



# Explorations ENMG du pied

## *ENMG investigations of the foot*

F. Grailet  
F.C. Wang

Département de neurophysiologie clinique, centre hospitalier universitaire de Liège, Sart Tilman B35, 4000 Liège, Belgique

### RÉSUMÉ

Ce document se présente comme un catalogue des techniques d'électroneuromyographie (ENMG) utilisées pour diagnostiquer les neuropathies tronculaires du pied. L'exploration de cette région représente un défi pour le spécialiste de l'ENMG en raison de la finesse des structures nerveuses et de la diversité des variantes anatomiques. Ainsi, l'accent est mis sur les techniques garantissant des réponses systématiques dans une population contrôle saine, indépendamment de ses caractéristiques (âge, taille, poids). Ce répertoire technique est structuré autour de deux éléments essentiels : un rappel des connaissances anatomiques indispensables et une énumération des valeurs normatives associées à chaque méthode.

© 2025 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés, y compris ceux relatifs à la fouille de textes et de données, à l'entraînement de l'intelligence artificielle et aux technologies similaires.

### MOTS CLÉS

Électroneuromyographie  
Pied  
Canal tarsien  
Anatomie

### KEYWORDS

Electroneuromyography  
Foot  
Tarsal tunnel  
Anatomy

### SUMMARY

*This document serves as a catalog of electromyography (EMG) techniques used to diagnose truncal neuropathies of the foot. Exploring this region presents a challenge for the EMG specialist due to the delicate nature of the nerve structures and the diversity of anatomical variations. Therefore, emphasis is placed on techniques that ensure consistent responses in a healthy control population, regardless of its characteristics (age, height, weight). This technical repertoire is structured around two key elements: a review of essential anatomical knowledge and a listing of normative values associated with each method.*

© 2025 Elsevier Masson SAS. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

### ABRÉVIATIONS

EDB extensor digitorum brevis  
EMG électromyographie  
ENMG électroneuromyographie  
NCM nerf calcanéen médial  
NFC nerf fibulaire commun  
NFP nerf fibulaire profond  
NFS nerf fibulaire superficiel  
NPM nerf plantaire médial  
NPL nerf plantaire latéral  
NS nerf sural  
NT nerf tibial  
SCT syndrome du canal tarsien

### INTRODUCTION

Ce document s'adresse aux médecins pratiquant l'électroneuromyographie (ENMG) et propose une approche pratique centrée sur l'anatomie nerveuse et les techniques d'ENMG. Paradoxalement, le pied reste une région difficile à explorer en ENMG, bien qu'il occupe une place centrale dans notre routine électrophysiologique pour aider au diagnostic des pathologies du système nerveux périphérique. Il est vrai que dans ce contexte, sur le

### Auteur correspondant :

F. Wang,  
CHU de Liège, Sart Tilman B35,  
4000 Liège, Belgique.  
Adresse e-mail :  
fc.wang@chuliege.be

<https://doi.org/10.1016/j.praneu.2025.07.003>

© 2025 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés, y compris ceux relatifs à la fouille de textes et de données, à l'entraînement de l'intelligence artificielle et aux technologies similaires.

## Pour la pratique

F. Grailet, F.C. Wang

versant sensitif, habituellement, on ne va guère au-delà de la cheville et sur le plan moteur, on se limite aux muscles *extensor digitorum brevis* (EDB) et *abductor hallucis* (AH).

À l'exception du syndrome du canal tarsien (SCT), nous n'aborderons pas ici les différentes pathologies tronculaires du pied, celles-ci ayant déjà été traitées dans d'autres publications [1–4]. L'accent est mis sur les aspects techniques, illustrés par de nombreuses figures que nous espérons didactiques. Ces illustrations ont été réalisées avec la participation d'une collègue sans plainte neurologique (34 ans, 1,71 m, 65 kg). Pour les différents nerfs ou muscles étudiés, chaque figure propose un rappel anatomique, la prise de repères, le positionnement des électrodes de détection et de stimulation, et enfin les potentiels obtenus en situation réelle chez notre collègue volontaire. Lorsque les techniques de neurographie classiques (électrodes de surface uniquement) sont en échec pour enregistrer un potentiel de nerf distal du pied, il est possible de se rapprocher de la structure nerveuse étudiée en utilisant des aiguilles-électrodes. Ces techniques qui relèvent davantage de la microneurographie ne seront pas abordées dans cette mise au point.

Afin de compléter l'approche technique de ce catalogue, nous proposons un tableau récapitulatif des valeurs normatives associées aux procédures décrites. La question des normes reste délicate. Certains paramètres sont dépendants de l'âge, de la taille et parfois du poids des sujets contrôles étudiés. Dans ce cas, pour établir les valeurs normatives, il faut recourir à des régressions linéaires multiples et présenter les limites de normalité sous forme d'équation avec un *intercept* et différentes constantes par lesquelles il faut multiplier les facteurs influençant significativement (sur le plan statistique) le paramètre étudié. Dans cet article, il nous a semblé plus approprié de proposer des limites de normalité plus concrètes en utilisant la méthode des percentiles (*Tableau I*). Il convient néanmoins que chaque laboratoire établisse ses propres normes, en ayant recours si nécessaire aux régressions linéaires multiples.

## NEUROGRAPHIE MOTRICE DU PIED

## Paramètres d'acquisition du potentiel d'action global musculaire (PAGM)

Les paramètres d'acquisition du potentiel d'action global musculaire (PAGM) sont :

- bande passante entre 2 Hz et 5 Kz ;
- stimulation nerveuse percutanée avec un durée de 0,2 ms ;
- amplitude du pic négatif initial ;
- latence motrice au début du pic négatif initial.

## Nerf fibulaire profond

## Anatomie

Le nerf fibulaire profond (NFP) s'individualise du nerf fibulaire commun (NFC) à la sortie du tunnel fibulaire. Il descend ensuite dans le compartiment antérieur de la jambe (innervation motrice des muscles *tibialis anterior*, *extensor digitorum longus*, *extensor hallucis longus* et *peroneus tertius*). À la cheville, il passe sous le *retinaculum* des extenseurs. Il se divise alors en sa branche latérale terminale motrice (pour le muscle *extensor digitorum brevis*) et sa branche médiale terminale sensitive (*Fig. 1D*).

Dans 15 à 28 % des cas [5], selon des études électrophysiologiques, l'innervation du muscle *extensor digitorum brevis* (EDB) est assurée en partie, rarement en totalité, par un nerf fibulaire accessoire naissant de la partie proximale du nerf fibulaire superficiel (NFS) (*Fig. 2C*). Ce nerf accessoire descend sur la face latérale de la jambe, contourne en arrière la malléole externe et innervé le muscle EDB. Il faut également mentionner des variantes musculaires. Parmi celles-ci, l'absence complète de muscle EDB est rare. L'absence d'un ou plusieurs des quatre chefs habituels du muscle est plus fréquente.

**Tableau I. Valeurs normatives établies par la méthode des percentiles.**

	Paramètres	P5	P95
Nerf fibulaire profond, muscle <i>extensor digitorum brevis</i> (n = 50)	Amp (mV)	3,8	
	LDM (ms)		5,2
Nerf tibial, muscle <i>abductor hallucis</i> (n = 50)	Amp (mV)	8,4	
	LDM (ms)		5,5
Nerf sural (n = 50)	Amp (µV)	15	
	VCS (m/s)	44	
Nerf cutané dorsal latéral du pied (n = 40)	Amp (µV)	6	
	VCS (m/s)	32	
Nerf fibulaire superficiel (n = 60)	Amp (µV)	16	
	VCS (m/s)	41	
Branche terminale cutanée dorsale médiale du nerf fibulaire superficiel (n = 25)	Amp (µV)	6	
Nerf plantaire « interne » mixte (n = 60)	Amp (µV)	9	
	VCS (m/s)	40	
Rapport d'amplitude plantaire/sural (n = 60)			0,4

P : percentile ; Amp : amplitude ; LDM : latence distale motrice ; VCS : vitesse de conduction sensitive.

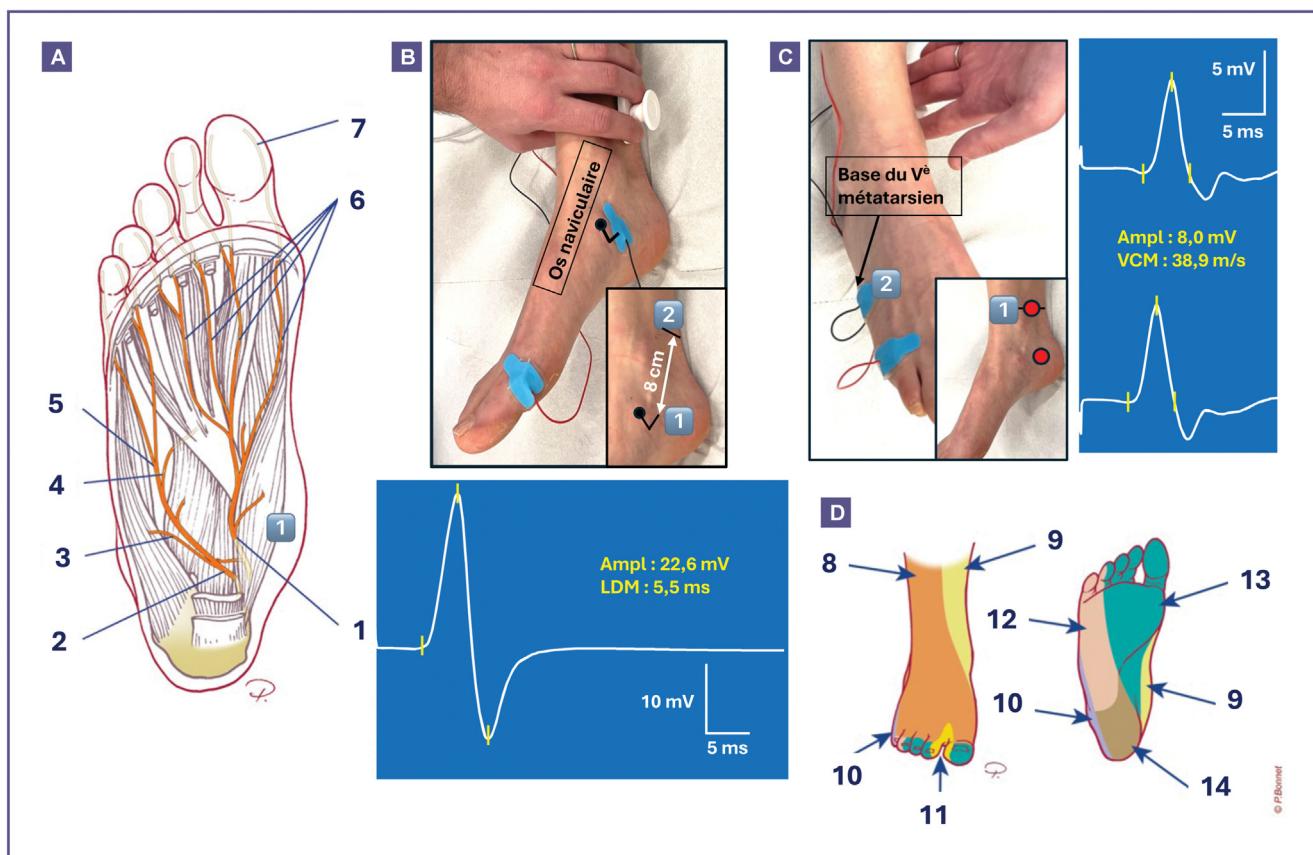


Figure 1. Nerf tibial (neurographie motrice) et innervation cutanée du pied. A. Nerfs plantaires : (1) nerf plantaire médial ; (2) nerf plantaire latéral (NPL) ; (3) nerf calcanéen inférieur (nerf de Baxter ou nerf du muscle abductor digiti minimi) ; (4) branche profonde motrice du NPL ; (5) branche superficielle sensitive du NPL ; (6) nerfs digitaux communs plantaires ; (7) nerf digital propre plantaire médial de l'hallux (1<sup>er</sup> nerf digital propre plantaire). B. Étude de la conduction motrice du nerf tibial (muscle *abductor hallucis*). (1) Préparation : idéalement le patient est en décubitus dorsal ; repérer la saillie osseuse correspondant à l'os naviculaire ; marquer deux repères l'un 1 cm en-dessous et 1 cm proximalement par rapport à cette saillie osseuse (1) et l'autre à 8 cm proximalement (2). (2) Enregistrement : détection (E1) à hauteur du 1<sup>er</sup> repère (E2 à la base du gros orteil) et stimulation (cathode, anode proximalement) à la cheville (repère 2). C. Étude de la conduction motrice du nerf tibial (muscle *abductor digiti minimi*). (1) Préparation : idéalement le patient est en décubitus dorsal ; marquer deux repères l'un à la naissance de la malléole externe (1) et l'autre 1 cm distalement par rapport à la base du 5<sup>e</sup> métatarsien (2). (2) Enregistrement : détection (E1) à hauteur du 2<sup>e</sup> repère (E2 à la base du petit orteil) et stimulation (cathode, anode proximalement) à la cheville (repère 1, disque rouge supérieur) et au talon (disque rouge inférieur) de manière à évoquer un potentiel d'action global musculaire de morphologie semblable à celle obtenue lors de la stimulation à la cheville. D. Territoires sensitifs tronculaires du pied : (8) nerf fibulaire superficiel ; (9) nerf saphène ; (10) nerf sural ; (11) nerf fibulaire profond ; (12) nerf plantaire latéral ; (13) nerf plantaire médial ; (14) nerf calcanéen médial.

## Techniques d'enregistrement

L'obtention du potentiel moteur du NFP sur le muscle EDB n'offre aucune difficulté particulière (Fig. 2B et C). Une dorsiflexion active des orteils permet de préciser l'endroit optimal pour placer E1 (E2 à la base du petit orteil).

Il faut songer à un nerf fibulaire accessoire, lorsque la réponse évoquée au niveau du muscle EDB, après stimulation du NFP à la cheville, présente une taille inférieure à celle évoquée après stimulation à la tête de la fibula. Dans ce cas, la stimulation en arrière de la malléole externe évoque une réponse motrice au niveau du muscle EDB (Fig. 2C).

## Nerf tibial

### Anatomie

À l'approche de la cheville, le nerf tibial (NT) devient superficiel, s'étendant sur le versant médial du tendon d'Achille. Ensuite, le NT passe sous le *retinaculum* des fléchisseurs, dans le canal tarsien. Celui-ci est délimité en dehors par le muscle *quadratus plantae* et la face interne du *talus* et du *calcaneus*. En dedans, le canal tarsien est délimité par le *retinaculum* des fléchisseurs qui engaine le muscle *abductor hallucis*. Le feuillet profond du *retinaculum* envoie des cloisons

## Pour la pratique

F. Grailet, F.C. Wang

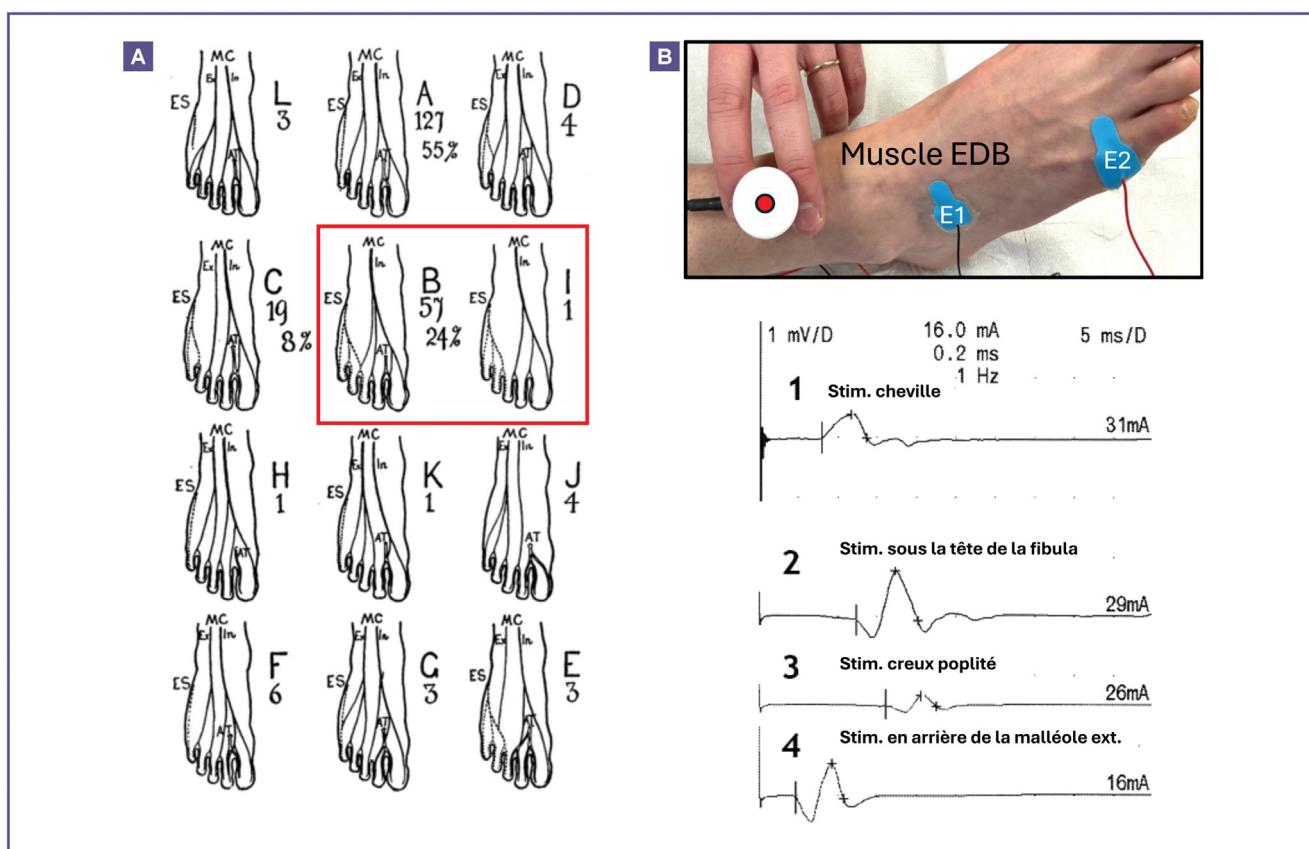


Figure 2. Variantes anatomiques sensitives et motrices. A. Concernant l'innervation sensitive de la face dorsale du pied, Thomson a répertorié douze variantes [6]. L'innervation classique et traditionnellement enseignée, y compris dans cet article, est rapportée dans 55 % des cas (A). Dans 25 % des cas, la branche terminale intermédiaire du nerf fibulaire superficiel fait défaut (B & I). Dans cette situation, c'est le nerf sural qui assure l'innervation cutanée de la face dorsale et latérale du pied. B. Étude de la conduction motrice du nerf fibulaire profond. (1) Préparation : idéalement le patient est en décubitus dorsal ; repérer la saillie musculaire correspondant au muscle *extensor digitorum brevis* (EDB) (s'aider éventuellement d'un dorsiflexion des orteils). (2) Enregistrement : détection (E1) au sommet du muscle EDB (E2 à la base du petit orteil) et stimulation (disque rouge) à la cheville (cathode à 8 cm de E1, anode proximale). C. Dans 15 à 28 % des cas, selon des études électrophysiologiques [5], l'innervation du muscle EDB est assurée en partie, rarement en totalité, par un nerf fibulaire accessoire naissant de la partie proximale du nerf fibulaire superficiel. En cas de bloc de conduction à la tête de la fibula, la neurographie motrice peut s'avérer déroutante, car la morphologie du potentiel d'action global musculaire (PAGM) change pour les différents sites de stimulation : (1) à la cheville : PAGM de faible amplitude ; (2) sous la fibula : PAGM d'amplitude nettement supérieure ; (3) au creux poplité : PAGM d'amplitude très réduite traduisant le bloc de conduction à la tête de la fibula ; (4) en arrière de la malléole externe : PAGM résultant de la stimulation du nerf fibulaire accessoire avec une morphologie comparable (en plus petit) à celle du PAGM évoqué en (2).

qui s'étendent jusqu'à l'os et constituent des gaines ostéofibreuses pour le paquet vasculonerveux et les tendons des muscles *tibialis posterior*, *flexor digitorum longus*, et *flexor hallucis longus*. Le NT se divise dans le canal tarsien en ses deux branches terminales, les nerfs plantaires médial et latéral (NPM et NPL respectivement) (Fig. 1A et 3A). Le NPM atteint la plante du pied en passant sous l'attache osseuse du muscle *abductor hallucis* (canal de l'abducteur en arrière du tubercule de l'os naviculaire ou scaphoïde tarsien), puis à travers un espace ostéofibreux formé par l'attache du muscle *flexor hallucis brevis* aux os du tarse. Il assure l'innervation motrice des muscles *abductor hallucis*, *flexor digitorum brevis* et *flexor hallucis brevis* (Fig. 1A et 3A).

Le NPL atteint également la plante du pied en passant sous l'attache osseuse du muscle *abductor hallucis*. La première branche collatérale du NPL, qui naît parfois directement du NT, est le nerf calcanéen inférieur ou nerf de Baxter ou encore nerf du muscle *abductor digiti minimi* (innervation également du périoste de la tubérosité interne du calcaneum). Le NPL passe ensuite entre les muscles *flexor digitorum brevis* et *quadratus plantae* (dont il assure l'innervation) (Fig. 1A et 3A).

### Techniques d'enregistrement

Comme illustré dans la Fig. 1A, le corps musculaire du muscle *abductor hallucis* est plus postérieur qu'on ne se l'imagine. Il

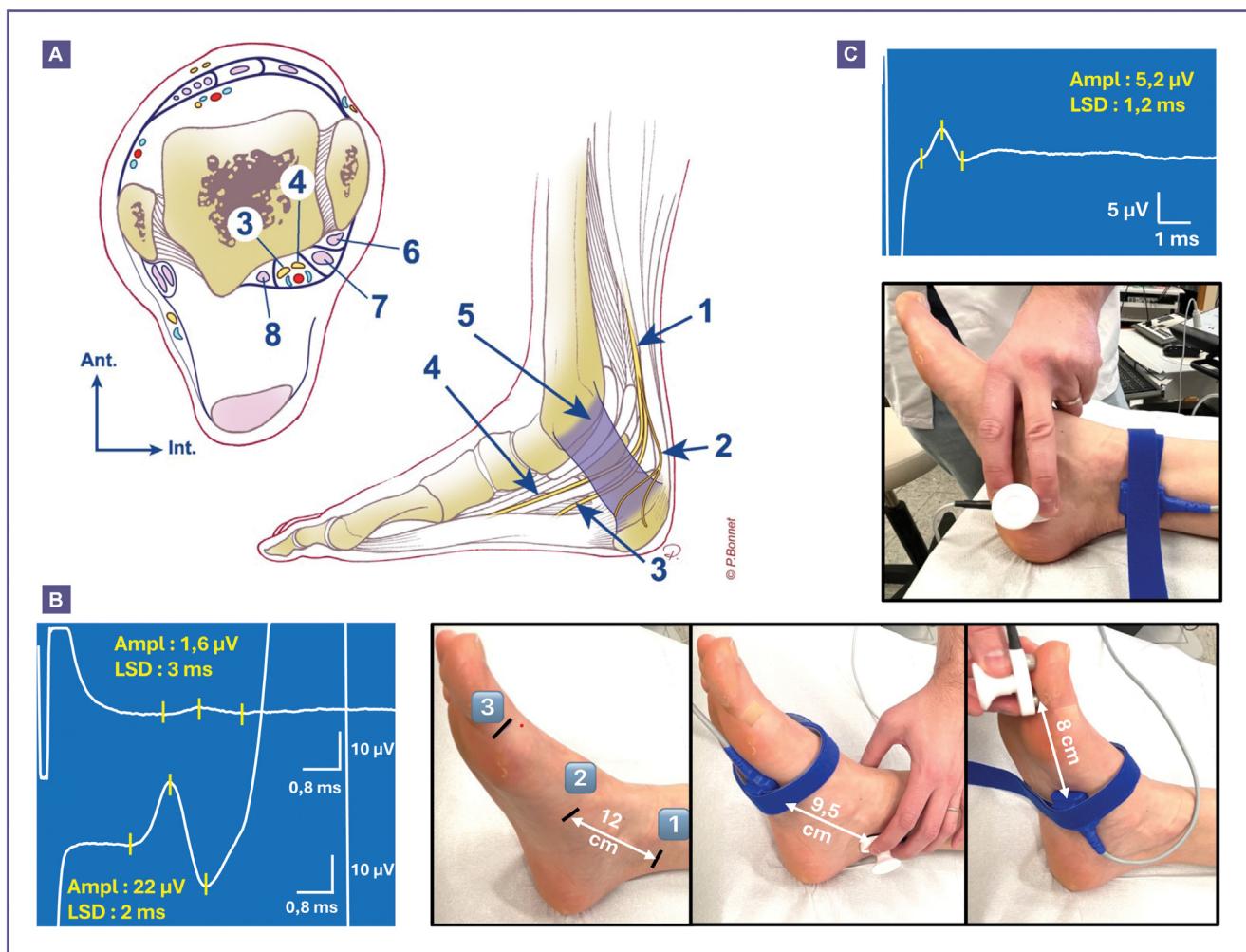


Figure 3. Nerf tibial (neurographie sensitive). A. Canal tarsien (profil et coupe transversale antépostérieure) : (1) nerf tibial ; (2) nerf calcaneen médial ; (3) nerf plantaire latéral ; (4) nerf plantaire médial ; (5) retinaculum des fléchisseurs ; (6) tendon du tibial postérieur ; (7) tendon du long fléchisseur des orteils ; (8) tendon du long fléchisseur de l'hallux. B. Étude de la conduction mixte antidromique (nerf plantaire interne) et orthodromique sensitive (1<sup>er</sup> nerf digital propre plantaire). (1) Préparation : idéalement le patient est en décubitus dorsal ; marquer trois repères l'un à la naissance de la malléole externe (1), un autre 12 cm distalement à la partie interne de la plante du pied (2), et le dernier à la base du gros orteil (3). (2) Enregistrement du nerf plantaire interne : détection (E1) à hauteur du 2<sup>e</sup> repère (E2 distalement) et stimulation (cathode, anode proximalement) à la cheville (dans ce cas, c'est l'anode qui est sur le repère 1, la cathode étant plus distale de 2,5 cm, ce qui réduit la distance entre la cathode et E1 à 9,5 cm). (3) Enregistrement du 1<sup>er</sup> nerf digital propre plantaire : détection (E1) à 8 cm du 3<sup>e</sup> repère (E2 proximalement) et stimulation (cathode, anode distalement) à hauteur du 3<sup>e</sup> repère (intensité de stimulation = 3× le seuil de perception). C. Étude de la conduction sensitive (orthodromique) du nerf calcaneen médial : détection (E1) à la cheville sur le trajet du nerf tibial (E2 proximalement) et stimulation (cathode, anode distalement) à hauteur du talon.

est donc souvent préférable de placer E1 juste proximalement et un centimètre au-dessous de l'os naviculaire, qu'au milieu de l'arche interne.

La vitesse de conduction à travers le canal tarsien est difficile à mesurer lorsque la détection des réponses motrices se fait sur le muscle *abductor hallucis* en raison de la proximité entre E1 et la cathode stimulatrice à la sortie du canal tarsien. En revanche, la détection sur le muscle *abductor digiti minimi* facilite l'obtention de la vitesse de conduction transcanalaire (Fig. 1C). Une vitesse de conduction motrice inférieure à 30 m/s est évocatrice d'une compression focale du nerf.

## NEUROGRAPHIE SENSITIVE OU MIXTE DU PIED

### Paramètres d'acquisition des potentiels de nerf sensitif ou mixte

Les paramètres d'acquisition des potentiels de nerf sensitif ou mixte sont :

- bande passante entre 20 Hz et 3 Kz ;
- stimulation nerveuse percutanée avec une durée de 0,1 ms ;
- amplitude mesurée du sommet du pic négatif initial au milieu de la ligne joignant le sommet des deux premiers pics positifs ;

## Pour la pratique

- vitesse de conduction calculée en divisant la distance E1-cathode par la latence au début du pic négatif initial.

### Nerf sural

#### Anatomie

Le nerf sural (NS) provient de la réunion, généralement au milieu de la jambe, de la branche communicante du sural (issue du NFC) et du nerf cutané sural médial (issu du NT). À la cheville, le nerf contourne la malléole externe et donne des rameaux calcanéens latéraux et le nerf cutané dorsal latéral du pied qui se termine en nerf digital dorsal latéral du 5<sup>e</sup> orteil (10<sup>e</sup> nerf digital dorsal) (Fig. 4A).

Dans 20 % des cas, la branche communicante descend jusqu'au talon sans fusionner avec le nerf cutané sural médial, qui constitue alors à lui seul le NS. De façon très exceptionnelle, c'est la branche communicante qui fait office de NS. Dans les autres cas, la réunion des 2 branches constitutives du NS se

fait habituellement au milieu de la jambe. Cependant, cette réunion peut se faire plus proximalement, dès le creux poplité, ou distalement, jusqu'à la cheville, et n'est pas symétrique que dans 60 % des cas. Une fois sur quatre, le territoire d'innervation du NS s'étend médalement sur le dos du pied lorsque la branche intermédiaire du NFS fait défaut.

Des anastomoses sont décrites entre le NS et la branche intermédiaire du NFS, entre le NS et la branche médiale du NFS, en l'absence de la branche intermédiaire.

#### Techniques d'enregistrement

L'étude de la conduction nerveuse sensitive du nerf sural fait partie de l'évaluation systématique de toute neuropathie périphérique. Les procédures d'enregistrement varient d'un laboratoire à l'autre. La Fig. 4B et C illustre les procédures que nous privilégions. De façon générale, nous optons pour des segments (entre cathode et E1) de 8 cm qui nous paraissent le meilleur compromis possible entre reproductibilité de la

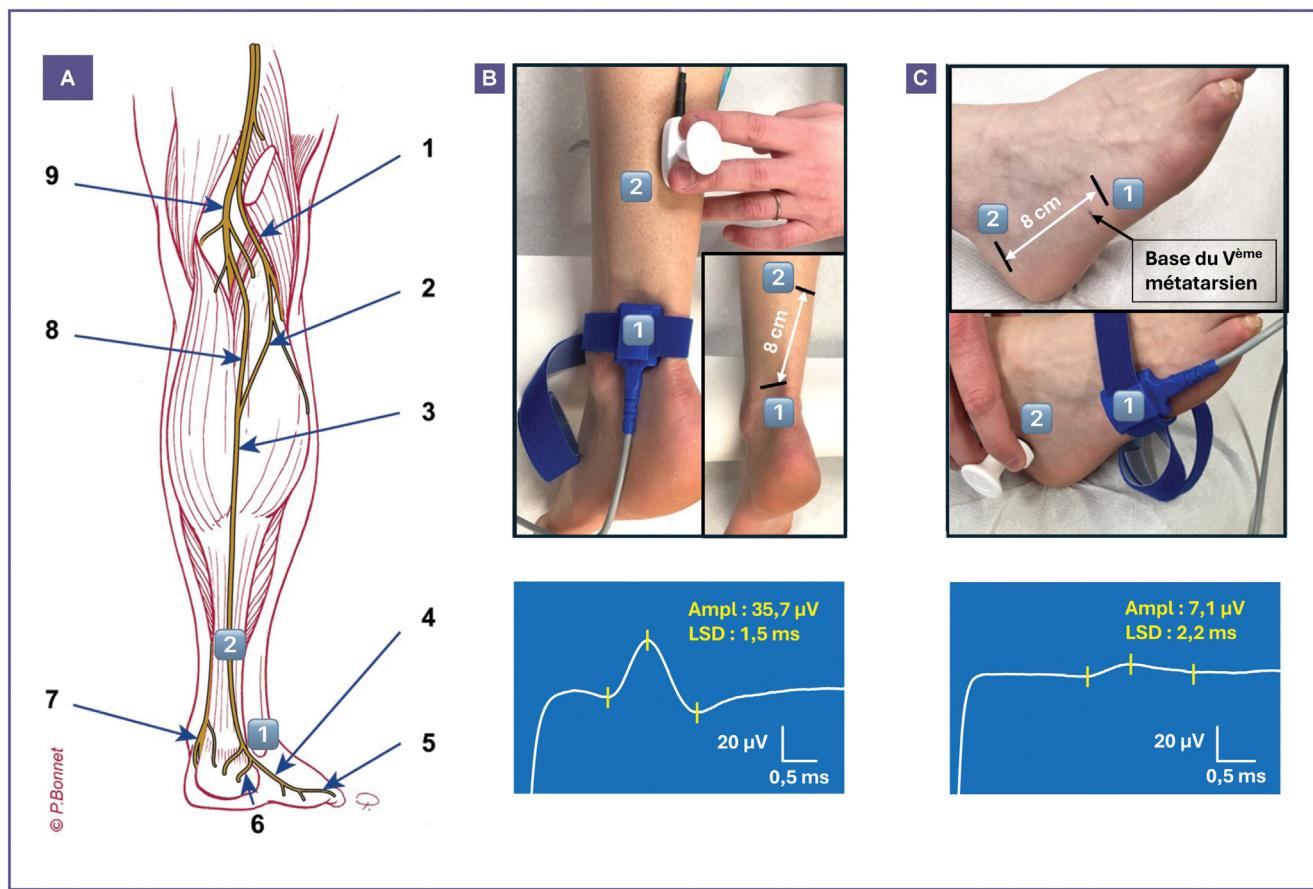


Figure 4. Nerf sural. A. Origine et branches du nerf sural : (1) nerf fibulaire commun ; (2) branche communicante du sural ; (3) nerf sural ; (4) nerf cutané dorsal latéral du pied ; (5) nerf digital dorsal latéral du 5<sup>e</sup> orteil ; (6) rameaux calcanéens latéraux ; (7) nerfs plantaires ; (8) nerf cutané sural médial ; (9) nerf tibial. B. Étude de la conduction sensitive antidiromique du nerf sural. (1) Préparation : idéalement le patient est en décubitus ventral ; marquer deux repères l'un à la naissance de la malléole externe (1) et l'autre à 8 cm proximalement (2). (2) Enregistrement : détection (E1, E2 distalement) au niveau de la cheville en rétromalléolaire (repère 1) et stimulation (cathode, anode proximale) à la jambe (repère 2). C. Étude de la conduction sensitive antidiromique du nerf cutané dorsal latéral du pied. (1) Préparation : le patient est en décubitus dorsal ; marquer deux repères l'un 1 cm en aval de la base du 5<sup>e</sup> métatarsien et l'autre à 8 cm proximalement (2). (2) Enregistrement : détection (E1, E2 distalement) au niveau du pied (repère 1) et stimulation (cathode, anode proximale) à la cheville (repère 2).

mesure et optimisation de l'amplitude des réponses évoquées, en particulier sur le versant sensitif.

### Nerf fibulaire superficiel

#### Anatomie

Le NFS est issu du NFC, en même temps que le NFP, à la sortie du tunnel fibulaire. Il descend ensuite dans le compartiment latéral de la jambe, le long du péroné (innervation des muscles *peroneus longus & brevis*). Il perfore le fascia au tiers inférieur de la jambe où il devient sous-cutané et se divise en ses branches cutanées dorsales, médiale et intermédiaire. La branche médiale donne les 1<sup>er</sup>, 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> nerfs digitaux dorsaux

des orteils et la branche intermédiaire, les 6<sup>e</sup>–9<sup>e</sup> nerfs digitaux dorsaux des orteils (Fig. 5A).

La variante anatomique la plus fréquente (25 %) est l'absence de la branche terminale intermédiaire. Dans ce cas c'est le NS qui assure l'innervation cutanée de la face dorsale et latérale du pied (Fig. 2A) [6].

Des anastomoses sont décrites entre la branche médiale du NFS et le nerf saphène. La fréquence de ces anastomoses n'est pas connue.

#### Techniques d'enregistrement

La Fig. 5B illustre les méthodes proposées pour étudier le NFS et ses deux branches terminales. Le NFS proprement dit n'est

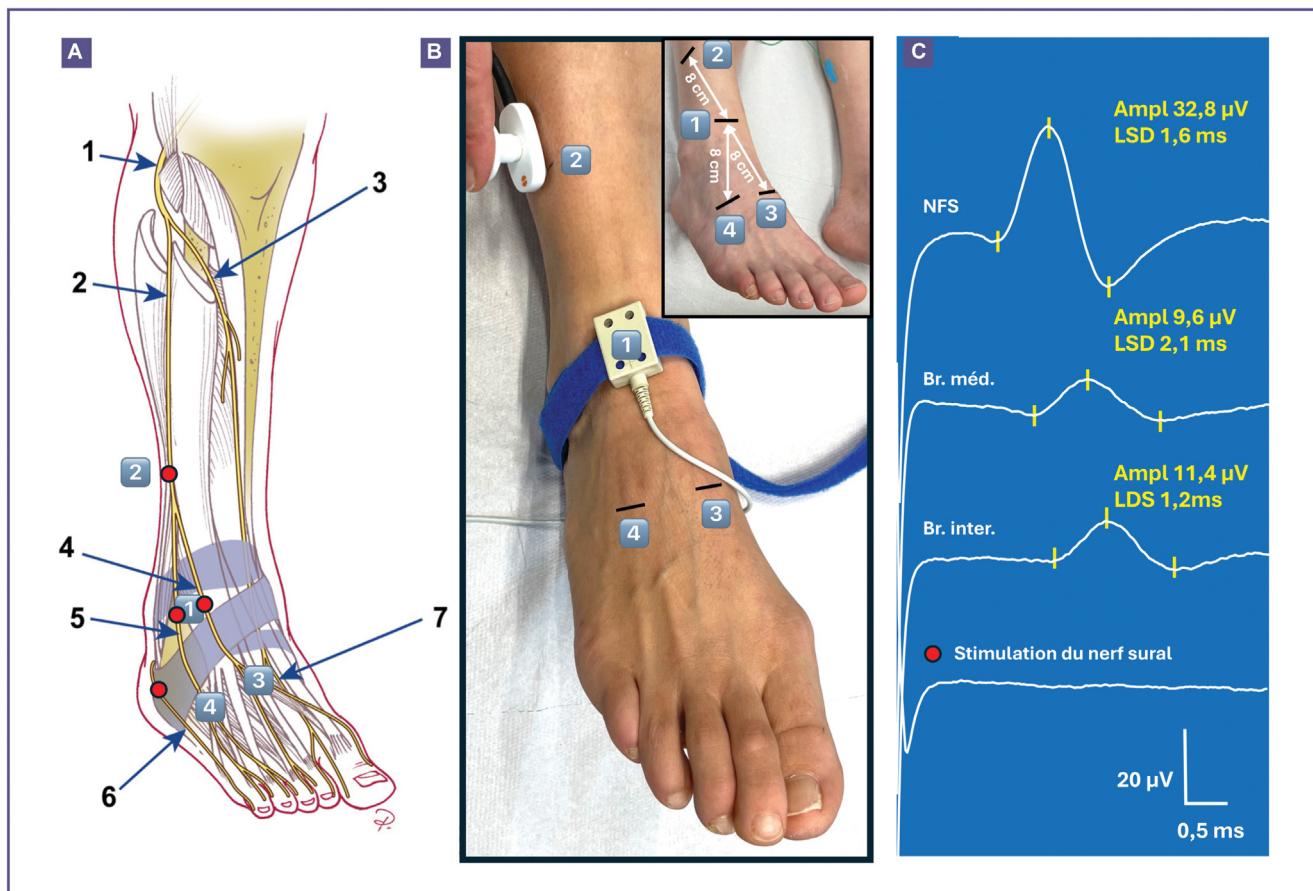


Figure 5. Nerf fibulaire superficiel. A. Branches du nerf fibulaire commun : (1) Nerf fibulaire commun ; (2) Nerf fibulaire superficiel (NFS) ; (3) Nerf fibulaire profond ; (4) Branche cutanée dorsale médiale (Br. méd.) du NFS ; (5) Branche cutanée dorsale intermédiaire (Br. inter.) du NFS ; (6) Nerf sural ; (7) Branche médiale terminale sensitive du nerf fibulaire profond. Les disques rouges représentent les quatre sites de stimulation, avec de haut en bas : stimulation du NFS à la jambe ; stimulation de la Br. méd à la cheville, stimulation de la Br. inter à la cheville (à hauteur de la malléole externe) ; stimulation du nerf sural au pied pour s'assurer que le territoire cutané dorsal et latéral du pied ne dépend pas exclusivement du nerf sural (25 % des cas) [6]. B. Étude de la conduction sensitive antidiromique du nerf fibulaire superficiel. (1) Préparation : le patient est en décubitus dorsal ; marquer deux repères l'un au milieu de la ligne intermalléolaire (1) et l'autre à 8 cm proximalement (2). (2) Enregistrement : détection (E1, E2 distalement) au niveau de la cheville (repère 1) et stimulation (cathode, anode proximale) à la jambe (repère 2). C. Étude de la conduction sensitive antidiromique des branches terminales médiale et intermédiaire du nerf fibulaire superficiel. (1) Préparation : le patient est en décubitus dorsal ; marquer trois repères l'un au milieu de la ligne intermalléolaire (1) et les deux autres à 8 cm distalement en direction du 1<sup>er</sup> espace interdigital (3) et du 4<sup>e</sup> espace interdigital (4). (2) Enregistrement : détection (E1, E2 distalement) au niveau du pied (repères 3 et 4) et stimulation (cathode, anode proximale) à la cheville (repère 1).

## Pour la pratique

F. Grailet, F.C. Wang

pas systématiquement situé au milieu de la ligne intermalléolaire. Il est donc indispensable, pour optimiser l'amplitude de la réponse sensitive, de déplacer les électrodes de détection pour vérifier un éventuel passage plus latéral du nerf. De façon similaire, avant de conclure en l'absence de réponse sensitive ou d'une amplitude réduite, il est parfois nécessaire de déplacer le stimulateur bipolaire de surface vers le haut (par rapport au plan horizontal de la table d'examen) pour ne pas négliger un passage plus antérieur du nerf. Bien entendu, ces précautions valent pour l'étude neurographique de n'importe quel nerf, mais doivent particulièrement être respectées pour le NFS et ses branches terminales. Concernant la branche terminale intermédiaire, il ne faut pas perdre de vue qu'au niveau de la cheville elle chemine très latéralement par rapport à la branche terminale médiale. Dès lors, le stimulateur doit être déplacé jusqu'à hauteur de la malléole externe. Lorsque la branche terminale intermédiaire fait défaut (25 % des cas) [6], il faut stimuler le NS en rétromalléolaire et vérifier que le territoire dorsal et latéral du pied ne dépend pas uniquement du NS (Fig. 5A et C). Aussi pour conclure à une lésion de la branche terminale intermédiaire du NFS, il faut non seulement une réduction d'amplitude ou une absence de réponse sensitive à la stimulation de cette branche du NFS, mais également à la stimulation du NS.

### Nerf fibulaire profond

#### Anatomie

À la cheville, le NFP passe sous le *retinaculum* des extenseurs. Il se divise alors en une branche latérale terminale motrice (pour le muscle EDB) et une branche médiale terminale sensitive qui se dirige vers le premier espace interdigital pour donner les nerfs digitaux dorsaux, latéral de l'hallux et médial du 2<sup>e</sup> orteil (2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> nerfs digitaux dorsaux) (Fig. 1D).

#### Techniques d'enregistrement

Les techniques utilisant une détection et une stimulation de surface, ne permettent pas d'enregistrer de façon fiable la composante sensitive du NFP. Le potentiel est absent chez 20 % des sujets contrôles sains (et davantage au-delà de 65 ans). De plus, lorsqu'un potentiel est détecté, la proximité des NFS et NFP, aussi bien à la cheville qu'à hauteur du premier espace interdigital, rend incertaine l'origine réelle de ce potentiel.

### Nerfs plantaires

#### Anatomie

Le NPM se termine en donnant les trois premiers nerfs digitaux communs plantaires qui se poursuivent, en passant entre les têtes métatarsiennes, en nerfs digitaux propres plantaires (2<sup>e</sup>–7<sup>e</sup>). La branche terminale la plus médiale du NPM est le nerf digital propre plantaire médial de l'hallux (1<sup>er</sup> nerf digital propre plantaire). Le NPL se termine en se divisant en une branche superficielle sensitive donnant le 4<sup>e</sup> nerf digital commun plantaire et les 8<sup>e</sup>–10<sup>e</sup> nerfs propres plantaires et une branche profonde motrice (Fig. 1A).

#### Techniques d'enregistrement

Ici aussi, il semble illusoire de vouloir étudier spécifiquement la conduction sensitive (antidromique ou orthodromique) des NPM et NPL en n'utilisant que des électrodes de surface. Des potentiels de très petite amplitude (de l'ordre du microvolt) sont enregistrés de façon inconstante, notamment dans la population âgée où leur absence est pratiquement la règle. Aussi, nous préconisons l'enregistrement du potentiel mixte dans la région interne du pied suite à la stimulation du nerf tibial à la cheville (conduction antidromique) (Fig. 3B). Dans la population de sujets contrôles sains, ce potentiel mixte est toujours obtenu et son amplitude peut être comparée à celle du nerf sural pour documenter une atteinte tronculaire sélective ou apprécier le caractère longueur-dépendant d'une neuropathie diffuse. La limite inférieure de la normale pour ce rapport d'amplitude est de 0,4 (Tableau 1). Autrement dit, lorsque l'amplitude du potentiel sensitif du NS est de 15 µV, l'amplitude du potentiel de nerf mixte enregistré à hauteur du NPM doit être au moins de 6 µV.

Si la demande d'exploration électrophysiologique est de documenter un éventuel névrome de Joplin (lésion du 1<sup>er</sup> nerf digital propre plantaire au niveau de la 1<sup>re</sup> articulation métatarsophalangienne), l'absence de potentiel sensitif en conduction orthodromique du côté symptomatique peut constituer un argument en faveur de ce névrome (Fig. 3B).

### Nerf calcanéen médial

#### Anatomie

Les variations du nerf calcanéen médial (NCM) sont tellement nombreuses, qu'il est pratiquement impossible de définir une anatomie normale. En effet, le NCM est formé d'une à quatre branches qui naissent au-dessus et/ou dans le canal tarsien, à partir du NT et/ou du NPM et/ou du NPL.

#### Techniques d'enregistrement

Le potentiel sensitif du NCM, en raison notamment de ses nombreuses variantes anatomiques, est également inconstant chez des sujets contrôles sains. Dans certains cas favorables, la stimulation nerveuse de la face interne du talon permet la détection d'un potentiel sensitif à hauteur du nerf tibial à la cheville (Fig. 3C). Dans ce cas, il faut s'assurer de l'absence de mouvement des orteils (stimulation directe du nerf tibial) ; de plus, la sensation liée à la stimulation électrique doit être limitée à la région du talon (et non dans les orteils).

### Nerf saphène

Le nerf saphène, branche terminale sensitive du nerf fémoral, dont il se dégage quelques centimètres en-dessous du ligament inguinal, est issu des racines L3 et L4. Il entre dans le canal de Hunter au tiers inférieur et interne de la cuisse. Au genou, il donne la branche infrapatellaire et continue sa course le long de la face interne de la jambe, de la cheville et du pied dont il assure l'innervation sensitive.

L'exploration neurographique du nerf saphène n'est pas réalisée au niveau du pied, mais plutôt à hauteur de la cheville ou de la jambe. Nous ne proposons pas de technique spécifique dans le cadre de cette mise au point centrée sur le pied.



## EMG DU PIED

L'étude électromyographique (EMG) des muscles du pied reste d'interprétation difficile. En effet, les tracés sont volontiers d'allure neurogène chronique, sans pour autant traduire une lésion nerveuse tronculaire ou plus diffuse. En dehors de la pathologie neurologique du pied, les petits muscles distaux ne participent plus aux diagnostics ENMG et sont remplacés par les muscles *tibialis anterior*, *gastrocnemius*, *flexor digitorum longus* ou *tibialis posterior*, qui en outre ont l'avantage d'être fonctionnellement plus en phase avec les déficits cliniques du patient. Dans la pathologie tronculaire du pied, seule une franche asymétrie des tracés EMG ou la détection d'une activité de repos sous forme de fibrillations et de pointes positives peut être évocatrice d'une souffrance tronculaire.

### Syndrome du canal tarsien

Sur le plan électrophysiologique, il existe, depuis 2005, des recommandations établies par l'American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine (AANEM) [7] que l'on peut résumer ainsi : (1) montrer un allongement de la latence distale motrice du NT avec recueil des réponses sur les muscles *abductor hallucis* et *abductor digiti minimi*, (2) montrer un allongement de la latence au pic ou un ralentissement de la conduction nerveuse à travers le canal tarsien par l'étude des conductions des nerfs mixtes NPM et NPL, (3) montrer un ralentissement de la conduction nerveuse à travers le canal tarsien et/ou une amplitude réduite ou une absence de réponse par l'étude des conductions sensitives des NPM et NPL, (4) l'intérêt de l'utilisation de l'électromyographie à l'aiguille électrode reste incertain. Malgré ces recommandations, le diagnostic ENMG positif de SCT est difficile. L'ENMG reste néanmoins très utile dans le diagnostic différentiel. Nous recommandons également l'article plus récent (2017) de O'Brien et Byrden [8].

### Points essentiels

- La mesure de la vitesse de conduction du nerf tibial à travers le canal tarsien est facilitée par une détection sur le muscle *abductor digiti minimi*.
- La branche terminale intermédiaire du nerf fibulaire superficiel fait défaut dans 25 % des cas, c'est alors le nerf sural seul qui assure l'innervation cutanée de la région dorsale et latérale du pied [6].
- Avec uniquement des électrodes de surface, aucune technique ne permet l'enregistrement fiable et systématique, dans une population contrôle, des potentiels du nerf calcaneen médial, de la branche sensitive du nerf fibulaire profond et des nerfs sensitifs digitaux dorsaux ou plantaires.
- L'étude de la conduction antidromique du nerf plantaire interne (potentiel de nerf mixte) devrait faire partie de l'évaluation ENMG de routine chez tout patient susceptible de présenter une polyneuropathie axonale sensitive débutante ou un syndrome du canal tarsien (Fig. 3B, Tableau I).
- L'AANEM propose des recommandations pour le diagnostic du syndrome du canal tarsien [7].

## REMERCIEMENT

Nous remercions le professeur Pierre Bonnet d'avoir illustré cette mise au point avec ses planches anatomiques.

## CONSENTEMENT DU PATIENT ET DONNÉES PERSONNELLES

Les auteurs déclarent qu'aucun patient n'a participé à ce travail.

Les auteurs déclarent avoir obtenu le consentement éclairé du participant figurant sur les photographies de l'article.

Les auteurs déclarent que ce rapport ne contient aucune information personnelle qui pourrait permettre d'identifier le participant de cette étude.

### Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

## RÉFÉRENCES

- [1] Wang FC, Courtois AC, Laurent L, Kaux JF, Lozza A. L'ENMG... Autour du pied. In: Vial C, editor. ENMG 2010. Marseille: Solal; 2010;371–88.
- [2] Wang FC. L'ENMG... C'est le pied. Neurologies 2014;17 (166):108–13.
- [3] Wang FC. Neurological symptoms of outer side of the foot or ankle. Med Chir Pied 2015;31:129–31.
- [4] Farag JI, McDougall AN, Catapano M. Common sports-related nerve injuries seen by the electrodiagnostic medical consultant. Muscle Nerve 2025;71(5):715–31. <http://dx.doi.org/10.1002/mus.28298> [Published online November 13].
- [5] Ubogu EE. Complete innervation of extensor digitorum brevis by accessory peroneal nerve. Neuromuscul Disord 2005;15(8):562–4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nmd.2005.04.004>.
- [6] Thomson A. Second annual report of the Committee of Collective Investigation of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland for the Year 1890–91. J Anat Physiol 1891;26(Pt 1):76–93.
- [7] Patel AT, Gaines K, Malamut R, Park TA, Del Toro DR, Holland N. Usefulness of electrodiagnostic techniques in the evaluation of suspected tarsal tunnel syndrome: an evidence-based review. Muscle Nerve 2005;32(2):236–40. <http://dx.doi.org/10.1002/mus.20393>.
- [8] O'Brien C, Byrden R. Tarsal tunnel syndrome—a new way to diagnose an old problem. World J Neurosci 2017;7:172–80. <http://dx.doi.org/10.4236/wjns.2017.71012>.