André Leal Gonçalves Torres

**Estudo da anatomia do nervo tibial e seus
ramos ao nível do terço distal da perna**

São Paulo

2011

André Leal Gonçalves Torres

**Estudo da anatomia do nervo tibial e seus
ramos ao nível do terço distal da perna**

Tese apresentado à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Ciências

Programa de: Cirurgia Plástica
Orientador: Prof. Dr. Marcus Castro Ferreira

São Paulo

2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Torres, André Leal Gonçalves

Estudo da anatomia do nervo tibial e seus ramos ao nível do terço distal da
perna / André Leal Gonçalves Torres. -- São Paulo, 2011.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Cirurgia Plástica.

Orientador: Marcus Castro Ferreira.

Descritores: 1.Túnel do tarso/anatomia & histologia 2.Nervo tibial/anatomia &
histologia 3.Síndrome do túnel do tarso 4.Nervos periféricos 5.Cadáver 6.Dissecação

USP/FM/DBD-140/11

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia da A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas

Lista de Tabelas

Lista de Figuras

Resumo

Summary

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Neuropatia diabética	10
1.2 Tratamento cirúrgico da compressão no túnel do tarso	13
1.3 Anatomia topográfica e descritiva do terço distal medial da perna	14
2 OBJETIVO	19
3 MATERIAL E MÉTODO	20
4 RESULTADOS.....	27
4.1 Bifurcação do nervo tibial nos nervos plantares	27
4.2 Ramo calcâneo medial.....	31
4.3 Ramo calcâneo inferior	38
5 DISCUSSÃO.....	42
6 CONCLUSÕES	52
7 REFERÊNCIAS	53

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

cm	Centímetro
col.	Colaborador(es)
Dr.	Doutor
EMC	Eixo maleolar-calcaneal
mm	Milímetro
p.	Página
Prof.	Professor

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão do nervo calcâneo medial, segundo o número de ramos.	31
Tabela 2 - Divisão dos ramos calcâneos mediais, segundo nervos de origem.	31
Tabela 3 - Ramos calcâneos mediais, segundo nervo de origem e quantidade de ramos.	34
Tabela 4 - Padrões de apresentação dos ramos calcâneos mediais.	35
Tabela 5 - Divisão dos ramos calcâneos inferiores, segundo local e origem.	39
Tabela 6 - Localização da bifurcação do nervo tibial em relação ao túnel do tarso. .	44
Tabela 7 - Comparação dos achados referentes à bifurcação após classificação por	45
Tabela 8 - Variações anatômicas do nervo calcâneo medial encontradas na literatura.	47
Tabela 9 - Localizações proximais dos ramos calcâneos mediais na literatura.....	48
Tabela 10 - Comparativo da divisão do ramo calcâneo inferior, de acordo com sua origem.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ramos terminais do nervo tibial	17
Figura 2 - Marcação da área a ser dissecada.	21
Figura 3 - Sistema fascio-retinacular: sem limites definidos.	22
Figura 4 - Elevação dos retalhos cutâneos e fasciais e separação do feixe vascular	23
Figura 5 - Material utilizado nas dissecções.....	23
Figura 6 - Eixo maleolar-calcaneal (EMC) e limites do retináculo.	24
Figura 7 - Paquímetro digital (mm).	25
Figura 8 - Localização das bifurcações do nervo tibial em relação ao EMC.....	28
Figura 9 - Bifurcação tipo I.	28
Figura 10 - Bifurcação tipo II.	29
Figura 11 - Bifurcação tipo III.....	29
Figura 12 - Bifurcação tipo IV.....	30
Figura 13 - Ramo calcâneo medial – origem do nervo tibial.	32
Figura 14 - Ramo calcâneo medial – origem do nervo plantar medial.	32
Figura 15 - Ramo calcâneo medial – origem do nervo plantar lateral.....	33
Figura 16 - Ramo calcâneo medial – origem da bifurcação.....	33
Figura 17 - Exemplo do padrão nº 1.	35
Figura 18 - Exemplo do padrão nº 2.....	35
Figura 19 - Exemplo do padrão nº 3	35
Figura 20 - Exemplo do padrão nº 4.....	35
Figura 21 - Exemplo do padrão nº 5	36
Figura 22 - Exemplo do padrão nº 6.....	36
Figura 23 - Exemplo do padrão nº 7	36

Figura 24 - Exemplo do padrão n° 8.	36
Figura 25 - Exemplo do padrão n° 9	36
Figura 26 - Exemplo do padrão n° 10.	36
Figura 27 - Exemplo do padrão n° 11	37
Figura 28 - Exemplo do padrão n° 12.	37
Figura 29 - Ramo calcâneo medial – origem a 346,60 mm proximais ao EMC.	37
Figura 30 - Ramos calcâneos mediais: distâncias em relação ao EMC.	38
Figura 31 - Distâncias das emissões dos ramos calcâneos inferiores em relação ao EMC	39
Figura 32 - Ramo calcâneo inferior – origem do nervo tibial.	40
Figura 33 - Ramo calcâneo inferior – origem do nervo plantar lateral.	40
Figura 34 - Ramo calcâneo inferior – origem da bifurcação.	41
Figura 35 - Ramo calcâneo inferior – origem do tronco comum com o plantar lateral e o calcâneo medial	41

RESUMO

Torres ALG. *Estudo da anatomia do nervo tibial e seus ramos ao nível do terço distal da perna [tese]*. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2011. 58p.

INTRODUÇÃO: Estudos experimentais e clínicos, realizados por diversos autores, demonstraram a susceptibilidade à compressão nervosa periférica na vigência da diabetes mellitus e modificações na evolução natural da doença após descompressões nervosas cirúrgicas dos sítios propícios a constrição neural. Em membros inferiores, a síndrome do túnel do tarso sobreposta às neuropatias vigentes ainda gera conflitos na literatura. A anatomia do nervo tibial e seus ramos ao nível do terço distal da perna e túnel do tarso apresentam variações importantes que não são contempladas nos livros texto e atlas de anatomia. **OBJETIVO:** Determinar, através de dissecação em cadáveres frescos, a anatomia topográfica do nervo tibial e seus ramos ao nível do tornozelo, em relação ao túnel do tarso. **MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi realizado através da dissecação anatômica bilateral de 26 cadáveres frescos. Foi fixada, entre o cento do maléolo medial e o centro do calcâneo, uma linha de referência (eixo maleolar-calcaneal). Com base nesse eixo as localizações da bifurcação do nervo tibial e dos ramos calcâneos mediais e inferiores foram aferidas em milímetros. Para as bifurcações foi estabelecida uma classificação por tipos de I a V, baseada no posicionamento em relação ao túnel do tarso (definido como dois centímetros proximais e distais ao eixo). Para os ramos calcâneos, a quantidade e seus respectivos nervos de origens também foram analisados. Os resultados foram transformados em taxas (porcentagem) e comparados aos achados de outros estudos. **RESULTADOS:** Vinte e seis cadáveres (50 pernas) foram pesquisados. A bifurcação do nervo tibial ocorreu sob o túnel em 88% dos casos e proximalmente em 12%. Tivemos o tipo I em 52%, tipo II em 14%, tipo III em 22%, tipo IV em 12% e o tipo V não foi visualizado. Quanto ao ramo calcâneo medial encontramos: um (58%), dois (34%) e três (8%), com a origem mais comum ocorrendo do nervo tibial (90%). De um total de 75 ramos calcâneos mediais dissecados, 40 tiveram sua origem fora do túnel proximalmente (53,3%) e os demais dentro. Com referência ao ramo calcâneo inferior, constatou-se a presença de um único ramo por perna, com 92% emergindo sob o retináculo flexor, 4% proximalmente e 4% distalmente a ele. A origem mais comum foi do nervo plantar lateral (70%), seguida do nervo tibial (18%). **CONCLUSÕES:** 1- A bifurcação do nervo tibial nos ramos plantares medial e lateral ocorreu sob o retináculo flexor em 88% das pernas, localizando-se, em 70% das vezes, em uma área compreendida entre 10 mm proximais e distais ao EMC. 2- O ramo calcâneo medial apresentou grande variação tanto na sua origem e número de ramos quanto na sua localização em relação ao túnel do tarso. A apresentação de um ramo com origem do nervo tibial, no túnel ou proximalmente a ele, foi a mais observada (58%). 3- O ramo calcâneo inferior esteve sempre presente e com certo grau de variação quanto a sua origem. A apresentação de ramo único oriundo do nervo plantar lateral foi a mais constante (70%).

Descritores: Túnel do tarso/anatomia & histologia; Nervo tibial/anatomia & histologia; Síndrome do túnel do tarso; Nervos periféricos; Cadáver; Dissecação.

SUMMARY

Torres ALG. *Study of the anatomy of the tibial nerve and its branches at the distal third of the leg*. [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2011. 58p.

INTRODUCTION: Experimental and clinical studies developed by several authors displayed the susceptibility to peripheral nerve compression in the presence of diabetes mellitus and changes in the natural evolution of the disease after surgical nerve decompressions of the propitious sites of neural constriction. In lower members, the tarsal tunnel syndrome overlapped on neuropathies still generates conflicts in the available literature. The tibial nerve and its branches anatomy at the distal leg level present significant variations that are not contemplated in textbooks and anatomy atlas. **OBJECTIVE:** Determine through dissection in fresh cadavers, the topographic anatomy of the tibial nerve and its branches at the ankle, in relation to the tarsal tunnel. **MATERIAL AND METHODS:** The study was accomplished through bilateral anatomical dissection of 26 fresh cadavers. A reference line was fixed between the center of medial malleolus and the center of calcaneus (malleolar-calcaneal axis - MCA). Based on this axis, the locations of the tibial nerve bifurcation and its medial and lower calcaneal branches were measured in millimeters. For the bifurcations, it was established a classification by types I to V, based in positioning related to the tarsal tunnel (defined as two centimeters proximal and distal to the axis). For the calcaneal branches, the amount and their respective nerves of origin were also analyzed. The results were transformed in rates (percentages) and compared with findings of other studies. **RESULTS:** Twenty six cadavers (50 legs) were investigated. The tibial nerve bifurcation occurred under the tunnel in 88% of the cases and proximally in 12%. The study had the type I in 52%, type II in 14%, type III in 22%, type IV in 12% and type V was not visualized. As for the medial calcaneal branch it was found: one (58%), two (34%) and three (8%), with the most common source occurring in the tibial nerve (90%). A total of 75 medial calcaneal branches dissected, 40 had their origin outside the tunnel proximally (53.3%) and others had within. With reference to the lower calcaneal branch, it was detected the presence of a single branch per leg, with 92% emerging under the flexor retinaculum, 4% proximally and 4% distally to it. The most common origin was the plantar lateral nerve (70%) followed by the tibial nerve (18%). **CONCLUSIONS:** 1- The bifurcation of the tibial nerve in the medial and lateral plantar branches occurred under the flexor retinaculum in 88% of the legs, locating, 70% of the time, in an area between 10 mm proximal and distal to the MCA. 2- The medial calcaneal branch presented wide variation as much in its origin as in its location in relation to the tarsal tunnel. The presentation of one branch originating from the tibial nerve in the tunnel or proximally to it was the most observed (58%). 3- The lower calcaneal branch was always present and with a certain degree of variation related to its origin. The presentation of a single branch from the lateral plantar nerve was the most constant (70%).

Descriptors: Tarsal tunnel/ anatomy & histology; Tibial nerve/ anatomy & histology; Tarsal tunnel syndrome; Peripheral nerves; Dissection.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Neuropatia diabética

Como parte integrante evolutiva da diabetes mellitus, as neuropatias se apresentam como entidades diversas. Dentre elas, a forma mais comum ocorre como uma polineuropatia distal simétrica, sensorial e motora (em luvas e meias).

Sua história natural já foi amplamente estudada e descrita, se mantendo inalterada com o passar do tempo. Estudos realizados há mais de meio século já mostravam taxas de neuropatia de 12% na época do diagnóstico e incrementos na ordem de 50% passados 25 anos de doença¹.

Apesar de esforços e estudos no âmbito do controle da doença e de suas complicações, objetivando a euglicemia, observou-se que não se conseguiu prevenir a ocorrência da neuropatia, apesar da redução na sua incidência². Apresenta-se, então, como um problema progressivo e irreversível³.

Através dos conhecimentos científicos acumulados, a fisiopatologia da neuropatia é aceita como de origem multifatorial e vários mecanismos desempenham papel na apresentação clínica dessa condição. Desses, há um decréscimo já bem documentado no componente lento do fluxo axoplasmático, o que diminui bastante o envio proteico necessário aos reparos da membrana celular do axônio⁴. Além disso, os elevados níveis glicêmicos da doença atingem diretamente os nervos, sofrendo

localmente um processo metabólico chamado de glicolização, do qual resultam subprodutos finais com capacidade de se ligarem à matriz extracelular.

Dentro desse processo, carregada pela aldose redutase, ocorre a metabolização da glicose em frutose e, em seguida, em sorbitol, um açúcar bastante hidrofílico, aumentando o conteúdo de água e o volume endoneural. Existe, ainda, a ligação não enzimática direta da glicose ao colágeno intra e epineural, acarretando diminuições significativas na elasticidade e deslizamento das estruturas nervosas.

Como consequência final, ocorre um edema neural e uma perda na elasticidade, gerando alterações na condutibilidade de impulsos nervosos e uma maior propensão à compressão em sítios anatômicos específicos, diminuindo o fluxo sanguíneo intrínseco e incrementando a dinâmica e a extensão das mudanças degenerativas dos nervos comprimidos⁵⁻⁶.

Em 1973, Upton e col. pesquisaram a hipótese de que nervos comprometidos por compressões proximais teriam chance aumentada de apresentar compressões em sítios distais, propensos à constrição, denominando-a de “Double-Crush”. Reconheceram, ainda, que o distúrbio focal proximal pudesse resultar de uma tração ou de uma polineuropatia por doença metabólica, não necessariamente apenas uma compressão⁷. Isto foi posteriormente comprovado em um modelo experimental por Dellon e Mackinnon⁸.

Logo, a síndrome compressiva conhecida como síndrome do túnel do tarso, amplamente estudada e estabelecida desde sua descrição inicial por Kopell e Thompson⁹, em 1960, e consagrada independentemente, em 1962, por Keck¹⁰ e Lam¹¹, pode ter como desencadeante um distúrbio metabólico como a diabetes mellitus.

Esse sinergismo negativo entre a compressão e os outros fatores envolvidos contribui para a progressão clínica da doença, antecipando o desenvolvimento da síndrome do pé diabético.

A perda da sensibilidade protetora leva à infecção, ulceração e amputação. A incidência de ulceração é de 2,5% por ano e ocorre em um de cada seis diabéticos durante sua história de vida¹²⁻¹⁴. Apesar dos esforços para diminuir o número de amputações nos Estados Unidos, desde melhores controles glicêmicos até monitoramentos de exames de sensibilidade, o número de amputações cresceu de 54.000, em 1990¹⁵, para 92.000, em 1999¹⁶. O custo anual da neuropatia diabética e suas complicações varia entre US\$ 4.6 e US\$ 13.7 bilhões nos Estados Unidos¹⁷.

Apesar da falta de estudos globais sobre a diabetes, estimativas dão conta que a sua prevalência, para todas as faixas etárias, no ano de 2000, seja de aproximadamente 2,8% e, para 2030, a projeção atinge a proporção de 4,4%. Em relação ao total do número de indivíduos, estima-se um aumento de 171 milhões de diabéticos em 2000 para 366 milhões em 2030¹⁸.

Em nosso meio, a Disciplina de Cirurgia Plástica da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP) tem se preocupado com a avaliação da sensibilidade em membros inferiores de pacientes diabéticos, visando determinar evidências quantitativas das alterações nos limiares de pressão e associações com síndromes compressivas¹⁹⁻²¹.

1.2 Tratamento cirúrgico da compressão no túnel do tarso

Desde a década de 80, inúmeros trabalhos clínicos e experimentais foram realizados por diversos autores na tentativa de demonstrar uma alteração na história natural do desenvolvimento do pé diabético através do tratamento cirúrgico descompressivo para a síndrome do túnel do tarso sobreposta às neuropatias básicas²²⁻³⁰. Os resultados se mostraram animadores e com evidências clínicas de benefícios no controle da progressão dos danos neurais.

Apesar disso, há um conflito de sociedades clínicas de diabetologia e neurologia contra os defensores da cirurgia. Os primeiros contraindicam esta prática por falta de clareza nas definições de neuropatia e neuropatia com compressão sobreposta, além de definirem alguns dos trabalhos previamente citados como de baixa qualidade científica. Dentro de uma classificação de evidências para artigos terapêuticos, que vai de I a IV, todos, ao final, acabaram por receber o último escore (evidências de estudos não controlados, série de casos, relatos de casos ou opinião de especialista)³¹⁻³².

Em 2008, em resposta aos questionamentos, Dellon, através de meta-análise crítica sobre percepções a respeito da síndrome do túnel do tarso e neuropatia, traçou as bases das evidências clínicas multicêntricas dos benefícios das descompressões em pacientes com neuropatia e compressão nervosa associada³³. Ainda naquele ano, apresentou técnica para neurólise em pacientes com neuropatia e compressão nervosa crônica nos membros inferiores³⁴.

A linha de pesquisa sobre nervos periféricos, mais especificamente das neuropatias compressivas em pacientes diabéticos, encontra campo para novos estudos, seguindo padrões que aumentem a sua credibilidade científica. Inserido nesse contexto, os estudos anatômicos dos sítios com maior probabilidade a compressões neurais são importantes para a compreensão e conhecimento das possíveis variações anatômicas.

1.3 Anatomia topográfica e descritiva do terço distal medial da perna

A descrição clássica da anatomia da face medial do terço distal da perna e tornozelo é encontrada nos livros textos e atlas de anatomia (Figura 1): o túnel do tarso é a continuação do compartimento profundo posterior da perna direcionado ao aspecto plantar do pé. Apresenta-se como uma estrutura ósseo-fibrosa localizada atrás do maléolo medial. O assoalho ósseo é formado pela superfície medial do talus, sustentaculum tali e parede medial do calcâneo. O teto fibroso é o retináculo flexor, conhecido, também, como ligamento lacinato. O retináculo flexor é a continuação da aponeurose superficial e profunda da perna na sua borda posterior. Encontra-se conectado anteriormente à ponta do maléolo medial e sua borda anterior é contígua à aponeurose dorsal do pé.

Da sua fixação ao maléolo medial ele se estende posteriormente para inserir-se no perióstio da tuberosidade medial do calcâneo e para a aponeurose plantar. A base do retináculo corresponde à borda superior do músculo abductor do hálux e, a esse

nível, divide-se em uma fascia superficial e outra profunda, contornando esse músculo. Essa continuidade tecidual da margem distal, associada à falta de uma demarcação clara proximalmente entre sua margem e a fascia profunda da perna, especialmente a camada transversa profunda da fascia profunda, torna a delimitação do retináculo imprecisa⁵⁰.

O retináculo flexor converte os sulcos na tíbia e no calcâneo em canais para os tendões e em pontes sobre os vasos tibiais posteriores e o nervo tibial. A esse nível, as estruturas que pertencem ao túnel do tarso são, de medial para lateral, o tendão do tibial posterior, o tendão do flexor longo dos dedos, artéria tibial e veias comitantes, nervo tibial e o tendão do flexor longo do hálux. Nesse ponto, citam-se como ramos terminais do nervo tibial o nervo calcâneo medial e os nervos plantares medial e lateral⁵⁰⁻⁵⁴.

O nervo calcâneo medial origina-se do nervo tibial e perfura o retináculo flexor para inervar a pele do calcanhar e da face medial da face plantar⁵⁰. Pode originar-se antes do nervo tibial penetrar no túnel do tarso ou no interior do mesmo⁵².

O nervo plantar medial é o ramo mais largo da divisão terminal do tibial e encontra-se lateral à artéria plantar medial. De sua origem sob o retináculo flexor ele passa profundamente ao abdutor do hálux, penetrando em túnel próprio separado do ramo lateral e depois aparece entre esse músculo e o flexor curto dos dedos, gerando o ramo digital medial próprio do hálux. Depois se divide, próximo à base do metatarso, em três nervos digitais plantares comuns. Fornece inervação motora para os músculos abdutor do hálux, flexor curto dos dedos, flexor do hálux e o primeiro lumbrical e recebe aferência sensitiva dos dois terços mediais da região plantar,

superfícies dorsais do primeiro, segundo, terceiro e metade medial do quarto dedos⁵⁰⁻

⁵⁴.

O nervo plantar lateral passa lateralmente, seguindo posição medial à artéria plantar lateral. Origina-se dentro do túnel do tarso e, distalmente, penetra em túnel próprio, coberto pela fascia que irá constituir a aponeurose plantar. Fornece inervação motora para os músculos abductor do quinto dedo, quadrado plantar, flexor curto do quinto dedo, adutor do hálux, interósseos e segundo, terceiro e quarto lumbricais. Recebe aferência sensitiva do terço lateral da região plantar, da superfície dorsal do quinto dedo e da metade lateral da superfície dorsal do quarto dedo⁵⁰⁻⁵⁴.

O ramo calcâneo inferior, denominado também de primeiro ramo do nervo plantar lateral ou calcâneo profundo, é ramificação motora para inervação do músculo abductor do dígito mínimo e propenso a sofrer compressão pela fascia profunda do músculo abductor do hálux⁵⁰⁻⁵⁴.

Figura 1 - Ramos terminais do nervo tibial⁵⁰.

Em relação ao nervo tibial, seus ramos e túneis osteofibrosos, vários estudos científicos de cunho anatômico foram desenvolvidos por autores como Horwitz (1938³⁵), Dellon e col. (1984³⁶), Heimkes e col. (1987³⁷), Havel e col. (1988³⁸), Didia e col. (1990³⁹), Davis e col. (1995⁴⁰), Louisia e col. (1999⁴¹), Dellon e col. (2002⁴²), Ndiaye e col. (2003⁴³), Bilge e col. (2003⁴⁴), Joshi e col. (2006⁴⁵), Govsa e col. (2006⁴⁶), e, em especial no nosso país, Moraes Filho e col. (2000⁴⁷ e 2007⁴⁸) e Fernandes e col. (2006⁴⁹).

Diferentemente das descrições disponíveis nos livros textos e atlas de anatomia, esses autores encontraram padrões variados de localização da bifurcação do nervo

tibial, assim como uma variedade, tanto no sítio de origem quanto no número de ramos do nervo calcâneo medial.

A constatação de que a síndrome do túnel do tarso, considerada rara na população em geral, poderia se instalar em um público cada vez maior amplia, sem dúvida, o número de candidatos a intervenções em uma área com anatomia sujeita a variações.

Tentativas de se estabelecer um padrão único para o feixe vâsculo-nervoso tibial posterior em seus túneis osteofibrosos é tarefa impossível, mas traçar padrões e frequências com que certas variações ocorrem em determinada amostra e compará-las aos achados de trabalhos anatômicos desenvolvidos apresenta-se como uma maneira de clarear e nortear os caminhos daqueles que buscarão a descompressão neuronal com o mínimo de iatrogenia.

2 OBJETIVO

Determinar, através de dissecação em cadáveres frescos, a anatomia topográfica do nervo tibial e seus ramos ao nível do tornozelo, em relação ao túnel do tarso.

3 MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi realizado através da dissecação anatômica bilateral de 26 cadáveres frescos, procedidas no Serviço de Verificação de Óbitos da capital – USP (SVOC) e no Instituto de Medicina Legal Nina Rodrigues (IML-BA).

A seleção do número da amostra teve como base o tempo necessário para dissecação de cada perna e a dificuldade de acesso a este sítio anatômico do corpo humano para dissecações em cadáveres frescos (restrito aos não requeridos – indigentes).

Em cada procedimento os pés permaneceram em posição neutra e a exploração cirúrgica iniciou-se a 15 centímetros proximais do centro do maléolo medial, continuando distalmente até a entrada dos nervos plantares na superfície plantar do pé. Uma incisão longitudinal contemplou toda essa distância e duas incisões transversais, uma em cada extremidade da incisão longitudinal, complementaram o acesso, facilitando a elevação de dois retalhos cutâneos, com exposição ampla da região (Figura 2).

Figura 2 - Marcação da área a ser dissecada.

Após elevação dos retalhos cutâneos e em vista da dificuldade em diferenciar essas estruturas, as fascias superficial e profunda foram incisadas e elevadas em conjunto com o retináculo flexor e fascia superficial do músculo abductor do hálux (Figura 3), expondo todas as estruturas que compõem o terço distal medial da perna e tornozelo (tendões do tibial posterior e flexor longo dos dedos, feixe vâsculo-nervoso tibial posterior e tendão do flexor longo do hálux).

Figura 3 - Sistema fascio-retinacular: sem limites definidos.

O feixe vâsculo-nervoso, que é envolto em bainha própria, foi então incisado e as estruturas vasculares separadas do nervo tibial, expondo, assim, trajeto significativo desse nervo pr, intra e ps-túnel do tarso. Para facilitar a visualizao dos ramos terminais, o músculo abductor do hálux foi ressecado a partir de sua origem no calcâneo, mantendo-se sua fascia profunda (Figura 4).

Figura 4 - Elevação dos retalhos cutâneos e fasciais e separação do feixe vascular.

Os procedimentos foram realizados sob magnificação cirúrgica, utilizando-se lupa com aumento de 3,5x e material de dissecção apropriado (Figura5).

Figura 5 - Material utilizado nas dissecções.

Após essa etapa inicial, uma linha de referência (eixo maleolar-calcaneal - EMC) foi fixada entre o cento do maléolo medial e a tuberosidade medial do calcâneo, de acordo com as descrições de Dellon e Mackinnon³⁶. Utilizou-se, para

isso, um fio de algodão zero fixado ao periósteo dos respectivos parâmetros anatômicos com ponto simples de mononylon 3-0.

Devido à falta de clareza anatômica em se distinguir o término da fascia profunda, o início do ligamento retinacular, seu fim e o início da fascia do abdutor do hálux, o túnel do tarso ficou definido estendendo-se dois centímetros proximais e distais a esse eixo³⁶ (Figura 6).

Figura 6 - Eixo maleolar-calcaneal (EMC) e limites do retináculo.

Em relação ao EMC, foram aferidas, por meio de um paquímetro digital devidamente calibrado em milímetros, as distâncias dos parâmetros anatômicos em questão, sendo cada medida realizada quatro vezes e a média das mesmas computadas como valor final (Figura 7).

Figura 7 - Paquímetro digital (mm).

Foram determinadas:

- 1- Localização da bifurcação do nervo tibial nos nervos plantares.
- 2- Localizações do(s) ramo(s) calcâneo medial.
- 3- Origem do(s) ramo(s) calcâneo medial.
- 4- Quantidade de ramos calcâneos mediais.
- 5- Localização do(s) ramo(s) calcâneo inferior.
- 6- Origem do ramo calcâneo inferior.
- 7- Quantidade de ramos calcâneos inferior.

A bifurcação do nervo tibial foi classificada, com relação ao EMC, em cinco subtipos baseando-se na proposta inicial de Bilge⁴⁴, adaptada e ampliada: tipo I representa que a bifurcação é proximal ao eixo, mas dentro do túnel do tarso; tipo II representa que a bifurcação ocorre no eixo; tipo III representa que a bifurcação é distal ao eixo, mas dentro do túnel do tarso; tipo IV representa que a bifurcação é

proximal ao eixo, porém fora do túnel do tarso; tipo V representa que a bifurcação é distal ao eixo e fora do túnel.

Os ramos calcâneos mediais foram agrupados de acordo com os padrões encontrados, procurando estabelecer o padrão mais frequente. Foram, também, analisados quanto ao número de ramos e nervo de origem, assim como o nível em que se estabeleceu a ramificação, em relação ao EMC. O mesmo procedimento foi aplicado ao ramo calcâneo inferior.

Os dados foram catalogados para cada membro (direito e esquerdo) de cada indivíduo através de ficha protocolo específica e os resultados foram transformados em taxas (porcentagem), tabulados e comparados aos dados disponíveis em trabalhos publicados da literatura.

Todas as dissecções tiveram sua documentação fotográfica científica realizada por uma máquina fotográfica digital Nikon COOLPIX S52, sendo os achados mais pertinentes aqui demonstrados.

4 RESULTADOS

Vinte e seis cadáveres foram submetidos às dissecções, totalizando 50 pernas (duas apresentavam problemas estruturais secundários a traumatismo direto, impossibilitando os procedimentos).

4.1 Bifurcação do nervo tibial nos nervos plantares

A bifurcação do nervo tibial em nervos plantar medial e lateral ocorreu no interior do retináculo em 44 membros estudados (88%). Em seis peças a divisão ocorreu proximal ao retináculo dos flexores (12%). Aplicando a classificação por tipos, tivemos: tipo I em 26 casos (52%), tipo II em sete (14%), tipo III em 11 (22%), tipo IV em seis (12%) e o tipo V não foi visualizado (figuras de 8 a 12).

Figura 8 - Localização das bifurcações do nervo tibial em relação ao EMC.

Figura 9 - Bifurcação tipo I.

Figura 10 - Bifurcação tipo II.

Figura 11 - Bifurcação tipo III.

Figura 12 - Bifurcação tipo IV.

As bifurcações do nervo tibial, no interior do túnel do tarso, ocorreram, em média, a 7,23 mm (1,81 mm a 14,86 mm), quando identificadas em topografia proximal ao EMC, e a 7,72 mm (2,13 mm a 19,23 mm), quando em topografia distal, com 70% das mesmas ocorrendo dentro de uma área correspondente a 10 mm proximais e distais ao eixo. As seis divisões proximais ao túnel do tarso ocorreram a 22,31 mm, 24,71 mm, 27 mm, 46 mm e 53 mm e 53,30 mm (média de 37,72 mm).

Os nervos plantares sempre penetraram em túneis osteofibrosos próprios, tendo como teto a fascia profunda do músculo abductor do hálux e separados por um septo fibroso conectando o teto ao assoalho ósseo.

4.2 Ramo calcâneo medial

Os ramos calcâneos mediais foram visualizados em apresentações que variaram de uma a três ramificações. A presença de um ramo ocorreu em 29 casos (58%), dois em 17 casos (34%) e três em quatro casos (8%). A divisão do nervo calcâneo medial segundo o número de ramos e porcentagem está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Divisão do nervo calcâneo medial, segundo o número de ramos.

Numero de ramos	No de casos	%
Um	29	58 %
Dois	17	34 %
Três	04	8 %
Total	50	100 %

Quanto à origem dos ramos calcâneos mediais, 45 casos (90%) vieram do tronco do tibial, um (2%) do plantar lateral, dois (4%) do tibial e plantar lateral e dois (4%) do tibial e plantar medial (Tabela 2 e figuras de 13 a 16).

Tabela 2 - Divisão dos ramos calcâneos mediais, segundo nervos de origem.

Origem	No de casos	%
Tibial	45	90%
Plantar lateral	01	2%
Tibial e plantar lateral	02	4%
Tibial e plantar medial	02	4%
Total	50	100%

Figura 13 - Ramo calcâneo medial – origem do nervo tibial.

Figura 14 - Ramo calcâneo medial – origem do nervo plantar medial.

Figura 15 - Ramo calcâneo medial – origem do nervo plantar lateral.

Figura 16 - Ramo calcâneo medial – origem da bifurcação.

Na Tabela 3 podemos visualizar a distribuição dos ramos calcâneos mediais segundo nervo de origem e quantidade de ramos.

Tabela 3 - Ramos calcâneos mediais, segundo nervo de origem e quantidade de ramos.

Origem do ramo	Um		Dois		Três		Total	
	No	%	No	%	No	%	No	%
Tibial	29	100%	14	82,3%	02	50%	45	90%
Plantar lateral	-	-	01	5,9%	-	-	01	2%
Tibial e plantar lateral	-	-	01	5,9%	01	25%	02	4%
Tibial e plantar medial	-	-	01	5,9%	01	25%	02	4%
total	29	100%	17	100%	04	100%	50	100%

Essas ramificações ocorreram sob o retináculo flexor em 27 peças (54%). Em 23 (46%) apenas o nervo tibial emitiu tais ramos dentro do túnel; em duas (4%) os nervos tibial e plantar lateral emitiram tais ramos; e em duas peças (4%) as ramificações tiveram origem dos nervos tibial e plantar medial. A distância mínima dos ramos calcâneos, em relação ao EMC, foi de 2,37 mm proximal e 4,67 mm distalmente. A máxima foi de 19,40 mm e 10,87 mm, respectivamente.

Em 31 peças (62%) observou-se a emissão de ramos calcâneos proximalmente ao retináculo; em 30 peças (60%) apenas o nervo tibial originou tais ramos; e em uma peça (2%) identificamos ramos calcâneos como provenientes do nervo plantar lateral. Os padrões encontrados estão dispostos na Tabela 4 e ilustrados nas figuras de 17 a 28.

Tabela 4 - Padrões de apresentação dos ramos calcâneos mediais.

Padrões	(n)	%
1- Ramo único do NT proximal ao túnel	16	32%
2- 02 ramos do NT proximais ao túnel	06	12%
3- 02 ramos do NT: 01 no túnel e 01 proximal	04	8%
4- 2 ramos do NT no túnel	04	8%
5- 01 ramo do NT proximal ao túnel e 01 ramo do NPL no túnel	01	2%
6- 02 ramos do NPL proximais ao túnel	01	2%
7- 01 ramo do NT proximal e 01 ramo do NPM dentro do túnel	01	2%
8- Ramo único do NT no túnel	13	26%
9- 02 ramos do NT no túnel e 01 ramo do NPL no túnel	01	2%
10- 03 ramos do NT no túnel	01	2%
11- 02 ramos do NT proximais ao túnel e 01 ramo do NPM no túnel	01	2%
12- 03 ramos do NT: 02 proximais e 01 dentro do túnel	01	2%
Total	50	100%

Obs: NT = nervo tibial; NPL = nervo plantar lateral; NPM = nervo plantar medial

Figura 17 - Exemplo do padrão nº 1. **Figura 18 - Exemplo do padrão nº 2.** **Figura 19 - Exemplo do padrão nº 3.** **Figura 20 - Exemplo do padrão nº 4.**

Figura 21 - Exemplo do padrão nº 5.

Figura 22 - Exemplo do padrão nº 6.

Figura 23 - Exemplo do padrão nº 7.

Figura 24 - Exemplo do padrão nº 8.

Figura 25 - Exemplo do padrão nº 9.

Figura 26 - Exemplo do padrão nº 10.

Figura 27 - Exemplo do padrão nº 11.

Figura 28 - Exemplo do padrão nº 12.

Nove ramos proximais apresentavam suas origens a distâncias superiores aos 15 cm de exposição propostos, se fazendo necessária uma ampliação do acesso. A menor estava localizada a 176 mm e a maior a 346,60 mm do eixo, com média de 241,10 mm (Figura29).

Figura 29 - Ramo calcâneo medial – origem a 346,60 mm proximais ao EMC.

No total foram encontrados 75 ramos calcâneos mediais, sendo as suas distribuições em relação ao EMC apresentadas na Figura 30.

Figura 30 - Ramos calcâneos mediais: distâncias em relação ao EMC.

4.3 Ramo calcâneo inferior

Já em relação ao ramo calcâneo inferior, sua constância foi de 100%, com 92% das ramificações ocorrendo dentro do retináculo flexor, 4% proximais a ele e 4% distais. As mesmas sempre se posicionaram distais às ramificações calcâneas mediais e com apenas um ramo por perna. As respectivas distâncias das ramificações, em relação ao EMC, estão apresentadas na Figura 31.

Figura 31 - Distâncias das emissões dos ramos calcâneos inferiores em relação ao EMC.

Quanto à sua origem, em nove casos (18%) a emissão ocorreu do nervo tibial, em quatro (8%) da bifurcação, em 35 (70%) do nervo plantar lateral e em dois (4%) do tronco comum com o nervo plantar lateral e o ramo calcâneo medial (Tabela 5 e figuras de 32 a 35).

Tabela 5 - Divisão dos ramos calcâneos inferiores, segundo local e origem.

Origem	No de casos	%
Tibial	09	18%
Plantar lateral	35	70%
Bifurcação	04	8%
Tronco comum com o plantar lateral e calcâneo medial	02	4%
Total	50	100%

Figura 32 - Ramo calcâneo inferior – origem do nervo tibial.

Figura 33 - Ramo calcâneo inferior – origem do nervo plantar lateral.

Figura 34 - Ramo calcâneo inferior – origem da bifurcação.

Figura 35 - Ramo calcâneo inferior – origem do tronco comum com o plantar lateral e o calcâneo medial.

Nas 35 pernas com origem do nervo plantar lateral, o calcâneo inferior se apresentava como a única ramificação desse nervo.

5 DISCUSSÃO

A anatomia do nervo tibial no terço distal da perna e ao nível do túnel do tarso é descrita, na grande maioria dos livros texto e atlas de anatomia, de forma sucinta e com uma apresentação uniforme, com poucas variações em sua estrutura terminal.

Estudos anatômicos dessa topografia passaram a ganhar mais importância com o estabelecimento e definição de uma patologia compressiva desse nervo, em seu túnel osteofibroso, por Lam¹¹ e Keck¹⁰, introduzindo-se o termo síndrome do túnel do tarso. Em analogia com o membro superior, essa síndrome assemelha-se à síndrome do túnel do carpo, compartilhando, também, o tratamento cirúrgico descompressivo como uma das modalidades terapêuticas. Logo, o conhecimento topográfico da região e de possíveis variações da anatomia tornou-se imperativo.

Associado a isso, a descoberta de que distúrbios metabólicos causados por doenças sistêmicas, dentre elas a diabetes mellitus, podem favorecer o surgimento dessa síndrome em associação com as neuropatias preexistentes, ampliou o número de pacientes candidatos a liberações cirúrgicas do retináculo flexor e túneis osteofibrosos do tarso, gerando controvérsias entre diabetologistas, neurologistas e cirurgiões³¹⁻³⁴.

Como apresentado em tópico anterior, essa anatomia é descrita nos livros texto e atlas de anatomia humana, basicamente como uma terminação dicotômica dentro do túnel e a presença de um ramo para inervação da região calcânea medial. O ramo

calcâneo inferior não foi contemplado com uma descrição. Essa realidade diferiu bastante dos achados deste estudo.

O comparativo com outros estudos anatômicos que utilizaram os mesmos parâmetros para mensuração dos dados pesquisados ajuda a ampliar e enriquecer o conhecimento, expandindo os horizontes daqueles que realizam ou vão passar a realizar procedimentos cirúrgicos ao nível da face medial do tornozelo.

Em concordância com os demais trabalhos da literatura, observou-se aqui uma variação importante dos ramos terminais do tibial, tanto no nível de sua bifurcação quanto no número e origens dos ramos calcâneos medial e inferior, com algumas diferenças nas suas prevalências.

Referente ao tópico bifurcação, encontramos 88% das mesmas ocorrendo sob o retináculo flexor (dois centímetros proximais e distais ao EMC). Comparativamente, Horwitz (1938)³⁵ encontrou em 96% dos casos; Dellon e col. (1984)³⁶ em 94%; Heimkes e col. (1987)³⁷ em 100%; Havel e col. (1988)³⁸ em 93%; Davis e col. (1995)⁴⁰ em 90%; Louisia e col. (1999)⁴¹ e Ndiaye e col. (2003)⁴³ em 90%; Bilge e col. (2003)⁴⁴ em 96%; Joshi e col. (2006)⁴⁵ em 99,9%; Fernandes e col. (2006)⁴⁹ em 86,7% (Tabela 6).

Tabela 6 - Localização da bifurcação do nervo tibial em relação ao túnel do tarso.

Autores	No de casos	Bifurcação dentro do túnel	Bifurcação proximal	Bifurcação distal
Horwitz (1938)	100	96%	4%	-
Dellon (1984)	31	94%	6%	-
Davis (1995)	20	90%	10%	-
Louisia (1999)	15	73%	26%	-
Heimkes (1987)	60	100%	-	-
Havel (1988)	68	93%	7%	-
Ndiaye (2003)	20	90%	10%	-
Bilge (2003)	50	96%	-	4%
Joshi(2006)	112	99,9%	-	0,89%
Fernandes (2006)	30	86,7%	10%	3,3%
Presente estudo (2011)	50	88%	12%	-

Moraes Filho e col. (2000)⁴⁷ observaram, através de parâmetro anatômico diferente dos demais trabalhos supracitados, bifurcações ocorrendo sob o túnel em 65,78% da amostra. Devido a razões óbvias o referido trabalho não será aqui comparado às demais casuísticas com referência a esse tópico.

Observamos também, em consenso com outros autores, que a bifurcação que ocorre dentro do túnel apresenta uma maior proporção de apresentações em uma área correspondente a 10 mm distais e proximais ao EMC. Esse achado se fez presente em 70% das pernas aqui dissecadas.

Tentando uniformizar uma comparação baseada na classificação por tipos aqui proposta, aplicamos a mesma nos trabalhos que apresentaram dados suficientes das respectivas medições que permitiram atingir esse propósito. O resultado do comparativo pode ser apreciado na Tabela 7.

Tabela 7 - Comparação dos achados referentes à bifurcação após classificação por tipos.

Autores	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V
Dellon (1984)	22,58%	54,84%	16,13%	6,45%	-
Heimkes (1987)	100%	-	-	-	-
Havel (1988)	45,59%	38,24%	8,82%	7,35%	-
Louisia (1999)	35,7%	28,6%	7,1%	28,6%	-
Ndiaye (2003)	-	-	90%	10%	-
Bilge (2003)	84%	12%	-	-	4%
Joshi (2006)	85,2%	14,7%	0,89%	-	-
Fernandes (2006)	23,34%	33,33%	30%	10%	3,33%
Presente estudo (2011)	52%	14%	22%	12%	-

As seis peças classificadas como tipo IV ocorreram a distâncias que variaram de 22,31 mm a 53,30 mm em relação ao EMC. Horwitz³⁵ descreveu em quatro peças, com distâncias variando de 75 a 100 mm. Dellon e col.³⁶ encontraram em duas pernas, de um mesmo cadáver, sendo uma a 30 mm e outra a 50 mm do EMC. Havel e col.³⁸ observaram cinco ocorrências, todas a 40 mm do eixo. Davis e col.⁴⁰ descreveram duas ocorrências, uma a 50 mm e outra a 90 mm. Louisia e col.⁴¹ relataram quatro ocorrências, uma a 25 mm, outra a 30 mm e duas a 35 mm. Ndiaye e col.⁴³ a descreveram em duas ocasiões, em um mesmo cadáver, ambas a 50 mm. Fernandes e col.⁴⁹ descreveram em três das peças, sendo duas a 30 mm e a outra a 57 mm. Bilge e col.⁴⁴ e Joshi e col.⁴⁵ não relataram bifurcações do tipo IV.

A importância desses achados parece estar relacionada a uma propensão maior ao desenvolvimento da síndrome do túnel do tarso nesses casos, devido à presença de uma maior área de secção transversa representada pelo nervo já bifurcado em estrutura osteofibrosa estreita e rígida³⁶. Pelo que parece consenso na literatura, essa apresentação é rara e condizente com a raridade dessa síndrome na população em geral.

Em relação aos tópicos sobre o ramo calcâneo medial, encontramos, em pleno consenso com a literatura, variadas apresentações.

No que diz respeito à quantidade de ramos, constatamos a presença de um a três, sendo a apresentação mais comum a de ramo único em 58% das pernas (Tabela 1). Horwitz³⁵ relata apenas a existência de um ou mais ramos, não especificando números. Dellon e col.³⁶ encontraram um ou dois ramos, sendo a primeira mais comum (75%). Davis e col.⁴⁰ observaram de um a três ramos, sendo mais comum dois a três (60%). Havel e col.³⁸ e Ndiaye e col.⁴³ relataram presença de um ou dois ramos, com maior frequência do primeiro em 79% e 80% dos casos, respectivamente. Joshi e col.⁴⁵ e Moraes Filho e col.⁴⁷ encontraram de um a quatro, com mesma porcentagem para um e dois ramos (41,96% cada) no primeiro e um ramo se destacando no segundo trabalho (55,26%). Fernandes e col.⁴⁹ encontraram de uma a cinco ramificações, com a emissão de dois ramos a de maior frequência (46,66%). Heimkes³⁷ e Bilge⁴⁴ não pesquisaram esse ramo nos respectivos trabalhos.

Em trabalhos específicos de pesquisa das variações anatômicas desse ramo, Louisia e col. (1999)⁴¹, Dellon e col. (2002)⁴², Govsa e col. (2006)⁴⁶ e Moraes Filho e col. (2007)⁴⁸ demonstraram presença de um a quatro ramos. A existência de dois foi a mais observada pelos primeiro, segundo e terceiro (60%, 41% e 46%, respectivamente), sendo mais comum ramo único (55%) no quarto trabalho.

Quanto à origem das ramificações, constatamos a maior frequência de emissão das mesmas a partir do nervo tibial, em conformidade com todos os autores, com exceção de Horwitz³⁵ (96% de origem do nervo plantar lateral). Davis e col.⁴⁰ questionam esse dado, achando ser possível que o autor tenha se confundido com o ramo calcâneo inferior, o que pode realmente ocorrer, a nosso ver, caso não se

disseque o músculo abdutor do hálux, permitindo melhor visualização do trajeto desses ramos. Uma visão geral das variações anatômicas dos ramos calcâneos mediais observadas na literatura pode ser vista na Tabela 8.

Tabela 8 - Variações anatômicas do nervo calcâneo medial encontradas na literatura.

Autores	No de ramos	Apresentação mais frequente	Nervo de origem mais frequente	Localização mais frequente das ramificações
Horwitz (1838)	01 ou mais ramos	Não referida	Plantar lateral	Dentro do túnel
Dellon (1984)	01 a 02 ramos	01 ramo	Tibial	Proximal ao túnel
Didia (1990)	01 a 04 ramos	02 ramos	Tibial	Dentro do túnel
Davis (1995)	01 a 03 ramos	02/03 ramos	Tibial	Proximal ao túnel
Havel (1988)	01 a 02 ramos	01 ramo	Tibial	Dentro do túnel
Louisia (1999)	01 a 04 ramos	02 ramos	Tibial	Dentro do túnel
Moraes Filho (2000)	01 a 04 ramos	01 ramo	Tibial	Proximal ao túnel
Dellon (2002)	01 a 04 ramos	02 ramos	Tibial	Dentro do túnel
Ndiaye (2003)	01 a 02 ramos	01 ramo	Tibial	Dentro do túnel
Joshi (2006)	01 a 04 ramos	01/02 ramos	Tibial	Dentro do túnel
Fernandes (2006)	01 a 05 ramos	02 ramos	Tibial	Dentro de túnel
Govsa (2006)	01 a 04 ramos	02 ramos	Tibial	Dentro do túnel
Moraes Filho (2007)	01 a 04 ramos	01 ramo	Tibial	Proximal ao túnel
Presente trabalho (2011)	01 a 03 ramos	01 ramos	Tibial	Proximal ao túnel

Obs: Túnel do tarso definido como 02 cm proximais e distais ao EMC.

O que se observou na maioria dos trabalhos aqui expostos, incluindo o presente, foi a origem desses ramos ocorrendo, preferencialmente, do tronco do nervo tibial, sendo seguida de uma apresentação mista (tibial e plantar lateral) e, por fim, do ramo plantar lateral. A apresentação de uma ramificação oriunda do nervo plantar medial foi descrita apenas por Davis e col. (15%)⁴⁰, Dellon e col. (46%)⁴², Havel e col. (5,9%)³⁸, Govsa e col. (32%)⁴⁶ e Moraes Filho e col. (1,22%)⁴⁸. No nosso estudo houve a presença desse achado, em conjunto com outra ramificação de origem distinta, em dois casos (4%).

Outro fato observado diz respeito às ramificações com localizações proximais ao túnel do tarso. Verificamos esse achado em 31 peças (62%); em 30 foram provenientes apenas do nervo tibial e em uma do nervo plantar lateral. O comparativo com os achados de outros trabalhos encontra-se na Tabela 9.

Tabela 9 - Localizações proximais dos ramos calcâneos mediais na literatura

Autores	% de casos com ramificações proximais ao túnel do tarso
Dellon (1984)	65%
Havel (1988)	45,5%
Davis (1995)	70%
Louisia (1999)	60%
Dellon (2002)	21%
Govsa (2006)	26%
Fernandes (2006)	60%
Moraes Filho (2007)	55%
Presente estudo (2011)	62%

De um total de 75 ramos calcâneos mediais, 40 tiveram sua origem fora do túnel proximalmente (53,3%). A média das distâncias desses ramos, em relação ao EMC, foi de 91,8 mm (21,03 mm a 346,60 mm), sendo observadas em nove peças distâncias maiores que os 150 mm de incisão preconizada para o acesso, fato relatado apenas por Fernandes e col.⁴⁸ em duas ocorrências (170 mm e 367 mm).

Esses achados podem ter repercussões importantes na apresentação da sintomatologia dos pacientes com a síndrome do túnel do tarso, visto que ramos com origens proximais podem apresentar trajetos em plano superficial ao retináculo flexor. Logo, se não penetram no túnel apresentam menor propensão a compressões, mantendo a sensibilidade do seu território de inervação. Essa apresentação justificaria algumas discrepâncias entre a clínica e os exames de eletrocondução.

Também denominado primeiro ramo do nervo plantar lateral, nervo para o músculo abdutor do dígito mínimo, ramo calcâneo profundo, ramo motor do nervo plantar lateral ou nervo de Baxter, o ramo calcâneo inferior é descrito como ramificação motora para inervação do músculo intrínseco abdutor do dígito mínimo, passando profundamente entre a fascia profunda do músculo abdutor do hálux, medialmente, e a borda medial do quadrado plantar, lateralmente^{40, 41, 46}.

Sua importância como causa de dor e desconforto secundários à compressão já eram suspeitadas e investigadas na década de 40 e, em 1960, Kopell e Thompson¹⁶ propuseram que a maioria dos casos de dor no calcanhar seriam causados pela compressão desse nervo. Em 1984, Baxter e Thigpen⁵⁵ reportaram 34 descompressões cirúrgicas em calcanhares de pacientes com compressão do nervo calcâneo inferior, com alívio da dor em 82%.

Em 1986, Rondhuis e Huson⁵⁶ demonstraram, com fortes evidências, que esse ramo não era puramente motor e sim misto, com componente sensitivo para suprir o perióstio da porção medial do calcâneo. A constância dessa ramificação sensitiva para o perióstio foi comprovada tanto por Davis e col.⁴⁰ e Louisia e col.⁴¹ quanto por Govsa e col.⁴⁶.

No nosso estudo, sua presença se fez em 100% dos casos, com apenas um ramo por perna, com 92% das ramificações ocorrendo sob o retináculo flexor, 4% proximais a ele e 4% distais (figura 31). Louisia e col.⁴¹ observaram 93,3% ocorrendo sob o retináculo e 6,7% distais ao túnel. Govsa e col.⁴⁶ e Davis e col.⁴⁰ não descreveram as localizações em relação ao EMC, impossibilitando comparações, mas o primeiro relata que a distância média da origem dos ramos foi de 17,4 mm distais

ao eixo. Usando esse parâmetro, obtivemos uma média de 9,33 mm proximais e 8,7 mm distais ao eixo. O consenso é, realmente, de apenas ramo único por perna.

Quanto à origem, encontramos 18% do nervo tibial, 8% da bifurcação, 70% do nervo plantar lateral e 4% do tronco comum com o plantar lateral e calcâneo medial. Didia e col.³⁹ observaram 81,25% do nervo plantar lateral, 12,5% do nervo tibial e 6,25% do tronco comum com o tibial e o calcâneo medial. Davis e col.⁴⁰ encontraram 100% das ramificações originárias do nervo plantar lateral. Louisia e col.⁴¹ relataram 93,3% do nervo plantar lateral e 6,7% do tronco comum com o plantar lateral e o calcâneo medial.

Em consenso com esses autores observamos a grande maioria das ramificações oriundas do nervo plantar lateral, porém Govsa e col.⁴⁶ observaram 82% do nervo tibial, 10% da bifurcação, 4% do tronco comum com o plantar lateral e o calcâneo medial e apenas 4% do nervo plantar lateral (Tabela 10). Isso demonstra, mais uma vez, o grau de variação possível de ser encontrada nessa anatomia em amostras populacionais diferentes.

Tabela 10 - Comparativo da divisão do ramo calcâneo inferior, de acordo com sua origem.

Autores	Nervo tibial	Bifurcação	Nervo plantar lateral	Tronco comum com plantar lateral e calcâneo medial	Tronco comum com tibial e calcâneo medial
Didia (1990)	12,5%	-	81,25%	-	6,25%
Davis (1995)	-	-	100%	-	-
Louisia (1999)	-	-	93,3%	6,7%	-
Govsa (2006)	82%	10%	4%	4%	-
Presente estudo (2011)	18%	8%	70%	4%	-

Apesar desse ramo nervoso não estar envolvido diretamente com a sensibilidade dérmica da região calcânea, o fato de sua compressão gerar e ser causa de dor

importante em ponto de apoio da região plantar com o solo durante o caminhar leva a alterações na forma com que o paciente posiciona seu pé ao deambular (posicionamento antálgico).

Esse fato proporciona um aumento da pressão em outros sítios plantares que já podem estar sendo alvos de certo grau de comprometimento da sua sensibilidade, incrementando forças danosas para o desenvolvimento de lesões precursoras da síndrome do pé diabético.

6 CONCLUSÕES

1- A bifurcação do nervo tibial nos ramos plantares medial e lateral ocorreu sob o retináculo flexor em 88% das pernas, localizando-se, em 70% dos casos, em uma área compreendida entre 10 mm proximais e distais ao EMC.

2- O ramo calcâneo medial apresentou grande variação tanto na sua origem e número de ramos quanto na sua localização em relação ao túnel do tarso. A apresentação de um ramo com origem do nervo tibial, no túnel ou proximalmente a ele, foi a mais observada (58%).

3- O ramo calcâneo inferior esteve sempre presente e com certo grau de variação quanto a sua origem. A apresentação de ramo único oriundo do nervo plantar lateral foi a mais constante (70%).

7 REFERÊNCIAS

1. Pirart J. [Diabetes mellitus and its degenerative complications: a prospective study of 4,400 patients observed between 1947 and 1973 (author's transl)]. *Diabete Metab.* 1977;3(2):97-107.
2. Group DR. The effect of intensive diabetes therapy on measures of autonomic nervous system function in the Diabetes Control and Complications Trial (DCCT). *Diabetologia.* 1998;41(4):416-23.
3. Coppini DV, Spruce MC, Thomas P, Masding MG. Established diabetic neuropathy seems irreversible despite improvements in metabolic and vascular risk markers--a retrospective case-control study in a hospital patient cohort. *Diabet Med.* 2006;23(9):1016-20.
4. Jakobsen J, Sidenius P. Decreased axonal transport of structural proteins in streptozotocin diabetic rats. *J Clin Invest.* 1980;66(2):292-7.
5. Jakobsen J. Peripheral nerves in early experimental diabetes: expansion of the endoneurial space as a cause of increased water content. *Diabetologia.* 1978;14(2):113-9.
6. Rydevik B, Lundborg G, Bagge U. Effects of graded compression on intraneural blood flow. An in vivo study on rabbit tibial nerve. *J Hand Surg Am.* 1981;6(1):3-12.
7. Upton AR, McComas AJ. The double crush in nerve entrapment syndromes. *Lancet.* 1973;2(7825):359-62.
8. Dellon AL, Mackinnon SE. Chronic nerve compression model for the double crush hypothesis. *Ann Plast Surg.* 1991;26(3):259-64.
9. Kopell HP, Thompson WA. [Peripheral entrapment neuropathies of the lower extremity.]. *N Engl J Med.* 1960;262:56-60.

10. Keck C. The Tarsal-Tunnel Syndrome. *Journal of Bone and Joint Surgery* 1962;44:180-2.
11. Lam SJ. A tarsal-tunnel syndrome. *Lancet*. 1962;2(7270):1354-5.
12. Moss SE, Klein R, Klein BE. The prevalence and incidence of lower extremity amputation in a diabetic population. *Arch Intern Med*. 1992;152(3):610-6.
13. Resnick HE, Valsania P, Phillips CL. Diabetes mellitus and nontraumatic lower extremity amputation in black and white Americans: the National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study, 1971-1992. *Arch Intern Med*. 1999;159(20):2470-5.
14. Frykberg RG. Epidemiology of the diabetic foot: ulcerations and amputations. *Adv Wound Care*. 1999;12(3):139-41.
15. Geiss LS, Herman WH, Goldschmid MG, DeStefano F, Eberhardt MS, Ford ES, et al. Surveillance for diabetes mellitus--United States, 1980-1989. *MMWR CDC Surveill Summ*. 1993;42(2):1-20.
16. Bloomgarden ZT. American Diabetes Association 60th Scientific Sessions, 2000: the diabetic foot. *Diabetes Care*. 2001;24(5):946-51.
17. Gordois A, Scuffham P, Shearer A, Oglesby A, Tobian JA. The health care costs of diabetic peripheral neuropathy in the US. *Diabetes Care*. 2003;26(6):1790-5.
18. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*. 2004;27(5):1047-53.
19. Ferreira MC, Rodrigues L, Fels K. New method evaluation of cutaneous sensibility in diabetic feet. Preliminary report. *Rev Hosp Clín Med S Paulo*. 2004;59(5):286-290.
20. Carvalho VF, Ferreira MC, Vieira SAT, Ueda T. Limiar de sensibilidade cutânea dos pés em pacientes diabéticos através do pressure specified sensory device: uma avaliação da neuropatia. *Rev Assoc Med Bras*. 2009;55(1):29-34.

21. Ferreira MC, Vieira SAT, Carvalho VF. Estudo comparativo da sensibilidade nos pés de diabéticos com e sem úlceras utilizando o PSSD. *Acta Ortop. Bras.* 2010;18(2):71-4.
22. Dellon AL. A cause for optimism in diabetic neuropathy. *Ann Plast Surg.* 1988;20(2):103-5.
23. Dellon AL. Treatment of symptomatic diabetic neuropathy by surgical decompression of multiple peripheral nerves. *Plast Reconstr Surg.* 1992;89(4):689-97; discussion 98-9.
24. Aszmann OC, Kress KM, Dellon AL. Results of decompression of peripheral nerves in diabetics: a prospective, blinded study. *Plast Reconstr Surg.* 2000;106(4):816-22.
25. Hollis Caffee H. Treatment of diabetic neuropathy by decompression of the posterior tibial nerve. *Plast Reconstr Surg.* 2000;106(4):813-5.
26. Kale B, Yuksel F, Celikoz B, Sirvanci S, Ergun O, Arbak S. Effect of various nerve decompression procedures on the functions of distal limbs in streptozotocin-induced diabetic rats: further optimism in diabetic neuropathy. *Plast Reconstr Surg.* 2003;111(7):2265-72.
27. Aszmann O, Tassler PL, Dellon AL. Changing the natural history of diabetic neuropathy: incidence of ulcer/amputation in the contralateral limb of patients with a unilateral nerve decompression procedure. *Ann Plast Surg.* 2004;53(6):517-22.
28. Ducic I, Taylor NS, Dellon AL. Relationship between peripheral nerve decompression and gain of pedal sensibility and balance in patients with peripheral neuropathy. *Ann Plast Surg.* 2006;56(2):145-50.
29. Siemionow M, Alghoul M, Molski M, Agaoglu G. Clinical outcome of peripheral nerve decompression in diabetic and nondiabetic peripheral neuropathy. *Ann Plast Surg.* 2006;57(4):385-90.
30. Siemionow M, Sari A, Demir Y. Effect of early nerve release on the progression of neuropathy in diabetic rats. *Ann Plast Surg.* 2007;59(1):102-8.

31. Chaudhry V, Stevens JC, Kincaid J, So YT. Practice Advisory: utility of surgical decompression for treatment of diabetic neuropathy: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*. 2006 Jun;66(12):1805-8.
32. Cornblath DR, Vinik A, Feldman E, Freeman R, Boulton AJ. Surgical decompression for diabetic sensorimotor polyneuropathy. *Diabetes Care*. 2007;30(2):421-2.
33. Dellon AL. The four medial ankle tunnels: a critical review of perceptions of tarsal tunnel syndrome and neuropathy. *Neurosurg Clin N Am*. 2008;19(4):629-48, vii.
34. Dellon AL. The Dellon approach to neurolysis in the neuropathy patient with chronic nerve compression. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2008;40(6):351-60.
35. Horwitz MT. Normal anatomy and variations of the peripheral nerve of the leg and foot: Application in operations for vascular diseases: Study of one hundred specimens. *Arch Surg*. 1938;36(4):626-36.
36. Dellon AL, Mackinnon SE. Tibial nerve branching in the tarsal tunnel. *Arch Neurol*. 1984;41(6):645-6.
37. Heimkes B, Posel P, Stotz S, Wolf K. The proximal and distal tarsal tunnel syndromes. An anatomical study. *Int Orthop*. 1987;11(3):193-6.
38. Havel PE, Ebraheim NA, Clark SE, Jackson WT, DiDio L. Tibial nerve branching in the tarsal tunnel. *Foot Ankle*. 1988;9(3):117-9.
39. Didia BC, Horsefall AU. Medial calcaneal nerve. An anatomical study. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1990;80(3):115-9.
40. Davis TJ, Schon LC. Branches of the tibial nerve: anatomic variations. *Foot Ankle Int*. 1995;16(1):21-9.
41. Louisia S, Masquelet AC. The medial and inferior calcaneal nerves: an anatomic study. *Surg Radiol Anat*. 1999;21(3):169-73.

42. Dellon AL, Kim J, Spaulding CM. Variations in the origin of the medial calcaneal nerve. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002;92(2):97-101.
43. Ndiaye A, Dia A, Konate I, Diop M, Sow ML. [Topographic anatomy of the tibial nerve in the medial malleolus: application to the effect of nerve block anesthesia]. *Morphologie.* 2003;87(277):25-7.
44. Bilge O, Ozer MA, Govsa F. Neurovascular branching in the tarsal tunnel. *Neuroanatomy.* 2003;2:39-41.
45. Joshi SS, Joshi SD, Athavale AS. Anatomy of Tarsal Tunnel And Its Applied Significance. *Journal of the Anatomical Society of India.* 2006;55(1):52-6.
46. Govsa F, Bilge O, Ozer MA. Variations in the origin of the medial and inferior calcaneal nerves. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2006;126(1):6-14.
47. Moraes Filho DC, Galbiatti JA, Fialho HSA. Avaliação anatômica do túnel do tarso. *Revista Brasileira de Ortopedia.* 2000;35(8):282-9.
48. Moraes Filho DC, Carvalho Junior AE, Fialho HSA, Galbiatti JA, Carvalho DE. Nervo tibial: variações anatômicas do ramo calcâneo medial. *Rev ABTPé.* 2007;1(2):31-40.
49. Fernandes RMP, Mozella A, Dias M, Carvalho R, Andrade F, Babinski M, et al. Estudo anatômico do nervo tibial no túnel do tarso. *Revista Brasileira de Ortopedia.* 2006;41(7):272-7.
50. Gray's anatomy: The anatomical basis of clinical practice. 40th ed. Elsevier Inc.; 2008.
51. Moore KL, Dalley AF. Anatomia orientada para a clínica. 4a ed. Editora Guanabara Koogan S.A.; 2001.
52. Siqueira MG, Martins RS. Anatomia Cirúrgica das Vias de Acesso aos Nervos Periféricos. Di Livros Editora Ltda; 2006.

53. Sobotta: Atlas de anatomia humana. Vol.2. 21a ed. Editora Guanabara Koogan S.A.; 2000.
54. Netter: Concise atlas of orthopaedic anatomy. Elsevier Inc.; 2002.
55. Baxter DE, Thigpen CM. Heel pain--operative results. Foot Ankle. 1984;5(1):16-25.
56. Rondhuis JJ, Huson A. The first branch of the lateral plantar nerve and heel pain. Acta Morphol Neerl Scand. 1986;24(4):269-79.