

成人日本人坐骨神経の Funicular Pattern

京都大学医学部整形外科教室 (指導: 伊藤鉄夫教授)

漆 谷 英 礼

〔原稿受付: 昭和49年3月25日〕

The Funicular Pattern of the Sciatic Nerve in Japanese Adults

HIDENORI URUSHIDANI

Department of Orthopaedic Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University.

(Director, Prof, Dr. TETSUO ITO)

After World War I, surgery of the peripheral nerve has greatly gained in importance. By clinical and experimental means, investigators have sought methods for increasing the degree of functional recovery by nerve repair.

Functional suture which was advocated by LANGLEY & HASHIMOTO and SUNDERLAND was expected to give results superior to single epineural suture.

Studies of intraneural funicular pattern which were made with histological techniques described by SUNDERLAND and TAMURA indicated that, despite the changing plexiform character of funicular patterns, there are definite location of groups of funiculi containing fibers from important branches in the cross-sectional areas at different levels in the nerves.

The author described the funicular patterns of the sciatic nerve in Japanese adults and made the intraneural topographic atlases at different levels for clinical use.

Materials and Methods

In six Japanese adults, the sciatic nerves and their tibial and common peroneal divisions were dissected from the sciatic notch to the tibial malleolus.

The specimens were serially sectioned. The funicular patterns were shown in Figure 1 and 5.

Results

- 1) Funiculi containing terminal fibers in the superficial peroneal nerve occupy the posteromedial portion as far proximally as a point 12mm. above the knee joint.
- 2) Funiculi containing the peroneus longus and brevis fibers occupy the midlateral portion as far proximally as the knee joint level.

- 3) The fiber groups from the deep and superficial nerve in the common peroneal nerve run independently as far proximally as a point 30-39mm. above the knee joint.
- 4) Sural communicating and lateral sural cutaneous funiculi occupy the medial part of the common peroneal nerve in the lower one fourth of the thigh, then shift to the postero-medial part of the nerve and run up as far proximally as the mid thigh level.
- 5) Funiculi containing solely sensory or motor fibers from the medial and lateral plantar nerve terminate at the level of the tibial malleolus.
- 6) Four funiculi containing fibers from the triceps surae and medial sural cutaneous nerve occupy the postero-posterolateral portion of the tibial nerve in a group during the course of 40-57mm. in length and then separate gradually from each other in the postero-posterolateral portion as far proximally as the mid thigh level.
- 7) Number of funiculi in the common peroneal nerve is 20 on the average at the upper part of the thigh and decrease at the lower part of the thigh and then increase again at the level of the fibular neck to send the funiculi to the individual branch.

目 次

I 緒 言

II 材料および方法

III 成 績

1. 総腓骨神経幹および脛骨神経幹内における funiculus の走行
 - 1) 総腓骨神経
 - A 浅腓骨神経
 - a) Terminal fiber funiculus
 - b) 短, 長腓骨筋枝線維 funiculus
 - B 深腓骨神経
 - a) Terminal fiber funiculus
 - b) 第3腓骨筋枝線維 funiculus
 - c) 長母指伸筋枝および長指伸筋枝線維 funiculus
 - d) 前脛骨筋枝線維 funiculus
 - C 腓骨頸部の高位における運動および知覚線維 funicular pattern
 - D 膝関節高位における総腓骨神経幹内の運動および知覚線維 funicular pattern
 - E 膝関節高位より中枢側における総腓骨神経幹内の funiculus の走行
 - F 外側腓腹皮神経枝および交通枝線維 funiculus
 - G 大腿二頭筋短頭枝線維 funiculus
 - H 膝関節枝線維 funiculus

2) 脛骨神経

- A 内および外側足底神経線維 funiculus
- B 長母指屈筋枝線維 funiculus
- C 長指屈筋枝線維 funiculus
- D 足底筋枝, 後脛骨筋枝および膝窩筋枝線維 funiculus
- E ヒラメ筋枝線維 funiculus
- F 外側腓腹筋枝線維 funiculus
- G 内側腓腹皮神経枝線維 funiculus
- H 内側腓腹筋枝線維 funiculus
- I 長内転筋枝線維 funiculus
- J 大腿二頭筋長頭枝線維 funiculus
- K 半腱様筋枝線維 funiculus
- L 半腱様筋枝線維 funiculus
- M 膝関節枝線維 funiculus
- N 血管枝線維 funiculus

2. Funiculus の局在性

3. Funiculus の数および大きさ

1) Funiculus の数

- A 総腓骨神経
- B 脛骨神経

2) Funiculus の大きさ

- 3) 腓腹神経および外側腓腹皮神経線維 funiculus

IV 考 察

V 結 語

文 献

I 緒 言

1800年代のvon Langenbeck 等以来の外神経鞘縫合 epineural suture は、充分満足すべき成績をあげる事が困難であった。その主たる原因は、神経縫合後に再生軸索線維の末梢側神経束間結合織への迷入を妨ぐことができないためと思われる。しかし、従来、再生軸索の末梢部神経への進行を妨げるものは、神経縫合部の周辺から進入する線維組織の異常形成であると考えられ、専ら、その対策が研究された。

神経縫合部周辺からの線維組織の侵入を防止するために、動脈片⁴³⁾、静脈片⁴⁰⁾⁴¹⁾、fibrin film²⁸⁾、或は millipore filter⁴⁾、による外套法が盛んに行なわれた。しかし、神経縫合部の周辺からは線維組織は侵入しないことが明らかになり、外套法は放棄された。また、縫合材料として stainless⁷⁾、cut gut⁷⁾¹¹⁾、毛髪¹¹⁾、nylon²⁴⁾、絹糸⁷⁾²⁷⁾についても検討が行なわれてきた。

一方では、手術用顕微鏡⁷⁾、low-power magnifying loupe²⁾等の microsurgery の導入により、epineurium の縫合手技が向上してきたが、如何に精緻な縫合が行われても、神経鞘内の相対する funiculus の断端が正確な end-to-end の適合を得ることは困難である。

Langley & Hashimoto (1917)¹⁹⁾、Sunderland (1947)³⁷⁾は末梢神経内の funiculus の構造について検討を行ない、神経縫合は funicular suture technique を用いる必要があることを提唱した。この方法によってのみ、断端の正確な適合が得られ、再生軸索は本来の神経終末に到達できると考えられる。

石川(1966)¹³⁾は拡大鏡と細小絹糸を使用して、注意深く atraumatic に funicular suture を行えば、組織反応は軽微であり、優れた成績をあげられることを実験的に証明した。さらに、教室の後藤 (1967)⁹⁾は手術用顕微鏡、細小絹糸および特殊縫合器具を使用し、自家神経移植実験を行ない、優れた成績が得られることを報告した。

教室では1964年以来、末梢神経損傷に対し、funicular suture を行っており、手術手技、治療成績および遠隔成績につき、従来の縫合法に優る方法であることを発表してきた¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾。

一方、教室における研究と共に、funicular suture technique の理念はフランスの Michon²¹⁾、アメリカの Smith²¹⁾、Bora¹⁾、Grabb¹⁰⁾、カナダの Hakstian¹²⁾、オーストリアの Millesi²²⁾²³⁾、等によって実験的、臨床的に検討され、その優秀性が確認された。今日では

funicular suture は神経縫合、神経移植などに実用化されるに至っている。

Smith (1964, 1966)²⁹⁾³⁰⁾ は microsurgical instrument を用いて funicular suture 法を発表しているが、この手術方法は後藤が発表している方法とはほぼ同じである。石川、後藤等の研究に刺激されて funicular suture の検討が行なわれるようになり、Bora (1967)¹⁾ は猫の坐骨神経を用い Grabb (1970)¹⁰⁾ は猿の正中、尺骨神経を用いて、funicular suture が epineural suture に優ることを発表した。Hakstian (1968)¹²⁾ は pull-out funicular suture 法を考案し、新鮮例に対して、microelectrode を用い、知覚、運動性 funiculus を分離、確認した後、後藤の方法を用いて対応する funiculus 断端を縫合し、極めて優秀な成績をあげた。

Funicular suture を行う際、対応する全ての funiculus を縫合することは不可能である。従って最少限必要な太い funiculus 断端を縫合すれば、その他の funiculus 断端もかなり正確に適合する。このような正確な funicular suture を行なうに当っては、各神経の funiculus の配列を十分に知っておくことが必要である。

第1次大戦後、末梢神経損傷に対する研究は盛んになり、末梢神経の内部構造が大きな関心を引くようになった。解剖、組織学的な面よりの検討は Stoffel (1913)³²⁾、Compton (1917)⁶⁾、Langley & Hashimoto (1917)¹⁹⁾、McKinley (1921)²⁰⁾、Goldberg (1924)⁸⁾、O'Connel (1936)²⁵⁾、Sunderland (1945)³³⁾、Sunderland & Ray (1948)³⁶⁾、Tamura (1969)⁴²⁾ 等により、また、電気刺激を利用した研究は Langley & Hashimoto¹⁹⁾、Kraus & Ingham (1920)¹⁸⁾、McKinley²⁰⁾ 等により行なわれてきた。

Compton⁸⁾、Langley & Hashimoto¹⁹⁾ および McKinley²⁰⁾ 等は、坐骨神経を用い、O'Connel²⁵⁾ は他の末梢神経を用いて funiculus の叢形成を確認した。一方、電気刺激を利用した研究のうち、Langley & Hashimoto は猫の脛骨神経を用い、McKinley²⁰⁾ は犬の坐骨神経を用い funiculus の独立性につき検索を行なっている。

Sunderland³³⁾³⁶⁾ および彼の協同研究者は上下肢末梢神経の funiculus の構造につき検索を行ない、funiculus の叢形成の状態、配列等につき明らかにした。Tamura⁴²⁾ は funicular suture に利用の目的で、成人日本人、上肢末梢神経について intraneural topographic atlas を作製し、局在化の可能性を有する部分を明らかにした。今回、著者は成人日本人、坐骨神経、総腓骨神経および脛骨神経につき intraneural topographic

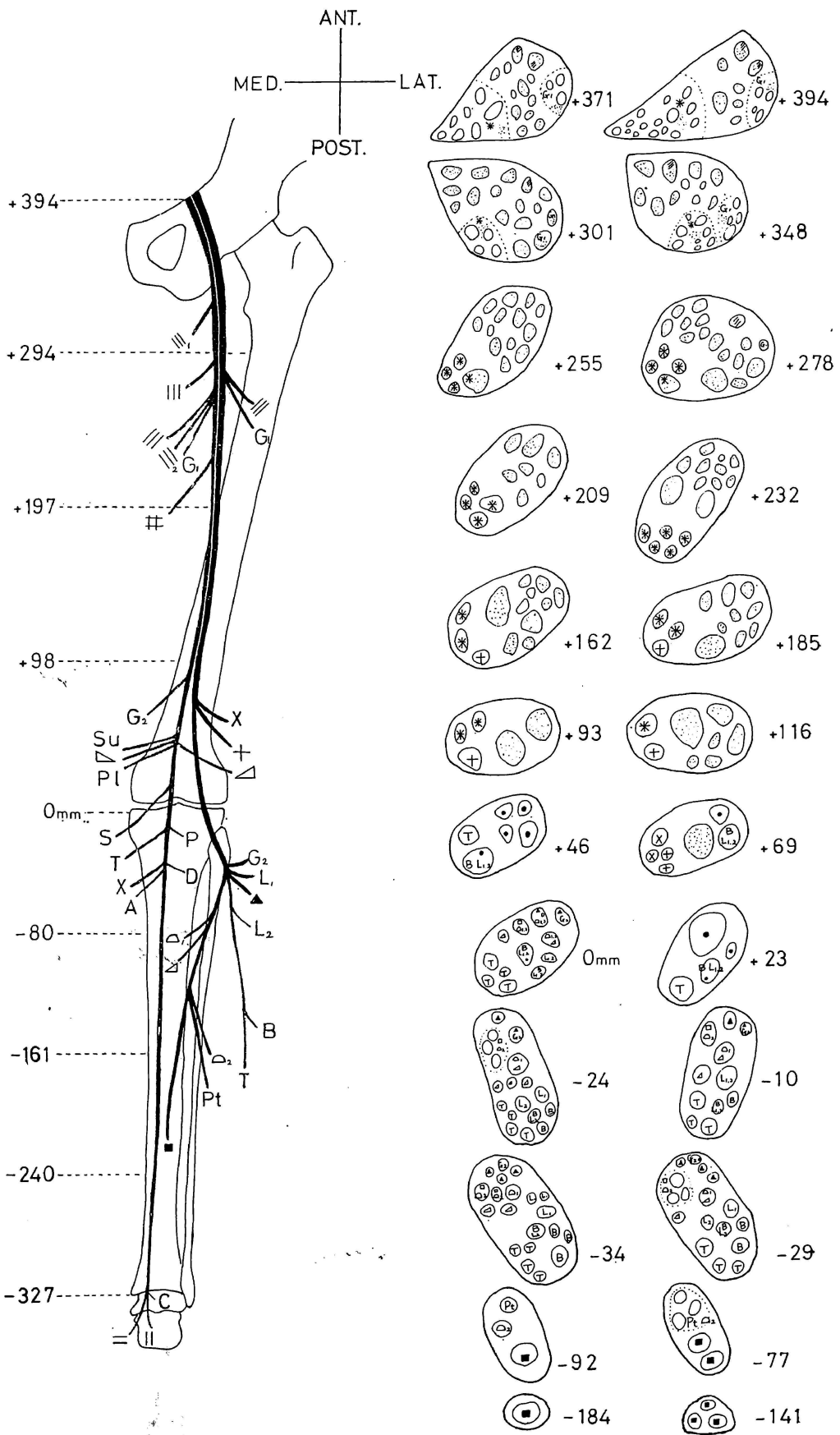


Fig. 1 The intra-neural topographic atlases of the right deep peroneal nerve. Sections viewed from above.

Legend to accompany the diagrams of the common peroneal nerve.

Common peroneal Nerve

Deep Peroneal Nerve

- Terminal fibers from deep peroneal nerve.
- ₂ Extensor hallucis longus fibers (distal branch).
- ₁ Extensor hallucis longus fibers (proximal branch).
- Pt Peroneus tertius fibers.
- △ Extensor digitorum longus fibers.
- Combined fibers from terminal fibers from deep peroneal nerve and peroneus tertius.
- ▲ Tibialis anterior fibers.
- G₂ Distal genicular fibers.
- Combination of all fibers.

Superficial Peroneal Nerve

- T Terminal fibers from superficial peroneal nerve.
- B Peroneus brevis fibers.
- L Peroneus longus fibers (distal branch).
- L Peroneus longus fibers (proximal branch).

Common Peroneal Nerve

- ∩ Combination of all fibers from deep and superficial peroneal nerve.
- × Fibers from lateral cutaneous nerve of the calf.
- + Fibers from sural communicating nerve.
- ⊗ Combined fibers from sural communicating and lateral cutaneous nerve of the calf.
- G₁ Proximal genicular fibers.
- /// Fibers from short head of biceps femoris.

atlas を作製し、検討を加えてみた。

II 材料および方法

成人死体から坐骨神経、総腓骨神経および脛骨神経標本、左右各々3本を採取した。各神経はその分枝を含めて、坐骨切痕より、脛骨内果までの範囲において検索を行った。腓腹神経および外側腓腹皮神経の各1標本についても検索を行った。

各神経は、横断面における funicular pattern の位置づけをするため墨汁で長軸方向に印をつけた。採取した各神経標本は収縮をさけるため板にムシピンで固定し、10% フォルマリン液で固定した。その後、アルコールにより脱水処理、パラフィン包埋固定を行った後に、厚さ20 μ の連続切片を作製し、H, E 染色を行った。これら連続切片につき、末梢側より中枢側に向かい、光学顕微鏡にて funiculus の検索を行った。

高位の基準を脛骨上関節面にとり、この基準点からの距離を中枢側を+、末梢側を-を附して表現した。上記神経標本のうち、funiculus の走行について5本を、また、funiculus の数について、左右、各々3本を検索した。

III 成績

1 総腓骨神経幹および脛骨神経幹内における funiculus の走行

1) 総腓骨神経 (Fig. 1)

A 浅腓骨神経

a) Terminal fiber funiculus

浅腓骨神経の知覚成分である terminal branch に、まず短腓骨筋枝、次いで長腓骨筋枝線維 funiculus が合流する。浅腓骨神経と総腓骨神経との合流部で、知覚線維 funiculus は短および長腓骨筋枝線維 funiculus と共に、後側に位置していた。知覚線維 funiculus は上昇するにつれ、総腓骨神経幹内の、やや内側へ移動し、腓骨頸部の高位では、大部分の知覚線維 funiculus は、後内側に位置を占める傾向にあった。しかし1部の知覚線維 funiculus は、運動線維 funiculus である短および長腓骨筋枝線維 funiculus と吻合し、混合線維 funiculus を形成していた (Fig. 1)。

腓骨頸部の高位を過ぎ、-20mm 高位では、なお、大部分の知覚線維 funiculus は独立して、後～後内側に位置を占めていた (5例中、4例にこの傾向がみられた)。さらに、+12mm 高位までは、5例中、3例に、このような局在化傾向がみられ、以後、知覚線維 funi-

culus は次第に、その独立性を失っていた。+12～+34mm 高位で、全ての知覚線維 funiculus は運動線維 funiculus と吻合し、混合線維 funiculus を形成していたが、この高位は外側腓腹皮神経が総腓骨神経幹に合流する高位より末梢であった (Fig. 1. +23mm 参照)。

b) 短、長腓骨筋枝線維 funiculus

浅腓骨神経が総腓骨神経幹に合流する高位と、膝関節高位との間においては、大部分の短、長腓骨筋枝線維 funiculus は総腓骨神経断面の中央外側に独立して位置していた。一部の短、長腓骨筋枝線維 funiculus は知覚線維 funiculus と吻合し、混合線維 funiculus を形成していた。

膝関節高位より、やや中枢側で、大部分の運動線維 funiculus は知覚線維 funiculus と吻合を行っていたが、5例中、2例に、さらに+17mm 高位まで、運動線維 funiculus の一部が独立して中央外側にみられた。+34mm 高位では、独立した運動線維 funiculus は、全例において消失しており、全てが知覚線維 funiculus と吻合した混合線維 funiculus を形成していた (Fig. 1, +46mm 参照)。

B 深腓骨神経

a) Terminal fiber funiculus

深腓骨神経の terminal fiber funiculus は腓骨頸部の高位において、深腓骨神経に合流する運動線維 funiculus と吻合し、総腓骨神経幹内の前～前内側に位置していた。

b) 第3腓骨筋枝線維 funiculus

-135～-74mm 高位で、1例を除き、深腓骨神経に前側で合流していた。深腓骨神経内では他の funiculus 群と直に吻合し、独立した funiculus を形成していなかった。

c) 長母指伸筋枝および長指伸筋枝線維 funiculus

長母指伸筋枝は全例、長指伸筋枝は3例が、2個の分枝を有していた (Table 1)。深腓骨神経が総腓骨神経幹に合流する高位で、該筋枝線維 funiculus 群は、4例において、独立して上内側に位置していた (Fig. 1, -29mm 参照) しかし、これらの筋枝線維 funiculus は、-24mm 高位で、terminal fiber funiculus と吻合して、混合線維 funiculus を形成し、総腓骨神経幹内の前内側に位置していた。

d) 前脛骨筋枝線維 funiculus

-67～-41mm 高位で、深腓骨神経の前側で合流し (Table 1)、膝関節高位まで総腓骨神経幹内の前～前外側に位置を占めていた。

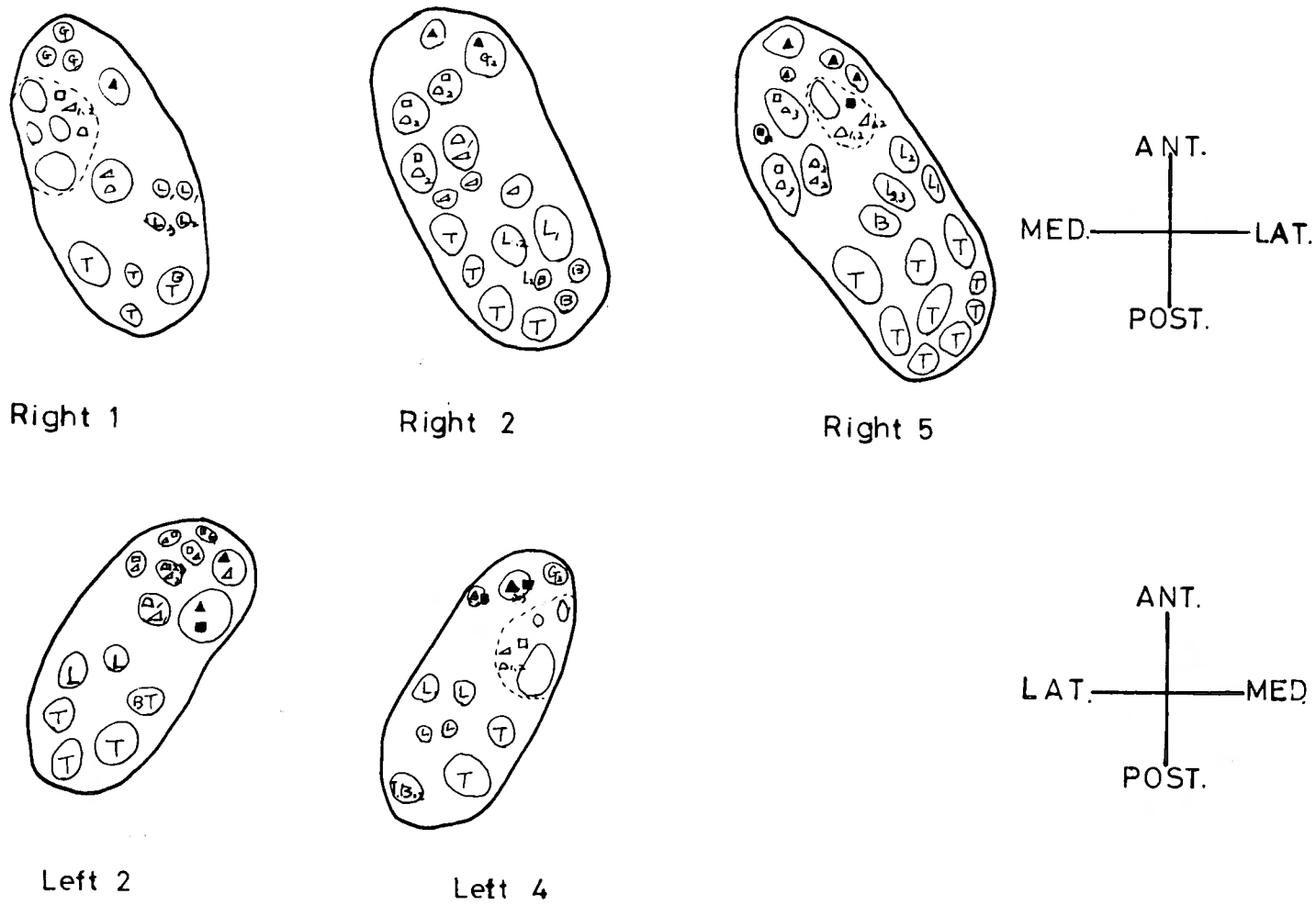


Fig. 2 The relative position of the funiculi involved in the common peroneal nerve at the level of the neck of the fibula in five specimens.

C 腓骨頸部の高位における運動および知覚線維 funicular pattern (Fig. 2)

腓骨頸部の高位で、深腓骨神経線維 funiculus 群は、総腓骨神経幹内の前方部に、また、浅腓骨神経線維 funiculus 群は、後方部に位置を占めていた。

深腓骨神経線維 funiculus 群のうち、運動線維からなる前脛骨筋枝線維 funiculus は、前～前外側に局在性を示していた。一方、浅腓骨神経線維 funiculus 群のうち、運動線維からなる短、長腓骨筋枝線維 funiculus は、中央外側に、また、知覚線維 funiculus は、後～後内側に、それぞれ独立して局在性を示していた。

D 膝関節高位における総腓骨神経幹内の運動および知覚線維 funicular pattern (Fig. 1.0mm 参照)

浅腓骨神経線維 funiculus の大部分は、膝関節高位において、知覚および運動線維 funiculus が吻合した混合線維 funiculus を形成しており、これらの混合線維 funiculus は、総腓骨神経幹内の中央から後方部に亘って位置していた。しかし、2例においては、4～5本の知覚線維 funiculus が独立して、そのまま、+12mm 高位まで、後内方に位置を占めつつ上昇していた。これらの知覚線維 funiculus も、+12～+34mm 高位で消失し、混合線維 funiculus を形成していた。

深腓骨神経線維 funiculus 群は、膝関節高位において、総腓骨神経幹内の前外側に独立して位置していた。5例中、3例において、全ての知覚および運動線維 funiculus は吻合して混合線維 funiculus を形成しており、他の2例においても大部分は運動および知覚線維が混合した funiculus を形成していた。

E 膝関節高位より中枢側における総腓骨神経幹内の funiculus の走行 (Fig. 1)

膝関節を過ぎると、暫くの間、総腓骨神経幹内の前方部は深腓骨神経線維 funiculus 群が、後方部は浅腓骨神経線維 funiculus 群が、それぞれ独立して位置を占めていた。

これらの funiculus 群は、後に詳述するように、腓骨頸部の高位を過ぎ、中枢側に向かうにつれ、その数を減少していた。

前述したように、膝関節高位において、総腓骨神経幹内で前外側に独立して位置を占めていた深腓骨神経線維 funiculus 群は、+18～+25mm 高位で、5例中、4例が monofuniculus を形成しており、他の1例は数個からなる混合線維 funiculus を形成していた (Fig. 1. +23mm および Fig. 3)。Monofuniculus を形成した深腓骨神経線維は、そのまま 5～22mm の間上昇していた。

浅および深腓骨神経線維 funiculus 群は、+51～+68mm 高位より、互に吻合を開始し、+64～+112mm 高位においては、全て両 funiculus 群が吻合した funiculus を形成していた。

浅および深腓骨神経線維が混合した線維 funiculus 群は、暫くの間、独立して走行していたが、+130～+169mm 高位 (大腿の中下3分の1の高位) で、総腓骨神経幹に合流してきた外側腓腹皮枝、交通枝および大腿二頭筋枝線維 funiculus と吻合を開始していた。

F 外側腓腹皮神経枝および交通枝線維 funiculus (Fig. 1)

外側腓腹皮神経枝および交通枝は、5例中、4例が、共通幹を有しており、他の1例は、交通枝が外側腓腹皮神経枝の6mm末梢側で総腓骨神経幹に合流していた (Table 1)。

+27～+82mm 高位で全例、総腓骨神経幹の内側に合流しており、合流した直後の funiculus の数は、外側腓腹皮神経枝線維 funiculus が2～3個、交通枝線維 funiculus が1～3個であった。

両者は、総腓骨神経幹に合流した後、+77～+147

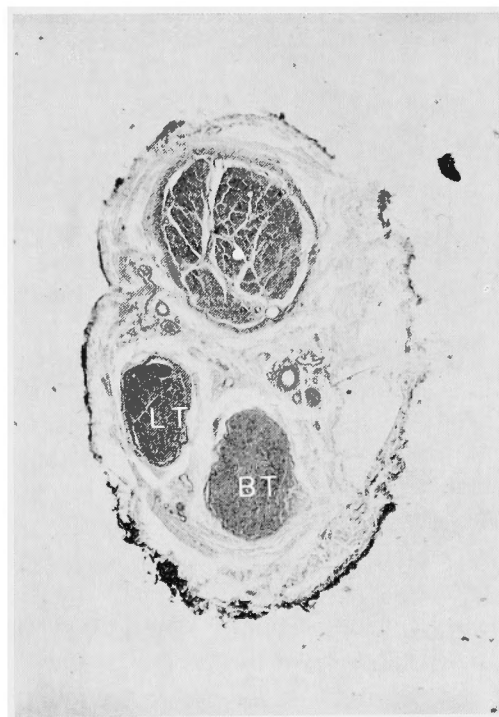


Fig. 3 Transverse section of the common peroneal nerve at the level of 23mm above the knee joint.

mm高位まで、総腓骨神経幹内で内側に位置を占めながら上昇し、その後、次第に後内側へ移動していた。後内側へ移動した両 funiculus 群は、そのまま+187～+260mm 高位まで、即ち、大腿中央の高位まで、局在性を示していた (Fig. 1. +69～+255mm参照)。

外側腓腹皮神経枝および交通枝線維 funiculus が上述のような局在性を示している範囲においては、両者は他の funiculus 群と多量の結合織により、比較的明瞭に分けられており、この範囲における両者の funiculus 数は2～6個であった (Fig. 4)。

両 funiculus 群は、大腿中央の高位を過ぎると、次第に分岐、分散してゆき、その後は他の funiculus と吻合していた。

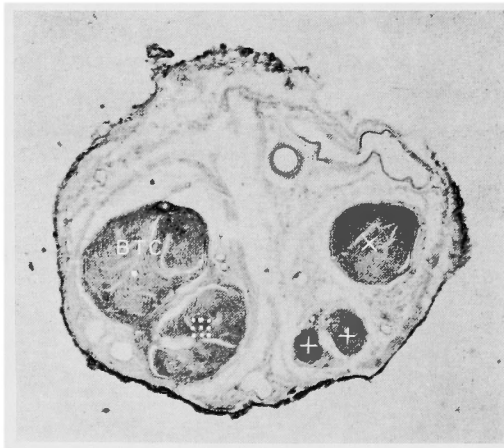


Fig. 4 Transverse section of the common peroneal nerve at the level of 69mm above the knee joint.

G 大腿二頭筋短頭枝線維 funiculus (Fig. 1)

該筋枝は、5例中、2例が2本の分枝を有しており、中枢枝は+173～+265mm高位で、いずれも外側で本幹に合流していた (Table 1)。合流した直後の funiculus 数は、2～3個であるが、数mm上昇した後、4例は互に吻合して monofuniculus に、また他の1例は2個の funiculus を形成していた。これらの funiculus は以後、次第に前方へ移動してゆき、分散した後、他の funiculus と吻合を行っていた。

末梢枝は、+97～+102mm の高位で本幹に合流していたが、合流方向は不定であった。本幹に合流後は、63～143mm 走行した後他の混合線維 funiculus と吻合を行っていた。

H 膝関節枝線維 funiculus (末梢および中枢枝)

末梢枝は -50～-21mm の範囲で本幹に合流していた。合流方向は前～前内側で、ほぼ一定しており (Table 1)、合流後は11～60mmの間、走行した後前脛骨筋枝線維 funiculus と吻合を行っていた。

一方、中枢枝は、+97～+265mm の範囲で、前～外側で本幹に合流していた。合流後は51～186mmの間、独立して走行した後、周囲の混合線維 funiculus と吻合を行っていた。

2) 脛骨神経 (Fig. 5)

A 内および外側足底神経線維 funiculus

足底神経の知覚および運動線維 funiculus について、2例に検索を行った。

1例は、脛骨内果の高位で全ての末梢知覚線維は運動線維 funiculus と吻合して混合線維 funiculus を形成していた。他の1例も、脛骨内果の高位で、知覚線維 funiculus の大部分は運動線維 funiculus と吻合を行っていた。

一方、運動線維 funiculus は、2例ともに、脛骨内果の高位で僅かにみられたが、これらもまもなく、知覚成分である踵骨枝線維 funiculus と吻合を行っていた。

内側足底神経と外側足底神経とが合流した後は、脛骨神経の前半分は内側足底神経線維 funiculus 群が、後半分は外側足底神経線維 funiculus 群が、それぞれ位置を占めていた (Fig. 5, -131～-169mm 参照)。これら両 funiculus 群は中枢側に向かうにつれ、その走行が時計の針方向にやや回転していた。

下腿中央の高位まで、前後に分かれていた内および外側足底神経線維 funiculus 群は、-257～-277mm 高位から、互に吻合し始め、-80～+38mm 高位では、両者が全て、互に吻合した funiculus を形成していた。以後、神経幹内を上昇するに従い、他の分枝線維 funiculus と吻合を行い、大腿上4分の3、下4分の1の高位では、5例中、[4例に少数の足底神経線維 funiculus がみられたが、大腿中央の高位では、独立した該 funiculus は消失していた。

B 長母指屈筋枝線維 funiculus

5例中、3例が2本の分枝を有し、脛骨神経幹に、-217～-20mm の範囲で合流していた (Table 2)。合流の位置は外側で、そのまま18～58mm 上昇した後、該 funiculus の大部分は足底神経線維 funiculus と吻合していた (Fig. 5)。

Table 1. The level and quadrant where the branches join the common peroneal nerve trunk

Branch	Level of junction					Quadrantal localization				
	Right 1	Right 2	Left 2	Left 4	Right 5	Right 1	Right 2	Left 2	Left 4	Right 5
Extensor hallucis longus (distal dranch)			-135 mm		-58 mm			anterior		posterior
Extensor hallucis longus (intermediate. branch)	-153 mm	-93 mm	-102	-87 mm	-147	anterolateral	anterior	anterior	posterior	posterior
Extensor hallucis longus (proximal branch)	-125	-76	-82	-79	-111	posterolateral	anterior	posterior	anterior	posterior
Peroneus tertius	-135	-93	-137	-74	-107	anterior	anterior	anterior	anterior	posterior
Extensor digitorum longus (distal branch)	-106		-82		-95	anterior		posterior		posterior
Extensor digitorum longus (proximal dranch)	-70	-79	-50	-69	-63	anterior	posterior	anterior	posterior	anterior
Peroneus longus (distal branch)	-60				-42	posterolateral				anterolateral
Peroneus longus (intermediate branch)	-45	-61			-42	lateral	lateral			anterolateral
Peroneus longus (proximal brapch)	-43	-47	-49	-54	-41	lateral	lateral	anterolateral	lateral	anterolateral
Peroneus breis (distal branch)				-194					posterolateral	
Peroneus brevis (proximal branch)	-150	-110	-65	-143	-117	posterolateral	posterolateral	posterolateral	posterolateral	posterolateral
Distal genicular	-47	-43	-50	-40	-21	anteromedial	anterior	medial	anteromedial	anteromedial
Tibialis anterior (distal branch)				-67					anteromedial	
Tibialis anterior (intesmediate branch)				-58					anteromedial	
Tibialis anterior (proximal branch)	-47	-48	-50	-53	-41	anteromedial	anterior	anteromedial	anteromedial	anteromedial
Sural communicating	+82	+60	+39	+20	+33	posterolateral	medial	medial	posteromedial	posterior
Lateral cutaneous of the calf	+82	+60	+39	+20	+27	posteromedial	medial	medial	posteromedial	medial
Proximal genicular	+197	+265	+250	+97	+105	lateral	lateral	lateral	anterior	anterior
Short head of biceps (distal branch)				+97	+102				anterior	posterolateral
Short head of biceps (proximal branch)	+197	+265	+250	+173	+232	lateral	lateral	lateral	posterolateral	lateral

Table 2. The level and quadrant where the branches join the tibial nerve trunk

Branch	Level of junction					Quadrantal localization				
	Right 2	Left 2	Left 3	Right 4	Right 5	Right 2	Left 2	Left 3	Right 4	Right 5
Flexor hallucis longus (distal branch)		-191 mm		-152 mm	-217 mm		lateral		lateral	lateral
Flexor hallucis longus (proximal branch)	-20 mm	-57	-198 mm	-109	-76	lateral	medial	lateral	lateral	lateral
Flexor digitorum longus (distal branch)				-110	-45				lateral	lateral
Flexor digitorum longus (proximal branch)	-20	-57	-65	-109	-76	lateral	medial	anterolateral	lateral	anterior
Arterial	-23	-57	-43	-110	-74	anterior	anterior	anteromedial	lateral	anterior
Soleus (distal branch)		-40			-60		lateral			lateral
Soleus (proximal branch)	+6	+21	+8	-2	-2	posterolateral	anterior	posterolateral	lateral	posterolateral
Tibialis posterior	-10	-22	-23	-48	-10	lateral	medial	lateral	lateral	lateral
Popliteus	-10	-22	+2	-4	-10	lateral	medial	anterolateral	anterolateral	anterolateral
Medial head of gastrocnemius	+32	+22	+12	+3	+18	posterior	anteromedial	medial	medial	posteromedial
Lateral head of gastrocnemius	+28	+24	+22	+8	+22	posterolateral	anterolateral	lateral	lateral	lateral
Medial cutaneous of the calf	+34	+22	+22	+10	+23	posterolateral	anterolateral	posterolateral	posterolateral	posterolateral
Plantar	+28	+24	+22	+15	+18	lateral	lateral	lateral	lateral	posterolateral
Distal genicular	+88	+133	+62	+52	+105	anterior	anterior	medial	anterior	anterior
Proximal genicular	+255	+261	+140	+63	+236	anterior	medial	medial	anteromedial	posteromedial
Adductor magnus (distal branch)					+236					medial
Adductor magnus (proximal branch)	+255	+252	+210	+150	+243	medial	medial	medial	medial	medial
Long head of biceps	+270	+282	+243	+177	+236	medial	medial	medial	posteromedial	medial
Semitendinosus (distal branch)			+219					medial		
Semitendinosus (proximal branch)	+223	+261	+299	+150	+222	medial	medial	medial	posteromedial	posteromedial
Semimembranosus (distal branch)	+255	+252			+218	medial	medial			posteromedial
Semimembranosus (proximal branch)	+328	+312	+210	+150	+333	medial	medial	medial	medial	medial

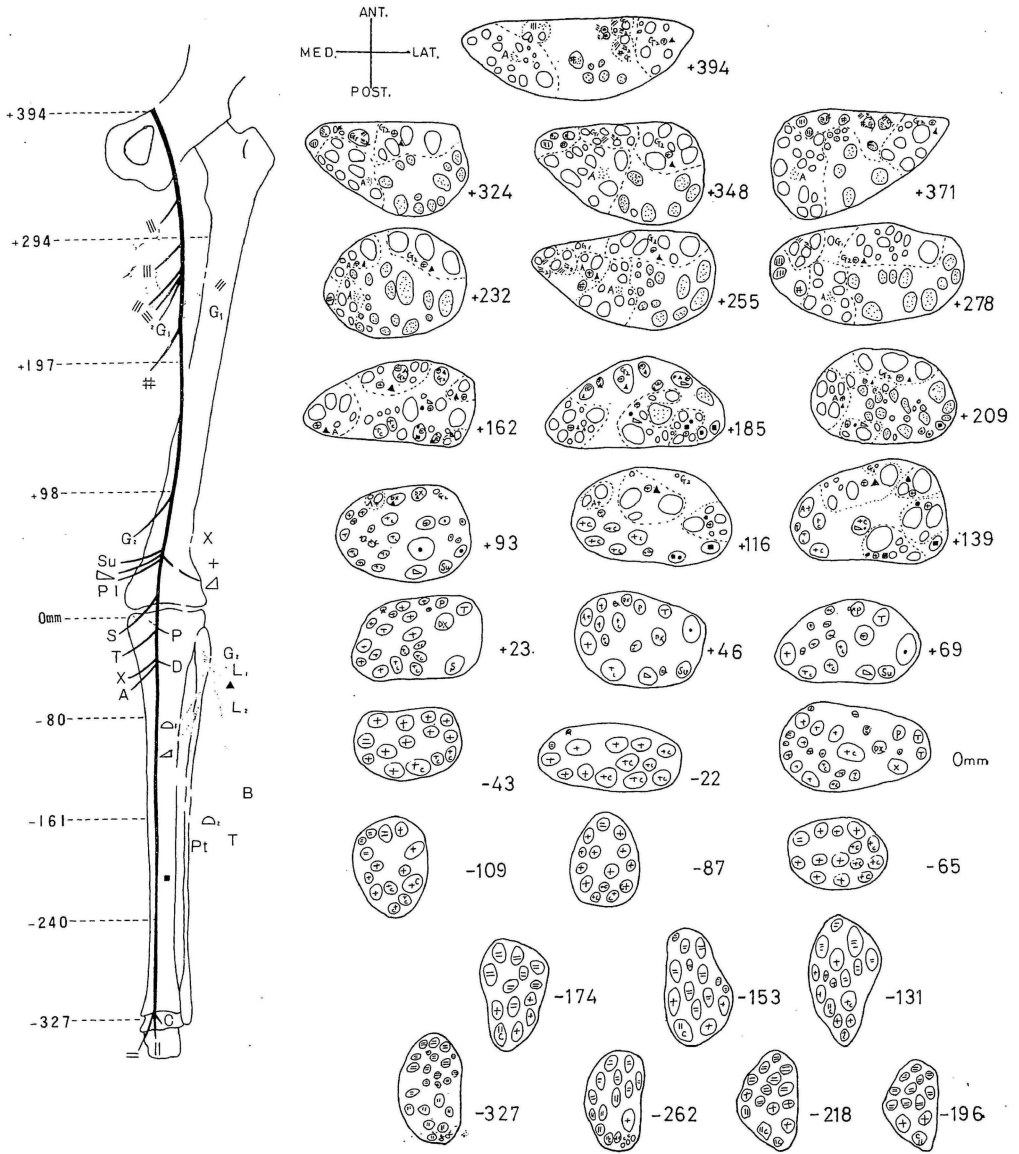


Fig. 5 The intra-neural topographic atlas of the right tibial nerve. Sections viewed from above.

Legend to accompany the diagrams of the tibial nerve.

Tibial Nerve

- = Fibers from medial plantar nerve.
- l Fibers from lateral plantar nerve.
- + Combined fibers from both plantar nerves.
- C Fibers from medial calcaneal nerve.
- A Arterial fibers.
- D Flexor digitorum longus fibers.
- X Flexor hallucis longus fibers.
- T Tibialis posterior fibers.
- P Popliteus fibers.
- S Soleus fibers.
- Pl Plantaris fibers.
- △ Fibers from lateral head of gastrocnemius.
- △ Fibers from medial head of gastrocnemius.
- ⊕ Combined fibers from flexor digitorum longus, flexor hallucis longus, combined plantar fibers and medial calcaneal nerve.
- Su Fibers from medial cutaneous nerve of the calf.
- Combined fibers from lateral head of gastrocnemius, soleus and plantaris.
- ▲ Combined fibers from tibialis posterior and popliteus.
- ⊞ Combined fibers from all branches excluding hamstring, arterial and genicular fibers.
- G₂ Distal genicular fibers.
- G₁ Proximal genicular fibers.
- # Semitendinosus fibers.
- ||| Semimembranosus fibers (distal branch).
- ||| Semimembranosus fibers (proximal branch).
- ||| Adductor magnus fibers.
- ||| Fibers from long head of diceps femoris.

C 長指屈筋枝線維 funiculus

該筋枝は2例が、2本の分枝を有し、胫骨神経幹に、 $-110 \sim -20\text{mm}$ の範囲で合流していた (Table 2). 合流の方向は不定であり、合流後は $-6 \sim +134\text{mm}$ の高位で、足底神経線維 funiculus と吻合を行っていた (Fig. 5, 0mm参照).

D 足底筋枝、後脛骨筋枝および膝窩筋枝線維 funiculus

これら3本の筋枝の胫骨神経への合流の高位は、 $-60 \sim +21\text{mm}$ の範囲であり、合流の方向はほぼ一定していた (Fig. 5, Table 2). しかし、胫骨神経幹に合流した後は、直ちに移動し、隣接 funiculus と吻合を行っていた.

E ヒラメ筋枝線維 funiculus

該筋枝は、2例が中枢枝および末梢枝の2本の分枝を有しており、 $-60 \sim -40\text{mm}$ の高位で、胫骨神経幹の後外側で合流していた (Table 2).

まず、中枢枝線維 funiculus についてみると、 $-2 \sim +21\text{mm}$ の高位で、胫骨神経幹の外～後外側で合流した後、1例を除き、内側腓腹筋枝および内、外腓腹筋枝線維 funiculus と共に、一定の高位まで後側部に局在性を有していた (Figs. 5, 6).

即ち、ヒラメ筋を含む下脛三頭筋枝および内側腓腹皮神経枝の4個の分枝は、 $+10 \sim +34\text{mm}$ 高位で、胫骨神経幹に合流し (Table 2), 該神経幹に合流した直後の各分枝は、それぞれ独立して monofuniculus を形成し、胫骨神経断面の後～後外側に位置していた. これらの funiculus は、外側腓腹筋、ヒラメ筋、内側腓腹皮神経および内側腓腹筋枝線維 funiculus の順で、時計の針まわりの方向にみられた (Fig. 6).

一方、末梢枝線維 funiculus についてみれば、該 funiculus は胫骨神経幹の外側で合流した後、直ちに足底神経枝、長指屈筋枝線維 funiculus と吻合を行ない、次第に胫骨神経断面の中央部へと移動し、神経幹内を上昇していた.

ヒラメ筋枝線維 funiculus の中枢枝線維 funiculus につき、さらに詳細に観察すると、該 funiculus は胫骨神経幹に合流した後、そのまま独立して $12 \sim 17\text{mm}$ 上昇すると、隣接して走行してきた外側腓腹筋線維 funiculus と吻合していた. この吻合した funiculus は、内側腓腹皮神経枝線維 funiculus および内側腓腹筋枝 funiculus と一群を構成し、胫骨神経断面の後側に位置を占めていた. その後、この funiculus 群は、少しく外側へ移動して、そのまま $23 \sim 45\text{mm}$ の間、一定の走行形式

をとっていた (Fig. 5, 6). 以後、各々の funiculus は、本幹内を上昇するに従い、数個の funiculus に分岐し、次第に分散して、他の funiculus と吻合を行っていた. しかし、これらの funiculus 群は、胫骨神経幹内を上昇する際に、神経断面に広く分散せず、後外方に位置しており、この傾向は大腿中央の高位までみられた.

F 外側腓腹筋枝線維 funiculus

該筋枝は、1例を除き、 $+8 \sim +32\text{mm}$ 高位で胫骨神経幹に外側で合流していた (Table 2). 神経幹内ではヒラメ筋枝線維 funiculus の外側に位置し、ヒラメ筋枝線維 funiculus と吻合を行なった後は、上述のような走行形式をとっていた (Fig. 5, 6).

G 内側腓腹皮神経枝線維 funiculus

該神経枝は、 $+10 \sim +34\text{mm}$ 高位で胫骨神経幹に後側で合流し (Table 2), 1例を除き、ヒラメ筋枝線維 funiculus と内側腓腹筋枝線維 funiculus との間にはさまれて、前述のような走行形式をとっていた. 該 funiculus は本幹内を $53 \sim 116\text{mm}$ の間、独立して走行した後に、数個の funiculus に分岐し、内、外側腓腹筋およびヒラメ筋等の筋枝線維 funiculus 或は他の混合線維 funiculus と吻合していた (Fig. 5, 6).

H 内側腓腹筋枝線維 funiculus

該筋枝は、 $+3 \sim +32\text{mm}$ 高位で、胫骨神経幹に、後～後内側で合流していた (Table 2). 本幹に合流後は、前述のような走行形式をとり、その後は $+55 \sim +160\text{mm}$ 高位で数個の funiculus に分岐し、隣接する funiculus と吻合を行っていた (Figs. 5, 6).

I 長内転筋枝線維 funiculus

該筋枝は、2例が半膜様筋枝と共通幹を有しており、 $+150 \sim +255\text{mm}$ 高位で、全例、胫骨神経幹に内側で合流していた.

該 funiculus はいずれも、本幹に合流後は、内側を $21 \sim 92\text{mm}$ 走行し、半膜様筋枝或は混合線維 funiculus と吻合を行っていた (Fig. 5, Table 2).

J 大腿二頭筋長頭枝線維 funiculus

該筋枝は1例のみ、2本の分岐を有し、 $+177 \sim +282\text{mm}$ 高位で胫骨神経幹に全例、内側で合流していた (Table 2). 神経幹に合流した後、そのまま $16 \sim 24\text{mm}$ の間、局在性を示していた (Fig. 5).

K 半膜様筋枝線維 funiculus

該筋枝は、3例が2本の分岐を有し、全例、神経幹に内側で合流していた. 合流後は1～2個の funiculus のまま、内側を $135 \sim 333\text{mm}$ 走行した後に、隣接する

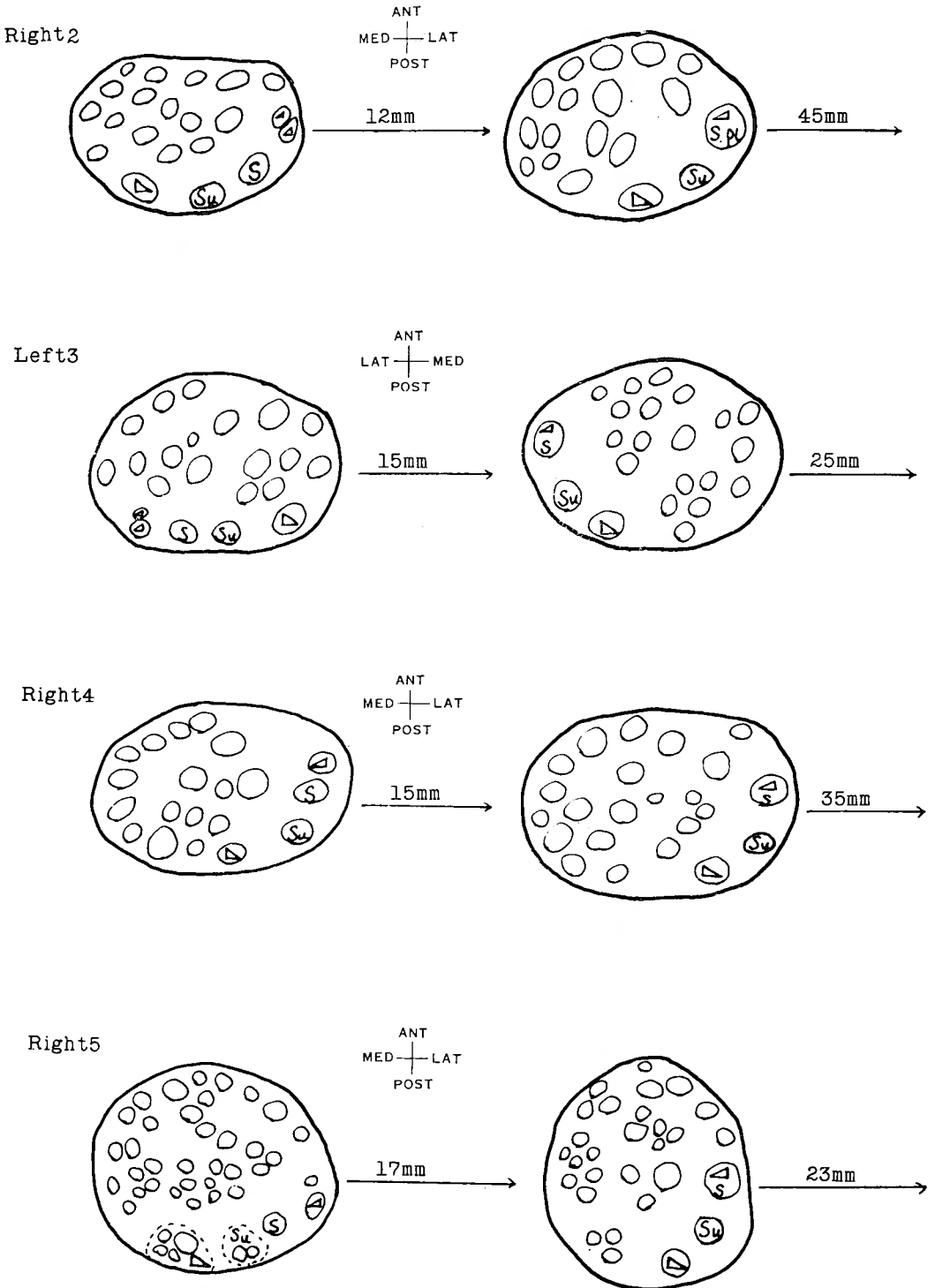


Fig. 6 Localization and migration of funiculi from the triceps surae and the medial cutaneous of the calf.

長内転筋枝線維funiculusと吻合していた (Fig. 5) .

L 半腱様筋枝線維 funiculus

該筋枝は, 1例が, 半膜様筋枝と共通幹を有していた. 全例が, 脛骨神経幹に内側で合流し, 内側をそのまま上昇した後, 半膜様筋枝線維 funiculus 或は混合線維 funiculus と吻合を行っていた (Fig. 5. Table 2).

M 膝関節枝線維 funiculus (中枢および末梢枝)

中枢枝および末梢枝ともに, 神経幹に合流する方向および高位は不定であった. 合流後, 中枢枝線維 funiculus は3~51mm, 末梢枝線維 funiculus は18~73mm上昇した後に, 隣接して走行する funiculus と吻合を行っていた (Fig. 5, Table 2) .

N 血管枝線維 funiculus

該血管枝は, 脛骨神経管に, -23~-109mmの高位で合流していた. 合流の方向は不定であり, 合流後は間もなく足底神経線維 funiculus と吻合を行っていた.

2 Funiculus の局在性

総腓骨神経および脛骨神経の各分枝線維 funiculus

につき, 同一, 或は近似成分を有する線維 funiculus の局在性につき総括的に述べる. 局在化の可能性を60%以上 (5例中, 3例以上) 有している範囲についてのみ言及する.

i) 浅腓骨神経の知覚成分である terminal fiber funiculus は浅腓骨神経が総腓骨神経幹に合流する高位より, -20mm高位の範囲では80%, 総腓骨神経幹内で後内側に局在化の可能性を有していた. さらに+12mm高位までの範囲で, 60%に後内側に局在化の可能性を有していた (Fig. 1).

ii) 運動成分である短, 長腓骨筋枝線維 funiculus 群は, 浅腓骨神経が総腓骨神経幹に合流する高位より -10mm 高位の範囲では80%, さらに中枢側にむかい膝関節高位までの範囲では60%において, 総腓骨神経幹内の中央外側に局在化の可能性を有していた (Fig. 1).

iii) 深および浅腓骨神経線維 funiculus についてみると, 両者が合流する高位より, +30~+39mmまでの範囲では80%において, 総腓骨神経幹内で, 前方部

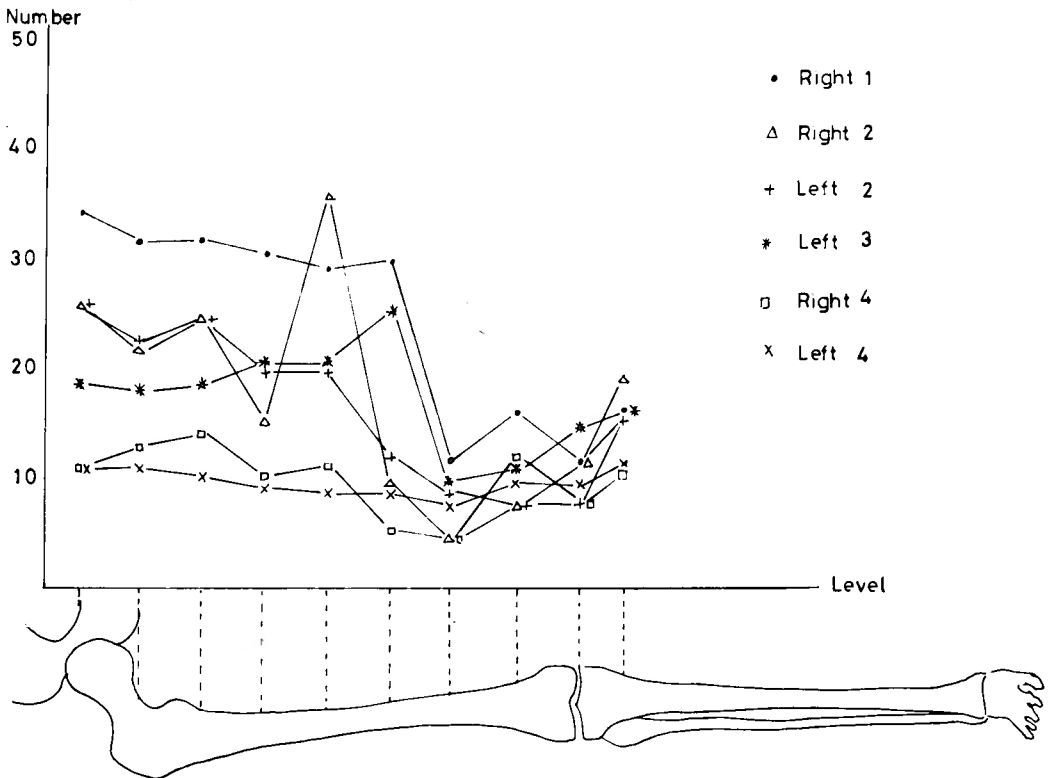


Fig. 7 Number of funiculi at various levels of the common peroneal nerve.

を深腓骨神経線維 funiculus 群が、後方部を浅腓骨神経線維 funiculus 群が占めていた (Fig. 5)。

iv) 外側腓腹皮神経線維 funiculus は、他の線維 funiculus と比較して、局在化の傾向を最も明瞭に示していた。該神経線維 funiculus は総腓骨神経幹に合流した後、+77~+147mm 高位まで、総腓骨神経幹内の内側に位置を占め、その後、次第に後内側へ移動し、そのまま +187~+260mm 高位 (大腿中央の高位) まで局在性を有していた。この傾向は 100% にみられた (Fig. 1)。

v) 脛骨神経の分枝線維 funiculus のうち、下腿三頭筋枝および内側腓腹神経枝線維 funiculus は、本幹内で一群となり、後外側を 12~17mm の間走行していた。ヒラメ筋枝線維 funiculus と外側腓腹筋枝線維 funiculus とが吻合した後は、内側腓腹皮神経線維 funiculus および内側腓腹筋枝線維 funiculus とともに、脛骨神経幹内の、やや外側へ移動し、そのまま、一群となり、23~45mm の間、走行していた。この傾向は 80% にみ

れた (Fig. 6)。

3 Funiculus の数および大きさ

1) Funiculus の数 (Fig. 7, 8)。

総腓骨神経および脛骨神経の横断面に占める funiculus の数を検索するため、大腿部においては、坐骨切痕の高位より膝関節高位までの間を 8 等分し、下腿部は膝関節高位より、脛骨内果の高位までの間を 8 等分した。

総腓骨神経については、坐骨切痕の高位より、腓骨頸部の高位までの範囲で 10 個所、また、脛骨神経については坐骨切痕の高位より、脛骨内果の高位までの範囲で 18 個所、各高位における横断面に占める funiculus の数を検索した。

A 総腓骨神経 (Fig. 7)

総腓骨神経の funiculus の数は、腓骨頸部の高位で 10~18 個 (平均 16 個) であったが、中枢側へ向かうにつれて深、浅腓骨神経線維 funiculus 同志が吻合し、膝関節高位で 7~14 個 (平均 10 個) であった。

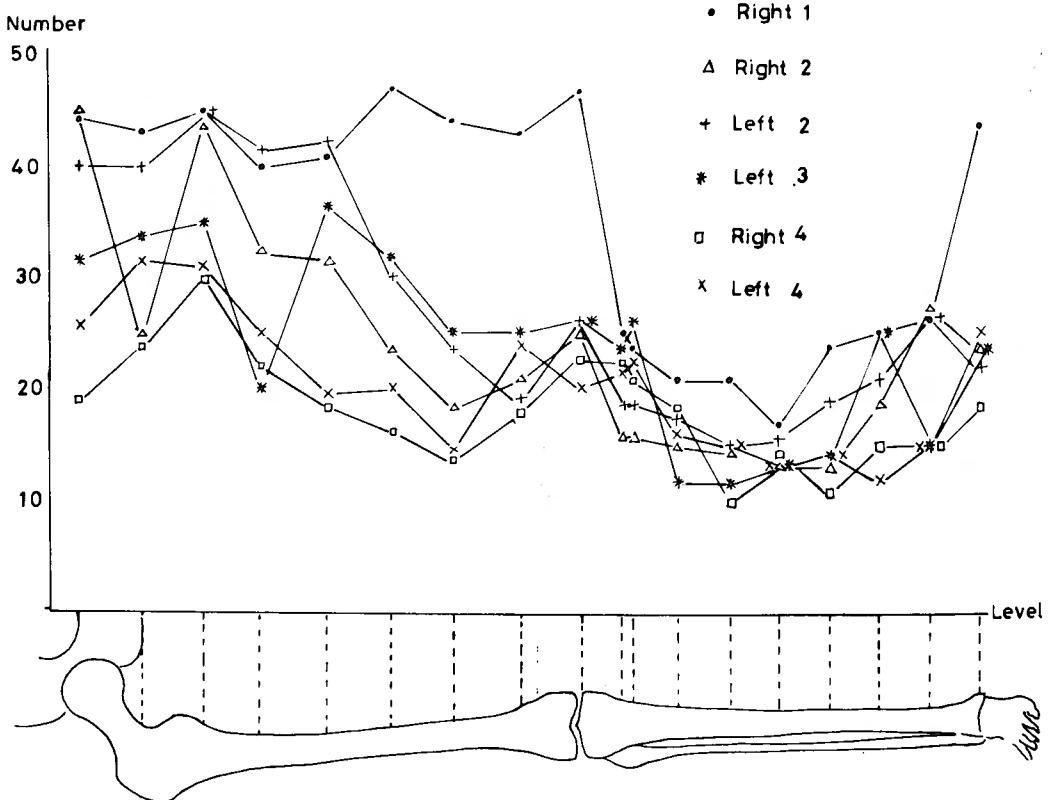


Fig. 8 Number of funiculi at various level of the tibial nerve.

深腓骨神経線維funiculusの数は特徴的であり、腓骨頸部の高位で6~9個みられたfuniculusは、中枢側に向かうにつれて減少し、膝関節高位で2~3個になり、+18~+25mm高位では、さらに減少し、5例中、4例がmonofuniculusを形成していた。

総腓骨神経断面に占めるfuniculusの数は、膝関節高位を過ぎると徐々に減少し、大腿上4分の3、下4分の1の高位では、深、浅腓骨神経線維funiculusが吻合するため、4~12個(平均7個)と最も減少していた。その後は、大腿中央の高位まで増加していたが、大腿中央の高位を過ぎると、坐骨切痕の高位まで、僅かに増加を示し、11~36個(平均21個)であった。

B 脛骨神経 (Fig. 8)

脛骨内果の高位で、funiculusの数は18~44個(平均24個)であったが、下腿中央の高位に近づくにつれ減少し、下腿中央の高位では13~16個(平均14個)であった。下腿中央の高位を過ぎるとfuniculusの数は増加し、膝関節高位では23~44個(平均28個)であった。

膝関節高位より、やや中枢側で、下腿三頭筋枝、内側腓腹皮神経枝が脛骨神経幹に合流するが、他のfuniculusの吻合が行なわれるため、中枢に向かうに従い、全体として減少する傾向がみられた。大腿上4分の3、下4分の1の高位で、14~39個(平均23個)と減少していたが、以後再び増加し、大腿中央の高位で17~43個(平均32個)となっていた。大腿中央の高位を過ぎると、さらに増加していたが、大腿上4分の1、下4分の3の高位からやや減少する傾向がみられた。

2) Funiculusの大きさ

Funiculusの数が増加している高位においては、神経束間結合織が多く、funiculusは一般に小さく、逆にfuniculusの数が減少している高位では、神経束間結合織はやや少く、funiculusは比較的大きい傾向がみられた。しかし、腓骨頸部の高位では、funiculusの数が多いかかわらず、神経束間結合織は比較的少なく、しかもfuniculusは小さい傾向がみられた(Fig. 9)。

3) 腓腹神経および外側腓腹皮神経線維funiculus (Fig. 10)

腓腹神経および外側腓腹皮神経、各1例につき検索した。

まず、腓腹神経についてみると、内側腓腹皮神経と交通枝とが合流する高位より末梢側では、funiculusの数は4~10個であり、比較的一定していた。しかし、腓腹神経が内側腓腹皮神経となって脛骨神経幹に合流



Fig. 9 Transverse section of the common peroneal nerve at the level of the fibula.

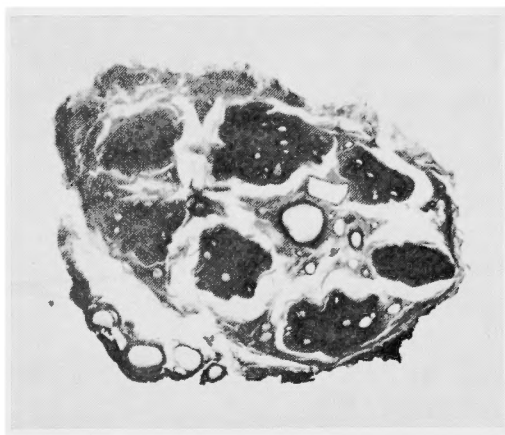


Fig. 10 Transverse section of the medial cutaneous nerve of the calf.

する間の203mmでは、funiculusの数は少なく、僅かに1~2個であった。

次に、外側腓腹皮神経についてみると、脛骨内果の高位で、11個であったのが、中枢側に向かうにつれ減

少し、脛骨内果の高位より220mmの範囲では7~9個とほぼ一定していた。この範囲においては叢形成は少く、分枝も少なかった。

IV 考 察

1) 総腓骨神経損傷について

Sunderland (1961, 1968)³⁸⁾³⁹⁾によれば、神経断面に占める funiculus の数が増加すると、神経束間結合織の占める割合は大きくなり、個々の funiculus は小さくなる。逆に funiculus の数が減少すれば、神経束間結合織の占める割合は小さくなり、funiculus は大きくなる。また、神経の圧迫、牽引に対する抵抗力は funiculus の数に比例している。小谷 (1972)¹⁷⁾ 等が指適しているように、下肢末梢神経のうち、総腓骨神経損傷の頻度は高く、しかも膝関節付近で損傷を受ける率が高い。Sunderland (1945)³⁴⁾ は、総腓骨神経が腓骨頸部で麻痺し易い原因として、該神経は腓骨経部では funiculus の数が多いにもかかわらず、結合織に乏しく、その横断面は扁平であること、その上、骨に接しているため移動性に乏しいことをあげている。著者の例でも、大腿上4分の3、下4分の1の高位より末梢側においては、funiculus の数は腓骨頸部で最も多く、しかも神経束間結合織に乏しく、Sunderland の説を裏づける所見を呈していた。

2) 神経縫合後の機能回復について

神経縫合後の成績を左右する要因として、種々あげられているが、Sunderland³⁹⁾は神経断面に占める funiculus の数および funiculus の割合も要因としてあげている。これら2つの解剖学的な要因は、再生軸索が末梢断端部の endoneurial tube に入る際に、影響を与えており、従って部位により神経縫合後の回復が良好な部位と、不良な部位が考えられると述べている。彼は坐骨神経および総腓骨神経断面の funiculus の数および神経断面に占める funiculus の割合について検討した結果、神経縫合後の回復は

- (i) 総腓骨神経の大腿末梢4分の1の高位より膝関節の高位までの範囲。
- (ii) 総腓骨神経の大腿中央の高位より中枢側、および膝関節の高位より末梢側の範囲。
- (iii) 脛骨神経の大腿末梢2分の1の範囲。
- (iv) 脛骨神経の大腿中枢2分の1の範囲。
- (v) 坐骨神経の臀部

の順に悪くなると述べている。

著者が検索した脛骨神経および総腓骨神経につい

て、funiculus の数のみについて、神経縫合後の回復を考察してみると、総腓骨神経は、脛骨神経に比較して、funiculus の数が少なく、神経束間結合織も少なく、従って総腓骨神経は脛骨神経に比べれば、良好な縫合成績を示すはずである。特に総腓骨神経の大腿の末梢4分の1の範囲は、良好な成績を示す範囲である。

しかし、臨床上、総腓骨神経縫合後の成績は悪く、Clawson & Seddon (1900)⁵⁾らによれば、総腓骨神経の場合、運動機能の useful grade の回復を示すものは36%、脛骨神経の場合は77%であり、両者の間に著しい差がみられる。Clawson & Seddon等は、術後成績にこのような差がみられたことに対して説明がつかないと述べている。

上述のように、解剖学的に良好な成績を示すものと期待される神経と、臨床上、良好な成績を示す神経とは異なっている。

著者は、これに対し次のように考えている。総腓骨神経の場合、大腿末梢4分の1の範囲においては、知覚線維からなる外側腓腹皮神経枝および交通枝線維 funiculus が、神経断面の内側で独立して局在性を示している以外、大腿のほぼ全長に亘り、知覚および運動線維 funiculus が吻合した混合線維 funiculus により占められている。一方、脛骨神経の場合、大腿中央の高位まで、運動線維 funiculus である下腿三頭筋枝線維 funiculus が後〜後外側で、ほぼ独立して局在性を示している。従って、神経縫合後に、脛骨神経の運動再生軸索が、末梢の対応する器管に到達する確立は、腓骨神経に比較すると高く、従って良好な成績が得られることが予想される。

このように funiculus を構成する神経線維が、純粋な運動または知覚性であり、かつ局在性を示していることが、縫合後の成績を左右する一つの要因となってしまうと思われる。

3) Funiculus の局在性および funicular exclusion について

神経端々縫合に際し、これを構成するすべての funiculus 断端を正確に縫合することが、望まれるが、これは殆んど不可能に近い。従って最少限必要な funiculus 同志を縫合することにより、機能的に有効な結果を期待するのである。

Sunderland (1953)³⁷⁾も述べているように、各症例により、また、同一個体でも左右により、同一の高さで funicular pattern にある程度の差がみられる。しかし、

Langley & Hashimoto¹⁹⁾, Sunderland³⁷⁾, Tamura⁴²⁾らの報告にあるように、神経線維 funiculus はかなりの距離にわたり、神経断面の一定部に局在する傾向を有している。

Tamura⁴²⁾によれば、上肢末梢神経、各分枝線維 funiculus のうち、確実に局在化を示す範囲は

(i) 橈骨神経浅枝神経線維の浅枝分岐部により高位約40mm。

(ii) 正中神経母指球枝神経線維の前腕中3分の1、遠位3分の1の範囲。

(iii) 尺骨神経深枝神経線維の前腕遠位3分の1の範囲。

(iv) 尺骨神経手背皮枝神経線維の前腕中3分の1の範囲である。

一方、総腓骨神経および脛骨神経の、各分枝線維 funiculus のうち80%以上局在性を示す範囲は

(i) 浅腓骨神経知覚線維 funiculus の浅腓骨神経合流部より-20mmの高位の範囲。

(ii) 短、長腓骨筋枝線維 funiculus の浅腓骨神経合流部より-10mm高位の範囲。

(iii) 浅および深腓骨神経が合流する高位より、+30~+39mm高位の範囲の両神経線維 funiculus 群

(iv) 外側腓腹皮神経線維 funiculus の大腿末梢4分の1の範囲

(v) 下腿三頭筋枝および内側腓腹皮神経枝が脛骨神経幹に合流する高位より、40~57mmの間の該線維 funiculus である。

これら局在性を示す範囲においては、機能回復に関与する funiculusのみを縫合することにより、機能上、再生軸索が終末器管に到達する確率を増大させることができよう。

一般に、縫合後の成績が悪いといわれる総腓骨神経の術後成績の向上を計るためには、独立した知覚線維 funiculusを除き、足関節および足指の背屈機能に関与する線維を含む funiculus断端の正確な funicular sutureを行うことが必要である。しかし、各 funiculus が運動および知覚成分の混合した線維からなっているので、両者の間に misdirectionがおこる可能性は大きい。

Smith (1971)³¹⁾ は、伊藤¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾らにより funicular suture が行なわれた症例のうち、正常レベルに回復したものがあるという事実からみて、軸索は非常に大きな再生能力を潜めていると述べている。funiculus の捻れ、断端の僅かな不適合などの機能的要因が解決されれば、funicular suture法の発展により、一層優れた

た手術成績が期待できよう。

4) 腓腹神経について

Seddon (1972)²⁷⁾ は理想的な神経移植材料として、前腕内側皮神経、橈骨神経皮枝、大腿外側皮神経および腓腹神経をあげ、Bunnel & Boyes (1939)³⁾ は腓腹神経は他の皮神経にくらべ、切除後の知覚障害や疼痛を伴う神経腫の形成が殆んどみられない点から最も適当であると述べている。Sunderland & Ray (1947)³⁵⁾ も腓腹神経は利用される皮神経の中では、神経束間結合織が少なく、cable graftとしての条件を備えていると推奨している。著者が検索した腓腹神経の funiculus は叢形成が少なく、funiculus の数は4~10個とほぼ一定しており、分枝も少なく、cable graftとして適当と思われる。

V 結 語

1) 成人日本人の坐骨神経、総腓骨神経および脛骨神経標本につき、各神経内の funicular pattern および各高位における神経断面に占める funiculus の数を検索し、intra-neural topographic atlas を作製した。

2) 総腓骨神経および脛骨神経幹内における、各分枝線維 funiculus の局在化の可能性を示す部位につき検索を行い、次の成績を得た。

i) 浅腓骨神経の末梢知覚線維 funiculus においては、該神経が総腓骨神経幹へ合流する高位より、+12mm高位の範囲で総腓骨神経断面の後内側に局在する傾向がみられた。

ii) 短、長腓骨筋枝線維 funiculus 群は、浅腓骨神経が、総腓骨神経幹に合流する高位より、膝関節高位の範囲で、総腓骨神経断面の中央外側に局在する傾向がみられた。

iii) 深および浅腓骨神経線維 funiculus 群は両者が合流する高位より、+30~+39mm高位の範囲で、各々、前後に分かれていた。

iv) 外側腓腹皮神経枝線維 funiculus は、該神経枝が、総腓骨神経幹に合流する高位より、+77~+147mm高位の範囲（大腿末梢4分の1の範囲）で、神経断面の内側に局在しており、その後、+187~+260mm高位（大腿中央の高位）まで後内側に局在する傾向がみられた。

v) 足底神経の知覚および運動線維 funiculus は、脛骨内果のやや高位で全て消失し、知覚および運動線維が混合した funiculus を構成していた。

vi) 下腿三頭筋中枢枝および内側腓腹皮神経枝線維

funiculus は、各々、独立した monofuniculus として 脛骨神経幹に合流した後、40~57mmの間、神経断面の後~後外側に局在し、以後は、分岐、或は他の funiculus と吻合しながら大腿中央の高位まで後外側に局在する傾向がみられた。

- 2) 総腓骨神経損傷について考察を行なった。
- 3) 総腓骨神経および脛骨神経縫合後の運動機能の回復について考察を行なった。
- 4) Funiculus の局在性および funicular exclusion について考察を行い、funicular suture の必要性を強調した。
- 5) 腓腹神経の移植材料としての有用性について考察を行なった。

稿を終るにのぞみ、御懇篤な御指導、御校閲を賜りました恩師伊藤鉄夫教授、ならびに始終御指導、御鞭達下さいました広谷速人講師に心から感謝の意を捧げます。

文 献

- 1) Bora, W. : Peripheral nerve repair in cats. The fascicular stitch. *J. Bone Jt. Surg.*, **49A** : 659, 1967.
- 2) Brunner, J. M. : Use of low-power magnifying loupe for routine surgery of the hand. *J. Bone Jt. Surg.*, **46 A** : 868, 1964.
- 3) Bunnell, S. and Boyes, J. H. : Nerve grafts. *Am. J. Surg.*, **44** : 64, 1939.
- 4) Campbell, J. B. et al. : Application of monomolecular filter tubes in bridging gaps in peripheral nerves and for prevention of neuroma formation. *J. Neurosurg.*, **13** : 635, 1956.
- 5) Clawson, D. K. and Seddon, H. J. : The results of repair of the sciatic nerve. *J. Bone Jt. Surg.*, **42 B** : 205, 1960.
- 6) Compton, A. F. : The intrinsic anatomy of the large nerve trunks of limbs. *J. Anat.*, **51** : 103, 1917.
- 7) Edshage, S. : Peripheral nerve suture. *Act. Chir. Scand., Suppl.* 331, 1964.
- 8) Goldberg, I. : The internal architecture of the tibial, peroneal and obturator nerves. *Am. J. Anat.*, **32** : 447, 1924.
- 9) 後藤欣生 : Funicular suture による自家神経移植の実験研究. 日. 外. 宝, **36** : 478, 1967.
- 10) Grabb, W. C., Be Ment, S. L., Koepke, G. H., and Green, R. A. : Comparison of method of peripheral nerve suture in monkeys. *Plast. & Reconst. Surg.*, **46** : 31, 1970.
- 11) Gutmann, L. : Experimental study of nerve suture with various suture materials. *Brit. J. Surg.*, **30** : 370, 1943.
- 12) Hakstian, R. W. : Funicular orientation by direct stimulation. An aid to peripheral nerve repair. *J. Bone Jt. Surg.*, **50A** : 1178, 1968.
- 13) 石川文彦 : 神経縫合法ことに funicular suture 法に関する実験的研究. 広島大学医学雑誌, **14** : 359, 1966.
- 14) 伊藤鉄夫ほか : 末梢神経損傷の治療, Funicular suture について. 臨床整形外科, **2** : 175, 1967.
- 15) 伊藤鉄夫ほか : Funicular suture による末梢神経損傷の治療. 災害医学, **11** : 16, 1968.
- 16) Ito, T. : Repair of severed peripheral nerve by funicular suture. p. 977, XI^e Congress Mexico, 1969.
- 17) 小谷勉ほか : 腓骨神経欠損に対する自家神経移植術. 臨床整形外科, **7** : 159, 1972.
- 18) Kraus, W. M., Ingham, S. D. : Peripheral nerve topography. *Arch. Neurol & Psychiat.*, **4** : 259, 1920.
- 19) Langley, J. N. and Hashimoto, M. : On the suture separate nerve bundles in a nerve trunk and on internal nerve plexus. *J. Physiol.*, **51** : 318, 1917.
- 20) McKinley, J. C. : The intraneural plexus of fasciculi and fibers in the sciatic nerve. *Arch. Neurol. Psychiat.*, **6** : 377, 1921.
- 21) Michon, J., Sutures neuveuses. p. 766, X^e Congress International de Chirurgie Orthopedique, 1966.
- 22) Millesi, H. et al., The interfascicular nerve grafting of the median and ulnar nerves. *J. Bone Jt. Surg.*, **54 A** : 727, 1972.
- 23) Millesi, H., Die Eingriff an den Hand- und Fingernerven. p. 276, Allgemeine und Spezielle Chirurgische Operationslehre. 1972.
- 24) Mukherjee, S. R. and Douglas, D. M. : An investigation into the value of nylon and terylon as nerve suture. *Br. J. Surg.*, **39** : 271, 1951.
- 25) O'Connell, J. E. : The intraneural plexus and its significance. *J. Anat.*, **70** : 468, 1936.
- 26) Postlewait, R. W. et al. : An evaluation of surgical suture materials. *Surg. Gynec. & Obst.*, **108** : 555, 1959.
- 27) Seddon, H. J. : Surgical Disorder of the Peripheral Nerve. Churchill Livingstone. 1972.
- 28) Singer, M. : The combined use of fibrin film and clot in end-to-end union of nerves. *J. Neurosurg.*, **2** : 102, 1945.
- 29) Smith, J. W. : Microsurgery of peripheral nerves. *Plast. Reconstruct. Surg.*, **33** : 317, 1964.
- 30) Smith, J. W. : Microsurgery : Review of the literature and discussion of microtechniques.

- Plast. & Reconstruct, Surg., **37** : 227, 1966.
- 31) Smith, J. W. : Recent advances in the field of microsurgery. 形成外科, **14** : 58, 1971.
- 32) Stoffel, A. : Beiträge zu einer rationeller Nerven Chirurgie. Münch. med. Wschr., **60** : 175, 1913.
- 33) Sunderland, S. : The intraneural topography of the radial, median and ulnar nerves. Brain, **68** : 4, 1945.
- 34) Sunderland, S. : Blood supply of the sciatic nerve and its popliteal divisions in man. Arch. Neuro. Psych., **54** : 283, 1945.
- 35) Sunderland, S. and Ray. L. J. : The selection and use of autografts for bridging gaps in injured nerve. Brain, **70** : 75, 1947.
- 36) Sunderland, S. and Ray. L. J. : The intraneural topography of the sciatic nerve and its popliteal divisions in man. Brain, **71** : 242, 1948.
- 37) Sunderland, S. : Funicular suture and funicular exclusion in the repair of severed nerves. Brit. J. Surg., **40** : 58, 1953.
- 38) Sunderland, S. and Bradley. K. C. : Stress-strain phenomena in human peripheral nerve trunks. Brain, **84** : 102, 1961.
- 39) Sunderland, S. : Nerves and Nerve Injuries. Edinburg. Livingstone. 1968.
- 40) 竹友隆雄 : 末梢神経の手術. 手術, **9** : 399, 1955.
- 41) 竹友隆雄 : 末梢神経の手術々式. 外科治療, **4** : 580, 1961.
- 42) Tamura, K. : The funicular pattern of Japanese peripheral nerves. Arch. Jap. Chir., **38** : 35, 1969.
- 43) Weiss, P. and Hollowell, D. : Pressure block in nerve provided with arterial sleeves. J. Neurosurg., **6** : 269, 1943.