足根管内で分岐する微細な神経分枝の解剖学的検討

An Anatomical Study of the Calcaneal Nerve in the Tarsal Tunnel

安永 剛 工藤 陽平 山下 和彦
木根 一典 橘 滋國 西島 洋司

Takashi Yasunaga, M.D., Yohei Kudo, M.D., Kazuhiko Yamashita, M.D., Ph. D., Kazunori Kinone M.D., Ph. D.,
Shigekuni Tachibana M.D., Ph. D., Yoji Nishijima, M.D.

Abstract

Tarsal tunnel syndrome is a not uncommon clinical condition. We have operated on 71 patients (125 feet) with tarsal tunnel syndrome over a two year period (2005-2006). During surgery we frequently found fine branches originating from the medial, lateral, or both plantar nerve within the tarsal tunnel. According to its origin and course we divided these into five patterns from 0 to 4 ; no fine branch, one fine branch from the medial plantar nerve, one fine branch from the lateral plantar nerve, two branches from the lateral and medial plantar nerve, two branches from the medial and lateral plantar nerve and forming an ansa, respectively. As a result our patients could be categorized as 51 (41%) group 0, 49 (39%) group 1, 3 (2%) group 2, 15 (12%) group 3, and 7 (6%) group 4. Although these fine branches presented in more than half of our cases we found that very little attention has been paid to this anatomical feature's existence. To recognize the existence of anatomical variations is important in avoiding accidental nerve injury during operation.

(Received : October 7, 2008 ; accepted : January 21, 2009)

Key words

tarsal tunnel syndrome, anatomy, medial and lateral plantar nerve, calcaneal nerve

緒 言

足根管症候群は踵を除く足底異常感覚を主訴とし、内側側部で内側足底神経 (medial plantar nerve ; MPN) および外側足底神経 (lateral plantar nerve : LPN) が絞扼され発症する。症例は高齢者に多く、腰椎疾患との合併例がしばしば存在し腰椎術後に遺残する足底異常感覚の鑑別診断上重要である。治療としての神経除圧術は有効であるが、われわれは神経除圧術に際し足根管内で MPN あるいは LPN より分岐する微細な神経分枝 (calcaneal nerve) の存在を多数例で経験した。自験例の手術所見からこの足根管内で分岐する微細な神経分枝の解剖学的検討を行った。

対象と方法

2005～2006 年の 2 年間に経験した自験 71 手術例 125 足 (平均年齢 72 歳, 男性 38 例 64 病変, 女性 33 例 61 病変) の手術記録を再検討し、微細な神経分枝の存在とその分岐様式について分類した。術中に神経分枝が確認できなかったものを group 0 (Fig. 1 a), MPN からのみ分岐するものを group 1 (Fig. 1 b), LPN からのみ分岐するものを group 2 (Fig. 1 c), MPN と LPN の両方から分岐するものを group 3 (Fig. 1 d), さらに、この両者が末梢で癒合し神経ワナを形成するものを group 4 (Fig. 1 e) とした。局所麻酔下の術中に同神経に対し電気刺激を行い、筋収縮の有無・患者の感じた刺激の放散方向を

西島病院脳・脊髄・心臓疾患センター／〒410-0022 沼津市大岡 2835-7 [連絡先: 安永 剛]

Address reprint requests to : Takashi Yasunaga, M. D., Department of Neurosurgery, Nishijima Hospital, 2835-7 Oooka, Numazu-shi, Shizuoka 410-0022, Japan

Fig. 1 Grouping of branching pattern

- a : group 0, no fine branch.
b : group 1, branch from the MPN.
c : group 2, branch from the LPN.
d : group 3, branches from the MPN and LPN.
e : group 4, branches from the MPN and LPN forming an ansa.

Table 1 The numbers of patient in each group

	No of cases	%
Group 0	51	41
Group 1	49	39
Group 2	3	2
Group 3	15	12
Group 4	7	6

確認した。

結果

Group 0 は 125 足中 51 足 (41%), group 1 は 49 足 (39%), group 2 は 3 足 (2%), group 3 は 15 足 (12%), group 4 は 7 足 (6%) で過半数の症例に微細な神経分枝の存在が術野で確認された (Table 1). いずれの神経分枝も medial calcaneal nerve, inferior calcaneal nerve より明らかに細く, 同神経とは異なるものであった. 特に MPL から分岐する分枝 (group 1, group 3, group 4) は足根管内で血管群の浅層を横切り, 屈筋支帯が単母趾外転筋の筋膜に移行する部位でこれを貫通し皮下を走行していたため, 同部位の開放にはこの神経損傷を行わないように

Fig. 2 Operative findings of the right foot

Right arrow : LPN, left arrow : a branch arising from the MPN and runs across the vessels.

配慮した (Fig. 2).

この神経分枝の術中電気刺激ではいずれの筋にも筋収縮は誘発されず, 患者は土踏まずに放散する電撃感を訴え, 皮膚神経であると考えられた.

125 足中 3 足に術後一過性の土踏まず部分の狭い範囲に

Fig. 3 Surgical method

a : preoperative schema of the tarsal tunnel.

b : reconstruction of the flexor retinaculum dividing between the nerves and the vessels.

限局する感覚低下を経験した。これは同神経の一過性障害と考えられた。

考 察

絞扼性末梢神経のうち足根管症候群は足根管内で後脛骨動脈・外側足底静脈・内側足底静脈など MPN・LPN と伴走する血管群が存在することが特徴的である。足根管とは屋根部分である屈筋支帯、底層の後脛骨筋腱および長母趾屈筋、長趾屈筋腱で構成する解剖学的トンネルを指すが、この狭いトンネル内で血管群と MPN・LPN が接触している解剖学的特徴が病態に大きく関与していると考えられる。足根管内的これらの動静脈の硬化性病変、骨棘性変化、外傷の既往などにより canal 内の容積は減少し、絞扼され症状を呈する。足底部のしびれ感や疼痛、じやり道を歩いたような、あるいは足底に皮が 1 枚張っているような、などと形容される。この絞扼性末梢神経障害という考えは古くからあり、従来から足根管開放術により除圧を図るという外科治療が行われてきた。さらに Kohno ら¹⁾は屈筋支帯の切除のみでは不十分であると考え、血管群と両神経の間に脂肪組織を置くことにより良好な成績が得られたと報告している。また、これ以外に MPN・LPN が短母趾外転筋の下面を通過する部位での絞扼も考えられている²⁾。こうした報告は足根管症候群に総称される後脛骨神経障害は単一の原因ではないことを示唆している。しかし、術中に絞扼部位を明確にすることは困難である。そこで、われわれは従来から血管圧迫の解除と短母趾外転筋の筋膜下での絞扼解放を同時に行うことを目的に、屈筋支帯を切断した後、両神経の通過する部位でそれぞれ短母趾外転筋の筋膜切開を行い、さらに両神経と血管群を分離し、両神経と血管群の間で屈筋支帯を再縫合し、トンネル内は神経のみが

通過するように再構築する方法を行ってきた (Fig. 3)。

このように足根管内的の広範な神経除圧を行う場合、われわれが報告するような微細な神経分枝の存在が無視できず、これらの神経を同定、温存することが重要である。

特にこの術式で最も問題となるのは MPN から分岐する微細な分枝である。今回の結果で group 1・group 3・group 4 群では血管群より深部にある MPN からの微細な分枝が存在し、この分枝は血管群の上面でこれと交差するように屈筋支帯の直下を走行し、屈筋支帯が短母趾外転筋の筋膜に移行する部位でこれを貫通して皮下を走行する。MPN からの分枝のみならず、LPN からの微細な神経分枝も同様な神経走行を辿り踵部へ向かう様子が観察されるが足根管切開部位より後方を走行するため術中損傷のリスクは少ない。分岐の高位については術野で MPN や LPN から分岐していることがほとんどで、短母趾外転筋下を通過する部位の筋膜切開に際し容易に損傷される可能性の高いことを意味している。

MCN の分岐様式については渉猟しえた限り Dellon ら³⁾の報告が歴史的に古く、その報告では後脛骨神経 (posterior tibial nerve ; PTN) からの MCN の分岐にはさまざまなバリエーションがあるとしている。しかし彼らの報告には今回報告するこうした微細な分枝については触れていない。

自験例では術野で MCN を全例確認できた訳ではない。しかし微細な神経分枝は前述のごとく MPN や LPN から直接分岐しており、Luisia らの報告している MCN の分岐とは異なるものと思われる⁴⁾。Havel ら⁵⁾は微細な MCN 分枝について分類し 79% は微細な分枝を持たず、11% に MPN より、3% に LPN より、1% に両神経よりの微細な分枝を足根管内で認めたと報告している。2006 年 Govsa らは剖検例 50 足での MCN の解剖所見を報告し、38% は単一の MCN のみであったが、62% では多数の多彩な分

岐様式が存在し、32%に MPN から、18%に LPN から、12%に両神経からの微細な分枝を認めたと述べている⁶⁾。この報告は今回のわれわれの結果にきわめて類似している。われわれの結果では LPN のみからの微細な分枝 (group 2) はわずかに 2%のみである点が異なる。これは、われわれの結果は術野での観察にもとづいたものであり、group 2 では微細な分枝は血管群の後面を走行し上面を走行しないため、術野では観察できなかった可能性が高い。しかし、こうした報告は解剖所見であり、神経の分岐様式のみ注目し、神経と血管群との関係については言及していない。われわれの術式では除圧を最優先とし、すべての神経分枝を確認することはしていないが、症例の増加により神経と血管群の分離方法も多様化し、それに伴い LPN からの細かい神経分枝を確認することが多くなっている。今後 group 2・group 4 の症例が増加する可能性も高いと予想される。これら足根管内で分岐するすべての微細な神経を同定、温存することが足根管症候群に対する外科治療において重要であると考えている。

この微細な神経の損傷の報告として Kim ら⁷⁾は医原性の踵部の疼痛患者 15 例の再手術所見を報告している。これらの症例は足根管症候群に対する神経除圧術など何らかの外科治療を受け術後に神経腫形成による疼痛を生じていたという。その発生部位 PTN, MPN, LPN および複数個所で認められたとしている。特筆すべきはこの 15 例中 9 例が以前に行われた足根管症候群の手術において短母趾外転筋筋膜切開の際に MPN より分岐した微細な分枝を損傷し、有痛性の神経腫が形成されたことが原因であったとしていることである⁷⁾。われわれはこの神経の存在を認識し注意深い手術を行っているにもかかわらず一過性の土踏まず部位の感覚障害を経験している。Inferior calcaneal nerve や medial calcaneal nerve は、術野にてその同定が容易なため術中損傷する可能性は低い。

しかしこれらとは分岐の異なる微細な神経もその走行方向や電気刺激にて踵部への電撃感を呈するなど、既知の calcaneal nerve 以外のこれらの神経群は無視できないものと思われる。実際この合併症は微細な神経分枝の一過性障害による可能性が高く、Kim らの報告にも共通する。このことは、これらの微細な分枝は MPN からの分枝が多く、またその走行から損傷されやすいというわれわれの結果を裏付けするものと思われる。

■ 結 論

足根管内には微細な神経分枝が高率に存在し、この神経損傷は術後疼痛の原因になることを認識し、合併症回避のために慎重な手術が必要であることを強調したい。

文 献

- 1) Kohno M, Takahashi H, Segawa H, et al : Neurovascular decompression for idiopathic tarsal tunnel syndrome : technical note. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 69 : 87-90, 2000
- 2) Mackinnon SE, Dellon AL : *Surgeru of the Peripheral Nerve*. New York, Thieme Medical Publishers Inc, 1988, pp305-317
- 3) Dellon AL, Mackinnon SE : Tibial nerve branching in the tarsal tunnel. *Arch Neurol* 41 : 645, 1984
- 4) Luisia S, Masquelet AC : The medial and inferior calcaneal nerves : an anatomic study. *Surg Radiol Anat* 21 : 169-173, 1999
- 5) Havel PE, Ebraheim NA, Clark SE, et al : Tibial nerve branching in the tarsal tunnel. *Foot Ankle* 9 : 117-119, 1988
- 6) Govsa F, Bilge O, Ozer MA : Variations in the origin of the medial and inferior calcaneal nerves. *Arch Orthop Trauma Surg* 126 : 6-14, 2006
- 7) Kim J, Dellon AL : Neuromas of the calcaneal nerves. *Foot Ankle Int* 22 : 890-894, 2001