados e estreitos no antepé ou com salto alto.<sup>2,30,31,32</sup> Como fatores de alívio podem citar-se o repouso do pé, retirada dos sapatos e massagem na área acometida.<sup>30,33,34</sup>

A dor que agrava durante a noite e a irradiação proximalmente ao antepé não é comum. Deve fazer suspeitar de uma patologia mais proximal como o síndrome do túnel tarsico ou a compressão de uma raiz nervosa medular.<sup>35</sup>

O início dos sintomas é gradual e sem eventos precipitantes, mas que agravam com o decorrer do tempo.<sup>28</sup>

As principais doenças que fazem diagnóstico diferencial com o neuroma de Morton estão relacionadas com a patologia das articulações metatarsofalângicas: sinovite, instabilidade articular, doença de Freiberg, necrose dos sesamóides ou artropatia inflamatória destacando-se a artrite reumatoide.<sup>1</sup> Nestes casos, a dor não tem, geralmente, caráter de queimadura e é agravada pelo movimento dos dedos. O edema pode estar presente nestas condições, sendo raro no NM. Uma fratura de stress metatarsiana provoca uma dor de início súbito, ao longo do eixo metatarsico.<sup>1,28</sup> É

importante excluir também infecção, quisto ganglionar, quisto sinovial, fasceíte nodular, fibromatose e uma verdadeira neoplasia.<sup>1</sup> Um nódulo reumatoide pode simular a clínica do NM com dor intermetarsiana no 3º espaço, mas mais comum bilateral, com parestesia dos 3º e 4º dedos. Na ecografia do antepé é descrito como uma massa hipoecóica na região intermetarsiana, em tudo semelhante ao NM.<sup>45</sup> A principal diferença está no exame físico, com dor à compressão do espaço intermetatarsiano comprometido, onde não é palpável como estrutura diferenciada. No caso de palpação de uma massa de tecido individualizada na região referida, provavelmente não estaremos perante o diagnóstico de neuroma de Morton e o diagnóstico diferencial deve ser tido em conta.<sup>45</sup>

Durante a anamnese, o doente deve ser questionado sobre a presença de outras patologias como Diabetes Mellitus, que aumentam o risco de desenvolver o NM. Deve ser questionada a história pessoal e familiar de doenças reumáticas como a artrite inflamatória.<sup>2</sup> Outras queixas apontadas aos nervos periféricos no pé oposto ou nas mãos devem alertar o médico para uma neuropatia periférica.<sup>2</sup>

Um exame físico detalhado deverá ser realizado para um diagnóstico clínico mais confiável. Deve realizar-se o exame completo do pé e tornozelo, avaliando a marcha, as alterações do calçado utilizado, alterações a nível dos tecidos moles e perturbações sensitivas.<sup>35</sup> As principais áreas a serem observadas são a flacidez ligamentar generalizada e sinais de sinovite, particularmente nas pequenas articulações. A amplitude de movimento da extremidade inferior deve ser avaliada, uma vez que a presença de uma contratura em equino aumentará a carga no antepé.<sup>2</sup>

Na inspeção podem não ser visíveis quaisquer deformidades, e se existirem, estas apontam mais para uma causa articular.<sup>31</sup> A postura dos dedos, em garra ou martelo, irá deslocar distalmente a almofada de gordura do antepé e pode aumentar a força aplicada ao feixe neurovascular do ligamento intermetatarsiano.<sup>2</sup>

Os sapatos do doente devem ser avaliados pois são um fator contribuinte no desenvolvimento e perpetuação do neuroma. Muitas mulheres têm uma preferência social por usar sapatos ajustados incorretamente, cerca de 90% calçam sapatos pequenos para o tamanho do seu pé e com uma sola fina.<sup>2</sup>

Durante a deambulação, o doente pode realizar uma marcha antálgica, uma vez que caminhar descalço sobre uma superfície dura é desconfortável podendo o doente referir uma sensação de “pedra” no antepé.<sup>31,33</sup>

No exame físico do pé, pode ser encontrado o sinal de Mulder, no qual o examinador realiza uma compressão latero-lateral do antepé, acompanhada de pressão na face plantar do terceiro espaço

intermetatarsiano. Quando positivo, ocorre estalido e ressalto doloroso resultante da movimentação brusca do neuroma no espaço entre as cabeças metatarsianas.<sup>33</sup> Pode ser realizado o Teste de compressão direta, que consiste em realizar compressão direta no espaço intermetatarsiano acometido, tanto no nível plantar quanto dorsal, com o polegar e o indicador, para verificar se os sintomas, dor e parestesias são reproduzidos.<sup>37</sup> Outros testes que se podem realizar são o Teste de Sullivan onde se solicita ao doente que fique na ponta dos pés e se o neuroma estiver presente, as cabeças metatarsianas afetadas são separadas. O Teste de extensão do nervo digital é positivo quando ocorre desconforto ao estender os dedos, enquanto o tornozelo está em dorsiflexão total. O Teste de Gauthier que consiste em comprimir os metatarsianos juntos e movê-los para cima e para baixo por 30 segundos, é positivo se provocar dor.<sup>37</sup>

Gandur et al<sup>39</sup> referem que o sinal de Mulder, com uma sensibilidade que varia de 94-98% é a manobra realizada com maior relevância para o diagnóstico clínico. De salientar que se negativo não exclui a presença de NM.

## **Diagnóstico Imagiológico**

Embora o diagnóstico seja clínico, quando os neuromas se apresentam com menos de 5 mm de diâmetro, os exames de imagem são úteis tanto para o diagnóstico como para a exclusão de outros diagnósticos diferenciais de metatarsalgia.<sup>38</sup> Além disso, os exames de imagem são frequentemente solicitados no pré-operatório podendo fornecer informações sobre a localização e o tamanho do neuroma.<sup>8</sup>

## **Radiografia Simples do Pé**

O Rx simples do pé não produz uma imagem característica, sendo útil para o diagnóstico diferencial de outras patologias que causam metatarsalgia.<sup>34</sup> O Rx pode ser normal, o que não exclui a presença do neuroma.<sup>8</sup>

Não havendo uma imagem característica, existem fenómenos que podem ser vistos radiograficamente, sendo o mais típico do NM a divergência digital, também denominado sinal de Sullivan.<sup>8,40</sup> Ocasionalmente, as radiografias podem mostrar um alargamento do espaço intermetatarsiano, devido ao alargamento do complexo bursa-neuroma, que pode realizar pressão

no base das falanges proximais afetadas.<sup>8,39</sup> Mas este não é um sinal patognomónico sendo comum a outras patologias que fazem diagnóstico diferencial com o NM como contraturas e ruturas da placa plantar.<sup>40</sup> Uma pequena sombra de partes moles correspondente à lesão é raramente visto e não é diagnóstico.<sup>8</sup>

## **Ecografia do Pé**

A ecografia do pé é um método de estudo rápido, económico, fácil de realizar e inócuo para o doente.<sup>39</sup>

Xu et al<sup>7</sup> realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de comparar a precisão da RM e Ecografia no diagnóstico do neuroma de Morton. Como resultados referem uma maior sensibilidade com a RM (93%) mas uma menor especificidade (68%) quando comparado com a Ecografia (88%). Concluíram que houve maior precisão diagnóstica utilizando a Ecografia do que com a Ressonância Magnética.

Mak et al<sup>8</sup> no seu estudo concluíram que a Ecografia do pé tem uma elevada precisão diagnóstica, e pode ser utilizada como diagnóstico e para auxiliar no tratamento, guiando as infiltrações de corticoides. Como desvantagens referem o facto de ser, altamente operador dependente, sendo que a sua precisão diagnóstica depende da técnica e experiência do operador. Na ecografia do pé a lesão caracteriza-se por uma massa hipoecogénica de forma circular ou ovóide, bem definida. Lesões menores de cinco milímetros podem ser difíceis de se observar.<sup>34</sup> Na ecografia, um neuroma de Morton geralmente não está bem diferenciado de uma bursa intermetatarsiana coexistente. Nestes casos, a massa hipoecogénica representa um complexo neuroma-bursa. Portanto, a massa visualizada na imagem é frequentemente maior do que o tamanho real do neuroma e pode estender-se mais dorsalmente do que o esperado.<sup>8</sup> As características que podem distinguir uma bursa intermetatarsiana de um neuroma de Morton incluem a compressibilidade, anecogenicidade e presença de realce acústico posterior.<sup>8</sup>

Naraghi et al<sup>41</sup> referem que a melhor técnica de visualização do neuroma é utilizando o corte longitudinal dorsal com compressão plantar do espaço intermetatarsiano, onde os tecidos são hiperecogénicos devido à presença de tecido fibroso.<sup>41</sup>

## Ressonância Magnética

A ressonância magnética é o exame de imagem mais sensível para ao diagnóstico do NM<sup>38</sup>. Naraghi et al<sup>40</sup> referem uma sensibilidade de 90% e especificidade de 88%, enquanto Xu et al<sup>7</sup> referem uma sensibilidade e especificidade de 93% e 68%, respectivamente. Este método de imagem não é utilizado na maioria dos casos devido ao seu custo e disponibilidade limitada.<sup>8,40</sup>

Nury et al<sup>42</sup> escrevem que a maior utilidade desta técnica é no diagnóstico de NM inferiores a 5 mm e neuromas duplos, onde a RM demonstra grande importância na elucidação diagnóstica dos quadros álgicos desta topografia, bem como imagem no pré-operatório e na existência de patologias associadas ao neuroma.

Espinosa et al<sup>43</sup> referem que além do diagnóstico diferencial de causas de metatarsalgia a RM também facilita a identificação de recorrências do neuroma ou de outras causas de dor no antepé após cirurgia de excisão do neuroma.

Os meios de contraste não são frequentemente utilizados, no entanto, podem ser úteis em caso de dúvidas diagnósticas, pois o neuroma aumenta a intensidade do sinal devido à captação de contraste, permitindo uma imagem mais confiável<sup>39</sup>. A utilização de meios de contraste permite diferenciar neuromas de lesões císticas, como bursas ou gânglios<sup>8</sup>.

Para a visualização do neuroma, utilizam-se cortes oblíquos coronais. Na ressonância magnética os neuromas de Morton estão dentro do espaço intermetatarsiano e centrado no feixe neurovascular no lado plantar do ligamento metatarsiano transversal profundo.<sup>8</sup> A imagem é de uma massa bem localizada entre as cabeças metatarsianas, com sinal de baixa intensidade em imagens T-1 e T-2. Em T-1, as sequências são mais úteis, pois o neuroma hipointenso está envolvido por gordura hiperintenso. A hipointensidade do neuroma é atribuída ao tecido fibroso.<sup>33</sup>

## **Tratamento**

Os objetivos do tratamento para o neuroma de Morton são minimizar a dor e melhorar a função. O tratamento pode ser conservador ou cirúrgico. Durante a pesquisa bibliográfica, um dos termos encontrados para definir o tratamento foi a neurólise. Este termo é utilizado, na comunidade científica, tanto para o tratamento conservador como cirúrgico, sendo definido como a destruição ou dissolução do tecido nervoso, ou a libertação cirúrgica de um nervo preso numa aderência. O termo neurólise térmica ou química é usado na descrição do tratamento conservador e o termo neurólise para a libertação do nervo.

Como métodos conservadores destacam-se a modificação do calçado utilizado, utilização de ortóteses e as injeções de corticoides e álcool.

Sendo o tratamento conservador uma medida, considerada por muitos autores, como eficaz, esta modalidade é a primeira linha do tratamento, sendo recomendado em todos os casos. Quando o tratamento conservador falha, podem ser utilizados outros métodos como a exérese do neuroma, libertação cirúrgica do ligamento intermetatarsiano transversal e técnicas minimamente invasivas.

### **Conservador**

Matthews et al <sup>47</sup> no seu artigo de revisão sobre as principais armas terapêuticas para o neuroma de Morton, referem que as intervenções não cirúrgicas podem ser divididas em tratamentos não invasivos e tratamentos invasivos. As não invasivas, que estão validadas para serem utilizadas na prática clínica incluem várias terapias físicas, como ultrassom, estimulação elétrica, hidromassagem, massagem e manipulação, anti-inflamatórios não esteroides, utilização de ortóteses e terapia por ondas de choque extracorporais.

De uma perspetiva não cirúrgica, a mobilização ou manipulação e modificação do calçado são aconselhados para reduzir a dor, reduzindo a compressão do espaço onde se localiza o NM.<sup>47</sup>

As ortóteses podem reduzir a pressão no antepé plantar e as ondas de choque extracorporais podem suprimir a condução nociceptiva das fibras nervosas e assim resultar na redução da dor.<sup>47</sup>

Hassouna et al <sup>39</sup> referem que o sucesso do tratamento conservador diminui o tempo de duração dos sintomas dolorosos e deve ser tentado sempre como primeira opção terapêutica. Descrevem a utilidade de banhos de água quente e fria e, se a dor for aguda, a aplicação de anestésicos sob a

forma de infiltração. A elevação e massagem dos pés também pode ser útil, assim como a diminuição da atividade ou dos movimentos que provoquem a dor.

### **Ortóteses (Palmilhas)**

A prescrição de ortóteses tem como objetivo aliviar a pressão na região do neuroma de Morton e redistribuir a pressão ao longo da planta do pé.<sup>47,48</sup>

Há uma variedade de aparelhos e modificações de calçados que estão disponíveis, que incluem:

-Almofadas metatarsianas. Estas são almofadas em forma de ovo de materiais variados, incluindo borracha firme, géis viscoelásticos e feltro. O seu mau posicionamento pode piorar a dor, sendo que esta deve ficar localizada apenas proximal às cabeças metatarsianas.

-Almofadas de neuroma, uma versão menor das almofadas metatarsianas.

-Uma segunda meia sola fina pode ser aplicada sobre a sola existente.

-Confeção de sapatos personalizados, sendo o maior inconveniente o elevado custo.<sup>1</sup>

Oliveira et al<sup>49</sup> realizaram um ensaio clínico com 72 doentes tendo como objetivo avaliar a eficácia de uma ortótese individualizada nos doentes com esta patologia. Como resultados obtiveram uma diminuição significativa da dor ao caminhar, queixa principal que leva o doente à procura de tratamento e assim diminuição do sintoma mais frequentemente relacionado com a funcionalidade e qualidade de vida. No entanto, não encontraram alterações significativas nas restantes variáveis de dor testadas, sendo elas a dor em repouso, dor á palpação e existência de parestesias.

Hirschberg<sup>50</sup> publicou, em 2000, o resultado da utilização de uma ortótese individualizada, onde elevava cerca de 1/8 da altura da palmilha na zona correspondente à dor referida pelo doente, descrevendo um alívio total da dor, durante a caminhada, imediata ou até 2 semanas de utilização, não referindo, no entanto, se esta recidivava com a descontinuação do seu uso.

### **Manipulação e mobilização do pé**

Quanto à manipulação do pé para o tratamento do NM, esta consiste em Técnicas de Terapia Manual, como manipulação e mobilização articular. Têm como objetivo aumentar a mobilidade da área afetada e assim melhorar a biomecânica.<sup>51</sup>

Cashley et al <sup>52</sup> realizaram um estudo retrospectivo para avaliar a eficácia da técnica de Manipulação na diminuição da dor nos doentes com NM. Referem que todos os doentes relataram uma dor tipo queimadura no antepé e a grande maioria relatou necessidade de tirar o calçado para aliviar a dor. Concluíram que após 6 sessões de manipulação, houve uma redução na pontuação da escala de dor em 100% dos doentes, sendo que 81% referiu alívio completo da dor. Os autores descrevem ainda que todos os doentes tratados tinham uma perda do movimento normal na articulação afetada e que a manipulação auxilia no tratamento dessa disfunção. Ficou por responder a percentagem de doentes cuja dor recidivou e o tempo que decorreu até esta recorrer.

### **Terapia por ondas de choque extracorporais ou ablação por radiofrequência**

A terapia por ondas de choque extracorporais (ESWT) consiste na utilização de pulsos de ondas de ultrassom, com duração de microssegundos.<sup>53</sup> São utilizadas com o princípio, de que estas ondas podem suprimir a resposta inflamatória e inibir os recetores de dor. Os nociceptores têm a capacidade de sintetizar substâncias que podem contribuir para a transmissão ou modulação da informação dolorosa para o corno posterior da espinal medula como o glutamato (o neurotransmissor excitatório mais abundante no sistema nervoso), substância P ou o peptídeo relacionado com o gene da calcitonina, fator neurotrófico derivado do encéfalo, prostaglandinas, ATP e óxido nítrico. A ESWT, atua na diminuição da dor, pela redução da concentração de substância P ganglionar na zona focal das ondas de choque.<sup>54</sup>

Seok et al <sup>53</sup>, no seu estudo, que tinha como objetivo avaliar a eficácia da terapia ESWT para o tratamento do neuroma de Morton, medindo as mudanças na dor do doente, função e tamanho do neuroma, concluíram que a terapia foi eficaz na redução da dor e melhoria da função. No entanto, não revelou ser eficaz na redução do tamanho do neuroma.<sup>53</sup>

### **Injeção de álcool (Esclerosing injection) ou Neurólise química**

Quanto à injeção de álcool terapêutica, é universalmente considerada um método simples, eficaz e seguro, com efeitos transitórios e com poucas complicações. Este quando injetado nas proximidades de um nervo, produz neurólise química por desidratação, necrose, desnaturação de proteínas e precipitação de protoplasma, induzindo a inibição da neurotransmissão.<sup>55</sup>

Segundo a Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia, em 2011, a injeção de álcool no espaço intermetatarsiano guiada por ecografia tem um índice de sucesso comparável à neurectomia cirúrgica, porém com menor morbidade, sendo bem tolerada, reservando-se a indicação cirúrgica para os casos que não respondem a esta técnica.<sup>56</sup>

Esta técnica não é isenta de efeitos adversos, sendo descrito em vários estudos, a necrose dos tecidos superficiais no local da injeção. Outras complicações, menos graves, são a dor durante a injeção, que pode permanecer por 24 horas e a reação de eritema no local da injeção. Para minimizar estes efeitos adversos, recomenda-se a remoção cuidadosa da agulha, para evitar o extravasamento da solução, o uso de agulhas de pequeno diâmetro e a injeção da quantidade mínima eficaz de solução alcoólica. A necrose dos tecidos superficiais no local da injeção pode depender do excesso de pressão utilizado, tanto intra como perilesional, com posterior extravasamento retrógrado de solução e consequente dano aos tecidos dorsais do pé.<sup>55</sup>

Dockery et al <sup>57</sup> relataram uma taxa de sucesso de 89% numa série de 100 pacientes tratados com 3 a 7 injeções de soluções de etanol a 4% com um seguimento médio de 13 meses.

Fanucci e Masala <sup>58</sup> relataram uma taxa de sucesso de 90% em 10 meses de acompanhamento após 3 a 7 injeções de álcool a 30% num estudo com 40 pacientes.

Santos et al <sup>59</sup>, realizaram uma revisão sistemática sobre o uso de infiltração com álcool para o tratamento do NM, concluíram que a evidência de pesquisa para apoiar as injeções de álcool é pobre, pois todos os estudos relatados nesta revisão sistemática sugerem um alto risco de viés metodológico. Além disso ainda não existe evidência sobre a menor concentração de álcool eficaz a utilizar. Recomendam assim, que até pesquisas futuras fornecerem evidências robustas para o seu uso, o tratamento do neuroma de Morton deve ser inicialmente baseado noutros tratamentos baseados em evidências (tratamento conservador, injeções de corticoides) antes de experimentar esta modalidade de opção de tratamento com injeções de álcool.

### **Infiltração de corticoides**

Em relação à Infiltração de corticoides para o tratamento do NM, existe um maior consenso na sua utilização. O princípio para a sua utilização prende-se pelo seu efeito anti-inflamatório, que ocorre pela inibição da síntese de leucotrienos, prostaglandinas e tromboxano, tanto pela via da lipoxigenase como pela via das cicloxigenases.<sup>60</sup>

Segundo a Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia em 2011, a injeção de um corticosteroide no espaço intermetatarsiano guiada por ecografia para tratamento do neuroma de Morton demonstrou eficácia relativa, oferecendo alívio da dor apenas por um curto espaço de tempo. O alívio da dor ocorreu em 66% dos pacientes em até nove meses após a injeção, enquanto 31% não responderam ao tratamento.<sup>56</sup>

Houssuna et al <sup>39</sup>, no seu artigo de revisão, citam dois estudos que concluíram que uma única infiltração de corticoide pode ser usada como medida temporária para o alívio sintomático e que existe pouco benefício terapêutico a longo prazo nesta modalidade de tratamento.

Choi et al <sup>61</sup> realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de avaliar a utilização de infiltração de corticoide no tratamento do NM, avaliar o tipo de corticoide utilizado e a melhor técnica de infiltração. Concluíram que nos estudos avaliados utilizaram três tipos de corticoides a metilprednisolona e a triancinolona num igual número de estudos, a betametasona em dois estudos e um estudo utilizou múltiplos fármacos. A metilprednisolona e triancinolona são agentes de ação intermédia, com semi-vida de 12 a 46 horas. A betametasona é um agente de ação prolongada com semi-vida mais longa (36 a 72 horas). A abordagem, mais comumente utilizada, foi a dorsal. Concluíram assim que, devido aos bons resultados relatados em todas as abordagens, a escolha da via depende da preferência do cirurgião. Como principais complicações relataram a despigmentação da pele no local na injeção, atrofia da pele e atrofia do tecido adiposo.

São contraindicações absolutas para seu uso: infecção, presença de prótese articular, lesão ou fratura recente, ulceração ou celulite periarticular, osteomielite adjacente, endocardite bacteriana e distúrbios de coagulação. Instabilidade articular, osteoartrite, diabetes mellitus não controlados, hemartrose, úlcera de decúbito são considerados contraindicações relativas.<sup>60</sup>

## **Toxina Botulínica**

Um estudo piloto, publicado em 2013, sugere a utilização da toxina botulínica como tratamento para o NM.<sup>68</sup> A toxina botulínica atua no terminal nervoso pré-sináptico, bloqueando a liberação de acetilcolina na placa motora. Esta pode ser utilizado tanto para diminuir a hiperatividade muscular como pelo seu efeito analgésico. Nos últimos anos, esse efeito analgésico também foi investigado no campo da dor neuropática, podendo este efeito estar relacionado com a inibição da liberação de neuropeptídeos nos terminais nociceptivos.<sup>68</sup>

Climent et al, realizaram uma única infiltração de toxina numa dose de 50U, em 17 doentes e reavaliaram em 3 meses. 29,4 % da amostra não apresentou benefício, 70,6% dos pacientes relataram uma melhoria acentuada e sustentada da dor.<sup>68</sup>

### **Neuroablação criogénica**

Esta é uma técnica minimamente invasiva, é realizada colocando sondas de crioablação sob orientação ecográfica, na região do nervo alvo. São aplicados dois ciclos alternados de congelamento e descongelamento, variando de 6 a 10 minutos e de 3 a 5 minutos, respetivamente. Antes do procedimento é realizada uma injeção diagnóstica de anestésico local de ação prolongada, com ou sem a associação a corticoide. Esta técnica tem como objetivo diminuir a dor, provocando a desmielinização e degeneração axonal do nervo afetado pelo neuroma, ficando o epineuro e o perineuro intactos. As complicações mais comuns descritas para esta técnica são dor, edema e infeção superficial no local do tratamento. Não foram relatadas sequelas permanentes.<sup>69</sup>

Matthews et al <sup>70</sup> realizaram uma revisão sistemática e meta análise a comparar a eficácia do tratamento conservador para o tratamento do NM. Concluíram que a neuroablação criogénica, em dois estudos analisados, teve uma taxa de sucesso que variou entre 54 e 92%, referem também que são necessários mais estudos, de alta qualidade, para avaliar a eficácia desta técnica.

### **Tratamento Cirúrgico**

O tratamento conservador deve ser prolongado por um período de, aproximadamente, um ano antes de se considerar a intervenção cirúrgica.<sup>29</sup> Estima-se que, em cerca de 30% dos casos, a dor não responda ao tratamento conservador, e quando assim é, a cirurgia torna-se o tratamento de escolha.<sup>8, 62, 63</sup>

As indicações primárias para o tratamento cirúrgico são: a falha do tratamento conservador e uma resposta favorável após injeção de anestésico local como a lidocaína.<sup>62</sup>

Quando nos referimos ao tratamento cirúrgico, podemos evidenciar duas vertentes, a excisão do neuroma ou neurectomia e a descompressão nervosa.

A excisão cirúrgica é o tratamento mais descrito e indicado. É mais comumente, realizado por uma abordagem dorsal ou plantar.<sup>63</sup>

Nery et al<sup>43</sup> cita vários artigos descrevendo que existe um consenso quanto à utilização preferencial pelo tratamento cirúrgico utilizando a técnica de excisão do neuroma, a neurectomia.

### **Neurectomia por abordagem dorsal e plantar**

Há um pequeno número de estudos que comparam a abordagem plantar com a dorsal na realização da neurectomia.

A abordagem dorsal foi descrita pela primeira vez por McElvenny. É tecnicamente mais fácil, pois permite a sustentação do peso corporal de forma imediata. De ressaltar que a incisão deve ser alargada de forma a visualizar todo o nervo interdigital comum e os seus ramos que são encontrados imediatamente proximal ao ligamento intermetatarsiano. Sendo recomendada a excisão do nervo digital comum pelo menos 3 cm proximal ao bordo do ligamento metatarsiano transversal.<sup>39</sup>

William et al<sup>63</sup> avaliaram os resultados de alguns estudos publicados e concluíram que ambas as abordagens foram similares no resultado clínico e satisfação do doente. No entanto, houve diferenças significativas em relação à perda sensorial residual e número de complicações sendo a abordagem plantar mais segura. Na abordagem dorsal, todas as estruturas dos tecidos moles dorsais devem ser mobilizadas, o ligamento metatarsiano transversal profundo é libertado e é identificado o nervo distalmente à bifurcação que é de seguida seccionado. No pós-operatório, os doentes podem deambular utilizando um sapato cirúrgico. Em contraste, na dissecação através de uma abordagem plantar, o nervo é prontamente visível profundamente à fáscia plantar.

Kay et al<sup>1</sup> referem que a abordagem dorsal mostrou ter uma recuperação mais rápida e que a abordagem plantar permite a visualização direta do nervo. Quanto ao local de incisão afirma que esta deve ser medial ou lateral à cabeça do metatarso, pois uma incisão diretamente sobre uma proeminência óssea pode levar a um pós-operatório mais doloroso. Os bordos da pele devem ser precisamente opostos com um número mínimo de suturas, para uma correta cicatrização.

Segundo a Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia<sup>56</sup>, num estudo de 125 doentes com NM em que 69 foi intervencionado por via dorsal e 56 pela via plantar, concluiu que histologicamente foi confirmada a ressecção de todos os neuromas, exceto em três casos em que

o nervo não foi identificado, que ocorreu no grupo de via de acesso dorsal. Assim, os dois grupos foram comparáveis em termos clínicos e quanto à satisfação geral no seguimento. Foi encontrada uma diferença significativa a favor da via plantar devido a uma menor perda sensorial residual e a um menor número de complicações. A principal desvantagem da utilização da via dorsal prende-se com o facto da não identificação do neuroma, que ocorre com maior frequência por esta via.

Nery et al<sup>43</sup> realizaram um estudo com 217 doentes, onde operaram um total de 256 pés, com o objetivo de avaliar a eficácia da via plantar transversa, fora da área de carga. Referem como vantagem da via plantar transversa, a maior visibilidade anatómica, maior segurança na excisão, maior acessibilidade a outros espaços metatarsianos, o que se torna útil em casos de doença mais extensa e múltiplos neuromas, assim como, diminuir o risco de lesão do ligamento metatarsiano transverso. Como complicações, descreve a ocorrência de hematomas, deiscência da sutura, infecção local, maior tempo de cicatrização, formação de cicatrizes hipertróficas e nódulos cicatriciais. No seu estudo, concluem que, numa média de 7,5 anos de seguimento, um retorno à atividade em média de 37,3 dias, sendo esta uma complicação imediata da técnica; uma satisfação de 100% em relação ao resultado estético e 95,8% de satisfação pessoal. Como complicações encontradas referem 1 caso de hematoma no local da incisão atribuído à carga precoce, sem evidência de outras complicações possíveis descritas anteriormente para esta via.

No artigo realizado por Kent, em 1996, onde avaliou o resultado cirúrgico em 91 doentes submetidos a excisão por via dorsal, referem como complicações cirúrgicas infecção da ferida (1,1%) e duas formações quelóides(2,2%). Dois pacientes (2,2%) necessitaram de nova cirurgia por recorrência do neuroma em 2,6 e 3,3 anos, respetivamente. Referem ainda que um neuroma recorrente geralmente resulta de transecção proximal inadequada da normal porção do nervo digital comum envolvido. Assim, o neuroma bulboso regenerado fica aprisionado na região da cabeça do metatarso produzindo sintomas.<sup>64</sup>

No estudo de Barbosa et al<sup>34</sup>, publicado em 2005, com o propósito de avaliar a eficácia da técnica cirúrgica - neurectomia por via plantar -, em portadores de neuroma de Morton, foram avaliados 19 doentes. Concluíram que o tempo para o retorno às atividades de vida diária, laborais e de desporto, na sua maioria, foi de 6 semanas (84,2%) e em 15,8% foi de 7 semanas. Nenhum paciente apresentou infecção superficial, apenas um teve deiscência de sutura, que cicatrizou por segunda intenção após 4 semanas. Como resultado, apenas dois pacientes se consideraram insatisfeitos devido à persistência de dor residual na cicatriz cirúrgica.

Houssuna et al<sup>39</sup> no seu artigo de revisão publicado em 2005, referem como principal vantagem da incisão plantar a abordagem direta, uma vez que o nervo encontra-se superficial neste local. No

entanto, refere que qualquer complicação associada à incisão plantar pode levar a complicações como cicatrizes hipertróficas, que podem ou não ser dolorosas. Descrevem também que esta abordagem é, atualmente, reservada para casos de recorrência de neuromas.

Jain et al<sup>11</sup>, realizaram uma revisão bibliográfica publicada em 2013, onde descrevem que existem apenas alguns estudos que comparam diretamente os resultados da abordagem dorsal e plantar. Citam o estudo prospectivo, de Nashi et al realizado com 52 doentes com um seguimento de em média 3,1 anos, onde concluíram que a abordagem dorsal estava associada a um menor tempo pós-operatório (16 dias vs 23 dias, média) e a um retorno mais rápido às atividades laborais (22 dias vs 37 dias, média). Cicatrizes dolorosas foram mais comuns na via plantar (5 vs 2) e não houve diferença na taxa de recorrência (1 em cada grupo).

### **Descompressão do Nervo**

Em relação à técnica de descompressão do nervo para o tratamento cirúrgico do neuroma de Morton, esta pode ser realizada de forma aberta ou por técnica endoscópica. A descompressão do nervo é realizada pela libertação do ligamento metatarsiano transversal profundo, fazendo-se a abordagem por via dorsal.<sup>2,63</sup>

As vantagens teóricas deste procedimento são a preservação do nervo, sem perda sensorial.<sup>39</sup>

A descompressão endoscópica foi descrita por Gauthier, e tinha como objetivo minimizar as complicações da neurectomia, como perda da sensibilidade, alterações na sudorese ou neuroma do coto. A técnica cirúrgica é baseada num dos fatores etiológicos do neuroma, que se deve ao aprisionamento do nervo no bordo anterior do ligamento intermetatarsiano transversal profundo. Esta técnica utiliza incisões menores e é menos traumática, portanto com menos dor pós-operatória e menos hematomas, permitindo uma rápida recuperação das atividades de vida diária, com menor desconforto por parte do doente. No entanto, requer três incisões, instrumentos delicados e implica uma curva de aprendizagem considerável.<sup>65</sup>

Shapiro<sup>11</sup> relatou uma técnica mais simples usando um portal único e destacou a necessidade de uma visualização adequada do ligamento intermetatarsiano antes da sua libertação, para evitar cortes inadvertidos do tendão lumbrical.

Noutro estudo foram tratados 206 doentes com neuroma através da descompressão pela técnica aberta, sem resseção do neuroma. Num seguimento médio de 21 meses, 83% dos doentes relataram melhoria sintomática rápida e estável.<sup>66</sup>

Kay et al<sup>2</sup> na descrição da técnica por via aberta, referem que a gordura circundante não deve ser removida, mas as bursas intermetatarsianas espessadas e inflamadas podem ser ressecadas. Refere ainda que o nervo geralmente demonstra uma aparência de “ampulheta” o que reforça a hipótese de se tratar de uma neuropatia de compressão. Por vezes, o nervo apresenta-se fortemente aderido aos tecidos circundantes, e quando assim é pode optar-se pela sua excisão.

Houssuna et al<sup>39</sup> concluem que esta técnica raramente leva a recorrência do neuroma de Morton.

A explicação para o sucesso da descompressão nervosa reside no facto de que se efetua a remoção do estímulo mecânico de irritação do nervo, daí a descompressão ser eficaz na redução sintomática.<sup>66</sup>

Num estudo realizado com um grupo de 50 doentes com 69 pés portadores de NM, a neurectomia foi realizada em 46 casos pela presença evidente de neuroma. Para os restantes 23 pés, em que o neuroma não era evidente, foi realizada apenas a descompressão do espaço através da secção do ligamento intermetatarsiano, preservando o nervo. Concluiu-se que as duas técnicas foram altamente eficientes desde que adequadas à presença ou não de modificações do nervo digital, permitindo a conclusão de que a neurólise pode ser uma opção válida quando o neuroma ainda não está desenvolvido, ou seja, há um espessamento do nervo associado a sintomatologia sem a presença do neuroma.<sup>56</sup>

Também no caso de 2 neuromas em espaços adjacentes do mesmo pé pode optar-se pela excisão do maior e libertação do menor para evitar a perda de sensibilidade do dedo respetivo.

### **Técnica percutânea**

A técnica consiste na osteotomia dos colos do 2º, 3º e por vezes do 4º metatarsianos por via percutânea sem a excisão do nervo.

Está particularmente indicada quando além do neuroma de Morton existe uma zona de hiperpressão plantar associada a metatarsalgia. Assim com um único gesto cirúrgico, solucionamos as duas situações, alargando o espaço intermetatarsiano sem a necessidade de excisão nervosa.

Grávan et al <sup>73</sup> referem que esta técnica é uma alternativa segura, com boa resposta clínica e baixa morbidade que diminui consideravelmente o tempo de recuperação dos doentes. Como desvantagem apontam o facto de não permitir a análise histológica da lesão, o que pode justificar o uso de meios auxiliares de diagnóstico imagiológicos.

Bauer et al <sup>74</sup> realizaram um estudo de coorte retrospectivo onde compararam os resultados de pacientes que foram submetidos a neurectomia versus procedimentos percutâneos. Concluíram que as duas técnicas são igualmente eficazes no alívio sintomático. A técnica percutânea permite um pós-operatório mais curto e resultados funcionais significativamente melhores. A principal limitação é o edema pós osteotomia dos metatarsianos. Quando coexiste uma zona de hiperpressão plantar com metatarsalgia a neurectomia é menos eficaz, sendo a recidiva mais comum. Nos casos de neuroma associado a hiperpressão plantar a técnica percutânea deve ser realizada pois permite o tratamento em simultâneo das duas condições patológicas.

## **Prognóstico**

Quando o doente é submetido a tratamento conservador, temos diferentes técnicas com diferentes resultados.

Matthews et al<sup>70</sup> realizaram uma revisão sistemática e meta-análise com o objetivo de comparar a eficácia dos diferentes tratamentos conservadores. Concluíram que as diferentes técnicas têm diferentes resultados tanto ao nível da redução da dor, na diminuição do tamanho do neuroma e nos efeitos adversos que suscitam. Referem que as infiltrações de corticoides são eficazes na diminuição da dor e são superiores às técnicas de modificação de calçado, quando os neuromas são inferiores a 5 mm. A manipulação e mobilização do pé mostraram alguma eficácia na diminuição da dor pela diminuição da rigidez no tecido conjuntivo que envolve o nervo afetado. A injeção de álcool, ablação por radiofrequência, neuroablação criogénica e injeção de toxina botulínica parecem diminuir a dor, mas devem ser utilizados com cautela, pois não existem estudos suficientes e de qualidade que demonstrem a sua eficácia e segurança. A injeção de álcool mostrou diminuir a dor significativamente, mas foram relatados vários efeitos adversos, além de uma elevada taxa de recidiva que levaram a tratamento cirúrgico, em alguns casos.<sup>70</sup>

Munir et al<sup>71</sup> realizaram uma revisão sistemática sobre o Neuroma de Morton, em 2022, referem que em relação ao tratamento conservador é benéfico a utilização de uma conjugação de mais de

uma técnica. Constataram que as injeções de corticoides e a manipulação/mobilização apresentam as evidências mais fortes para a redução da dor.

Quando o doente, tem persistência dos sintomas após o tratamento conservador, o tratamento cirúrgico deve ser tentado.

Munir et al <sup>71</sup> referem que vários artigos investigaram as taxas de sucesso após a cirurgia. Citam Kasperek et al que avaliaram 81 pacientes e observaram excelentes resultados subjetivos em 45% dos pacientes e bons resultados em 32% dos pacientes. Citam uma outra revisão sistemática e metanálise de 35 artigos, incluindo 2998 pacientes com neuromas de Morton, que comparou a terapia de injeção (alcoólica e não alcoólica), neurólise e neurectomia. A análise constatou que 43% dos pacientes obtiveram alívio completo da dor após a terapia de injeção, 68% ficaram sem dor após a neurólise e 74% ficaram sem dor após a neurectomia. Referem ainda que a questão de realizar neurólise ou neurectomia é discutível, mas um estudo observou que a neurólise produz resultados satisfatórios em geral, mas na presença de um nervo consideravelmente espessado com a presença de nódulo, a neurectomia pode ser uma opção mais viável.<sup>71</sup>

Numa análise retrospectiva realizada em 2001, foram contactados 66 doentes que tinham sido submetidos a excisão de 74 neuromas em 71 pés. A duração média do follow-up pós-operatório foi de 69 meses. No final do follow-up, os doentes caracterizaram a sua dor, bem como as suas limitações na escolha do calçado e a satisfação geral relativamente ao resultado da cirurgia. Os níveis de satisfação geral foram caracterizados como excelentes em 40 doentes (61%) e pobre em 5 (7,5%). No final do follow-up, 46 (65%) pés estavam sem dor e 3 (4%) apresentavam-se com dor severa. Na altura da última consulta de seguimento, foi detetada dor à palpação no espaço intermetatarsiano tratado em 61% dos casos, apesar de os doentes não referirem qualquer sintomatologia no seu dia-a-dia.<sup>67</sup>

Lu et al <sup>71</sup> realizaram uma revisão sistemática e meta-análise, publicada em 2020, onde comparam os resultados de satisfação e dor dos doentes submetidos a tratamento do Neuroma de Morton por injeção (álcool e corticoides), neurólise ou neurectomia. Concluíram que a incidência de alívio completo da dor e a satisfação dos doentes são estatisticamente maiores após neurólise e neurectomia comparada à injeção. Esta tendência resulta, provavelmente, de uma maior incidência de tratamentos subsequentes após a injeção em comparação com neurólise ou neurectomia. Das técnicas avaliadas todas apresentam um baixo risco de complicações. Das três intervenções exploradas, devemos considerar a injeção como uma opção de primeira linha devido à rapidez, segurança e facilidade com que pode ser utilizada. Em relação à neurectomia e neurólise, a remoção por neurectomia tornou-se uma abordagem mais popular devido ao seu resultado cirúrgico mais

definitivo, com alta reprodutibilidade. Não existem diferenças estatisticamente significativas na dor e satisfação do doente quando comparamos as duas técnicas. Mas as taxas de alívio total da dor após neurectomia são maiores do que a neurólise, sugerindo a possibilidade de alguns pacientes estranharem a anestesia do antepé após neurectomia, mesmo que a dor tenha desaparecido.<sup>71</sup>

A recorrência dos sintomas apresenta um problema desafiador e pode ser resultado de um diagnóstico inicial incorreto, ressecção inadequada ou ocorrência de recidiva do neuroma. Pode ocorrer numa percentagem de 1 a 10,7%.<sup>11</sup>

## Conclusão

Desta revisão bibliográfica conclui-se que o Neuroma de Morton é uma causa de metatarsalgia muito frequente, que afeta maioritariamente mulheres, e contrariamente ao que se possa pensar, apesar de ser mais frequente no 3º e 4º espaço metatarsiano pelas particularidades anatómicas, a ocorrência em mais do que um local não é infrequente.

O Neuroma de Morton não é um verdadeiro neuroma, uma vez que não estamos perante um processo neoplásico ou proliferativo, mas sim degenerativo constituído por várias condições patológicas em simultâneo.

A sua etiologia não é explicada, isoladamente, por nenhuma das teorias apresentadas, tendo uma etiologia multifatorial. São fatores de risco o microtrauma pela deambulação, a compressão nervosa devido à existência de um flexor e um ligamento transversal curto durante a dorsiflexão do dedo, excesso de pronação, uso de calçado de salto alto e bico fino, etc.

A sintomatologia está bem estudada e é de diagnóstico clínico. Os exames auxiliares de diagnóstico têm utilidade nos casos de neuromas com menos de 5 mm e em casos de apresentação atípica em que devem ser descartados outros diagnósticos diferenciais.

Quanto aos meios auxiliares de diagnóstico concluiu-se que tanto a ecografia como a ressonância magnética têm elevada sensibilidade e especificidade, estando a ecografia mais disponível e pelo seu menor custo é mais vezes utilizada.

Finalmente, destacar a importância de realizar uma abordagem conjunta para tratar a doença de Morton. Como tratamentos conservadores destacam-se a modificação de calçado, as infiltrações de corticoides e manipulação/mobilização que são as intervenções, com a evidência mais forte, para redução da dor.

Conclui-se desta revisão que são necessários mais estudos, que permitam um apoio científico mais robusto, que analisem a eficácia de tratamentos como a neuroablação criogénica, a injeção de álcool e a utilização da toxina botulínica.

No que diz respeito ao tratamento cirúrgico, conclui-se que este está indicado quando o tratamento conservador falha. A neurectomia é a técnica mais realizada e indicada, porém sem consenso sobre a melhor abordagem. A via dorsal é tecnicamente mais fácil, permite uma recuperação mais célere, com a desvantagem que, num maior número de casos, não é ressecado o neuroma. A via plantar é

mais segura, pela melhor visibilidade anatômica, com menor taxa de perda sensorial, mas com um pós-operatório mais prolongado e mais doloroso. Ambas as abordagens têm uma elevada taxa de sucesso e a sua escolha depende da preferência e experiência do cirurgião.

A técnica de descompressão do nervo tem a vantagem de preservar a sensibilidade do antepé e diminuir a taxa de recidivas do neuroma.

A técnica percutânea com a secção do ligamento intermetatarsiano e a osteotomia dos colos do 3º e 4º metatarsianos permite a realização de incisões menores e menos traumáticas. Assim, estão associadas a um melhor pós-operatório, permitindo uma rápida recuperação das atividades de vida diária, com menor desconforto por parte do doente. No entanto, esta técnica implica uma curva de aprendizagem considerável por parte do cirurgião.

Torna-se pertinente a realização de mais estudos que permitam chegar a indicações precisas para cada técnica, assim como a avaliação das suas contraindicações e efeitos adversos, pois continua a ser uma das patologias mais dominantes, principalmente no sexo feminino.

## Bibliografia

- 1-David, K., & Bennett, G. (2003). Morton's neuroma. *Foot and Ankle Clinic vol.8*, pp. 49-59.
- 2-Morton T. A Peculiar and Painful Affection of the Fourth Metatarso-Phalangeal Articulation. *The American Journal of the Medical Sciences*. 1876;71(141):37-45.
- 3-Besse J.L. Metatarsalgia-Review article. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 103 (2017) S29–S39
- 4-Bhetia, M., & Thomson, L. Morton's neuroma- Current concepts review. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma vol 11;2020*: 406-409.
- 5-Espinosa, N., Macieira, E., & Myerson, M. (2019). Current concept review: Metatarsalgia. *American Orthopaedic Foot and Ankle Society vol 29, Issue 8*.
- 6-Oliveira, K., Pindur, L., Bhavsar, Z., Barker, J., & Leppik, L. ( July 2018). Time Course of traumatic neuroma development. *PLOS*.
- 7- 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. *Clinical Radiology* 70(2015) 351-358.
- 8- Morscher, E., Ulrich, J., Dick, W.(2000). Morton's Intermetatarsal: Morphology and Histological substrate. *American Orthopaedic Foot and Ankle Society*, pp.558-562.
- 9- Barrett SL. Endoscopic Decompression of Intermetatarsal Nerve (EDIN) for the Treatment of Morton's Entrapment— Multicenter Retrospective Review. *Open J. Orthop*. 2012;02(02):19–24.
- 10- Pace A, Scammell B, Dhar S. The outcome of Morton's neurectomy in the treatment of metatarsalgia. *Int. Orthop*. 2010;34(4):511–515.
- 11-Jain S, Mannan K. The Diagnosis and Management of Morton's Neuroma. *Foot & Ankle Specialist*. 2013;6(4):307-317
- 12-Valero J, Gallart J, González D, Deus J, Lahoz M. Multiple Interdigital Neuromas: A retrospective Study of 279 Feet with 462 Neuromas. *The Journal of foot and ankle surgery*. 2015;54:320-322
13. Kasperek M, Schneider W. Surgical treatment of Morton's neuroma: clinical results after open excision. *Int. Orthop*. 2013;37(9):1857–61.
14. Owens R, Gougoulas N, Guthrie H, Sakellariou a. Morton's neuroma: clinical testing and imaging in 76 feet, compared to a control group. *Foot Ankle Surg*. 2011;17(3):197–200
- 15-Morton, D. (1937). Foot disorders in general practice. *Journal of the American Medical Association*, v. 109, 1112-9.
- 16-Junqueira J, Teixeira H, Camilo H. ARTICULAÇÕES Atlas de Anatomia Radiológica. Suprema, 2019. ISBN E-BOOK: 978-85-63538-59-8

- 17- Xiao M, Luximon Y, Luximon A. Pé estrutura e anatomia. RS Goonetilleke (Ed.), A ciência do calçado, CRC Press.(2012) 21-35.
- 18- Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice. 40th ed. Elsevier Inc.; 2008.
- 19- Moore KL, Dalley AF. Anatomia orientada para a clínica. 4a ed. Editora Guanabara Koogan S.A.; 2001
- 20- Siqueira MG, Martins RS. Anatomia Cirúrgica das Vias de Acesso aos Nervos Periféricos. Di Livros Editora Ltda; 2006
- 21-Villas, Carlos; Florez, Borja; Alfonso, Matias (2008). *Neurectomy versus Neurolysis for Morton's Neuroma*. *Foot & Ankle International*, 29(6), 578–580. doi:10.3113/FAI.2008.0578
- 22- Levitsky K, Alman B, Jevsevar D and Morehead J. Digital Nerves of the Foot: Anatomic Variations and Implications Regarding the Pathogenesis of Interdigital Neuroma. *Foot & Ankle*. 1993;14(4):208-214. doi:[10.1177/107110079301400406](https://doi.org/10.1177/107110079301400406)
- 23-Yañez Arauz. Interdigital Commissural Approach for Morton's Neuroma. *Foot & Ankle International*.2020;14:1-8
24. Owens R, Gougoulas N, Guthrie H, Sakellariou a. Morton's neuroma: clinical testing and imaging in 76 feet, compared to a control group. *Foot Ankle Surg*. 2011;17(3):197–200.
25. PJ. B. Morton's neuroma. *Br. J. Hosp. Med*. 2006;67:68–71.
26. Valente M, Crucil M, Alecci V. Operative treatment of interdigital Morton's neuroma. *Chir. Ogani Mov*. 2008;92(1):39–43.
- 27- Salas J, Macías J, Ortega G, López D. Revisión de las Teorías acerca de la etiología del neuroma de Morton. *Revista Española de Podología*. 2015; XXVI(2);42-49.
- 28- López Lorente A, García Campos J, Cantó Nuñez L, Ortega Díaz E, González Úbeda R. Pruebas clínicas para el diagnóstico de la fibrosis perineural de Morton. *Rev Esp Podol*. 2008; XIX(2): 64-67.
- 29-Aihara A, Fernandes A, Hartmann L. Metatarsalgia:diagnóstico diferencial por meio de ressonância magnética. *Radiol Bras* 2006;39(4):297–304
- 30-Jy K, Jh C, 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. *Foot ankle Int*. 2007;28(9):1007–10.
- 31-Kent K Wu. Morton's interdigital neuroma: A clinical review of its Etiology, Treatment and Results. *The journal of foot and ankle surgery*. 1996; 35(2).
- 32-Cashley David G., Cochrane Lynda. Manipulation in the Treatment of Plantar Digital Neuralgia: A Retrospective Study of 38 Cases. *Journal of Chiropractic Medicine* (2015) 14, 90–98.
- 33- Mak M., Chowdhury R., Johnson R. Morton's neuroma: review of anatomy, pathomechanism, and imaging. *Clinical Radiology* 76 (2021) 235.e15e235.e23
- 34- BARBOSA G , MALUF G , HELENCAR I , CARVALHO FILHO , CHUEIRE AL. Estudo retrospectivo do tratamento cirúrgico do neuroma de morton por via plantar. *ACTA ORTOP BRAS* 13(5) - 2005
- 35- Hernandez de la Peña C, Vega González ML. Neuroma de Morton: Diagnóstico por imagem. *Rev Inten Cienc Podol*. 2010; 4(1): 37-43
- 36-Flores do Amaral M , Demore A. Late clinical outcome of patients undergoing neurectomy for Morton's neuroma. *Rev ABTPé*. 2017;11(2):84-8.

- 37-Padua L, Coraci D , Gatto M, Lodispoto F. Relationship Between Sensory Symptoms, Mulder's Sign, and Dynamic Ultrasonographic Findings in Morton's Neuroma. *Foot & Ankle International*® 2020, Vol. 41(12) 1474–1479
- 38- López Lorente A, García Campos J, Cantó Nuñez L, Ortega Díaz E, González Úbeda R. Testes clínicos para o diagnóstico da fibrose perineural de Morton. *Rev Esp Podol.* 2008; XIX(2): 64-67.
- 39- HASSOUNA Hazem, SINGH Dishan. Morton's metatarsalgia : Pathogenesis, aetiology and current management. *Acta Orthop. Belg.*, 2005, 71, 646-655
- 40- Julián Gandur, Vásquez Fernando, Archila Césa. Neuroma de morton: lo que se sabe de la utilidad imagenológica. *Rev.Medica.Sanitas* 24 (1): 22-28, 2021
- 41- Naraghi Reza, Bremner Alexandra, Slack-Smith Linda. Radiographic Analysis of Feet With and Without Morton's Neuroma. *Foot & Ankle International*, 2017, 38(3):310-317.
- 42- Jain Sameer and Mannan Ken. The Diagnosis and Management of Morton's Neuroma A Literature Review. *Foot & Ankle Specialist* 6(4):307-317. August 2013
- 43-Nery C, Barroco R,Furlan C, Tardini H, Cemin F, Mombach R. Morton's Neuroma treatment through plantar port: retrospective assessment of surgical outcomes. *ACTA ORTOP BRAS* 15(1)-2007
- 44- Espinosa Norman , Schmitt Juergen Wilfried , Nadja Saupe ,Maquieira Gerardo Juan, Vienne Patrick , Zanetti M. Morton Neuroma: MR Imaging after Resection—Postoperative MR and Histologic Findings in Asymptomatic and Symptomatic Intermetatarsal Spaces. *Radiology: Volume 255: Number 3—June 2010*
- 45- William R. Adams. Morton's neuroma. *Clin Podiatr Med Surg* 27 (2010) 535–545
- 46- DOS SANTOS A. Nódulo reumatóide intermetatarsal com sintomas de neuroma de Morton. Diagnóstico diferencial. *ACTA ORTOP BRAS* 12(4) - OUT/DEZ, 2004
- 47- Matthews BG, Thomson CE, McKinley JC, Harding MP, Ware RS. Treatments for Morton's neuroma. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021 Jul 14;2021(7):CD014687. doi: 10.1002/14651858.CD014687. PMID: PMC8277559.
- 48- Hassouna H and Singh D. Morton's metatarsalgia: pathogenesis, aetiology and current management. *Acta Orthop Belg* 2005; 71(6): 646–655.
- 49- Oliveira HA, Natour J, Vassalli M, Rosenfeld A, Jennings F, Jones A. Effectiveness of customized insoles in patients with Morton's neuroma: a randomized, controlled, double-blind clinical trial. *Clinical Rehabilitation* 2019;33(12):1898-907. [DOI: 10.1177/0269215519873949]
- 50- Hirschberg GG. A simple cure for Morton's neuralgia. *Journal of the American Podiatric Medical Association* 2000;90(2):100-1. [DOI: 10.7547/87507315-90-2-100]
- 51- Govender N, Kretzmann H, Price JL, Brantingham JW, Globe G. A single-blinded randomized placebo-controlled clinical trial of manipulation and mobilization in the treatment of Morton's neuroma. *Journal of the American Chiropractic Association* 2007;44(3):8-18. [3400152]
- 52- Cashley D, Cochrane L. Manipulation in the Treatment of Plantar Digital Neuralgia: A Retrospective Study of 38 Cases. *Journal of Chiropractic Medicine*(2015)14,90-98.
- 53- Hyun Seok, Sang-Hyun Kim,Seung Yeol Lee, Sung Won Park. Extracorporeal Shockwave Therapy in Patients with Morton's Neuroma A Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Journal of the American Podiatric Medical Association* Vol 106 (2)March/April 2016

- 54- Ohtori S, Inoue G, Mannoji C: Shock wave application to rat skin induces degeneration and reinnervation of sensory nerve fibres. *Neurosci Lett* 315: 57, 2001
- 55- Ortu S , Fiori E , Bagnoli I , Valente A , Pisanu F, Caggiari G, Doria C and Milano L. Complications of alcohol injections for Morton’s neuroma. *Journal of Orthopaedics, Trauma and Rehabilitation* Volume 29: 1–7, 2022.
- 56- Abreu AV, Fontenelle CTC, Albuquerque RPS. Metatarsalgia por Neuroma de Morton. *Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia*. Jan 2011.
- 57- Dockery, Gary L. The Treatment of Intermetatarsal Neuromas with 4% Alcohol Sclerosing Injections. *THE JOURNAL OF FOOT & ANKLE SURGERY*. volume 38, number 6, november/december 1999.
- 58- Fanucci E, Masala S, Perugia D, Squillaci E, Varruciu V, Simonetti G. Treatment of intermetatarsal Morton’s neuroma with alcohol injection under US guide: 10-month follow-up. *Eur Radiol* (2004) 14:514–518.
- 59- Santos D, Morrison G, Coda A. Sclerosing alcohol injections for the management of intermetatarsal neuromas: a systematic review. *The Foot* <https://doi.org/10.1016/j.foot.2017.12.003>
- 60- Gali J, Caetano E, Santoro A, Rodrigues L, Silva M. As infiltrações são mesmo prejudiciais? *Rev Bras Ortop* \_ Vol. 35, Nº 5 – Maio, 2000
- 61- Choi J, Lee H, Hyun Hong W, Soo Suh J, Hur J. Corticosteroid Injection for Morton’s Interdigital Neuroma: A Systematic Review. *Clinics in Orthopedic Surgery* 2021;13:266-277 <https://doi.org/10.4055/cios20256>
- 62- Schon LC. Morton Neuroma : Primary and Secondary Neurectomy. *J Am Acad Orthp Sur*. 2008;16:550–557
- 63- William R. Adams. Morton’s Neuroma. *Clin Podiatr Med Surg* 27 (2010) 535–545
- 64- Wu Kent. Morton's Interdigital Neuroma: A Clinical Review of Its Etiology, Treatment, and Results. *THE JOURNAL OF FOOT AND ANKLE SURGERY*. volume 35, number 2, 1996.
- 65- Lui, T. (2017). Endoscopic Interdigital Neurectomy of the Foot. *Arthroscopy Techniques*, 6(4), pp.e959-e965.
- 66- Barrett SL. Endoscopic Decompression of Intermetatarsal Nerve (EDIN) for the Treatment of Morton’s Entrapment— Multicenter Retrospective Review. *Open J. Orthop*. 2012;02(02):19–24.
- 67- Coughlin MJ, Pinsonneault T. Operative treatment of interdigital neuroma. A long-term follow-up study. *J. Bone Joint Surg. Am*. 2001;83-A(9):1321–1328.
- 68- Climent J, Gomez F, Rodríguez C, Gómez-Gallego D, Martín-Medina P. Treatment of Morton Neuroma with Botulinum Toxin A: A Pilot Study. *Clin Drug Investig* (2013) 33:497–503.
- 69- Bittman R, Gail L. Peters, Newsome J, Friedberg E, Mitchell J, Knight J, Prologo D. Percutaneous Image-Guided Cryoneurolysis. *Vascular and Interventional Radiology*. 210, February 2018.
- 70- Matthews B, Hurn S, Harding M, Henry R, Ware R. The effectiveness of non-surgical interventions for common plantar digital compressive neuropathy (Morton’s neuroma): a systematic review and meta-analysis. *Journal of Foot and Ankle Research* (2019) 12:1-21.
- 71- Munir U, Tafti D, Morgan S. Morton Neuroma. [Updated 2022 Oct 25]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470249/>

72-Lu V, Puffer R, Everson M, Gilder H, Burks S, Spinner R. Treating Morton's neuroma by injection, neurolysis, or neurectomy: a systematic review and meta-analysis of pain and satisfaction outcomes. *Acta Neurochirurgica*. Springer Nature 2020.

73- Graván Salazar, Garvayo Merino, Martínez Martín et al. Cirugía percutánea en el neuroma de morton. Revisión de casos. *Rev. S. And. Traum. y Ort.*, 2016; 33 (1/4): 39-45

74-Bauer T, Gaumetou E, Klouche S. et al, 2015. Metatarsalgia and Morton's Disease: Comparison of Outcomes Between Open Procedure and Neurectomy Versus Percutaneous Metatarsal Osteotomies and Ligament Release With a Minimum of 2 Years of Follow-Up. *The Journal Of Foot And Ankle Surgery*, 54(3), pp. 373-377.

**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS ABEL SALAZAR**

