



HAL
open science

Chirurgie du pied équin spastique chez l'adulte au CHU de Nantes : étude rétrospective sur 180 patients

Thibault Guillouet

► **To cite this version:**

Thibault Guillouet. Chirurgie du pied équin spastique chez l'adulte au CHU de Nantes : étude rétrospective sur 180 patients. Médecine humaine et pathologie. 2023. dumas-04436145

HAL Id: dumas-04436145

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04436145v1>

Submitted on 3 Feb 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

IMPORTANT : OBLIGATIONS DE LA PERSONNE CONSULTANT CE DOCUMENT

Conformément au *Code de la propriété intellectuelle*, nous rappelons que le document est destiné à un **usage strictement personnel**. Les "analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information" sont autorisées sous réserve de mentionner les noms de l'auteur et de la source (article L. 122-4 du *Code de la propriété intellectuelle*). Toute autre représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite.

De ce fait, nous vous rappelons notamment que, **sauf accord explicite** de l'auteur de la thèse ou du mémoire, **vous n'êtes pas autorisé** à rediffuser ce document sous quelque forme que ce soit (impression papier, transfert par voie électronique, ou autre). Tout contrevenant s'expose aux peines prévues par la loi.

NANTES UNIVERSITÉ

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2023

N°

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

DES de Médecine Physique et de Réadaptation

par

Thibault GUILLOUET

Né le 10/02/1995 à VERNON (27)

Présentée et soutenue publiquement le 19 octobre 2023

**Chirurgie du pied équin spastique chez l'adulte au CHU de Nantes :
étude rétrospective sur 180 patients**

Président : Monsieur le Professeur Mickaël DINOMAS

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Raphaël GROSS

NANTES UNIVERSITÉ

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2023

N°

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

DES de Médecine Physique et de Réadaptation

par

Thibault GUILLOUET

Né le 10/02/1995 à VERNON (27)

Présentée et soutenue publiquement le 19 octobre 2023

**Chirurgie du pied équin spastique chez l'adulte au CHU de Nantes :
étude rétrospective sur 180 patients**

Président : Monsieur le Professeur Mickaël DINOMAS

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Raphaël GROSS

Composition du jury

Président du jury : Monsieur le Professeur Mickaël DINOMAIS

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Raphaël GROSS

Membres du jury : Madame le Docteur Céline SALAUD
Monsieur le Docteur Guillaume GADBLED

Remerciements

Je tiens à remercier le Professeur GROSS, sans qui ce travail de thèse n'aurait pas pu voir le jour. Je vous remercie pour votre aide et vos conseils précieux qui m'ont guidé tout au long de la réalisation de cette thèse.

Je remercie mes différents maîtres de stage, à commencer par le Docteur KIENY, avec qui j'ai commencé mon internat à Nantes, au milieu des escarres et avec qui je termine cette étape, avant l'année de Docteur Junior. Tu es le premier qui m'a appris la MPR et je reste impressionné par ta polyvalence. Je te souhaite une belle et longue retraite !

Je tiens également à remercier le Docteur CHENET, qui m'a fait découvrir l'univers passionnant de la cérébrolésion et qui m'a donné envie de poursuivre dans cette voie. Je remercie aussi le Docteur POIROUX, qui n'a fait que renforcer ce désir.

Je remercie aussi les différents professeurs et praticiens hospitaliers rencontrés au cours mon internat pour la transmission de leurs connaissances, notamment le Docteur GADBLED.

Je remercie le Professeur DINOMAS et le Docteur SALAUD d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse.

Je n'oublie pas tous mes co-internes, qui m'ont permis de vivre un internat plus facile, à commencer par Lou et Marine, mes 2 premières collègues de travail, le grand Manu, Lola, Andy, Thomas H, Camille, Baptiste le Lyonnais, Céline la Limougeaude, Marie la Clermontoise et les petits jeunes Thomas PH, Loïc, Nada, Tristan, Mathilde et Aurélie.

Je n'oublie pas mes premiers potes de médecine, rencontrés en deuxième année. Max, Zohro, Nico, Bethan, Camille et Marie, vous êtes les meilleurs et serez tous de brillants médecins, j'en suis persuadé.

Je n'oublie pas mon pote d'enfance, Seb, rencontré en cinquième, tu es la source de ma passion pour le sport, on ne compte plus les matchs vus ensemble ! Le meilleur reste à venir.

Je remercie mes parents et mon frère William de m'avoir toujours soutenu, de m'avoir permis de croire en ce rêve de devenir « médecin ». Merci de votre relecture attentive !

Je remercie le Docteur PEYTOUR, mon premier médecin, qui m'a tant inspiré et donné envie de faire ce beau métier. Je n'oublie pas les Docteurs SAGET, JOINTREC et POMIES, transmettant tous leur savoir avec passion.

Enfin, ma Chacha, je ne pouvais pas t'oublier, merci de m'avoir supporté et soutenu tout au long de l'écriture de cette thèse, tu es mon plus grand soutien ! Hâte de nos prochains voyages sous les tropiques !

La bise au gros Koki, le plus beau des lapins !

Table des matières

Introduction	11
Matériel et méthodes.....	18
Critères d'inclusion.....	18
Données fonctionnelles et cliniques	19
Catégorisation clinique du pied équin spastique	19
Critères d'exclusion	20
Objectif principal.....	20
Objectifs secondaires	21
Analyses statistiques	21
Résultats	23
1. Population	23
2. Description des groupes.....	25
2.1 Chirurgie dans le groupe pied équin dynamique : 78 patients.....	27
2.2 Chirurgie dans le groupe pied équin fixé : 84 patients	30
2.3 Chirurgie dans le groupe déformations complexes majeures : 18 patients.....	33
3. Objectif principal : récurrence des symptômes initiaux du pied équin spastique	34
3.1 Incidence dans la population.....	34
3.2 Récurrence en fonction du groupe.....	34
4. Objectifs secondaires	37
4.1 Échec de la chirurgie.....	37
4.2 Reprise chirurgicale	38
4.3 Évènements indésirables et complications.....	39
4.4 Complications biomécaniques.....	41
4.5 Satisfaction des patients.....	43
Discussion	44
1. Caractéristiques des patients opérés d'un pied équin spastique	44
2. Procédures chirurgicales	45
3. Récurrences.....	46
4. Échecs de la chirurgie, réinterventions : l'échec de la griffe d'orteils	47
5. Autre complication biomécanique : le stiff knee gait	48
6. Évènements indésirables et complications	49
7. Limites	49
8. Stratégies de rééducation.....	51
Conclusion.....	53
Bibliographie.....	54

Introduction

Le pied équin ou varus équin spastique est la déformation neuro-orthopédique la plus fréquente après un accident vasculaire cérébral (1), une lésion cérébrale traumatique (2) et d'autres pathologies neurologiques centrales touchant la voie pyramidale telles que la sclérose en plaques et la lésion de la moelle spinale.

Cette déformation retentit à différents niveaux chez le patient neurologique. Elle interfère avec la fonction d'appui du pied, ce qui peut altérer les capacités de marche ou les changements de position (par exemple du passage de la position assise à la position debout). Selon son importance, elle peut amener à des modifications de chaussage, d'installation au fauteuil, le recours à des orthèses adaptées. Elle peut occasionner des douleurs à la marche.

La déformation du pied en équin résulte de l'hypertonie spastique des groupes musculaires extenseurs du membre inférieur et plus particulièrement de la loge postérieure de jambe (3), créant un déséquilibre entre les muscles agonistes et antagonistes autour de l'articulation de la cheville. Elle s'intègre dans un concept plus global de la spasticité, concept pouvant se résumer par une perturbation des boucles réflexes spinales et une modification des propriétés biomécaniques des fibres musculaires, touchant progressivement les tissus et entraînant des rétractions musculaires, puis des attitudes vicieuses (4).

De multiples traitements pour le pied équin spastique existent, notamment des traitements médicaux non focaux (tels que le baclofène, la tizanidine ou le dantrolène), ayant démontré une faible efficacité globale mais jamais spécifiquement étudié dans cette déformation (5,6) ; des traitements médicaux focaux tels que les injections de toxine botulique (7), efficaces sur l'hypertonie musculaire, mais dont l'impact sur la fonction active est plus limité. Il existe également des techniques physiques (telles que la kinésithérapie, la robotique et la physiothérapie), mais sans haut niveau preuve d'efficacité (8).

Selon l'importance de la déformation et en fonction de la nature de cette déformation, un traitement chirurgical peut être proposé en complément ou non des traitements médicaux.

Les différentes techniques chirurgicales existantes ciblent les nerfs, les muscles, leurs aponévroses et leurs tendons, les articulations ou les os, afin d'améliorer l'équilibre entre muscles agonistes et antagonistes autour de l'articulation de la cheville.

Peu d'études existent sur les complications post-chirurgicales immédiates et sur l'évolution à long terme après chirurgie neuro-orthopédique de correction du pied varus équin spastique.

L'apparition de la neurotomie due à F. Lorenz en 1887 a permis une réelle avancée dans le traitement de la spasticité. Cette technique, définie par la section partielle des fibres nerveuses efférentes I et II motrices, diminue la spasticité de manière locale sans diminuer la force motrice, grâce à la réinnervation des unités motrices par les axones restants (9,10). En interrompant le mécanisme responsable de la spasticité, la neurotomie constitue un traitement radical et a priori définitif de la spasticité. L'effet attendu de la neurotomie peut être reproduit ou approché par la réalisation d'un bloc moteur anesthésique sélectif du nerf tibial et de ses branches motrices (Figures 1 et 2) (11-13).

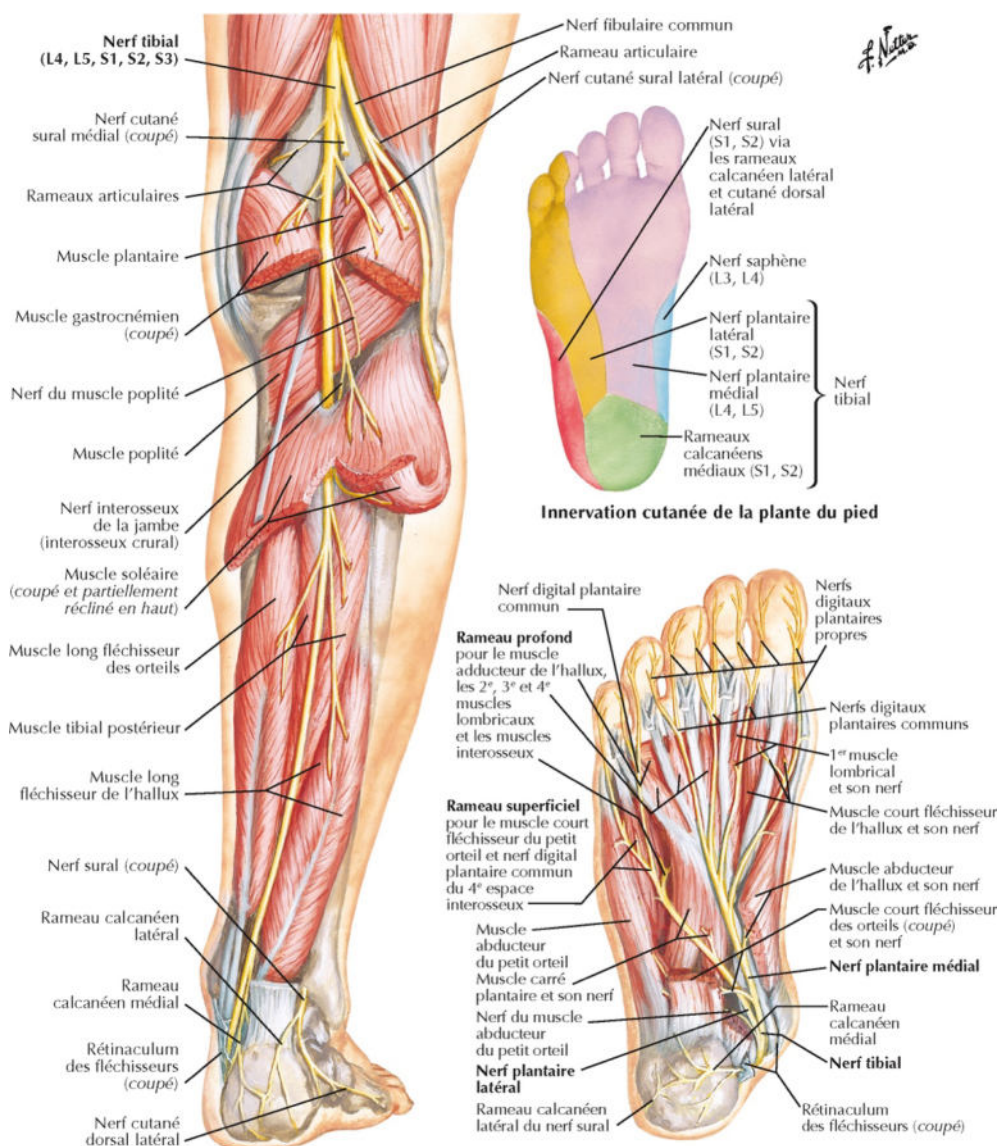
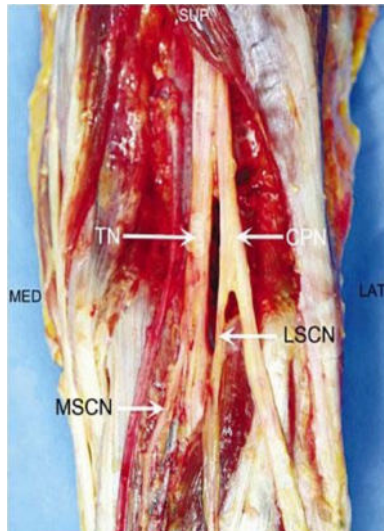


Figure 1 : Nerf tibial et loge postérieure de jambe

(Netter, Franck H., MD, Atlas d'anatomie humaine, 7^e édition, 2019)



TN : nerf tibial ; CPN : nerf fibulaire commun ;
LSCN : nerf cutané sural latéral ; MSCN : nerf
cutané sural médial ; MED : médial ; LAT : latéral

Figure 2 : Segment proximal du nerf tibial en regard du creux poplité

(Zhong, L. et al., *The effective injection zone at the popliteal crease for tibial and common peroneal nerve blocks and its relation with the origin point of the medial and lateral sural cutaneous nerves. Int. J. Morphol.*, 32(1):79-83, 2014.)

L'évaluation des effets de la neurotomie tibiale est généralement réalisée à 1 an, parfois à 2 ans, mais rarement à plus long terme (14,15). Plusieurs cas rapportés chez l'adulte par Collado *et al.* décrivent des récurrences de symptômes liés à la spasticité à distance de la neurotomie ou l'apparition de déformations orthopédiques (16,17).

Peu d'études à plus long terme chez l'adulte après neurotomie ont été réalisées. Dans l'étude de Kim *et al.* un suivi analytique sur 3 ans à partir d'une petite population a été réalisé, ne permettant pas de généraliser les résultats obtenus (18).

D'autres techniques chirurgicales peuvent être associées à la neurotomie, afin de corriger les déformations orthopédiques installées ou de compenser les déficits musculaires. Il s'agit de l'allongement musculo-tendineux (19), du transfert tendineux (20) ou encore de l'arthrodèse subtalienne et médiotarsienne formant le couple de torsion.

Le transfert tendineux est indiqué en cas de déficit de la flexion dorsale de cheville au cours de la phase oscillante. Il peut être réalisé selon trois principaux procédés (21). Le plus courant est l'hémi-transfert du tendon du muscle tibial antérieur sur le bord latéral du pied. Cette technique permet de rééquilibrer l'avant-pied si le muscle tibial antérieur est actif, avec l'avantage d'être peu traumatique car sans geste osseux et sans retentissement sur la plante du pied (22). La seconde technique est le transfert du tendon du muscle tibial postérieur sur l'os cunéiforme latéral (23), avec le risque de surcorrection et d'évolution vers le pied plat

valgus (24). Enfin, la troisième technique est le transfert du muscle court fibulaire sur le tendon du muscle tibial antérieur, par la technique de Bardot (25).

L'allongement du triceps sural est très souvent associé aux neurotomies et aux transferts tendineux, notamment lorsque la flexion dorsale de cheville est insuffisante (Figure 3). Cet allongement peut être réalisé selon différentes techniques (23), à commencer par l'aponévrotomie intra-musculaire. Cette dernière se résume par la section des chefs musculaires du triceps sural, gastrocnémiens ou soléaire, soit au niveau du corps musculaire, par les techniques de Silfverskiöld (gastrocnémiens médial et latéral) et Baumann (gastrocnémiens et soléaire), soit plus distale, par les techniques de Strayer (gastrocnémiens) ou de Vulpius et Baker (gastrocnémiens et soléaire). L'allongement peut également être réalisé dans la portion tendineuse du tendon d'Achille, soit en 2 hémisections, par la technique de Green ou en baïonnette (26), soit en 3 hémisections, par la technique de Hoke ou en Z (27) (Figure 4).

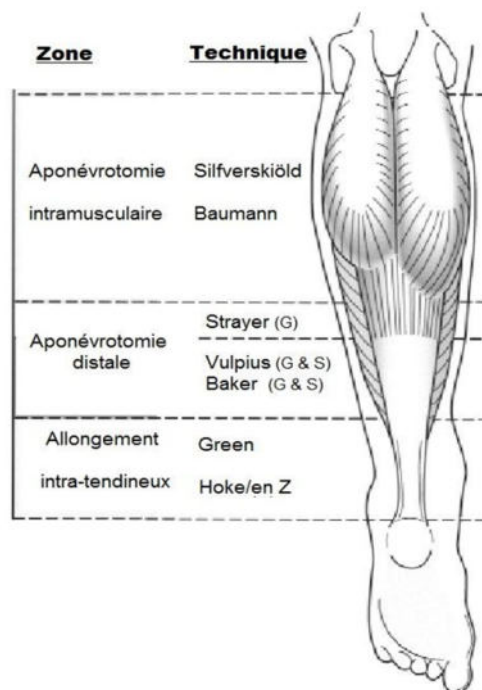


Figure 3 : Zones et techniques d'allongement du triceps sural

(Herzenberg, John E. et al. "Isolated Recession of the Gastrocnemius Muscle: The Baumann Procedure." *Foot & Ankle International* 28 (2007): 1154 – 1159.)

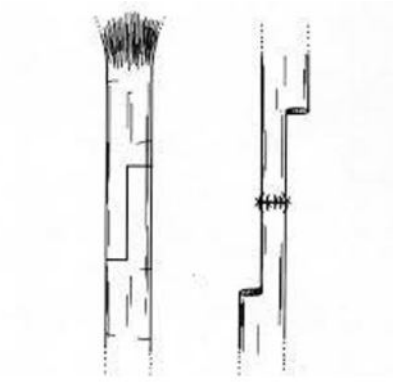


Figure 4 : Allongement intra-tendineux du triceps sural par la technique de Hoke ou en Z

(Herzenberg, John E. et al. "Isolated Recession of the Gastrocnemius Muscle: The Baumann Procedure." *Foot & Ankle International* 28 (2007) : 1154 – 1159.)

Une arthrodèse du couple de torsion, sous-astragaliennne (talo-calcanéenne) et médio-tarsienne (talo-naviculaire), voire une triple arthrodèse (talo-calcanéo-naviculaire, sous-talienne et calcanéo-cuboïdienne) peut être réalisée lorsque l'architecture du pied est modifiée (28,29). Peu d'articles décrivent cette chirurgie dans l'indication du pied équin spastique (Figure 5).

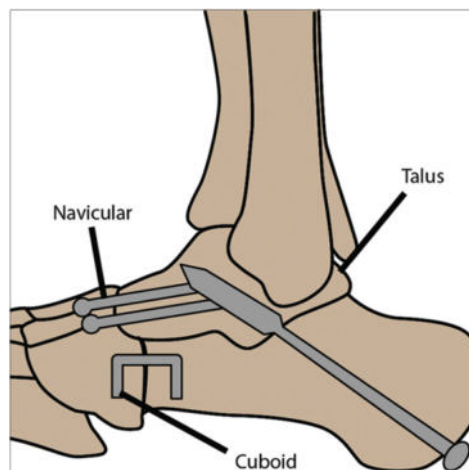


Figure 5 : Triple arthrodèse

(Gross R, Leboeuf F, Rémy-Néris O, Perrouin-Verbe B. *Unstable gait due to spasticity of the rectus femoris: Gait analysis and motor nerve block. Ann Phys Rehabil Med.* déc 2012;55(9- 10):609-22.)

Par ailleurs, d'autres rétractions peuvent être associées à la rétraction du triceps sural, comme celle des fléchisseurs d'orteils, entraînant des déformations en griffe des orteils (30).

Les griffes d'orteils peuvent être présentes en pré-opératoire ou bien apparaître en post-opératoire, car l'allongement du triceps sural, par le gain de flexion dorsale de cheville qu'il

entraîne, entraîne en cas de rétraction associée des fléchisseurs longs des orteils (long fléchisseur de l'hallux, long fléchisseur des orteils) une décompensation de cette rétraction en post-opératoire (effet ténodèse).

Trois types de griffes d'orteils peuvent être recensés :

- La griffe dynamique, pouvant apparaître lors de la mise en charge du pied, en phase d'appui.
- La griffe par effet ténodèse, réductible en flexion plantaire, expliquée par la présence de retractions tendineuses des fléchisseurs d'orteils.
- La griffe fixée, lors de retractions majeures, pouvant aller jusqu'à de véritables déformations avec la présence de flessums sur les interphalangiennes proximales ou distales, responsables d'orteils en marteau.

Ces griffes peuvent être traitées par allongement intramusculaire ou ténotomie du long fléchisseur de l'hallux, des longs fléchisseurs des orteils ou des muscles intrinsèques du pied.

La chirurgie repose sur une stratégie d'évaluation clinique adéquate et sur la définition précise des cibles et des objectifs du traitement. L'évaluation clinique comprend la mesure de la dorsiflexion de cheville en mobilisation passive, genou fléchi et genou tendu, constituant le test de Silfverskiöld. Ce dernier permet d'évaluer l'importance de la rétraction des différents chefs musculaires du triceps sural, les gastrocnémiens, muscles bi-articulaires ayant une insertion fémorale et le soléaire, muscle mono-articulaire ayant une insertion tibio-fibulaire. La force musculaire, la spasticité sur table et lors de la marche doivent également être évaluées. L'Analyse Quantifiée de la Marche permet de mesurer de manière objective ces différents paramètres. Elle peut être associée à un bloc moteur anesthésique sélectif des branches motrices du nerf tibial (31,32), afin d'orienter la décision chirurgicale.

Le programme chirurgical est adapté en fonction des objectifs définis contractuellement avec le patient et sa famille : objectif de marche, verticalisation, chaussage...

Aujourd'hui, il n'existe pas de prise en charge chirurgicale uniformisée. Des stratégies par algorithmes d'aide à la décision ont été élaborées par certaines équipes (32,33). Dans la plupart des cas, les décisions de traitements sont prises lors de consultations multidisciplinaires impliquant médecins de Médecine Physique et de Réadaptation, chirurgiens orthopédistes et/ou neurochirurgiens. Cette multidisciplinarité a pour objectif de retenir la meilleure stratégie chirurgicale pour chaque patient.

Les effets de la chirurgie à terme ne sont pas toujours ceux attendus, probablement en raison de modifications des propriétés biomécaniques des tissus liées à l'atteinte neurologique et du déséquilibre de l'action des muscles agonistes et antagonistes secondaire à la spasticité. Peu de données existent sur l'évolution clinique à long terme de cette chirurgie, par manque de suivi au-delà de 2 ans. Nous proposons d'étudier ces éléments peu décrits dans la littérature. Au CHU de Nantes, la plupart des patients avec lésion neurologique entraînant un handicap sont suivis au long cours, ce qui permet un recul important sur les résultats des chirurgies fonctionnelles.

Notre expérience clinique au CHU de Nantes a permis d'identifier certains problèmes au décours de la chirurgie du pied équin spastique chez l'adulte. Ces problèmes cliniques observés dans le suivi après chirurgie du pied équin spastique peuvent être classés de manière synthétique en 3 catégories : les récurrences, les échecs et les complications.

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer la récurrence des symptômes ayant motivé la chirurgie du pied équin spastique.

Les objectifs secondaires sont les complications directement imputables à la chirurgie, les douleurs, l'échec de la chirurgie, ainsi que des situations fréquentes transversales comme les motifs de reprise chirurgicale et la gestion thérapeutique des griffes d'orteils.

Matériel et méthodes

Nous avons réalisé en 2023 une étude épidémiologique observationnelle monocentrique rétrospective portant sur la période 2003 - 2022.

Critères d'inclusion

Nous avons inclus les patients présentant une atteinte neurologique d'origine centrale (accident vasculaire cérébral, traumatisme crânien, lésion de la moelle épinière, sclérose en plaques et d'autres affections du système nerveux central), acquise à l'âge adulte et ayant été opérés d'un pied équin spastique entre 2003 et 2020 au CHU de Nantes.

Le recueil des données a été réalisé lors des consultations à différents temps de la prise en charge : une consultation pluri-disciplinaire de neuro-orthopédie ou spasticité pré-opératoire, avec un médecin de Médecine Physique et de Réadaptation et un chirurgien orthopédiste ou neurochirurgien ; deux consultations post-opératoires systématiques à 3 et 12 mois ; puis la dernière consultation de suivi en Médecine Physique et de Réadaptation, ou la consultation précédant l'opération en cas de seconde intervention (Figure 6). Toutes ces consultations ont eu lieu entre janvier 2003 et décembre 2022, permettant d'avoir un suivi d'au moins 2 ans lors de la dernière consultation. Toutes ces consultations ont été effectuées dans le service de MPR neurologique du CHU de Nantes.

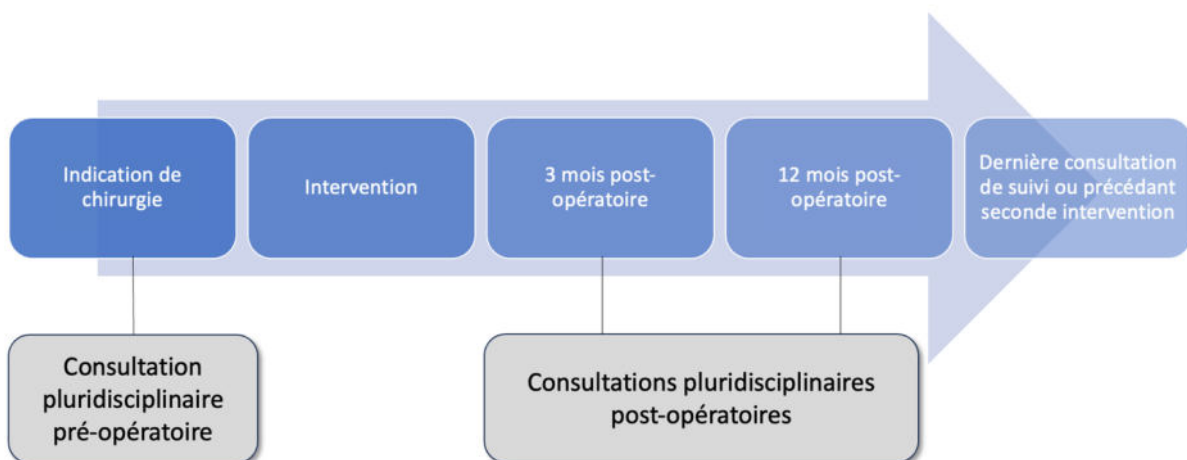


Figure 6 : Schéma d'inclusion

Données fonctionnelles et cliniques

Différents éléments fonctionnels ont été recueillis lors de la consultation pré-opératoire, à savoir les plaintes du patient, la présence de douleurs, la capacité ou non de marche et la description de la marche. Plusieurs paramètres de la marche ont été évalués : le caractère plantigrade ou non de l'appui, la présence d'un recurvatum du genou, le recrutement des releveurs du pied en phase oscillante, la flexion du genou en phase oscillante et la présence d'un varus dynamique.

Diverses données de l'examen clinique ont été collectées : les amplitudes articulaires à l'examen clinique sur plan de Bobath (notamment la flexion dorsale de cheville genou fléchi et genou tendu), la présence de déformations orthopédiques (notamment la griffe d'orteils, réductible, si présente en phase d'appui et réduite à la mobilisation sur table, ou fixée, si persistante à la mobilisation sur plan de Bobath), le contrôle moteur, la force motrice et la spasticité.

Différentes chirurgies ont été étudiées : la neurotomie du nerf tibial, l'allongement musculo-tendineux du triceps sural ou tendon d'Achille par un des procédés précédemment décrits, associé ou non au transfert tendineux et l'arthrodèse du couple de torsion. Ces interventions ont été réalisées au CHU de Nantes par 5 opérateurs dont 3 neurochirurgiens et 2 chirurgiens orthopédistes.

Dans le cas où un patient avait une atteinte bilatérale et était opéré de chaque côté, chaque pied était inclus de manière indépendante.

Dès qu'un patient présentait un échec de son intervention ou dans le cas où une reprise chirurgicale était réalisée, le patient était sorti de l'étude au moment de la dernière consultation de suivi. Les patients présentant un de ces évènements ont été exclus des effectifs calculés pour chaque temps de consultation ultérieur.

Catégorisation clinique du pied équin spastique

A partir des données issues de la consultation pré-opératoire, 3 groupes de patients ont été définis, correspondant aux orientations de prise en charge chirurgicale.

- Groupe 1 : **pied équin dynamique**, défini par la présence d'un équin pendant la marche, associé à une hypertonie du triceps sural mais sans rétraction (flexion dorsale passive de la cheville supérieure ou égale à 0°, avec le genou fléchi et tendu).
Une neurotomie seule est réalisée.
- Groupe 2 : **pied équin fixé**, défini par un équin pendant la marche associé à une rétraction musculo-tendineuse de la loge postérieure de jambe (flexion dorsale passive de la cheville strictement inférieure à 0° et supérieure ou égale à -20°, avec le genou fléchi et/ou tendu).
Une neurotomie et une chirurgie d'allongement musculo-tendineux sont réalisées. En cas de présence d'un varus dynamique lors de la phase oscillante, lié à la prédominance du muscle tibial antérieur ou à une hypertonie du muscle tibial postérieur, un transfert tendineux complémentaire est effectué.
- Groupe 3 : **déformations complexes majeures**, y compris les déviations de l'arrière et du médio-pied et les équins majeurs (flexion dorsale passive de la cheville strictement inférieure à -20°, avec le genou fléchi et tendu). Des gestes osseux associés à des gestes musculo-tendineux et/ou nerveux sont réalisés.

Critères d'exclusion

Les patients présentant d'autres troubles neurologiques (neuropathie périphérique, maladie de Parkinson, affections du cervelet), les patients atteints d'une maladie congénitale du système nerveux central (paralysie cérébrale, ataxie de Friedreich) et les patients présentant d'autres troubles orthopédiques (pied valgus) ont été exclus. Tous les patients âgés de moins de 18 ans lors de l'intervention et tous ceux n'ayant pas été suivi en postopératoire (moins de deux consultations) au CHU de Nantes n'ont pas été inclus.

Objectif principal

L'objectif principal de l'étude était d'évaluer les récurrences (y compris les récurrences partielles) des symptômes/troubles ayant motivé la chirurgie. La récurrence a été définie comme la mise en évidence d'un ou plusieurs symptômes/troubles présents lors de la consultation pré-

opératoire, à plus de 3 mois après l'intervention, c'est-à-dire à partir de la seconde consultation post-opératoire. Les symptômes/troubles concernés ont été définis en fonction des 3 groupes cliniques initiaux. La récurrence pouvait nécessiter ou non une seconde intervention.

Objectifs secondaires

Cinq objectifs secondaires ont été envisagés :

- Le premier objectif secondaire était d'évaluer les échecs de la chirurgie d'un pied équin spastique. Les échecs ont été définis comme la persistance des symptômes/troubles ayant motivé l'intervention lors de la première consultation post-opératoire (3 mois après l'opération). Comme la récurrence, l'échec pouvait nécessiter ou non une seconde intervention.
- Le deuxième objectif secondaire était d'évaluer les motifs de reprise chirurgicale après une première chirurgie. La reprise est définie par la décision d'une nouvelle intervention en rapport avec la déformation neuro-orthopédique initiale, lors d'une consultation de suivi.
- Le troisième objectif secondaire était d'identifier les complications et les événements indésirables liés à la chirurgie d'un pied équin spastique.
- Le quatrième objectif secondaire était d'analyser les complications biomécaniques liées à la pathologie neurologique et révélées lors de la marche après la correction du pied équin.
- Le cinquième objectif secondaire était d'évaluer la satisfaction des patients par rapport aux objectifs attribués à la chirurgie par les patients et leurs proches lors de la phase pré-opératoire.

Analyses statistiques

Les données qualitatives ont été décrites sous forme d'effectif et pourcentage. Les données quantitatives ont été décrites sous forme de moyenne et d'écart-type si la distribution était normale, sous forme de médiane et quartile si la distribution était non normale.

Toutes les analyses ont été réalisées en univarié. Pour les comparaisons de variables qualitatives, nous avons utilisé le test d'hétérogénéité Chi² si les effectifs théoriques étaient supérieurs ou égaux à 5. Si les effectifs étaient inférieurs à 5, nous avons essayé de faire des regroupements de sous-groupes. Enfin, si le regroupement n'était pas possible, nous avons utilisé le test exact de Fisher bilatéral. Pour les comparaisons de variables quantitatives, nous avons utilisé le test de Student si les effectifs étaient supérieurs ou égaux à 30 et si la distribution était normale. Si ces conditions n'étaient pas réunies, nous avons utilisé le test de Wilcoxon.

Le taux de récurrence en fonction du temps écoulé depuis la chirurgie a été décrit à l'aide de l'analyse de Kaplan-Meier.

Le risque alpha a été fixé à 5%. L'inflation du risque alpha n'a pas été prise en compte.

Résultats

1. Population

Après screening des dossiers informatisés selon les codes diagnostiques et thérapeutiques, nous avons recensé 432 patients ayant eu une chirurgie de pied équin ou varus équin.

Parmi ces 432 patients, nous avons extrait de manière aléatoire un groupe de 300 patients. Après étude des dossiers, à partir des critères d'exclusion, nous avons retenu 159 patients, dont 21 ont eu une intervention sur chaque pied, soit un total de 180 pieds opérés (Figure 7) (Tableau 1).

Par la suite, le terme de patient sera utilisé pour faire référence à une situation clinique de pied équin spastique opéré.

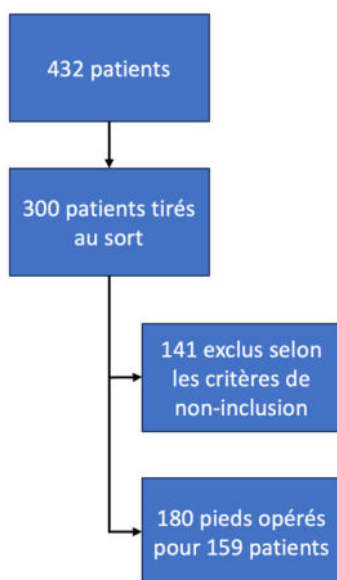


Figure 7 : Flow chart

Motif d'exclusion	Effectif
< 18 ans	20
Autre trouble neurologique (périphérique, congénitale)	34
Autre origine (orthopédique, non déterminée)	10
Autre neurotomie (membre inférieur ou supérieur)	10
2 ^{ème} chirurgie	6
Suivi extérieur	50
Rupture de suivi	11
Total	141

Tableau 1 : Motif d'exclusion des patients identifiés initialement à partir des codes PMSI

La population de l'étude était composée de 113 hommes, soit 63% et 67 femmes, soit 37%. L'âge moyen lors de la chirurgie était de 49,4 ans. Les pathologies présentées par les patients étaient en majorité un accident vasculaire cérébral (51%), une lésion médullaire (33%), un traumatisme crânien (9%), une sclérose en plaques (4%) et une autre atteinte neurologique centrale telle qu'une lésion tumorale (3%). Plusieurs patients avaient eu un traitement antispastique avant la consultation pré-opératoire, 4 patients par pompe à Baclofène et 76 patients (soit 42%) par injections de toxine botulique dans les membres inférieurs. Le recul médian était de 45 mois lors de la dernière consultation de suivi (Tableau 2).

	N	%
Sexe		
Homme	113	63
Femme	67	37
Age lors de l'intervention		
Moyenne	49,4 ans	
Écart-type	12,8 ans	
Étiologie neurologique		
AVC	91	51
Lésion médullaire	59	33
Traumatisme crânien	16	9
Sclérose en plaques	8	4
Autre	6	3
Tumeur cérébrale	5	
Électrisation	1	
Traitement anti-spastique		
Pompe à Baclofène	4	2
Injection de toxine botulique aux membres inférieurs	76	42
Délai post-lésionnel lors la consultation pré-opératoire		
Médiane	41,5 mois	
Premier quartile	23 mois	
Troisième quartile	120 mois	
Dernière consultation de suivi ou précédant seconde intervention		
Médiane	45 mois	
Premier quartile	29,5 mois	
Troisième quartile	73 mois	

Tableau 2 : Description de la population

L'intervention chirurgicale a eu lieu entre 2003 et 2020.

2. Description des groupes

Les groupes pied équin dynamique, pied équin fixé et déformations complexes majeures sont composés respectivement de 78, 84 et 18 patients et représentent 43%, 47% et 10% de la population de l'étude (Tableau 3).

	Groupe pied équin dynamique	Groupe pied équin fixé	Groupe déformations complexes majeures
Effectif	78	84	18
Sexe			
Homme	47 (60%)	54 (64%)	12 (67%)
Femme	31 (40%)	30 (36%)	6 (33%)
Age lors de l'intervention (moyenne)	47.2 ans	51.4 ans	50.2 ans
Pathologie			
AVC étiologie non connue	2 (3%)	0	0
AVC ischémique	14 (18%)	37 (44%)	3
AVC hémorragique	16 (20,5%)	19 (23%)	0
Lésion médullaire étiologie non connue	0	0	6
Lésion médullaire traumatique	17 (22%)	8 (9,5%)	3
Lésion médullaire médicale	16 (20,5%)	6 (7%)	3
Traumatisme crânien	4 (5%)	9 (11%)	3
Sclérose en plaques	5 (6%)	3 (3,5%)	0
Autre lésion neurologique	4 (5%)	2 (2%)	0
Statut fonctionnel			
Non marchant	2 (3%)	8 (10%)	13 (72%)
Transfert debout	1 (1%)	7 (8%)	2 (11%)
Marchant	75 (96 %)	69 (82%)	3 (17%)
Aide technique			
Aucune aide technique	6 (11%)	4 (7%)	0
Au moins une aide technique	48 (89%)	49 (93%)	3
Description de la marche			
<u>Phase d'appui (plusieurs modalités possibles)</u>			
Recurvatum			
Absent	43 (55%)	56 (67%)	17 (94%)
Présent	35 (45%)	28 (33%)	1 (6%)
Appui plantigrade			
Absent	22 (69%)	45 (83%)	4
Présent	10 (31%)	9 (17%)	0
Varus à l'appui	21	29	4
Griffe d'orteils en charge	32	21	1
<u>Phase oscillante</u>			
Varus dynamique	18	8	1
Prédominance sur le tibial antérieur	13	12	2
Examen clinique			
Flexion dorsale de cheville genou tendu (moyenne)	3.1°	-15.1°	-41.4°
Flexion dorsale de cheville genou fléchi (moyenne)	7.2°	-6.8°	-38.1°
Présence griffe d'orteils	10	7	0
Bloc moteur	61 (78%)	55 (66%)	1 (6%)

Tableau 3 : Présentation des groupes avant la chirurgie

2.1 Chirurgie dans le groupe pied équin dynamique : 78 patients

a. Neurotomie du nerf tibial

Les 78 patients de ce groupe ont eu une neurotomie du nerf tibial, ciblant une ou plusieurs branches du triceps sural, ou la branche destinée au long fléchisseur des orteils de façon isolée. Sur les 76 patients ayant eu une neurotomie sur des branches du triceps sural, 31 (soit 41%) ont eu une neurotomie des branches destinées aux trois chefs (soléaire et gastrocnémiens), 41 (soit 54%) ont eu une neurotomie de la branche destinée au muscle soléaire seul et 4 (soit 5%) ont eu une neurotomie des branches destinées aux gastrocnémiens. 34 patients ont eu une neurotomie sur la branche destinée au muscle tibial postérieur.

2 patients ont eu une neurotomie sur la branche destinée au long fléchisseur des orteils, de façon isolée.

Enfin, 28 patients ont eu une neurotomie de la branche des fléchisseurs d'orteils associée à une neurotomie des branches du triceps sural et/ou du muscle tibial postérieur (Figure 8).

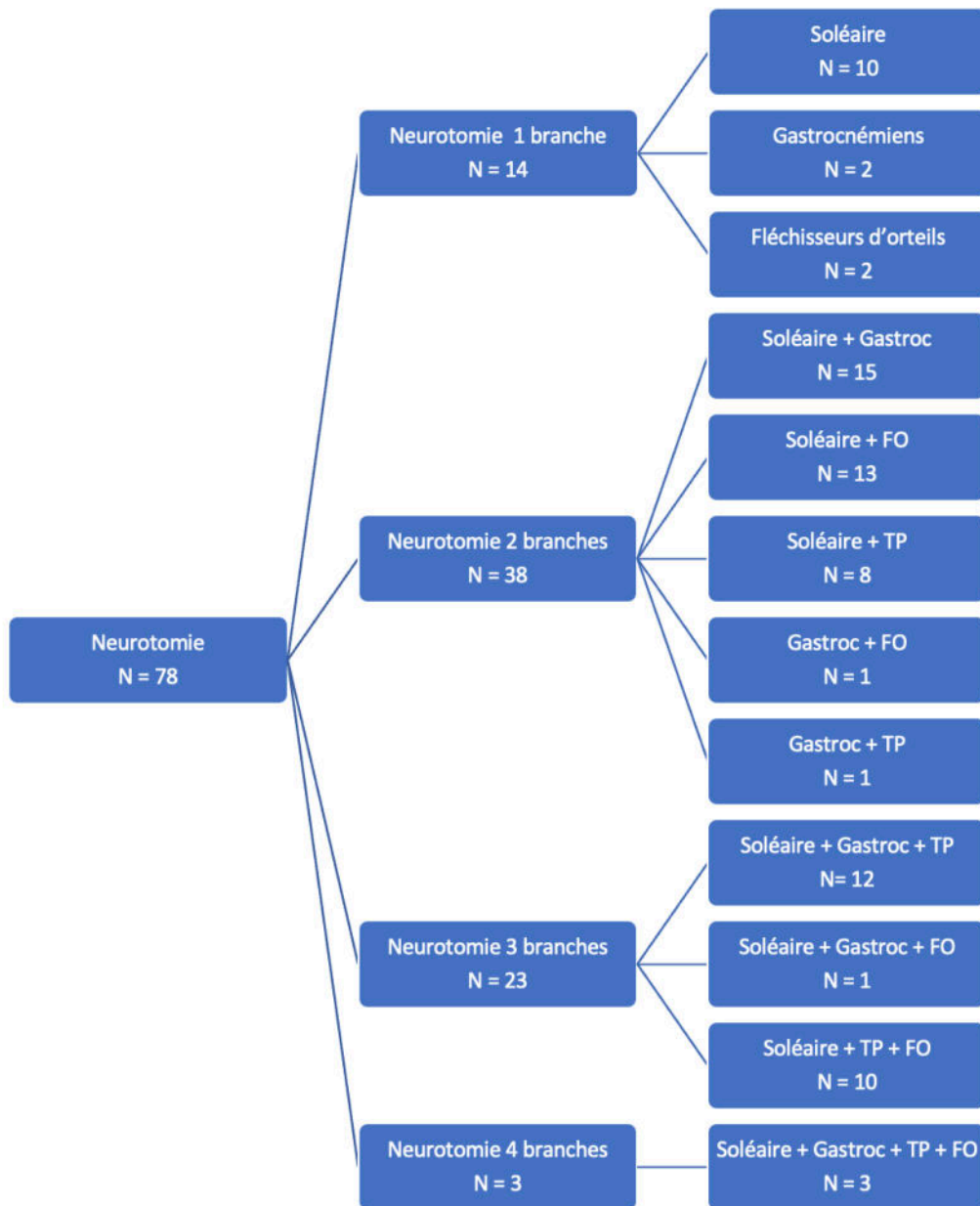


Figure 8 : Distribution des types de neurotomie en fonction du nombre de branches opérées

N : effectif. Gastroc = Gastrocnémiens. TP = Tibial postérieur. FO = Fléchisseurs d'orteils

b. Allongement musculo-tendineux

26 patients (33%) ont eu un allongement associé, dans le même temps que la neurotomie, bien qu'ils présentent un pied équin dynamique, c'est-à-dire sans rétraction significative des 3 chefs du triceps sural (Figure 9).

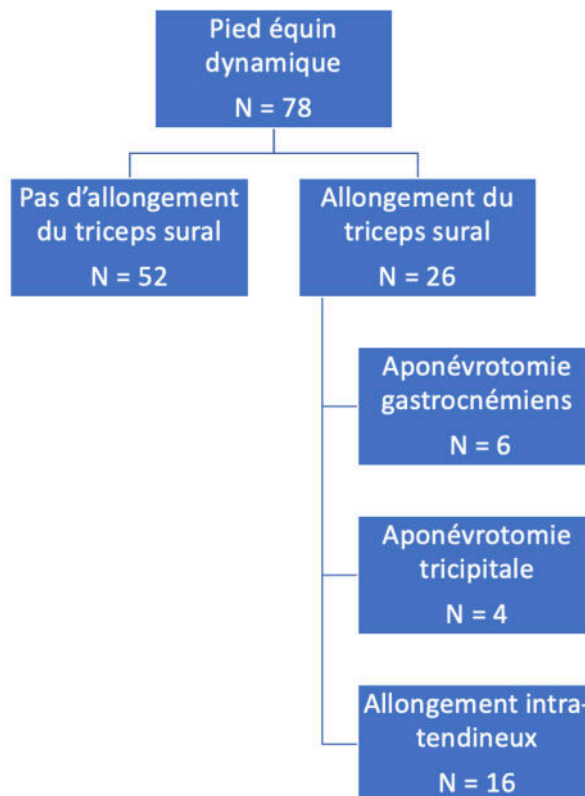


Figure 9 : Distribution des allongements musculo-tendineux dans le groupe pied équin dynamique

c. Transfert tendineux

10 patients ont bénéficié d'un transfert tendineux avec technique de Bardot. Tous ces patients présentaient une supination active du pied lors de l'examen clinique initial, due à un déséquilibre entre un muscle tibial antérieur actif et un muscle long extenseur des orteils et/ou muscle court fibulaire faibles.

d. Interventions sur les griffes d'orteils

Parmi les 78 patients, 33 (42%) présentaient une griffe d'orteils associée. 29 de ces 33 patients ont eu une procédure chirurgicale associée pour traiter les orteils en griffe. 23 patients ont eu une neurotomie des branches destinées aux muscles fléchisseurs des orteils. 6 patients ont eu une ténotomie des fléchisseurs d'orteils, associée pour 1 d'entre eux à une arthrodèse sur l'articulation interphalangienne de l'hallux. Les interventions précises, en fonction du type de griffe d'orteils, sont décrites dans la Figure 10.

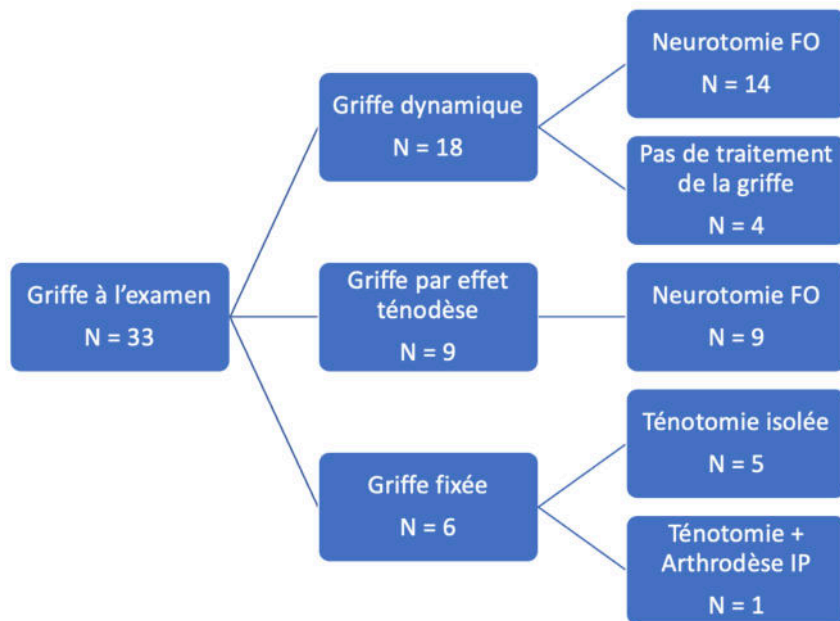


Figure 10 : Interventions en fonction du type de griffe d'orteils dans le groupe pied équin dynamique

2.2 Chirurgie dans le groupe pied équin fixé : 84 patients

a. Traitement de l'équin : neurotomie et/ou allongement musculo-tendineux

Parmi les 84 patients présentant un équin fixé (dorsiflexion de cheville comprise entre 0° et -20°), une grande majorité (61 patients, 73%) a été opérée pour traiter l'hyperactivité musculaire par neurotomie sélective et la rétraction du triceps sural par allongement musculo-tendineux. Les gestes d'allongement ont été plus souvent réalisés au niveau du tendon (technique de Hoke ou de Green : 40/61 patients) qu'au niveau des aponévroses (allongement intramusculaire : 21 patients). Le type de procédure d'allongement est précisé dans la Figure 11.

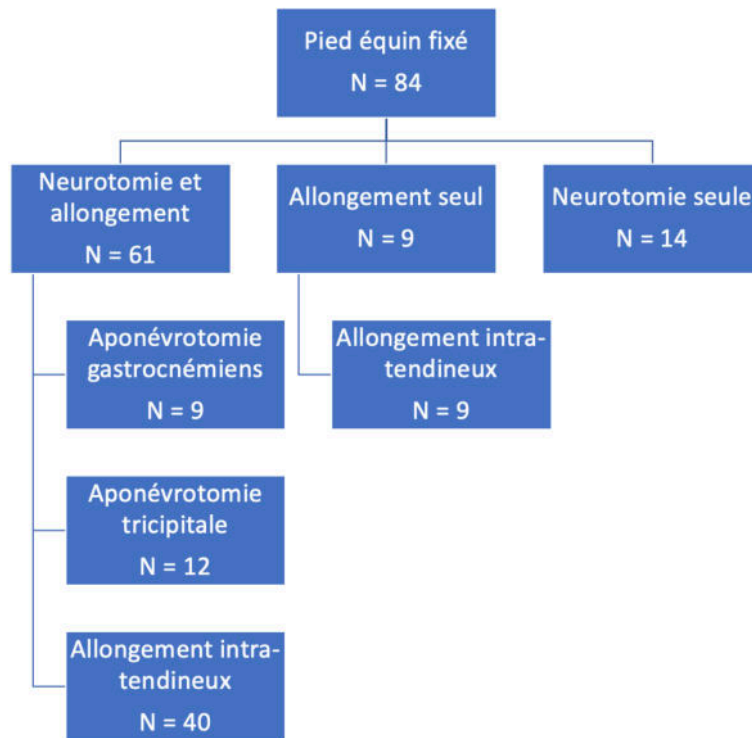


Figure 11 : Distribution du traitement de l'équin dans le groupe pied équin fixé

b. Transfert tendineux

13 patients (15%) ont également été traités, en raison d'un pied varus, par un transfert tendineux. Le type de procédure de transfert est renseigné dans la Figure 12.

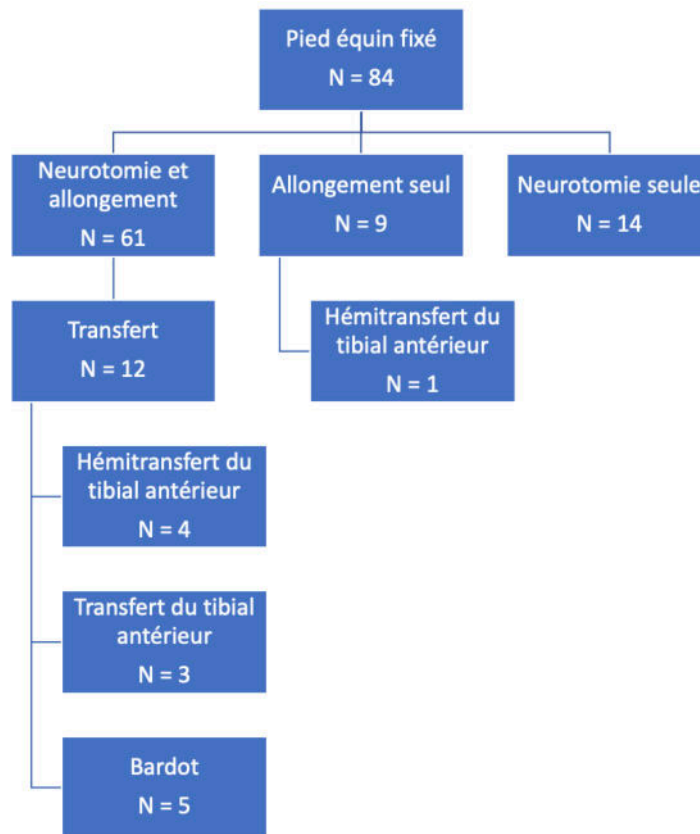


Figure 12 : Répartition des transferts tendineux dans le groupe pied équin fixé

c. Griffes d'orteils

27 des 78 patients (34%) avaient des orteils en griffe lors de l'examen initial (griffe dynamique : 14 patients, griffe par effet ténodèse : 5 patients, griffe fixée : 8 patients). Tous les patients sauf 7 (qui avaient une griffe dynamique) ont été opérés pour cette déformation. Les procédures chirurgicales réalisées pour ces 20 patients traités ont été les suivantes : 12 neurotomies sur la branche des muscles fléchisseurs des orteils, 12 ténotomies des fléchisseurs des orteils et 2 arthrodèses des articulations des orteils (Figure 13).

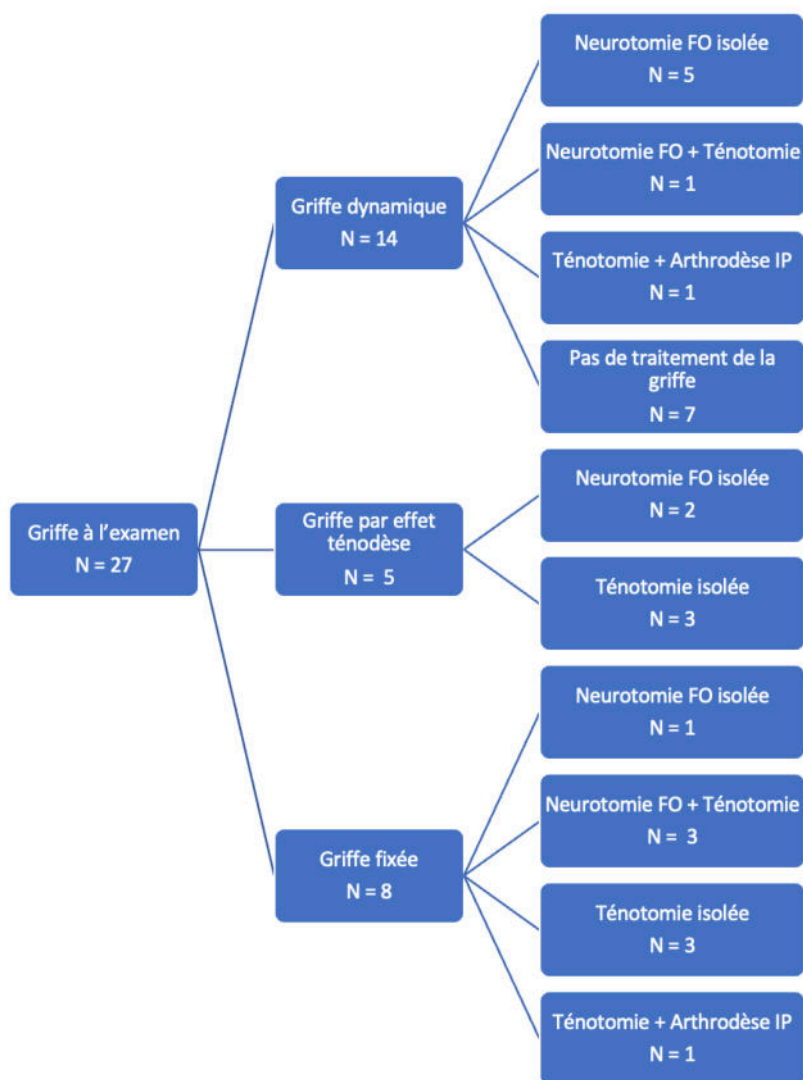


Figure 13 : Interventions en fonction du type de griffe d'orteils dans le groupe pied équin fixé

2.3 Chirurgie dans le groupe déformations complexes majeures : 18 patients

7 patients de ce groupe ont bénéficié d'une arthrodèse de l'articulation sous-talienne et du médio-pied (articulations calcanéocuboïdienne et talonaviculaire). En association, une neurotomie tibiale sélective a été réalisée chez 14 patients, un allongement tendineux chez 17 patients et un transfert tendineux chez 2 patients.

11 patients ont également subi une intervention chirurgicale en raison de griffes d'orteils. Ces dernières pouvaient être présentes en pré-opératoire (2/11 patients) ou mises en évidence après allongement tendineux pour l'équin (9/11 patients).

3. Objectif principal : récurrence des symptômes initiaux du pied équin spastique

3.1 Incidence dans la population

80 patients (soit 44% de la population d'étude) ont présenté des signes de récurrence au moins partielle au cours du suivi. Cette récurrence a été constatée lors de la consultation de suivi des 12 mois « théoriques » chez 44 de ces 80 patients.

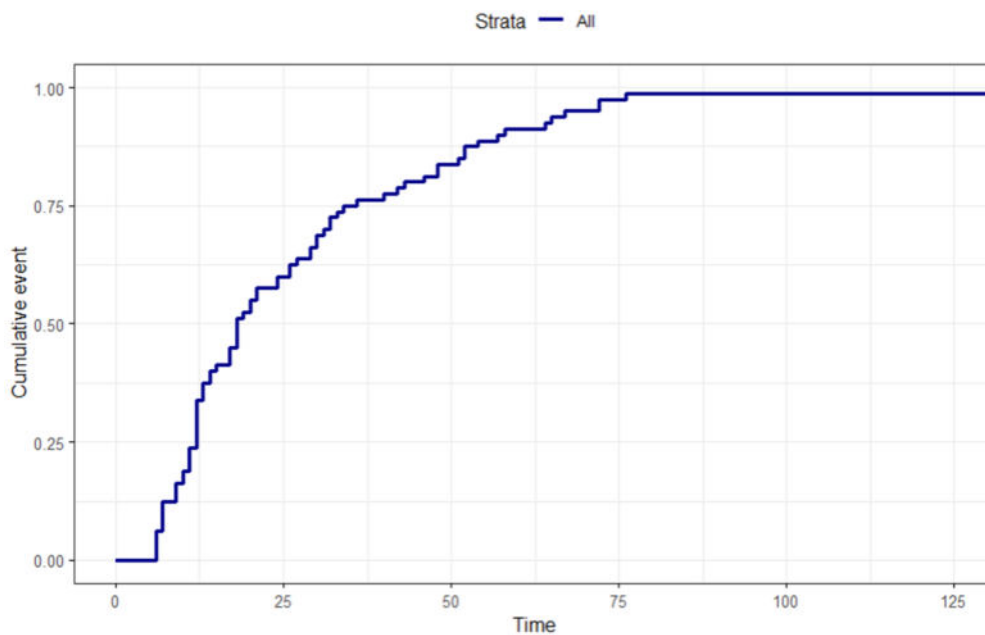


Figure 14 : Délai de la récurrence en fonction du temps (mois) depuis la chirurgie selon 1-Kaplan-Meier dans la population d'étude ayant eu une récurrence

Après 12 mois, l'évolution est globalement celle d'une asymptote (Figure 14). La médiane de délai avant constatation de la récurrence est de 18 mois. 75% de ces patients ont récidivé avant 35 mois. Au-delà, la probabilité de récurrence n'est pas nulle mais nettement moindre.

3.2 Récurrence en fonction du groupe

34 patients (43%) du groupe 1 ont présenté des signes de récurrence au moins partielle au cours du suivi, 38 patients (45%) du groupe 2 et 8 patients (10%) du groupe 3 (Figure 15).

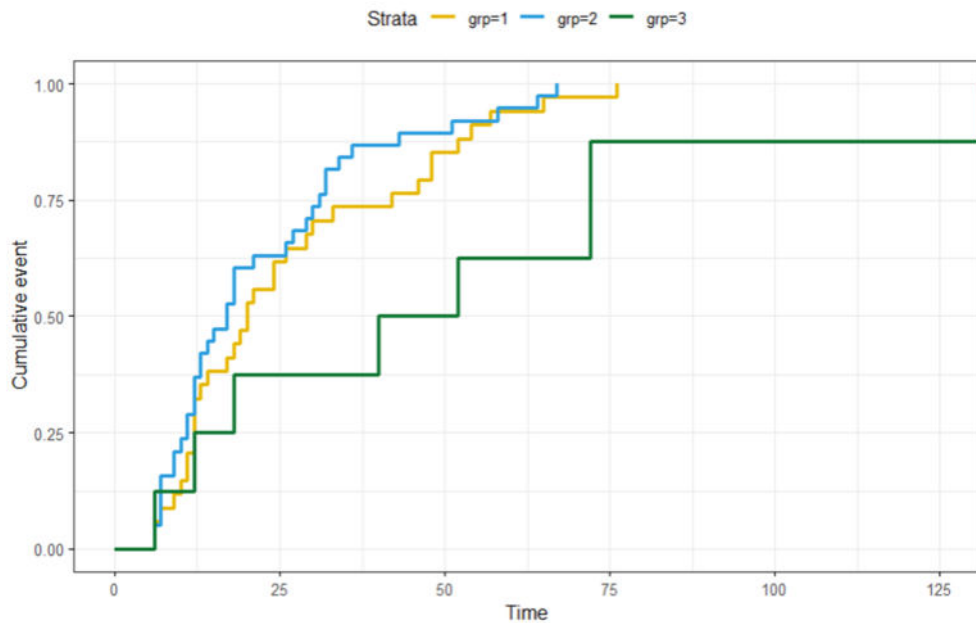


Figure 15 : Délai de la récurrence en fonction du temps (mois) depuis la chirurgie selon 1-Kaplan Meier selon les groupes ayant eu une récurrence.

Il n'y a pas de différence significative du taux de récurrence entre les groupes ($p = 0,978$) (Tableau 4).

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Total
Récurrence +	34	38	8	80
Récurrence -	44	46	10	100
Total	78	84	18	180

Tableau 4 : Nombre de patients présentant une récurrence au sein de la population étudiée

Récurrence + : récurrence diagnostiquée ; Récurrence - : pas de récurrence objectivée

a. Groupe pied équin dynamique

La récurrence dans ce groupe était dépendante de la symptomatologie et de la gêne déclarée par le patient. Les symptômes de récurrence étaient la réapparition d'un équin lors de la phase oscillante, l'absence d'appui plantigrade, la récurrence d'un recurvatum en rapport avec l'équin... Aucun facteur, parmi le sexe, la pathologie, le délai post-lésionnel, l'âge au moment de l'intervention et le type de chirurgie pratiquée (nombre/type de branches ciblées lors de la neurotomie tibiale sélective, type d'allongement tricépital) n'est statistiquement associé à un taux supérieur de récurrence (Tableaux 5 et 6).

	Neurotomie soléaire +	Neurotomie soléaire -	Total
Récidive +	31	3	34
Récidive -	41	3	44
Total	72	6	78

Tableau 5 : Récidive selon neurotomie de la branche soléaire dans le groupe pied équin fixé ($p \sim 1$)

Récidive + : présence d'une récidive ; Récidive - : pas de récidive ; Neurotomie soléaire + : neurotomie sur la branche soléaire ; Neurotomie soléaire - : pas de neurotomie sur la branche soléaire

	Neurotomie gastrocnémiens +	Neurotomie gastrocnémiens -	Total
Récidive +	13	21	34
Récidive -	21	23	44
Total	34	44	78

Tableau 6 : Récidive selon neurotomie de la branche gastrocnémiens dans le groupe pied équin fixé ($p = 0,402$)

Récidive + : présence d'une récidive ; Récidive - : pas de récidive ; Neurotomie gastrocnémiens + : neurotomie sur la branche gastrocnémiens ; Neurotomie gastrocnémiens - : pas de neurotomie sur la branche gastrocnémiens

Par ailleurs, 6 patients ont présenté une récidive de leur griffe d'orteils à 12 mois et 6 lors de la dernière consultation de suivi, soit une récidive pour un total de 12 patients sur 33 (36%).

b. Groupe pied équin fixé

La récidive dans ce groupe était dépendante de la symptomatologie du patient. Les symptômes de récidive étaient la réapparition d'un équin par perte d'amplitude de la dorsiflexion de cheville passive, l'absence d'appui plantigrade, la récidive d'un recurvatum de genou en rapport avec l'équin, la douleur à la marche, le varus...

Aucun facteur, parmi le sexe, la pathologie, le délai post-lésionnel, l'âge au moment de l'intervention et le type de chirurgie pratiquée (nombre/type de branches ciblées lors de la neurotomie tibiale sélective, type d'allongement tricépital) n'est statistiquement associé à un taux supérieur de récidive.

Il n'a pas été observée de différence significative du taux de récidive chez les patients ayant eu une neurotomie tibiale sélective (33/75 patients) par rapport à ceux n'en ayant pas eu (5/9 patients) ($p = 0,725$).

Par ailleurs, 9 patients ont présenté une récurrence de leur griffe d'orteils à 12 mois et 2 lors de la dernière consultation de suivi, soit une récurrence pour un total de 11 patients sur 27 (41%).

c. Groupe déformations complexes majeures

La récurrence dans ce groupe était dépendante de la symptomatologie du patient. Les symptômes de récurrence étaient la réapparition d'un équin par perte d'amplitude de la dorsiflexion de cheville passive, l'absence d'appui plantigrade, la récurrence d'un recurvatum de genou en rapport avec l'équin, la douleur à la marche, le varus...

Aucun facteur, parmi le sexe, la pathologie, le délai post-lésionnel, l'âge au moment de l'intervention et le type de chirurgie pratiquée (nombre/type de branches ciblées lors de la neurotomie tibiale sélective, type d'allongement tricépital) n'est statistiquement associé à un taux supérieur de récurrence.

Il n'a pas été observée de différence significative du taux de récurrence chez les patients ayant eu de neurotomie tibiale sélective (7/14 patients) par rapport à ceux n'en ayant pas eu (1/4 patients) ($p = 0,588$).

Parmi les 7 patients ayant eu une arthrodèse, 1 seul a présenté une récurrence de son varus équin, avec l'apparition d'une dorsiflexion de cheville négative à 3 ans de l'intervention.

Par ailleurs, 1 patient a présenté une récurrence de ses griffes d'orteils à 17 mois. Il n'y a pas eu de récurrence de griffe au-delà.

4. Objectifs secondaires

4.1 Échec de la chirurgie

Sur un total de 180 interventions, le pied équin spastique n'a pas été amélioré dans 26 cas 3 mois après l'opération (groupe pied équin dynamique : 11 patients, groupe pied équin fixé : 14 patients, groupes déformations complexes majeures : 1 patient). Ni l'âge, ni le sexe, ni

l'étiologie, ni le temps écoulé depuis l'apparition de la maladie/lésion, ni le groupe n'ont été identifiés comme des facteurs prédictifs d'échec (Tableau 7).

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Échec	11	14	1
Durée post-lésionnelle			
< 2 ans	1	0	0
2 à 5 ans	5	6	1
> 5 ans	5	8	0
Prise en charge post-échec			
Reprise chirurgicale immédiate	1	0	0
Reprise chirurgicale à distance	4	5	0

Tableau 7 : Répartition des échecs en fonction des groupes, de la durée post-lésionnelle et de la prise en charge à la suite de l'échec

Les causes d'échec sont détaillées dans le Tableau 8. La persistance de griffe d'orteils était le type d'échec le plus fréquent du traitement (11/26 patients).

Étiologie de l'échec	N	Intervention	Reprise chirurgicale
Persistance griffe d'orteils	11	Neurotomie +/-allongement	Ténotomie +/-arthrodèse de l'IP
Persistance varus	2	Neurotomie	
Persistance équin	5	Neurotomie	
Aggravation stiff knee gait	1	Neurotomie + ténotomie	Neurotomie RF + reprise ténotomie
Aggravation spasticité	3	Allongement	Neurotomie
Aggravation recurvatum	4	Neurotomie + allongement	
Total	26		

Tableau 8 : Description des causes de l'échec dans la population de l'étude

IP : interphalangienne ; RF : rectus femoris

4.2 Reprise chirurgicale

Au total, 49 patients ont été opérés une seconde fois de leur pied équin spastique, en raison d'un échec ou d'une récurrence, au cours du suivi (Tableau 9). Aucune différence entre les groupes n'a été observée dans le taux de réintervention ($p = 0,5569$).

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Reprise chirurgicale	21	25	3
Effectif total	78	84	18

Tableau 9 : Répartition des reprises chirurgicales en fonction des groupes cliniques

3 patients ont été opérés une seconde fois quelques jours après l'intervention initiale, en raison d'effets indésirables immédiats (griffes d'orteils invalidantes après allongement musculo-tendineux : 2 patients, saignement : 1 patient). Les motifs des reprises chirurgicales sont détaillés Tableau 10.

Motif des reprises chirurgicales	N	Chirurgie initiale	Reprise chirurgicale
Décompensation d'une griffe d'orteils	13	Neurotomie + allongement	Ténotomie
Récidive d'une griffe d'orteils	14	Neurotomie + allongement +/- ténotomie	Ténotomie ou arthrodèse
Stiff knee gait	5	Neurotomie	Neurotomie branche rectus femoris
Récidive spasticité	2	Neurotomie isolée	Reprise de neurotomie
Récidive équin	7	Allongement isolé	Allongement
Varus	4	Neurotomie + allongement	Transfert tendineux + allongement
Décompensation en valgus	1	Neurotomie tibial postérieur	Transfert tendineux (Bardot)
Recurvatum	1	Neurotomie	Prothèse genou
Douleur mécanique	1	Neurotomie	Arthrodèse
Hématome	1	Neurotomie + ténotomie + transfert	Évacuation hématome
Total	49		

Tableau 10 : Motifs des reprises chirurgicales en fonction des chirurgies initiales et type de reprise chirurgicale

4.3 Évènements indésirables et complications

a. Douleur

L'évènement indésirable le plus fréquent après la chirurgie, à 3 mois de l'intervention, dans les groupes pied équin fixé et pied équin dynamique était la survenue de douleur neuropathique (13 patients, soit 8%). Ces 13 patients ont eu une neurotomie du nerf tibial et 7 sur 13 ont eu une neurotomie sur la branche destinée aux fléchisseurs des orteils. Dans le groupe pied équin dynamique, les douleurs étaient statistiquement plus fréquentes dans le sous-groupe ayant eu une intervention sur la branche des fléchisseurs des orteils (7/30 patients) que dans le sous-groupe n'ayant pas eu d'intervention sur cette branche (2/48 patients) ($p = 0,023$). A 12 mois

de l'intervention, 8 patients présentaient des douleurs persistantes (soit 5%). 5 d'entre eux avaient eu une neurotomie sur la branche destinée aux fléchisseurs des orteils. Les patients opérés d'une neurotomie sur la branche des fléchisseurs des orteils (5/52 patients) ont tendance à développer plus souvent des douleurs neuropathiques que ceux n'ayant pas eu d'intervention sur cette branche (3/120 patients) ($p = 0,112$). Nous observons donc que les patients opérés d'une neurotomie de la branche destinée aux fléchisseurs des orteils ont tendance à développer plus fréquemment des douleurs neuropathiques.

15 patients ont eu une neurotomie de la branche du muscle court fléchisseur des orteils (soit 8% de la population). 5 patients sur 15 (soit 33%) ayant eu une neurotomie de cette branche ont ressenti une douleur neuropathique à 3 mois post-intervention, contre 8 sur 165 (soit 5%) parmi ceux qui n'avaient pas eu d'intervention sur cette branche ($p = 0,002$). Cette prévalence plus élevée a également été observée un an après l'opération (20% = 3/15, contre 3% = 5/165) ($p = 0,02$).

b. Autres complications

Il n'y a pas eu de différence dans la survenue des autres événements indésirables immédiats (Tableau 11, $p = 0,536$) et à 3 mois de la chirurgie entre les groupes (Tableau 12, $p = 0,062$).

En ce qui concerne les effets indésirables sévères, leur taux était proche entre les groupes ($p \sim 1$).

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Complications sévères			
Hématome	1	2	0
Infection	0	1	1
Rupture tendineuse	0	1	0
TVP	1	1	0
Complications modérées			
Désunion	0	1	0
Douleur	13	5	1
Œdème	3	5	0

Tableau 11 : Complications post-opératoires immédiates dans chaque groupe

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Lésion cutanée	2	5	1
Douleur	14	5	2
Œdème	3	1	0
Déformations orteils	2	0	0
Stiff knee gait	6	4	0
Perte force musculaire	2	3	0
Pied valgus	2	1	0

Tableau 12 : Complications post-opératoires à 3 mois dans chaque groupe

4.4 Complications biomécaniques

a. Décompensation d'une griffe d'orteils

Sur les 180 patients opérés de leur pied équien, 45 (soit 25%) ont décompensé une griffe d'orteils, c'est-à-dire absente en pré-opératoire et apparue secondairement, au décours de la chirurgie.

Dans le groupe pied équien dynamique, 14 patients ont décompensé une griffe d'orteils après la chirurgie.

Cela concernait 8 patients à 3 mois de la chirurgie, 10 patients (dont 4 nouveaux) à 1 an et 9 patients (dont 2 nouveaux) lors de la dernière consultation de suivi (au-delà d'un an).

Tous les patients ayant eu une reprise chirurgicale motivée par la survenue d'une griffe ont eu une ténotomie des fléchisseurs d'orteils, associé à une neurotomie sur la branche destinée aux fléchisseurs des orteils pour 3 d'entre eux et une arthrodèse de l'interphalangienne pour 1 d'entre eux.

Dans le groupe pied équien fixé, 27 patients ont décompensé une griffe d'orteils après la chirurgie.

Cela concernait 15 patients à 3 mois de la chirurgie, 19 patients (dont 6 nouveaux) à 1 an et 17 patients (dont 6 nouveaux) lors de la dernière consultation de suivi (au-delà d'un an).

Parmi ces patients, 4 patients ont reçu des injections de toxine botulique dans le muscle long fléchisseur des orteils. 6 patients ont eu une reprise chirurgicale, dont 4 par ténotomie des fléchisseurs d'orteils et 2 par arthrodèse de l'interphalangienne.

Dans le groupe déformations complexes majeures, 9 patients ont eu une ténotomie des fléchisseurs d'orteils après allongement du triceps sural lors de l'intervention, du fait de la survenue d'une griffe par effet ténodèse directement induite par l'allongement du triceps sural.

b. Décompensation d'un déficit de flexion du genou en phase oscillante (ou « stiff knee gait »)

Dans le groupe pied équin dynamique, au cours du suivi, 15 patients ont présenté une modification de leur schéma de marche, avec la survenue d'un déficit de flexion de genou en phase oscillante (appelé « stiff knee gait » dans la littérature). 6 patients ont présenté un stiff knee gait à 3 mois de la chirurgie, avec amélioration après injection de toxine botulique pour l'un d'entre eux. 7 autres patients ont présenté un stiff knee gait à 1 an de la chirurgie, avec amélioration après injection de toxine botulique dans le muscle droit fémoral pour 2 d'entre eux et sans amélioration après toxine pour 3 d'entre eux.

Dans le groupe pied équin fixé, 4 patients ont présenté un stiff knee gait à 3 mois de la chirurgie, avec amélioration spontanée pour 2 d'entre eux. 4 autres patients ont stiff knee gait à 1 an de la chirurgie, avec amélioration spontanée pour 1 d'entre eux.

Au total, 9 patients du groupe pied équin fixé ont présenté un stiff knee gait secondaire à la chirurgie.

Il n'y avait pas de différence significative entre le nombre de patients décompensant un stiff knee gait dans le groupe pied équin dynamique par rapport au groupe pied équin fixé (15 sur 75 patients marchants dans le groupe pied équin dynamique et 9 sur 69 patients marchants dans le groupe pied équin fixé) ($p=0,085$).

Dans le groupe déformations complexes majeures, 4 étaient marchants. 1 de ces 4 patients a modifié son schéma de marche avec un déficit de flexion de genou à 3 mois de la chirurgie, avec amélioration spontanée à distance.

Au total, 25 sur 180 patients (soit 14%) ont présenté un stiff knee gait après la chirurgie de leur pied équin spastique.

4.5 Satisfaction des patients

Les objectifs des patients des groupes 1 et 2 étaient d'améliorer la capacité de marche et les transferts dans 94% des cas, d'améliorer la station assise au fauteuil dans 4% des cas et de réduire la douleur dans 2% des cas. Dans le groupe 3, 13 patients sur 18 avaient pour objectif d'améliorer leur positionnement dans leur fauteuil et/ou de mettre/porter plus facilement leurs chaussures. 4 patients avaient pour objectif d'améliorer la capacité de marche et les transferts. 2 patients avaient pour objectif de diminuer le risque de troubles trophiques. Dans les groupes 1, 2 et 3, le taux de satisfaction des patients évalué un an après l'intervention était respectivement de 83%, 90% et 100%.

Discussion

Cette étude rétrospective de 20 ans sur la chirurgie du pied équin spastique de l'adulte au CHU de Nantes a porté sur un total de 180 interventions et a mis évidence une récurrence, au moins partielle, dans 44% des cas. La chirurgie n'a pas réussi à traiter tous les symptômes chez 14% des patients. Les griffes d'orteils étaient une complication de 25% des interventions. Pendant toute la durée du suivi, 27% des patients ont été opérés une seconde fois en raison d'un échec, d'une récurrence des symptômes ou d'effets indésirables de l'intervention initiale. Cependant, la satisfaction générale des patients était élevée (88%). La chirurgie du pied équin spastique est donc satisfaisante pour les patients, malgré un taux de récurrences, échecs et complications important.

1. Caractéristiques des patients opérés d'un pied équin spastique

La spécificité de cette étude est triple.

Premièrement, il s'agit de la seule étude de ce type portant sur l'ensemble des procédures opératoires pour un pied équin ou varus équin spastique. Les études précédentes se sont concentrées soit sur la neurotomie tibiale sélective (14,15,16,18), soit sur les procédures d'allongement musculo-tendineux (24). Bien que la possibilité d'associer des gestes nerveux et tendineux ait été mentionnée (32,33), aucun résultat d'une telle procédure n'a été rapporté à ce jour. Les équipes chirurgicales associées aux structures médicales prenant en charge les patients atteints de parésie spastique sévère sont généralement composées de chirurgiens orthopédistes qui effectuent principalement des procédures d'allongement dans le cas d'un pied équin spastique. Cependant, dans les pays francophones, en particulier en France et en Belgique, les neurochirurgiens, pratiquant les neurotomies tibiales sélectives, sont souvent les chirurgiens travaillant avec les équipes de Médecine Physique et de Réadaptation. Nous présentons ici les résultats d'une approche globale, où l'hyperactivité musculaire et la rétraction musculaire sont évaluées respectivement et traitées de façon spécifique et conjointement si nécessaire. Un grand nombre de patients (98 patients) ont été traités par l'association d'une neurotomie tibiale sélective et d'une ou plusieurs procédures d'allongement musculo-tendineux. Les patients ont été évalués par une équipe

multidisciplinaire comprenant des médecins de Médecine Physique et de Réadaptation, des neurochirurgiens et des chirurgiens orthopédistes, afin de proposer la chirurgie la plus adaptée à chaque patient en fonction de ses symptômes, de ses objectifs et de la déformation en cause.

Deuxièmement, cette étude rétrospective est permise par un suivi à long terme. Les patients ont été inclus s'ils avaient été opérés pour leur pied équin spastique et suivis pendant au moins un an après la chirurgie. La durée minimale de suivi était donc d'un an et la durée médiane de 3,8 ans. Bien qu'une précédente étude avec un suivi prospectif de 2 ans montrait des résultats de neurotomie tibiale sélective durables, notre étude montre que des récurrences peuvent survenir à long terme (premier quartile à 12 mois, médiane à 18 mois et troisième quartile à 35 mois). De plus, des complications telles que la douleur neuropathique peuvent également persister au-delà des premières semaines et des premiers mois après la chirurgie. Le taux relativement élevé d'effets indésirables encore présents à long terme apparaît comme l'une des principales conclusions de cette étude.

Troisièmement, la population à partir de laquelle les données de cette étude ont été recueillies présente quelques différences avec les patients habituellement décrits dans les études sur la chirurgie du pied équin spastique (14,15,16). Les précédentes études portaient principalement sur des patients ayant eu un accident vasculaire cérébral ou une lésion cérébrale traumatique. Dans notre étude, les patients ayant eu un AVC ne constituaient que 51% de la population. Une proportion élevée de patients atteints d'une lésion de la moelle spinale était à noter (33%), le CHU de Nantes étant un centre de référence régional pour les patients atteints d'une lésion de la moelle spinale. Notre étude incluait toutes les étiologies de parésie spastique acquise entraînant un pied équin spastique. Aucune influence de l'étiologie sur les résultats n'a été trouvée. Cela vient confirmer que les résultats, en particulier les récurrences, échecs et complications, sont similaires quelle que soit l'étiologie.

2. Procédures chirurgicales

En raison de l'hétérogénéité des patients, le traitement chirurgical était variable et dépendait principalement du tableau clinique du patient. Les branches ciblées par la neurotomie tibiale sélective, réalisée chez tous les patients du groupe pied équin dynamique et chez 89% des

patients du groupe pied équin fixé étaient très variables en nombre et en type, même si la branche destinée au muscle soléaire était de loin la fréquemment ciblée. Bien que cette hétérogénéité augmente la difficulté d'obtenir des résultats statistiquement significatifs concernant les facteurs associés aux échecs et aux récurrences, il est aujourd'hui recommandé d'adapter les stratégies de traitement d'un pied équin spastique à un tableau clinique précis (33). En effet, une équipe belge a préconisé un algorithme décisionnel thérapeutique, soutenant le fait que la neurotomie tibiale sélective devrait être réalisée en cas de spasticité, l'allongement du tendon d'Achille en cas de rétraction et le transfert tendineux (la procédure de transfert du tendon tibial antérieur dans leur étude) en cas de déséquilibre avec prédominance des supinateurs du pied pendant la phase oscillante (33). Cette étude confirme que le fait de cibler toutes les déficiences au cours d'une même procédure chirurgicale est sûr et souvent efficace. Cette pluridisciplinarité, existante au CHU de Nantes, avec à la fois des chirurgiens orthopédistes et des neurochirurgiens, permet de proposer au patient le traitement adapté à ses déficiences.

Par ailleurs, cinq chirurgiens différents étaient impliqués dans les interventions réalisées (3 neurochirurgiens et 2 chirurgiens orthopédistes), ce qui introduit une part d'hétérogénéité dans les traitements réalisés, en fonction de leurs préférences et habitudes respectives.

3. Récurrences

La définition de la récurrence semblait initialement difficile, en raison de la variété des situations cliniques rencontrées. Une définition globale a finalement été retenue : la présence d'un ou plusieurs symptômes invalidants parmi ceux ayant initialement motivé la chirurgie, à n'importe quel moment du suivi post-opératoire après 3 mois. Cette définition permet de différencier la récurrence de l'échec, défini par la persistance de symptômes lors de la première consultation post-opératoire, à 3 mois. Dans la majorité des cas, la récurrence était partielle, avec par exemple, une perte d'amplitude de la dorsiflexion de cheville, un pied varus ou une griffe d'orteils isolée. Le taux de récurrence élevé observé (80 sur 180 patients = 44%) peut être expliqué en partie par la définition exhaustive et l'hétérogénéité des cas de pied équin spastique en pré-opératoire. Aucun facteur prédictif n'a pu être identifié concernant la récurrence. Cependant, l'absence de neurotomie tibiale sélective dans le groupe pied équin fixé tend à être associée à une récurrence partielle. Dans ce groupe, la rétraction du triceps sural a pu être responsable de

l'impossibilité de provoquer un réflexe d'étirement spastique lors de l'examen sur table, ou dans une moindre mesure, de la réduction de l'hyperactivité musculaire constatée, ce qui avait conduit notre équipe à exclure la neurotomie tibiale du plan thérapeutique. L'hyperactivité musculaire persistante pourrait être responsable des récives dans ce sous-groupe. Nous recommandons donc de réaliser systématiquement une neurotomie tibiale sélective chez les patients présentant un pied équin ou varus équin spastique.

4. Échecs de la chirurgie, réinterventions : l'écueil de la griffe d'orteils

Comme pour les récives, les situations considérées comme des échecs de la chirurgie dans cette étude étaient principalement composées d'échecs partiels, définis par la persistance d'au moins un symptôme invalidant lors de la première consultation post-opératoire. Aucun type d'intervention chirurgicale n'a pu être associé à un risque d'échec plus élevé.

La griffe d'orteils persistante représentait 42% des échecs identifiés (11 sur 26 patients). La griffe d'orteils est également apparue comme une complication potentielle de la chirurgie du pied équin spastique : 45 patients soit 25% ont présenté une griffe d'orteils après la chirurgie, alors que ce symptôme était absent ou n'était pas invalidant en pré-opératoire (et donc ne faisait pas partie du plan thérapeutique). Cette décompensation en griffe d'orteils a nécessité une seconde intervention dans 13 cas. Au total, le traitement secondaire d'une griffe d'orteils (comprenant les échecs, décompensations et récives) a constitué 27 sur 49 réinterventions. La griffe d'orteils apparaît donc comme un problème majeur dans le traitement du pied équin spastique.

A ce jour, peu d'études ont spécifiquement abordé la griffe comme complication de la chirurgie du pied équin spastique (34). Dans l'étude de Keenan *et al.*, 32 pieds sur 41 opérés avaient présenté une décompensation en griffe à 2 ans et demi en moyenne de la chirurgie, avec 12 réinterventions au total. Notre étude est donc une des premières à mettre en lumière ce problème et sa fréquence.

Dans la plupart des cas, la décompensation en griffe est due à une rétraction des fléchisseurs des orteils, masquée par l'équin initial et se révèle après la correction de ce dernier (par effet ténodèse). Les chirurgiens doivent donc être attentifs à ce risque lorsqu'ils réalisent un allongement musculo-tendineux des fléchisseurs plantaires. Une procédure associée

d'allongement des fléchisseurs d'orteils (ou ténotomie) peut être nécessaire, même si elle ne fait pas partie du plan thérapeutique initial, si les orteils sont en position fléchie après que la dorsiflexion a été obtenue par la procédure d'allongement. La pertinence d'un allongement systématique des fléchisseurs d'orteils pour prévenir la décompensation en griffe d'orteils, reste à questionner dans une étude prospective. La neurotomie des branches destinées aux fléchisseurs des orteils ne prévient pas l'échec de la chirurgie ni la décompensation en griffe d'orteils : 16 patients ayant eu une seconde intervention pour échec ou récurrence dans le cas de griffe d'orteils ont eu une neurotomie tibiale sur la branche destinée aux fléchisseurs des orteils dans leur chirurgie initiale.

Des interventions secondaires ont été réalisées pour 49 pieds. Les interventions immédiates pour complications ont été rares (3 cas) et les récurrences n'ont motivé une intervention que dans 27 cas sur 80. Ainsi le taux de récurrence, assez élevé (44%), doit être atténué par le fait que les symptômes n'ont nécessité une seconde intervention que pour un faible nombre de cas. Le bon taux de satisfaction des patients (supérieur à 80%) dans notre population va dans le sens de ces résultats.

5. Autre complication biomécanique : le stiff knee gait

L'apparition d'un défaut de flexion du genou en phase oscillante (stiff knee gait) était la complication biomécanique la plus fréquente après la griffe d'orteils.

25 patients ont présenté un stiff knee gait au cours du suivi, non décrit en pré-opératoire. Il est important de considérer que ce déficit a pu être masqué en pré-opératoire par une problématique dominante de l'équin ou de la griffe d'orteils. Il a pu être constaté après la correction de l'équin, par modification de la biomécanique de la marche. La flexion du genou en phase oscillante est dépendante de la qualité de la propulsion générée par le triceps sural, de la qualité de relâchement du quadriceps, de la flexion de hanche et de la vitesse de marche. La neurotomie du nerf tibial, l'allongement du triceps sural, ou encore l'immobilisation plâtrée prolongée peuvent altérer la flexion du genou par modification d'un de ces paramètres (29). Parmi les 25 patients, 14 ont bénéficié soit d'une exploration par Analyse Quantifiée de la Marche (AQM) pour explorer les causes biomécaniques du stiff knee gait, soit d'un traitement complémentaire par injection de toxine botulique dans le quadriceps ou neurotomie du rectus

femoris). Nous avons donc considéré cette décompensation comme une complication importante à rapporter dans cette étude.

6. Évènements indésirables et complications

Un taux de complication global de 33% a été observé, avec seulement 4% d'évènements chirurgicaux indésirables graves. Ce taux élevé doit être gardé à l'esprit et présenté aux patients, lors de la discussion du plan thérapeutique pendant la consultation multidisciplinaire pré-opératoire. Les complications chirurgicales ont été plus fréquentes dans le groupe pied équin fixé, pouvant être expliquées par le fait qu'un plus grand nombre d'interventions chirurgicales ont été réalisées dans ce groupe. La douleur était la complication la plus fréquente. La neurotomie sur la branche destinée aux fléchisseurs des orteils était un facteur favorisant de la douleur neuropathique (57% des patients présentant une douleur neuropathique à 3 mois), ce qui est cohérent avec une étude précédente (15). Enfin, cette douleur peut être durable. Compte tenu de ces résultats, nous pensons que la neurotomie ciblant la branche des fléchisseurs des orteils ne doit plus être réalisée chez les patients atteints de pied équin ou pied varus équin spastique.

7. Limites

Cette étude rétrospective a permis de recueillir un grand nombre de données sur la chirurgie du pied équin ou varus équin spastique (161 patients et un total de 180 membres opérés). Il s'agit de l'échantillon le plus important jamais rapporté (51 patients dans l'étude de Rousseaux *et al.*, 30 patients dans l'étude de Deltombe *et al.*). L'hétérogénéité des patients de notre étude (les études précédentes incluaient exclusivement ou majoritairement des patients ayant eu un AVC (33,35,36)) peut être considérée comme un facteur limitant dans l'interprétation des résultats, mais elle est représentative de la diversité des patients présentant un pied équin spastique vus par les équipes multidisciplinaires prenant en charge les problèmes neuro-orthopédiques. Le caractère rétrospectif de l'étude explique la grande variabilité des durées de suivi (1 à 16,3 ans, médiane de suivi = 3,8 ans). Des études antérieures ont présenté des

données de suivi sur un maximum de 1 à 2 ans (1,14). A la vue de nos résultats, les récurrences peuvent survenir au-delà de cette période.

L'échelle d'Ashworth modifiée (37) n'a pas été présentée dans cette série, ni pour la description de l'état pré-opératoire des patients, ni pour la définition des récurrences, du fait d'un nombre important de données manquantes. Bien qu'il s'agisse d'une échelle connue et largement utilisée, elle n'est pas indispensable pour diagnostiquer et traiter les problèmes neuro-orthopédiques. Par ailleurs, de nombreux patients adressés pour un pied équin spastique présentent un clonus, ne pouvant pas être évalué à l'aide de l'échelle d'Ashworth modifiée. L'échelle de Tardieu, ou sa version modifiée (38), aurait été plus pertinente dans l'évaluation de la spasticité. Au début des années 2000, cette échelle n'avait pas encore été promue par les différents travaux ayant démontré sa validité et sa fiabilité (39). De ce fait, nous n'avons commencé à utiliser l'échelle de Tardieu modifiée qu'au cours de cette étude et nous ne pouvons pas présenter une seule échelle pour évaluer l'hyperactivité musculaire.

Les blocs moteurs à la lidocaïne sont fréquemment utilisés pour évaluer l'impact d'un traitement ciblant l'hyperactivité musculaire des fléchisseurs plantaires. L'effet transitoire sur l'hyperactivité musculaire obtenu par la lidocaïne est considéré comme une évaluation prédictive des effets d'une dénervation chirurgicale des muscles plantaires (31,33). Cette valeur prédictive a été démontrée pour les résultats électrophysiologiques et cliniques, mais la preuve que le schéma de marche est modifié de la même manière par un bloc moteur et par une neurotomie tibiale sélective reste à fournir. Les patients de notre cohorte n'ont pas tous eu de bloc moteur. Pour certains d'entre eux, une neurotomie tibiale sélective a été réalisée en raison de l'efficacité antérieure des injections de toxine botulique dans les fléchisseurs plantaires. Des recommandations d'un groupe de travail français, approuvées par la Haute Autorité de Santé, ont été publiées concernant le bloc moteur, préconisant l'utilisation du bloc moteur comme test pré-thérapeutique (40). Cependant, ces recommandations n'étaient pas disponibles avant la période de 20 ans de l'étude. De plus, le bloc moteur ne peut pas prédire les résultats des procédures d'allongement musculotendineux. Aucun outil ne peut répondre à cet objectif à ce jour. Nous n'avons donc pas présenté les données relatives au bloc moteur dans cette série.

La décision d'inclure des patients présentant une sclérose en plaques dans cette étude peut être discutée, étant donnée le caractère dégénératif de cette pathologie. Nous avons décidé d'inclure ces patients parce qu'ils constituent une part non négligeable de nos patients. Il est intéressant de noter qu'aucun risque plus élevé de récurrence, d'échec ou de complications n'a été constaté chez ces patients.

Cinq chirurgiens différents ont participé aux opérations pratiquées sur les patients de cette étude. Par conséquent, nous reconnaissons qu'une certaine hétérogénéité dans les procédures pratiquées était existante, ce qui aurait pu influencer les résultats. Cependant, en France, tous les neurochirurgiens pratiquant les neurotomies tibiales sélectives utilisent la technique opératoire décrite par Sindou *et al.* (neurotomie intra-fasciculaire (41)), diffusée en France et en Belgique par l'équipe lyonnaise entre 1980 et 1990.

8. Stratégies de rééducation

En considérant les taux de récurrence et complication observés, des programmes de rééducation intensive comprenant des étirements (par exemple verticalisation au stand ou sur table pour la prévention de récurrence d'équin), de la physiothérapie (par exemple bains écossais pour la prévention du syndrome douloureux régional complexe) et des exercices d'auto-rééducation pourraient être proposés dans les mois suivants la chirurgie. Ces stratégies de rééducation pourraient faire l'objet d'études complémentaires, afin d'évaluer leur efficacité.

A partir des résultats de cette étude, nous pouvons proposer l'algorithme décisionnel suivant :

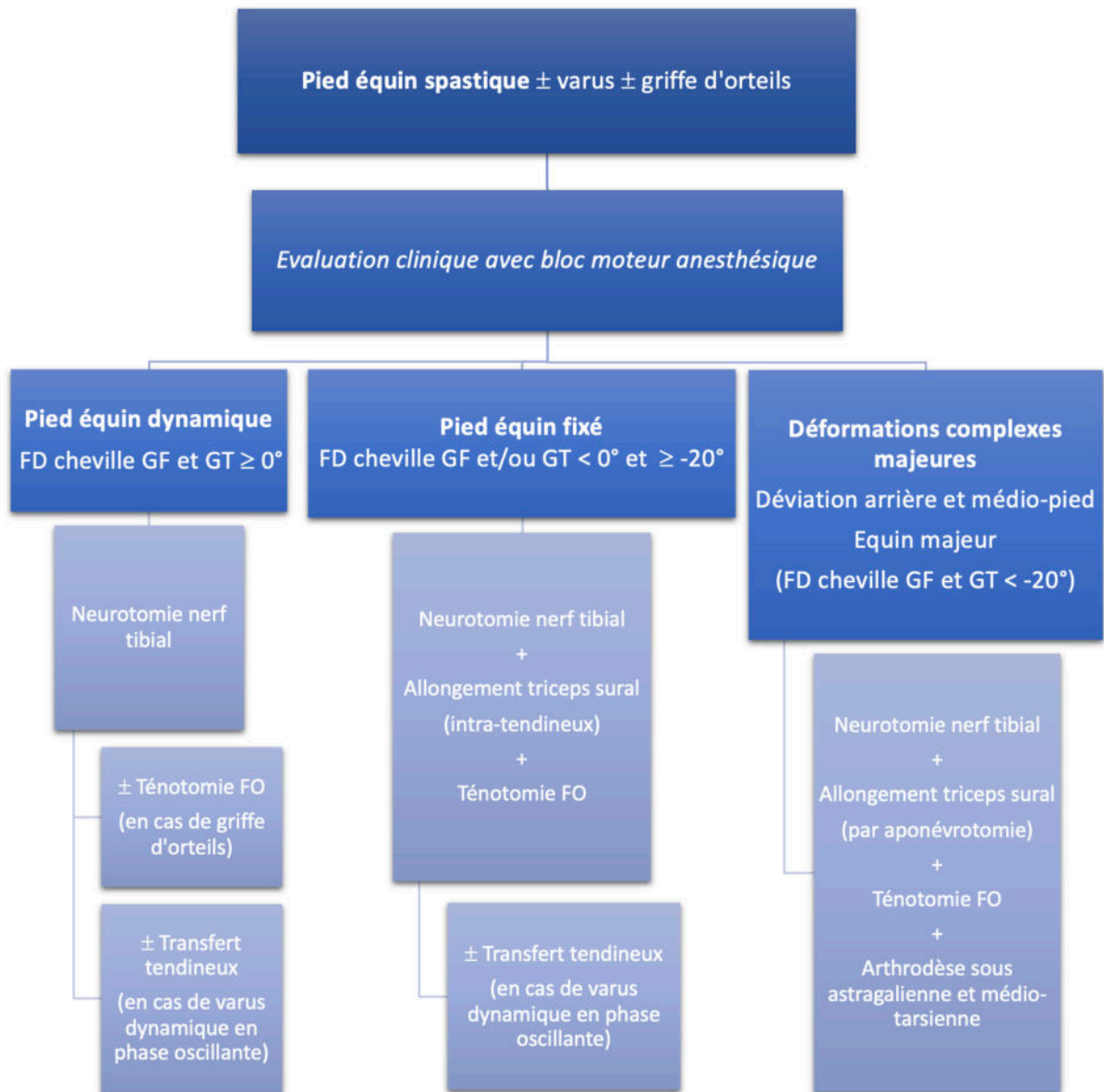


Figure 16 : Algorithme décisionnel de prise en charge chirurgicale du pied équin spastique

FD : flexion dorsale ; GF : genou fléchi ; GT : genou tendu ; FO : fléchisseurs d'orteils

Conclusion

Cette étude rétrospective sur 20 ans de la chirurgie du pied équin spastique de l'adulte par une équipe multidisciplinaire au CHU de Nantes permet d'identifier cinq points majeurs pouvant éclairer la prise en charge future des patients.

Premièrement, les récurrences de certains symptômes associés au pied équin spastique sont fréquentes (44%) et peuvent survenir à long terme (75% des récurrences ont été identifiées au-delà d'un an après la chirurgie).

Deuxièmement, l'absence de neurotomie dans le cas du pied équin fixé entraîne un surrisque de récurrence, renforçant l'idée de faire également des neurotomies chez ces patients.

Troisièmement, aucun facteur prédictif d'échec n'a été identifié.

Quatrièmement, la neurotomie des branches destinées aux fléchisseurs des orteils apparaît comme une cause de douleur neuropathique, pouvant persister à long terme et cette procédure doit être exclue.

Cinquièmement, la griffe d'orteils est une complication fréquente de la chirurgie d'un pied équin spastique (ou une cause d'échec partiel) et sa prise en charge est complexe.

Ces résultats permettent d'identifier certaines perspectives dans le traitement du pied équin spastique et suggèrent des études prospectives pour tenter de résoudre certaines des questions en suspens. Les avantages et les inconvénients de la réalisation systématique d'une neurotomie tibiale sélective en association à un allongement du triceps sural ou de son tendon en cas d'équin fixé devraient être évalués dans le cadre d'un essai randomisé contrôlé. De même, le rapport bénéfice-risque d'une ténotomie des fléchisseurs d'orteils lors du traitement d'un pied équin spastique sans griffe d'orteils associée pourrait faire l'objet d'études futures. Enfin, étant donné le taux de récurrence, l'efficacité des stratégies de prise en charge pour la prévention secondaire (étirements, physiothérapie, auto-rééducation) devrait être abordée par des essais cliniques.

Bibliographie

1. Verdié C, Daviet JC, Borie MJ, Popielarz S, Munoz M, Salle JY, et al. [Epidemiology of pes varus and/or equinus one year after a first cerebral hemisphere stroke: apropos of a cohort of 86 patients]. *Ann Readaptation Med Phys Rev Sci Soc Francaise Reed*.
2. Lawrence SJ, Botte MJ. Management of the adult, spastic, equinovarus foot deformity. *Foot Ankle Int* 1994;15:340–346.
3. Decq P, Shin M, Carrillo-Ruiz J. Surgery in the Peripheral Nerves for Lower Limb Spasticity. *Oper Tech Neurosurg*. sept 2004;7(3):136-46.
4. Marque P, Brassat D. Physiopathologie de la spasticité. *Rev Neurol (Paris)*. 1 avr 2012;168:S36- 44.
5. Chou R, Peterson K, Helfand M. Comparative efficacy and safety of skeletal muscle relaxants for spasticity and musculoskeletal conditions: a systematic review. *J Pain Symptom Manage* 2004;28:140–175.
6. Lindsay C, Kouzouna A, Simcox C, Pandyan AD. Pharmacological interventions other than botulinum toxin for spasticity after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;10:CD010362.
7. Kerzoncuf M, Bensoussan L, Delarque A, Durand J, Viton J-M, Rossi-Durand C. Plastic changes in spinal synaptic transmission following botulinum toxin A in patients with post-stroke spasticity. *J Rehabil Med*. nov 2015;47(10):910-6.
8. Khan F, Amatya B, Bensmail D, Yelnik A. Non-pharmacological interventions for spasticity in adults: an overview of systematic reviews. *Ann Phys Rehabil Med* 2019;62:265–273.
9. Buffenoir K, Decq P, Lambertz D, Perot C. Neuromechanical assessment of lidocaine test block in spastic lower limbs. *Appl Physiol Nutr Metab*. 13 mai 2013;38(11):1120-7.
10. Decq P. [Peripheral neurotomies for the treatment of focal spasticity of the limbs]. *Neurochirurgie*. mai 2003;49(2-3 Pt 2):293-305.
11. Deltombe T, Bleyenheuft C, Gustin T. Comparison between tibial nerve block with anaesthetics and neurotomy in hemiplegic adults with spastic equinovarus foot. *Ann Phys Rehabil Med*. avr 2015;58(2):54-9.
12. Popoff M, Schnitzler A, Cheneville J-M, Nietto E, Manzanera M, Antonello ELB, et al. Reproductibilité intra-juge et inter-juge de la mesure goniométrique de flexion dorsale de cheville des patients hémiparétiques. 11 sept 2013.
13. Ben Smaïl Db, Kiefer C, Bussel B. Évaluation Clinique De La Spasticité. 2003;49:9.

14. Deltombe T, Gustin T. Selective tibial neurotomy in the treatment of spastic equinovarus foot in hemiplegic patients: a 2-year longitudinal follow-up of 30 cases. *Arch Phys Med Rehabil.* juill 2010;91(7):1025-30.
15. Rousseaux M, Buisset N, Daveluy W, Kozlowski O, Blond S. Long-term effect of tibial nerve neurotomy in stroke patients with lower limb spasticity. *J Neurol Sci.* 15 mars 2009;278(1-2):71 -6.
16. Collado H, Bensoussan L, Viton J-M, Milhe De Bovis V, Delarque A. Does fascicular neurotomy have long-lasting effects? *J Rehabil Med.* juill 2006;38(4):212-7.
17. Wang S, Chen G, Xiu B, Zuo H. [Neurotomy of the tibial nerve for treatment of the talipes equinovarus]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 1 mai 2005;43(9):605-7.
18. Kim J-H, Lee J-I, Kim M-S, Kim S-H. Long-term results of microsurgical selective tibial neurotomy for spastic foot : comparison of adult and child. *J Korean Neurosurg Soc.* avr 2010;47(4):247-51.
19. Graham HK, Fixsen JA. Lengthening of the calcaneal tendon in spastic hemiplegia by the White slide technique. A long-term review. *J Bone Joint Surg Br.* mai 1988;70(3):472-5.
20. Vogt JC, Bach G, Cantini B, Perrin S. Split anterior tibial tendon transfer for varus equinus spastic foot deformity Initial clinical findings correlate with functional results: A series of 132 operated feet. *Foot Ankle Surg Off J Eur Soc Foot Ankle S.*
21. Delecourt C, Fontaine C. Réanimation de la flexion dorsale de la cheville dans le pied varus équin spastique.
22. Gasse N, Luth T, Loisel F, Serre A, Obert L, Parratte B, et al. Fixation d'un transfert d'un tendon divisé du tibial antérieur par ancrage sur la base du cinquième métatarsien.
23. Hsu RY, VanValkenburg S, Tanriover A, DiGiovanni CW. Surgical techniques of gastrocnemius lengthening. *Foot Ankle Clin.* déc 2014;19(4):745-65.
24. Gasq D, Molinier F, Bensafi H, Chiron P, Puget J, Marque P. Transfert tendineux du tibial postérieur selon la technique de Watkins chez l'adulte spastique : résultats et tolérance à long terme. 8 sept 2012.
25. Curvale G, Rochwerger A, de Belenet H, Groulier P. [Treatment of spastic equinovarus foot in the hemiplegic adult by retrograde fixation of the peroneus brevis tendon onto the anterior tibialis tendon]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* juin 1999.
26. Banks HH, Green WT. The correction of equinus deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* déc 1958;40-A(6):1359-79.
27. Lee W-C, Ko H-S. Achilles tendon lengthening by triple hemisection in adult. *Foot Ankle Int.* déc 2005;26(12):1017-20.

28. Banks HH. The management of spastic deformities of the foot and ankle. Clin Orthop. févr 1977;(122):70-6.
29. Gross R, Leboeuf F, Rémy-Néris O, Perrouin-Verbe B. Unstable gait due to spasticity of the rectus femoris: Gait analysis and motor nerve block. Ann Phys Rehabil Med. déc 2012;55(9 10):609 22.
30. Hubert L, Menei P, Ferrapie A-L. La chirurgie tendon d'Achille dans les séquelles spastiques. Rev Chir Orthopédique Traumatol. 1 juin 2013;99(4, Supplement):S96-9.
31. Buffenoir K, Decq P, Lefaucheur J-P. Interest of peripheral anesthetic blocks as a diagnosis and prognosis tool in patients with spastic equinus foot: a clinical and electrophysiological study of the effects of block of nerve branches to the triceps s.
32. Genêt F, Schnitzler A, Mailhan L, Denormandie P. Mise au point : exemple de stratégie de prise en charge : le pied varus équin. Lett Médecine Phys Réadapt. 1 juin 2008;24(2):65-6.
33. Deltombe T, Wautier D, De Cloedt P, Fostier M, Gustin T. Assessment and treatment of spastic equinovarus foot after stroke: Guidance from the Mont-Godinne interdisciplinary group. J Rehabil Med. 28 juin 2017;49(6):461-8.
34. Keenan MA, Gorai AP, Smith CW, Garland DE. Intrinsic toe flexion deformity following correction of spastic equinovarus deformity in adults. Foot Ankle. 1987 Jun;7(6):333-7.
35. Bollens B, Deltombe T, Detrembleur C, Gustin T, Stoquart G, Lejeune TM. Effects of selective tibial nerve neurotomy as a treatment for adults presenting with spastic equinovarus foot: a systematic review. J Rehabil Med. mars 2011;43(4):277-82.
36. Bollens B, Gustin T, Stoquart G, Detrembleur C, Lejeune T, Deltombe T. A randomized controlled trial of selective neurotomy versus botulinum toxin for spastic equinovarus foot after stroke. Neurorehabil Neural Repair. oct 2013;27(8):695-703.
37. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Phys Ther. 1987 Feb;67(2):206-7.
38. Gracies JM, Burke K, Clegg NJ, Browne R, Rushing C, Fehlings D, et al. Reliability of the Tardieu scale for assessing spasticity in children with cerebral palsy. Arch Phys Med Rehabil 2010;91:421-8.
39. Akpınar P, Atıcı A, Özkan FU, Aktas I, Kulcu DG, Sarı A, et al. Reliability of the Modified Ashworth Scale and Modified Tardieu Scale in patients with spinal cord injuries. Spinal Cord 2017;55:944-9.
40. Recommandations SOFMER-SFAR pour la pratique des blocs moteurs périphériques en MPR, disponibles sur : https://sfar.org/wp-content/uploads/2018/12/2_Recos-Org-Blocs-moteurs-SOFMER-SFAR.pdf.

41. Sindou M, Mertens P. Selective neurotomy of the tibial nerve for treatment of the spastic foot. *Neurosurgery* 1988;23:738-44.

Vu, le Président du Jury,



Professeur Mickaël DINOMAIS

Vu, le Directeur de Thèse,



Professeur Raphaël GROSS

Vu, le Doyen de la Faculté,



Professeur Pascale JOLLIET

NOM : GUILLOUET

PRENOM : Thibault

Titre de Thèse :

**Chirurgie du pied équin spastique chez l'adulte au CHU de Nantes :
étude rétrospective sur 180 patients**

RESUME

Le pied varus équin spastique est une déformation neuro-orthopédique fréquente du sujet présentant une lésion neurologique. Sa prise en charge chirurgicale comprend la neurotomie du nerf tibial, l'allongement du triceps sural, le transfert tendineux et l'arthrodèse sous-astragaliennne et médio-tarsienne. L'objectif de cette étude était d'évaluer la récurrence de pied équin spastique opéré au CHU de Nantes depuis 2003. 180 patients opérés entre 2003 et 2020 ont été inclus. La population était constituée de patients ayant une atteinte neurologique centrale acquise à l'âge adulte. Le délai médian après intervention lors de la dernière consultation de suivi était de 3,8 ans. 34 des 78 patients présentant un pied équin dynamique et 38 des 84 patients ayant un pied équin fixé ont présenté une récurrence de leurs symptômes initiaux. 49 patients (27%) ont eu une reprise chirurgicale dont 13 à la suite d'une décompensation de griffe d'orteils. Un tiers de la population a présenté une ou plusieurs complications, dominées par les douleurs neuropathiques. La satisfaction des patients pour cette chirurgie était élevée (88%).

MOTS-CLES

PIED EQUIN SPASTIQUE – CHIRURGIE PIED EQUIN
NEUROTOMIE NERF TIBIAL – ALLONGEMENT TRICEPS SURAL
RECURRENCE – COMPLICATIONS