UNIVERSITE DE NANTES

_____

FACULTE DE MEDECINE

_____

Année : 2018 N° 2018-31

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

en Médecine Physique et Réadaptation

par

Mathilde LUCAS

Née le 11 Juillet 1988 à Chenôve

_____

Présentée et soutenue publiquement le Vendredi 13 Avril 2018

_____

Bilan de la chirurgie du pied équin spastique de l'adulte avec une atteinte neurologique centrale acquise

_____

Président : Madame le Professeur Brigitte PERROUIN-VERBE

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Raphaël GROSS

Composition du jury

Présidente du jury :	Madame le Professeur PERROUIN-VERBE Brigitte
Directeur de thèse :	Monsieur le Docteur GROSS Raphaël
Membres du jury :	Monsieur le Professeur BUFFENOIR-BILLET Kévin
	Monsieur le Professeur LUAUTE Jacques
	Madame le Docteur TOUCHAIS Sophie

Remerciements

A Madame le Professeur PERROUIN-VERBE,

Je vous remercie de m'avoir confié ce travail. Je vous suis reconnaissante pour la formation que j'ai pu avoir en réalisant mon internat à Nantes, ainsi que pour les rencontres que vous m'avez permises, à Angers, Lyon et Leeds, qui ont enrichi mon savoir en MPR. Je vous remercie également de présider ce jury.

A Monsieur le Professeur BUFFENOIR-BILLET,

Je vous remercie de m'avoir permise de me former au sein de votre service, me donnant la chance de participer à la prise en charge initiale de nos patients. Les gardes en Neuro-Traumatologie ont pris tout leur sens dans le service de soins de rééducation post-réanimation, vers lequel je me destine. Je vous remercie de vous être rendu disponible pour participer à mon jury de thèse.

A Monsieur le Professeur LUAUTE,

Je suis honorée que vous acceptiez de faire partie de mon jury. J'ai eu la chance venir dans votre service pendant un semestre, au cours duquel j'ai découvert votre engagement, votre humanité et votre passion pour la lésion cérébrale. J'ai découvert ma vocation dans votre service et je me réjouis de rejoindre votre équipe. Je vous remercie de vous être intéressé à ce travail et de vous être libéré malgré vos nombreuses obligations.

A Madame le Docteur TOUCHAIS,

Je vous remercie d'avoir pu enrichir mes connaissances MPR par votre expertise neuro-orthopédique. Je vous remercie vous être rendue disponible pour participer à mon jury de thèse.

A Monsieur le Docteur Raphaël GROSS,

Je te remercie sincèrement de m'avoir encadrée dans ce travail de thèse et d'avoir encouragé la réflexion. Merci pour tes connaissances et ton recul, merci d'y avoir cru. Simple.

A Madame le Docteur Valérie JOOSTE,

Je te remercie sincèrement pour la réalisation des analyses statistiques. Merci d'avoir donné du sens à toute cette grille de données, merci pour ton expertise, ta disponibilité et ton soutien.

Aux médecins que j'ai rencontrés au cours de ma formation, et qui m'ont transmis leur passion. A ma mère. A Angélique STEFAN, pour son expertise du traumatisé crânien, à Anne-Laure FERRAPIE et Flavie FREMONDIERE pour leur gentillesse et leur simplicité, à Guy LETELLIER pour sa passion et sa bonne humeur, à Monsieur LORCERIE qui inspire mon sens clinique.

Aux équipes soignantes, parce-que sans vous, je ne serai pas le médecin MPR que je suis. Votre union fait votre force. A Sylvie et au 2ème Nord, à Pauline et au 1er Nord, à Lucile, Barbara, Karine, Lucie, Gaëlle, et la force des enfants de l'ESAN, à l'équipe d'HDS et à la fièvre du vendredi soir. Merci à vous.

A mes parents, qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. A ma mère, pour avoir su me transmettre la passion de la Médecine et de m'avoir révélé la MPR ! Merci pour ton soutien inconditionnel.

A mes frères, pour nos blagues toujours plus nulles, que la force du jeu de mot reste en nous.

A mamie, pour ta générosité et la confiture d'orange. Et bien plus.

A mes amis. Pour leur soutien, pour nos fous rires, parce-que les kilomètres ne nous sépareront pas. A Claire et Aude, au-delà de l'Atlantique : notre amitié (et le vélo !). A Julia, pour ta force, Karyne, Tiphaine, et nos fous rires, à Lucie, pour cette amitié au-delà des sapins, à Popo, Raphi, l'Afrique nous a unies, je dirais… pour la vie. A Laure et Fanny, pour une vie pleine de paillettes, à Agathe pour sa douceur. A Yassine, pour ton énergie communicative.

A mes cointernes, coéquipiers d'un jour, tous dans le même bateau ! Depuis les premiers semestres en bord de Loire à Nantes, Karine, Flora, Clémence, Sophie, à la douceur angevine avec Pauline, Lorène, Flore, Romain, Jade, jusqu'aux quais de Rhône à Lyon avec Guillaume.

A Margaux, mon amie. Qu'aurait été mon internat sans toi ?

A mes colocs Clément, Sophie et Margaux, cette thèse vu le jour sous le signe de la bienveillance, merci de m'avoir tant do-nez. Le temps est bon.

A la Sncf, qui, par ses retards intempestifs, m'a permise d'être d'une efficacité redoutable coincée dans les wagons.

A la poésie des Haïkus, fenêtre pour l'esprit.

A la musique, qui adoucit les mœurs. A mon violon.

A Nantes.

Bilan de la chirurgie du pied équin spastique de l'adulte avec une atteinte neurologique centrale acquise

Table des matières

Liste des figures 8

Liste des tableaux 8

Introduction et contexte 9

Matériel et méthodes 14

Résultats 18

1- Description de la population générale 18

2- Description des 3 groupes 21

Interventions chirurgicales en fonction des groupes : 22

2-1 Groupe 1 : Pied équin dynamique 22

2-2 Groupe 2 : Pied équin fixé 25

2-3 Groupe 3 : Déformation orthopédique irréductible 28

3- Satisfaction des objectifs posés avant l'intervention 29

3-1 Groupe 1 : Pied équin dynamique 29

3-2 Groupe 2 : Pied équin fixé 29

3-3 Groupe 3 : Déformation orthopédique irréductible 30

4- Objectif principal : Récidive des symptômes initiaux : 30

4-1 Incidence dans toute la population 30

4-2 Récidive en fonction du groupe 30

5- Objectifs secondaires : 33

5-1 Complications postopératoires immédiates 33

5-2 Douleurs 33

5-3 Échec 34

5-4 Décompensation bio mécanique : 35

5-5 Reprise chirurgicale 38

Discussion 40

Rappel des objectifs et principaux résultats 40

1- Pieds équins spastiques opérés à Nantes : caractéristiques 40

2- Principaux résultats de la chirurgie du pied équin spastique 41

2-1 Techniques chirurgicales 41

2-2 Satisfaction 43

2-3 Récidive des symptômes préopératoires 43
2-4 Complications immédiates et douleur 44
2-5 Echecs de la chirurgie 44
2-6 Complications biomécaniques : décompensations 44
2-7 Cas particulier de la griffe d'orteils 45
3- Qualité et validité de la méthode et des résultats 46
4- Perspectives 48
Conclusion 50
Bibliographie 51

Liste des figures et tableaux

Liste des figures

Figure 1. Nerf tibial et branches collatérales, loge postérieure de la jambe. 12
Figure 2. Segment proximal du nerf tibial, creux poplité. 13
Figure 3. Allongement intra-tendineux du triceps sural dit "en Z". 13
Figure 4. Techniques et zones d'allongement du triceps sural. 13
Figure 5. Arthrodèse du couple de torsion talo-calcanéenne et médio-tarsienne. 13
Figure 6. Schéma d'inclusion. 15
Figure 7. Flow chart. 18
Figure 8. Répartition de la population générale en fonction de la pathologie neurologique 19
Figure 9. Répartition des patients en fonction de l'année d'intervention. 20
Figure 10. Distribution des types de neurotomie en fonction des branches opérées. 22
Figure 11. Distribution des allongements du triceps dans le groupe 1. 23
Figure 12. Prise en charge chirurgicale de la griffe d'orteils dans le groupe 1. 24
Figure 13. Distribution des allongements tendineux au sein du groupe 2. 25
Figure 14. Répartition des transferts dans le groupe 2. 26
Figure 15. Prise en charge chirurgicale de la griffe d'orteils dans le groupe 2. 27
Figure 16. Cinétique d'apparition des récidives en fonction du temps depuis l'intervention chirurgicale. 30
Figure 17. Algorithme décisionnel de prise en charge chirurgicale du pied équin spastique à la suite des données de l'étude. 49

Liste des tableaux

Tableau 1. Motif des patients exclus. 19
Tableau 2. Description de la population. 19
Tableau 3. Résumé des situations initiales de chaque groupe avant l'intervention chirurgicale 21
Tableau 4. Nombre de patients présentant une récidive dans la population générale. 30
Tableau 5. Analyse des récidives en fonction du type de neurotomie de la branche du triceps sural dans le groupe 1. 31
Tableau 6. Récidive en fonction du type d'allongement tricipital dans le groupe 2. 32
Tableau 7. Persistance ou récidive des griffes d'orteils en fonction du temps dans les groupes 1 et 2 chez les patients présentant une griffe d'orteils à la phase initiale. 32
Tableau 8. Complications postopératoires immédiates dans chaque groupe. 33
Tableau 9. Répartition des échecs en fonction des groupes cliniques, de la durée post-lésionnelle de l'atteinte neurologique et de la prise en charge à la suite de l'échec. 34
Tableau 10. Description des causes d'échec dans toute la population. 34
Tableau 11. Nombre de patients ayant décompensé une griffe d'orteils après l'intervention du pied équin spastique en fonction des 3 groupes cliniques. 35
Tableau 12. Répartition des décompensations des griffes d'orteils au cours du temps et type de reprise chirurgicale dans le groupe 1. 36
Tableau 13. Répartition des décompensations de griffe d'orteils au cours du temps et type de reprise chirurgicale dans le groupe 2. 36
Tableau 14. Nombre de patients présentant une marche en stiff knee gait dans le groupe 1. 37
Tableau 15. Nombre de patients présentant une marche en stiff knee gait dans le groupe 2. 38
Tableau 16. Répartition des reprises chirurgicales en fonction des groupes cliniques. 38
Tableau 17. Motifs des reprises chirurgicales en fonction des chirurgies réalisées initialement puis lors de la reprise. 39

Introduction et contexte

Chez le patient neurologique, la déformation en pied équin ou varus équin spastique retentit à différents niveaux. Pour les patients marchants ou se verticalisant, les capacités de marche ou les changements de position (passage assis-debout) peuvent être altérés. Le chaussage et l'installation au fauteuil sont aussi modifiés et doivent être évalués. La présence d'un pied équin peut également entrainer des douleurs à la marche. La déformation neuro-orthopédique résulte de l'hypertonie spastique présente sur les groupes musculaires extenseurs du membre inférieur et plus particulièrement sur le segment jambier (1). La spasticité, processus global entrainant une perturbation des boucles réflexes spinales, mais aussi des modifications des propriétés biomécaniques des fibres musculaires, va progressivement modifier les tissus et entrainer des rétractions musculaires puis des attitudes vicieuses (2). Chez les patients hémiplégiques, l'évolution en pied varus équin est la plus fréquente des déformations neuro-orthopédiques. Dans cette population, la fréquence est estimée à 18% selon l'équipe de Verdié (3). Tous les patients ayant une lésion neurologique centrale avec atteinte de la voie pyramidale sont concernés par ce risque.

La prise en charge chirurgicale du pied varus équin intervient dans un second temps, après échec des traitements médicamenteux et médicaux tels que les injections de toxine botulinique (4). Les techniques chirurgicales associent des gestes musculo-tendineux à des gestes osseux ou neurologiques. Il y a peu d'études dans la littérature sur les complications post chirurgicales immédiates et sur l'évolution à long terme de cette chirurgie neuro-orthopédique. Le traitement de la spasticité a connu une réelle avancée lors de l'apparition de la neurotomie. Cette technique neurochirurgicale introduite en 1887 par F. Lorenz, a permis de reconsidérer le traitement focal de la spasticité. Par la section partielle des fibres efférentes I et II motrices, la neurotomie permet de diminuer la spasticité de manière locale sans diminuer la force motrice, qui est permise par réinnervation des axones restants (5,6). La neurotomie, qui a pour principe d'interrompre le mécanisme responsable de la spasticité, est un traitement radical et a priori définitif de la spasticité. Dans l'évaluation du pied équin spastique, la réalisation d'un bloc anesthésique du nerf moteur tibial et de ses branches (Figures 1 et 2) permet de reproduire ou d'approcher les effets attendus de la neurotomie tibiale pendant quelques heures (7–9). Dans la littérature, l'évaluation à long terme des effets de la neurotomie du nerf tibial est réalisée à 1 voire à 2 ans, mais rarement au-delà (10,11). Quatre cas rapportés chez l'adulte par Collado et associés, décrivent la possibilité de récidive des symptômes liés à la spasticité à distance de la neurotomie ou l'apparition de déformations articulaires (12,13). Peu d'études réalisées à plus long terme chez l'adulte après chirurgie ont été conduites. Dans l'article de Kim et associés, l'évaluation de la neurotomie dans le pied varus équin

spastique est réalisée au cours d'un suivi sur 3 ans, de manière analytique sur une petite population, ce qui ne permet pas d'avoir suffisamment d'éléments pour généraliser les résultats obtenus (14).

A la neurotomie, peuvent s'associer d'autres techniques afin de corriger les déformations orthopédiques qui se sont installées, mais également afin de compenser les déficits musculaires. Ces techniques chirurgicales orthopédiques sont : l'allongement tendineux (15), le(s) transfert(s) tendineux (16) ou l'arthrodèse subtalienne et médiotarsienne qui forment le couple de torsion. Le transfert tendineux, réalisé en cas de déficit de flexion dorsale de la cheville au cours de la phase oscillante de la marche, peut être réalisé selon 3 principales techniques (17). L'hémi-transfert du tendon du muscle tibial antérieur sur le bord latéral du pied, est peu traumatique car sans geste osseux et sans retentissement sur la plante du pied, et permet de rééquilibrer l'avant-pied si le muscle tibial antérieur est actif (18). Le transfert tendineux peut aussi être effectué par le transfert du tendon du muscle tibial postérieur sur l'os cunéiforme latéral (19), mais avec un risque de surcorrection et avec une évolution en pied plat valgus. La troisième technique de transfert tendineux est le transfert du muscle court fibulaire sur le tendon du muscle tibial antérieur, technique dite de « Bardot » (20).

Les transferts tendineux et les neurotomies sont très souvent associés à un allongement du triceps sural lorsque la flexion dorsale de la cheville est insuffisante, selon différentes techniques (21) (Figure 3). L'allongement peut être réalisé par une aponévrotomie intra-musculaire, des chefs musculaires du triceps sural, gastrocnémiens ou soléaire, au niveau du corps musculaire, techniques de Silfverskiöld (gastrocnémiens médial et latéral), Baumann (gastrocnémiens et soléaire), ou de manière plus distale, technique de Strayer (gastrocnémiens) ou de Vulpius et Baker (gastrocnémiens et soléaire). L'allongement peut aussi être réalisé dans la portion tendineuse du tendon d'Achille, en 2 (technique de Green, en baïonnette (22)) ou 3 hémisections (technique de Hoke, dite « allongement en Z ») (23) (Figure 4). La rétraction du triceps, peut s'accompagner d'autres rétractions, comme celle des fléchisseurs d'orteils, entrainant une griffe d'orteils (24).

La décision d'une intervention est prise après une évaluation clinique, avec la mesure de la dorsiflexion de la cheville en mobilisation passive, genou fléchi et genou tendu, qui constitue le test de Silfverskiöld. Ce test permet d'évaluer la rétraction des chefs musculaires du triceps sural, entre les gastrocnémiens, bi-articulaires qui ont une insertion fémorale, et le soléaire, qui a une insertion tibiale. L'évaluation de la force musculaire, de la spasticité de manière passive mais également de manière dynamique lors de la marche, sont également nécessaires. Ces paramètres peuvent être notamment évalués de manière objective au cours d'une Analyse Quantifiée de la Marche. Cette évaluation est complétée par un bloc anesthésique des branches du nerf tibial (25,26) qui permet d'orienter la décision chirurgicale (26).

Dans certains cas lorsque l'architecture du pied est modifiée, une arthrodèse du couple de torsion, sous-astragalienne (talo-calcanéenne) et médio-tarsienne (talo-naviculaire) peut être faite (27), mais peu d'articles dans la littérature décrivent cette chirurgie dans l'indication du pied équin spastique (Figure 5).

Actuellement, il n'est pas possible de proposer une prise en charge uniformisée. Certaines équipes ont élaboré des stratégies par algorithmes d'aide à la décision (26,28). Les décisions thérapeutiques sont, pour la plupart, prises au cours d'une consultation pluridisciplinaire avec médecins de Médecine Physique et de Réadaptation et chirurgiens : orthopédistes et/ou neurochirurgiens, qui permettent de retenir la meilleure stratégie chirurgicale au cas par cas.

L'évolution post chirurgicale n'est pas toujours celle escomptée, peut-être en raison de la modification des propriétés biomécaniques des tissus liée à l'atteinte neurologique, mais aussi en raison du déséquilibre de l'action des muscles agonistes et antagonistes secondaire à la spasticité. La description clinique de l'évolution à long terme est peu rapportée dans la littérature, par manque de suivi prolongé au-delà de 2 ans. Nous avons donc proposé d'étudier ces éléments peu décrits dans la littérature.

Notre expérience clinique nous a permis d'identifier certains problèmes au cours de la chirurgie du pied équin spastique (PES). L'objectif principal de notre étude est d'évaluer la récidive des symptômes ayant motivé la prise en charge chirurgicale du pied équin spastique. Les objectifs secondaires sont les complications (directement imputables à l'intervention chirurgicale), les douleurs, l'échec de la chirurgie, ainsi que les situations fréquentes transversales : les motifs des reprises chirurgicales, la gestion de la griffe d'orteils.

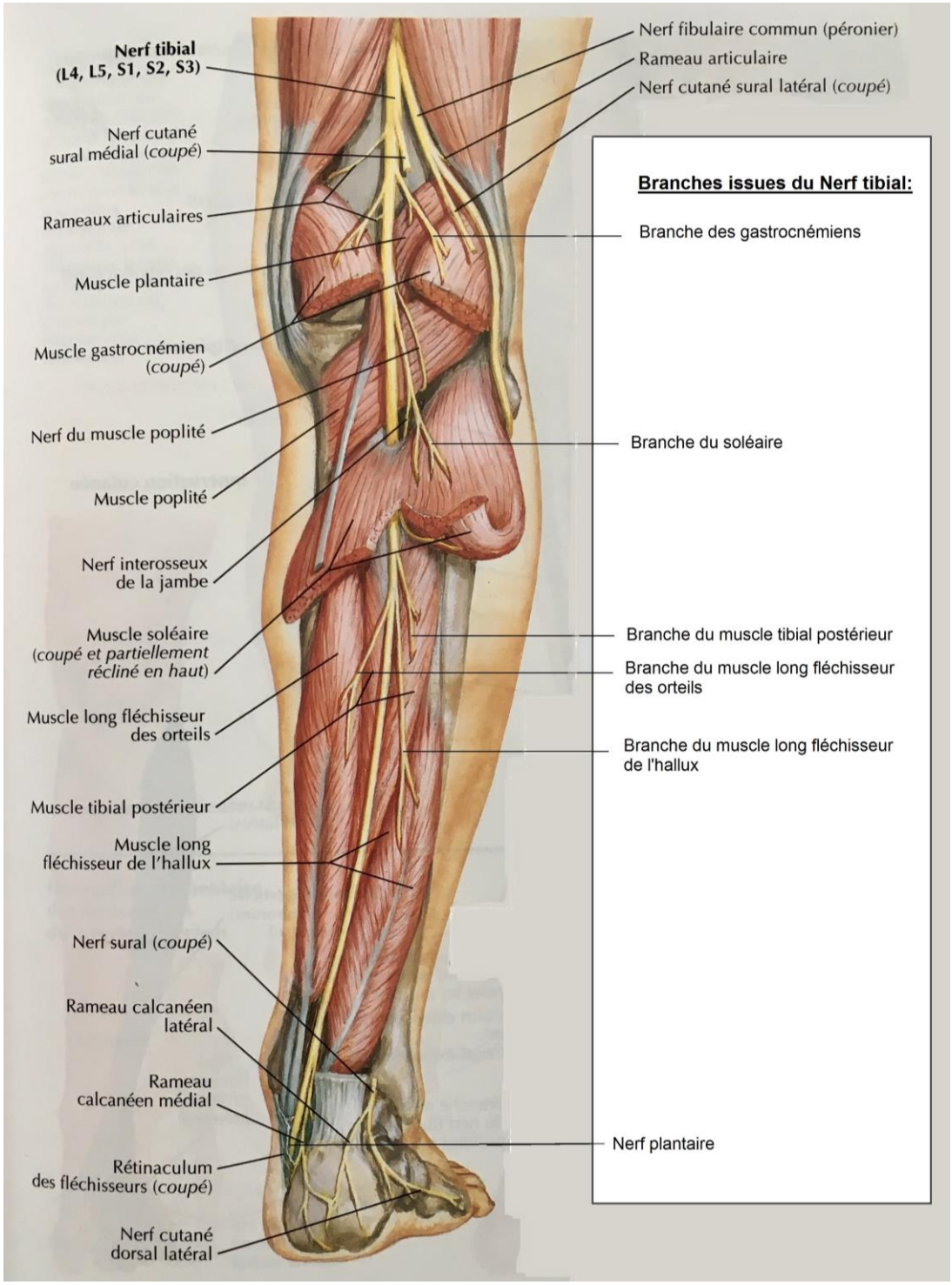
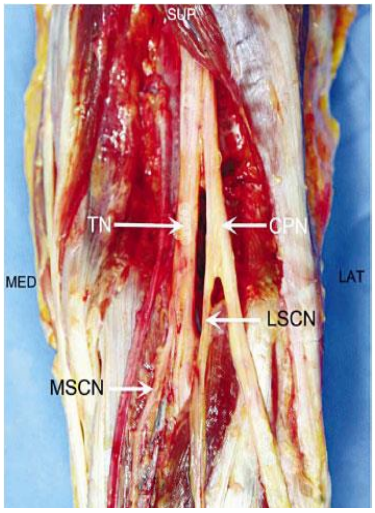


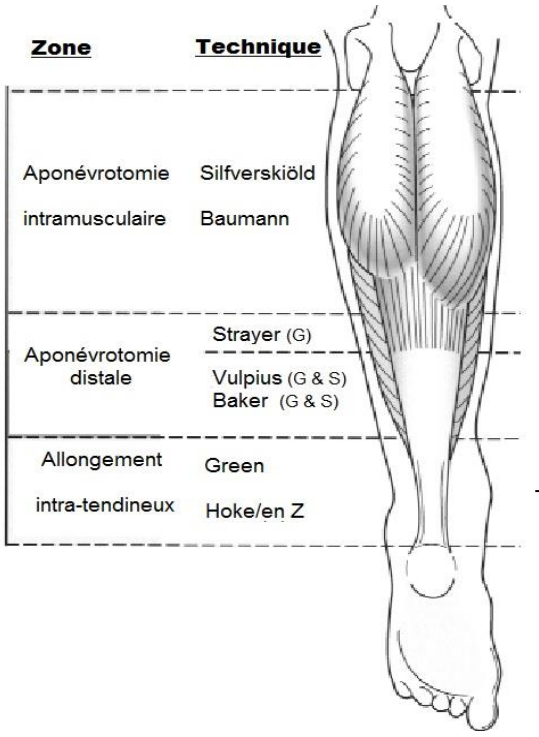
Figure 1. Nerf tibial et branches collatérales, loge postérieure de la jambe.



Photo, dissection.

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, creux poplité.



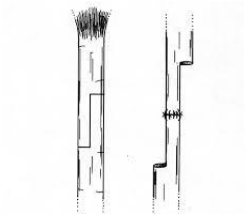


Figure 3. Allongement intra-tendineux du triceps sural dit "en Z".

Figure 4. Techniques et zones d'allongement du triceps sural.

Figure 5. Arthrodèse du couple de torsion talo-calcanéenne et médio-tarsienne.

Matériel et méthodes

Nous avons réalisé une étude épidémiologique observationnelle monocentrique analytique et rétrospective entre 2003 et 2017.

Critères d'inclusion

Nous avons inclus les patients qui avaient un diagnostic d'atteinte neurologique d'origine centrale (accidents vasculaires cérébraux (AVC), traumatismes crâniens, atteintes médullaires, sclérose en plaques, autres affections du système neurologique central) acquise à l'âge adulte (> 18 ans) et ayant eu une chirurgie pour la prise en charge d'un pied varus équin entre 2003 et 2015 au CHU de Nantes.

Les consultations qui ont permis le recueil des données étaient : la consultation pluridisciplinaire de Neuro-orthopédie ou de spasticité posant l'indication de la chirurgie en présence d'un médecin de Médecine Physique et de Réadaptation (MPR), et d'un chirurgien (Orthopédiste ou Neurochirurgien), les 2 consultations postopératoires à 3 et 12 mois puis la dernière consultation de suivi en MPR (Médecine Physique et Réadaptation), ou la consultation précédant la ré-intervention si nouvelle intervention il y avait. (Figure) Ces consultations ont été réalisées entre 2003 et Décembre 2017, permettant ainsi, d'avoir un recul de minimum 2 ans lors de la dernière consultation de suivi si l'intervention avait eu lieu en 2015.

Les éléments cliniques recueillis lors de la consultation initiale concernaient d'une part les éléments fonctionnels : les plaintes du patient, la présence de douleurs, le statut fonctionnel du patient (marchant ou non marchant) et la description de la marche. L'analyse de la marche évaluait le caractère plantigrade ou non de l'appui, le recurvatum de genou, le recrutement des releveurs en phase oscillante, la présence d'un varus dynamique, l'absence de flexion de genou en phase oscillante… D'autre part, les éléments de l'examen clinique, avec l'examen des amplitudes articulaires notamment de la flexion passive dorsale de la cheville genou fléchi (GF) et genou tendu (GT), la présence de déformations orthopédiques (telles qu'une griffe d'orteils, qui peut être présente lors de la phase d'appui et réductible à la mobilisation ou persistante lors de l'examen orthopédique et sera alors définit comme « griffe d'orteils fixée »), l'examen du contrôle moteur et de la force motrice, l'examen de la spasticité. Lorsqu'une neurotomie était envisagée, un bloc anesthésique moteur d'une ou plusieurs branches du nerf tibial était réalisé afin de préjuger de l'effet d'une neurotomie, de caractériser la rétraction tendineuse ou chez les patients présentant un pied équin avec ou sans équin lors de la phase oscillante, d'évaluer la prédominance de l'activité du muscle tibial antérieur ou de l'hypertonie du muscle tibial postérieur.

Les chirurgies étudiées étaient : une neurotomie du nerf tibial, un allongement musculo-tendineux du triceps sural ou du tendon d'Achille par une des techniques décrites ci-dessus associé ou non à un transfert tendineux, une arthrodèse du couple de torsion. Les chirurgies ont été réalisées par 4 opérateurs au CHU de Nantes, 3 neurochirurgiens et un orthopédiste. Si le patient avait une atteinte bilatérale avec une intervention chirurgicale de chaque côté, chaque pied opéré a été inclus de manière distincte.

A partir du moment où les patients présentaient un échec de leur intervention ou lorsqu'une reprise chirurgicale était réalisée, et les patients étaient alors sortis de l'analyse après cette dernière consultation. Les effectifs à 3 mois, 12 mois et lors de la dernière consultation sont donc recalculés en excluant ces patients.

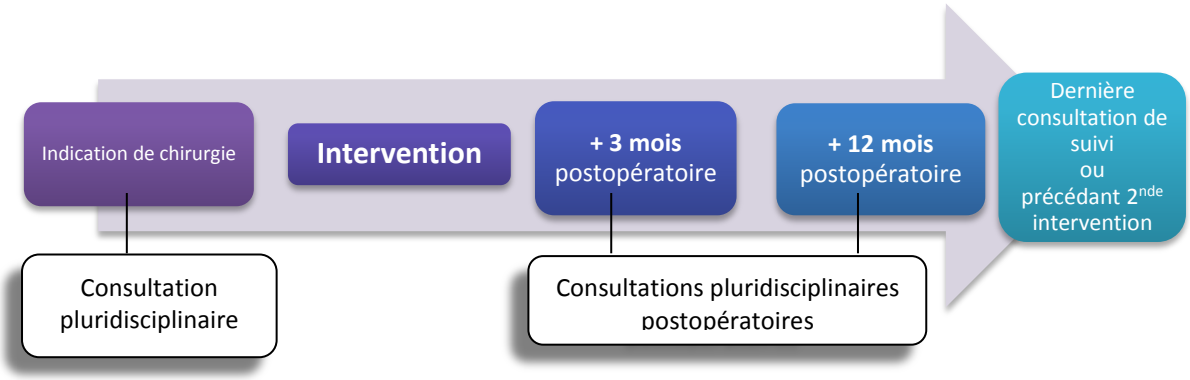


Figure 6. Schéma d'inclusion.

Constitution des groupes cliniques initiaux

A partir des informations issues de la consultation initiale pluridisciplinaire, 3 groupes de patients ont été identifiés permettant d'orienter le type de geste chirurgical à proposer.

- Les patients présentant un ***pied équin dynamique*** : lors de la marche, ces patients présentent un pied équin mais à l'examen clinique, la flexion passive dorsale de la cheville genou tendu (GT) est supérieure ou égale à 0°. Dans ce cas, une neurotomie est proposée.
- Les patients présentant un ***pied équin fixé*** : il existe une rétraction musculo-tendineuse objectivée par une limitation de la flexion passive dorsale de la cheville qui est strictement inférieure à 0° genou tendu. Pour ces patients, une chirurgie d'allongement musculo-tendineux est proposée en plus de la neurotomie. Selon la présence d'un varus dynamique, lors de la phase oscillante, en lien soit avec une hypertonie du muscle tibial postérieur ou soit à la prédominance du muscle tibial antérieur, un transfert tendineux de l'un ou l'autre sera associé.
- Les patients présentant une ***déformation orthopédique majeure***, ont au cas par cas, un geste osseux associé à des techniques complémentaires musculo-tendineuses et ou neurologiques.

Critères de non inclusion

Les patients présentant une autre atteinte neurologique (d'origine périphérique, congénitale ou héréditaire) ou orthopédique ont été exclus, ainsi que les patients opérés alors qu'ils étaient mineurs.

Critères d'exclusion

Les patients qui n'ont pas eu de suivi au CHU de Nantes (lors de la consultation préopératoire ou lors des consultations de suivi) ont été exclus. Si 2 consultations sur 3 étaient manquantes, les patients étaient exclus.

Objectif principal

L'objectif principal est d'évaluer **la récidive du ou des symptômes initiaux** ayant motivé la chirurgie. La récidive est définie comme la réapparition des symptômes initiaux ayant motivé la chirurgie à distance de la première consultation de suivi, soit à plus de 3 mois de l'intervention. Ceux-ci sont définis en fonction des groupes cliniques initiaux. La récidive peut motiver ou non une reprise chirurgicale.

Objectifs secondaires

Les objectifs secondaires de cette étude étaient au nombre de quatre.

- Le premier objectif secondaire était d'évaluer les **complications liées à la chirurgie.** Nous avons regroupé les complications selon leur gravité :
  - Les complications sévères (rupture tendineuse, complication infectieuse, hémorragique, cutanée, thrombo-embolique),
  - Les complications modérées (désunion, douleur, œdème).
- Le second objectif secondaire était d'analyser la survenue de **douleurs** à la suite de l'intervention (immédiatement après la chirurgie et/ou à distance),
- Le troisième objectif secondaire était d'évaluer les **échecs** de chirurgie du pied équin spastique (PES). L'**échec** de la chirurgie était défini comme la persistance des symptômes pour lesquels l'intervention avait été décidée initialement lors de la première consultation postopératoire à 3 mois. L'échec pouvait motiver ou non une reprise chirurgicale.
- Le quatrième objectif secondaire était d'évaluer les motifs de **reprise chirurgicale** après une première chirurgie de PES. Celle-ci est définie par la décision au cours d'une consultation de suivi (pluridisciplinaire lors du suivi postopératoire ou lors d'une consultation de suivi de MPR) de prévoir et d'organiser une nouvelle intervention en rapport avec la déformation neuro-orthopédique initiale.

- Le cinquième objectif secondaire était l'analyse de **complications biomécaniques** liées à la pathologie neurologique et révélées lors de la marche après correction du pied équin, tels que : le démasquage d'un déficit de flexion de genou lors de la phase oscillante, la décompensation d'une griffe d'orteil(s), une surcorrection, l'apparition de troubles trophiques (hyper-appuis).

A travers ces objectifs, nous avons également évalué la griffe d'orteils, situation transversale, pouvant être présente avant et/ou après l'intervention chirurgicale. Nous pouvons décrire dans la population 3 types de griffe d'orteils. La griffe dynamique, en rapport avec la spasticité, va apparaitre lors de certains mouvements au cours de la marche, notamment lors de la mise en charge du pied, lors de la phase d'appui. La présence de rétractions tendineuses des fléchisseurs d'orteils, peut entrainer une griffe d'orteils par effet ténodèse, cette griffe est donc réductible en flexion plantaire lors de l'examen clinique. Enfin, dans le cas où la rétraction est majeure, la griffe d'orteils est fixée, il existe une déformation orthopédique avec parfois présence de flexums articulaires des articulations interphalangiennes proximales ou interphalangiennes distales (orteils en marteau).

Analyses statistiques

Les variables quantitatives ont été décrites par leur moyenne et écart-type, ainsi que leur médiane et valeur minimale et maximale. Pour l'analyse des variables qualitatives, nous avons comparé les pourcentages par le test d'hétérogénéité du Chi-2, et parfois le test exact de Fisher dans les cas où les effectifs attendus étaient inférieurs ou égaux à 3. La cinétique d'apparition des récidives en fonction du temps depuis l'intervention chirurgicale a été décrite parmi les patients présentant une récidive par la méthode de Kaplan-Meier.

Résultats

1- Description de la population générale

Après regroupements des dossiers selon les codes diagnostiques et thérapeutiques, nous avons trouvé 295 patients qui ont eu une intervention chirurgicale concernant le traitement d'un pied équin ou varus équin. Parmi ces 295 patients, nous avons extrait de manière aléatoire un groupe de 200 patients. Après étude des dossiers, en fonction des critères d'exclusion, nous avons retenu 114 patients, dont 12 qui ont eu une intervention sur les 2 pieds, soit un total de 126 pieds opérés.

Nous étudierons chaque pied de manière indépendante. Par mesure de praticité, les pieds opérés seront assimilés à des patients.

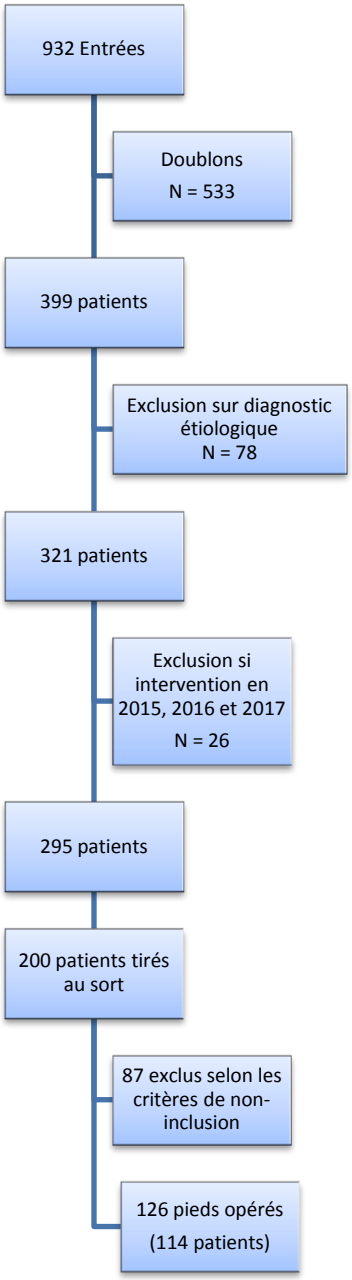


Figure 7. Flow chart.
N : effectif

Motif d'exclusion	N
Suivi hors CHU de Nantes	48
Rupture de suivi	6
Mineur	9
Neurotomie autre qu'une neurotomie tibiale	7
2ème prise en charge chirurgicale	5
Etiologie neurologique autre	12
Total	87

Tableau 1. Motif des patients exclus.
CHU : Centre Hospitalier Universitaire

La population était composée de 76 hommes, soit 60% et 50 femmes, soit 40%. L'âge moyen et l'âge médian lors de l'intervention chirurgicale étaient de 48 ans (patients entre 20 et 77 ans). Les pathologies présentées par les patients étaient pour la plus grande proportion des accidents vasculaires cérébraux (AVC) pour 53%, une atteinte médullaire pour 29%, pour 8% d'entre eux un traumatisme crânien, pour 6% une Sclérose en Plaques, et pour 4%, une autre atteinte centrale (telle qu'une lésion oncologique ou une électrocution). Le traitement anti-spastique antérieur comprenait pour 5 patients la présence d'une pompe à BACLOFENE, et pour 67 patients soient 53% des injections de toxine botulinique dans les membres inférieurs avant la consultation multidisciplinaire. Le recul maximum moyen était de 4 ans lors de la 3ème consultation. (Tableau 2)

	N	%
Sexe		
Homme	76	60%
Femme	50	40%
Âge lors de l'intervention		
Moyen	48,4	ans
Médiane	48,5	ans
Min	20	ans
Max	77	ans
Ecart type	13,1	ans
Etiologie neurologique présentée		
AVC	67	53%
Lésion médullaire	37	29%
Traumatisme crânien	10	8%
Sclérose en plaques	8	6%
Autre	6	4%
Tumeur cérébrale	5	
Electrocution	1	
Traitement anti-spastique		
Pompe à BACLOFENE	5	4%
Injection de toxine botulinique MI	67	53%
Délai post-lésionnel lors de la 1ère CMD		
Médiane	3,1	ans
Min	5	mois
Max	39	ans
Délai moyen post-chirurgie lors de la dernière consultation		
Moyenne	4,1	ans

Tableau 2. Description de la population.
N : effectif ; AVC : Accident Vasculaire Cérébral ; CMD : consultation multidisciplinaire

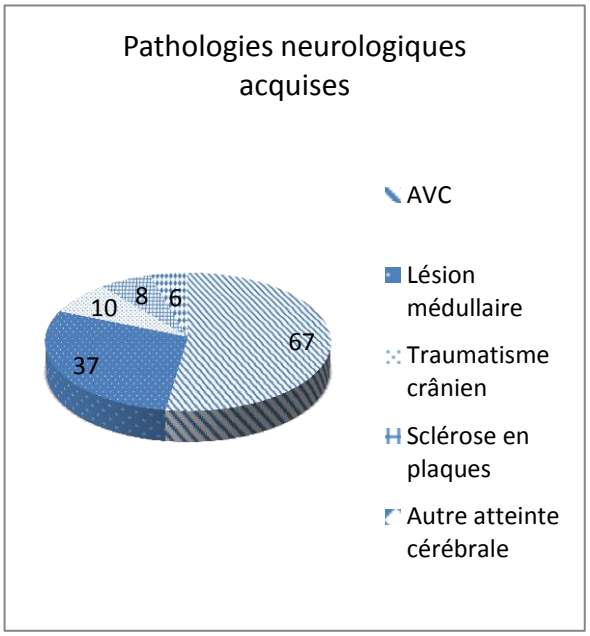


Figure 8. Répartition de la population générale en fonction de la pathologie neurologique
N : effectif

Les interventions chirurgicales se sont déroulées entre 2003 et 2015, avec une répartition dans le temps représentée sur la figure 9.

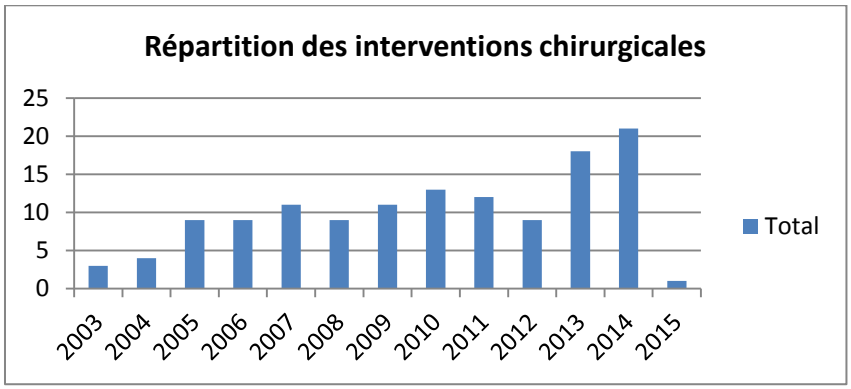


Figure 9. Répartition des patients en fonction de l'année d'intervention.
N : nombre de patients opérés dans l'année.

2- Description des 3 groupes

Les groupes « Pied équin dynamique », « Pied équin fixé » et « Déformation fixée » sont respectivement composés de 58, 63 et 5 patients et représentent 46%, 50% et 4% de la population étudiée.

	Groupe 1 Pied équin dynamique	**Groupe 2** Pied équin fixé	**Groupe 3** Déformation fixée
Effectif	58	63	5
Âge (moy)	46 ans	50 ans	50 ans
Pathologie neurologique			
AVC	25 (43%)	39 (62%)	1
Lésion médullaire	21 (36%)	13 (21%)	3
Sclérose en plaques	5 (8%)	3 (5%)	
Traumatisme crânien	3 (6%)	6 (9%)	1
Autre atteinte cérébrale	4 (7%)	2 (3%)	
Statut fonctionnel			
Non marchant	0 (0%)	13 (21%)	2
Transfert debout	1 (2%)	6 (9%)	1
Marchant	57 (98%)	44 (70%)	2
Aide technique	33 (57%)	32 (51%)	2
Description de la marche			
Phase d'appui ⌂			
Recurvatum du genou	30 (52%)	23 (37%)	1
Appui plantigrade	10 (17%)	8 (13%)	0
Varus à l'appui	13 (22%)	19 (30%)	1
Griffe d'orteils en charge	19 (33%)	13 (21%)	
Phase oscillante			
Varus dynamique	17 (30%)	10 (16%)	
Prédominance sur le TA	12 (21%)	8 (13%)	
Examen Clinique			
Flexion dorsale cheville GT (moy)	3,4°	-17°	-35°
Flexion dorsale cheville GF (moy)	8,8°	-9°	-35°
Présence d'une griffe d'orteils	27 (47%)	18 (29%)	0
Griffe fixée	2	5	0
Spasticité ≥ 2*	22	19	
Motricité dissociée sur FD	17	9	
Motricité en schème sur FD	15	12	
Bloc moteur	45 (78%)	34 (54%)	2

⌂ : plusieurs modalités possibles

* : sur l'échelle d'Ashworth modifiée

Tableau 3. Résumé des situations initiales de chaque groupe avant l'intervention chirurgicale

Moy : moyenne ; AVC : Accident Vasculaire Cérébral ; TA : muscle Tibial Antérieur ; GT : genou tendu ; GF : genou fléchi ; FD : flexion dorsale

Interventions chirurgicales en fonction des groupes :

2-1 Groupe 1 : Pied équin dynamique

2-1-1 Neurotomie du nerf tibial

Tous les patients du groupe ont eu une neurotomie des branches du nerf tibial. Parmi les 56 patients ayant eu une neurotomie sur une des branches du triceps sural, 19 (soit 34%) ont eu une neurotomie des branches destinées aux 3 chefs : soléaire et gastrocnémiens, 35 (soit 63%) ont eu une neurotomie de la branche destinée au muscle soléaire, et un patient a eu une neurotomie de la branche destinée aux gastrocnémiens. Vingt-deux patients ont eu une neurotomie sur la branche du tibial postérieur.

Les 2 patients qui n'ont pas eu de neurotomie sur les branches du triceps sural, ont eu une neurotomie sur la branche du long fléchisseur d'orteils isolée.

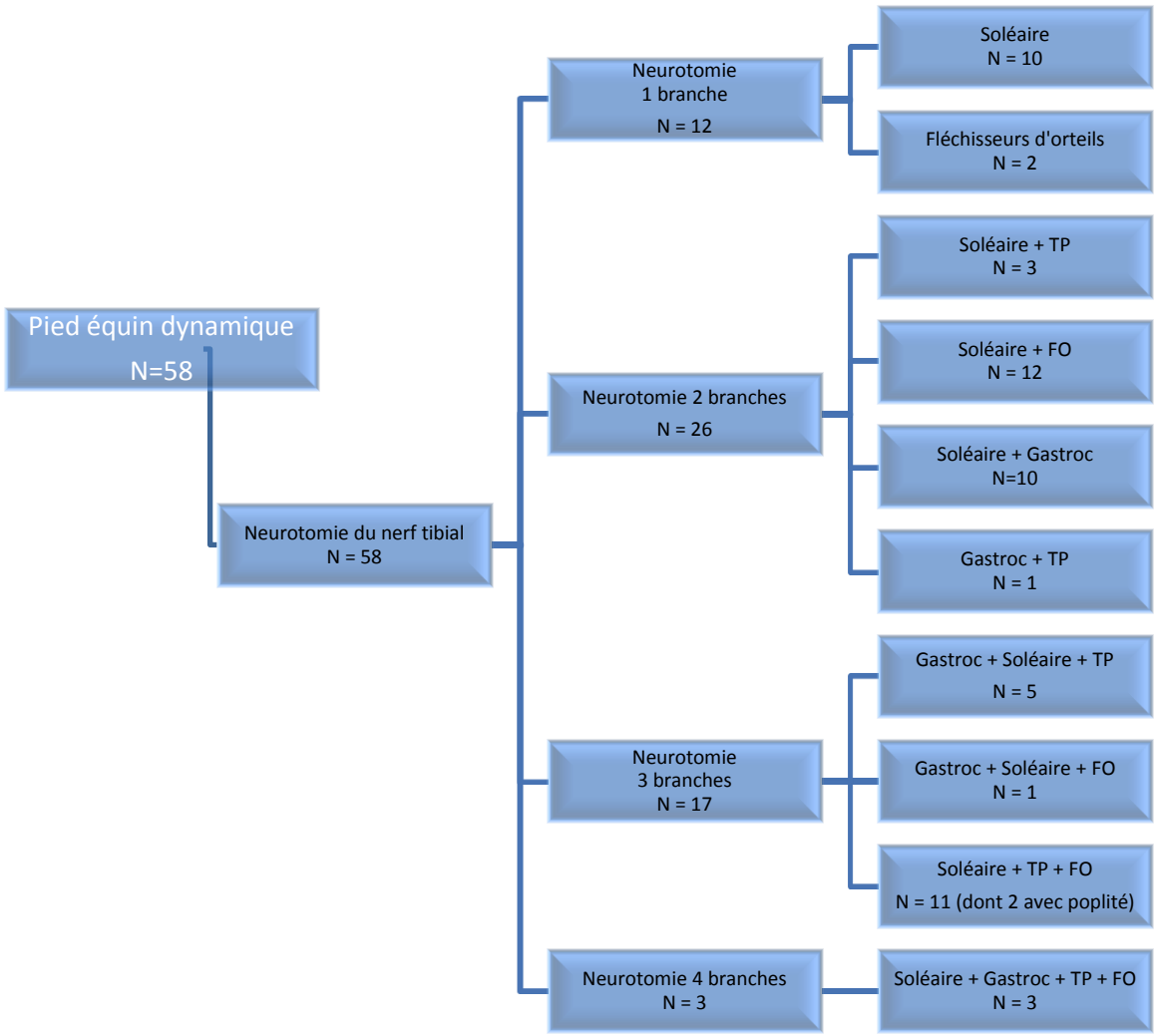


Figure 10. Distribution des types de neurotomie en fonction des branches opérées.
N : effectif. Gastroc = Gastrocnémiens. TP = tibial postérieur. FO = Fléchisseurs d'orteils

2-1-2 Transferts tendineux

Huit patients ont eu une chirurgie de transfert tendineux, avec un transfert du tendon du court fibulaire sur le tibial antérieur (type Bardot). Tous ces patients présentaient à l'examen clinique initial un varus actif prédominant sur le tibial antérieur, ou un varus lors de la mise en charge (pour 2 patients).

2-1-3 Allongement du triceps

Dix-huit patients (31%) ont eu un allongement, bien qu'ils soient classés dans le groupe pied équin dynamique donc sans rétraction franche du soléaire ni des gastrocnémiens. Il n'y avait pas de différence significative de la flexion dorsale de cheville dans les sous-groupes des patients ayant eu un allongement et n'en ayant pas eu, genou tendu (p = 0,27) et genou fléchi (p = 0,19). Le type de procédure chirurgicale d'allongement est détaillé dans la figure ci-dessous.

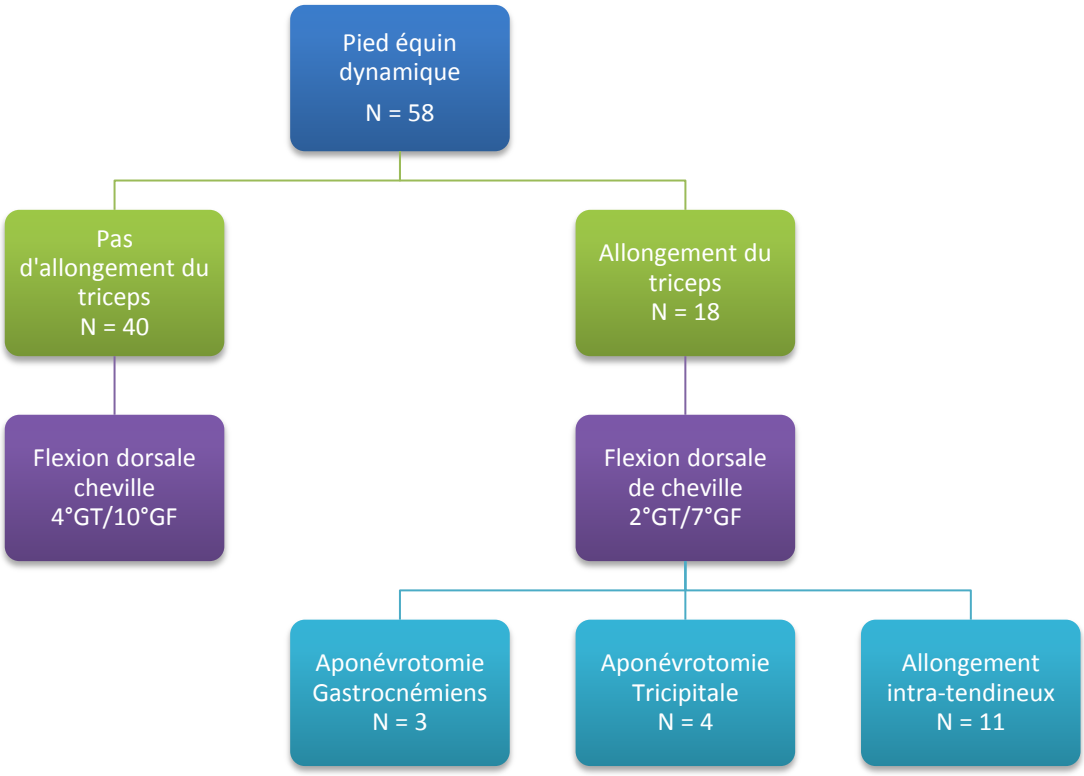


Figure 11. Distribution des allongements du triceps dans le groupe 1.
N : effectif ; GT : genou tendu ; GF : genou fléchi

2-1-4 Présence d'une griffe d'orteils initialement

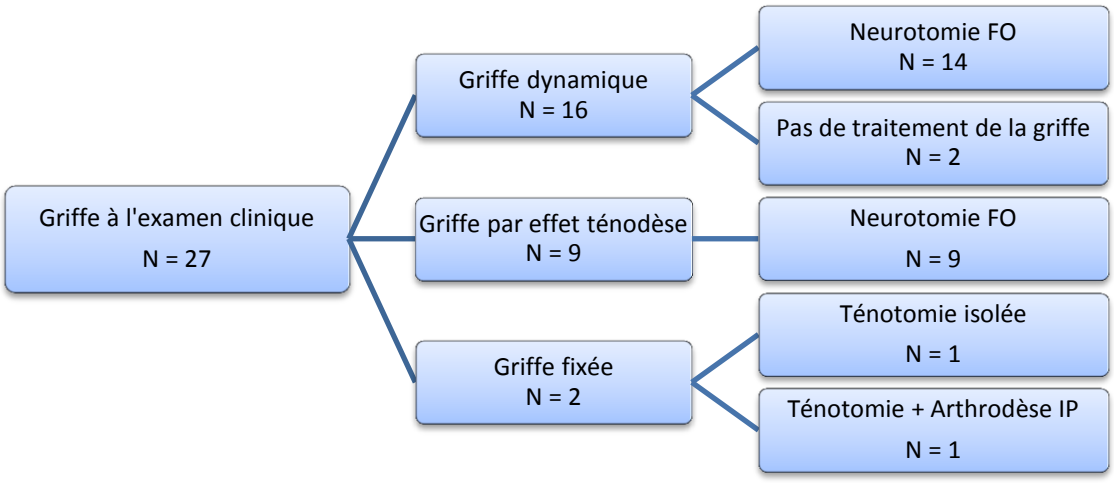


Figure 12. Prise en charge chirurgicale de la griffe d'orteils dans le groupe 1.
N : effectif ; FO : muscle fléchisseur des orteils ; IP : interphalangienne.

Sur les 58 patients, 27 patients (47%) présentaient une griffe associée à leur PES à l'examen clinique initial. Seize avaient une griffe dynamique, dont 14 d'entre eux ont eu une neurotomie des branches destinées aux muscles fléchisseurs des orteils. Deux patients qui présentaient une griffe à l'examen clinique initial n'ont pas eu de prise en charge chirurgicale de cette griffe.

Neuf avaient une griffe par effet ténodèse et ont également eu une neurotomie des branches destinées aux muscles fléchisseurs des orteils. Deux patients avaient une griffe fixée. Ils ont eu une ténotomie des muscles fléchisseurs, associée pour l'un d'entre eux à une arthrodèse sur l'articulation inter-phalangienne de l'hallux.

2-2 Groupe 2 : Pied équin fixé

2-2-1 Neurotomie et/ou allongement

Parmi les 63 patients présentant un pied équin fixé à l'examen clinique, 44 (soit 70%) ont eu un traitement de la spasticité par neurotomie et un traitement de la rétraction musculo-tendineuse par allongement tendineux. Dans ce sous-groupe, l'allongement préféré était l'allongement intra-tendineux par allongement en Z ou baïonnette, ou technique de Green avec 2 incisions, pour 66% de ce sous-groupe. Le type de procédure chirurgicale d'allongement est détaillé dans la figure ci-dessous.

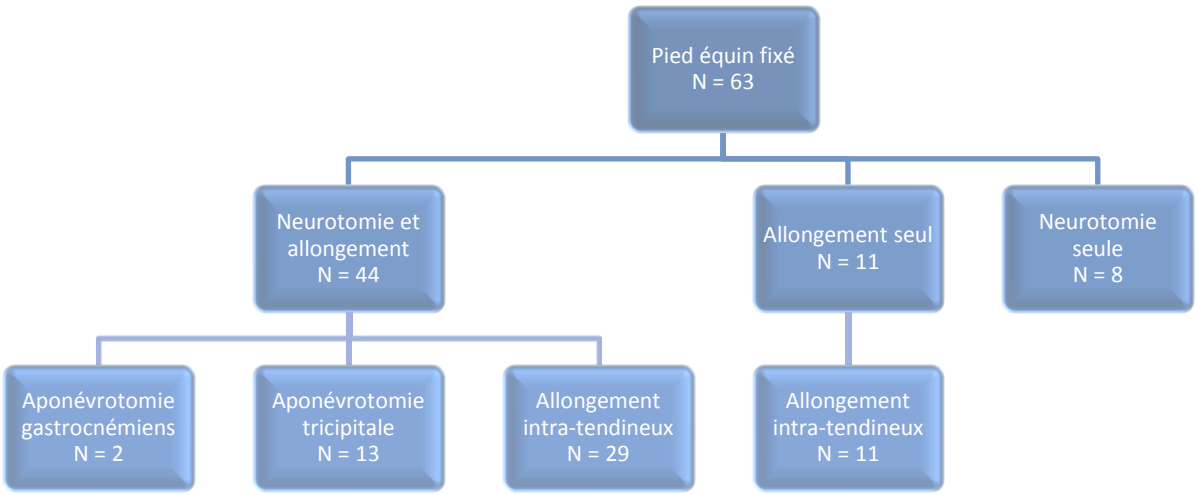


Figure 13. Distribution des allongements tendineux au sein du groupe 2.
N : effectif

2-2-2 Transferts tendineux

Six patients soit 10% ont eu un transfert tendineux. Quatre d'entre eux avaient un varus actif par prédominance du tibial antérieur. Tous ces patients ont également eu un allongement tendineux. Le type de procédure chirurgicale de transfert est détaillé dans la figure ci-dessous.

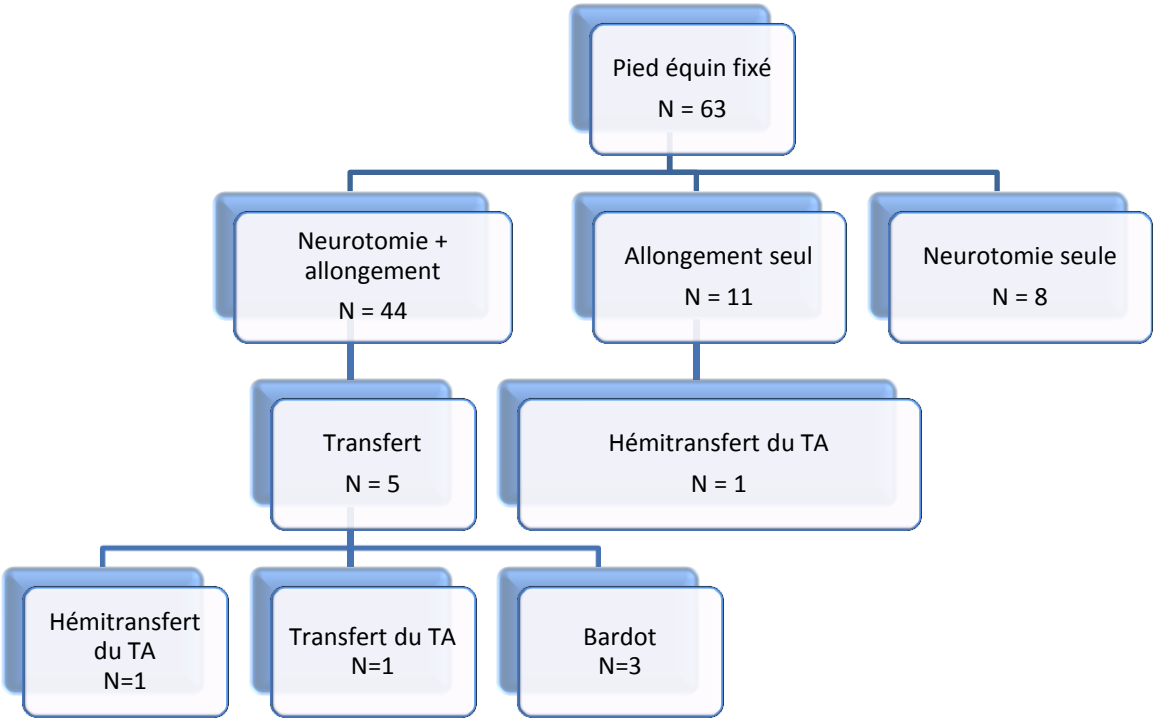


Figure 14. Répartition des transferts dans le groupe 2.
N : effectif ; TA : muscle tibial antérieur.

2-2-3 Présence d'une griffe d'orteils initialement

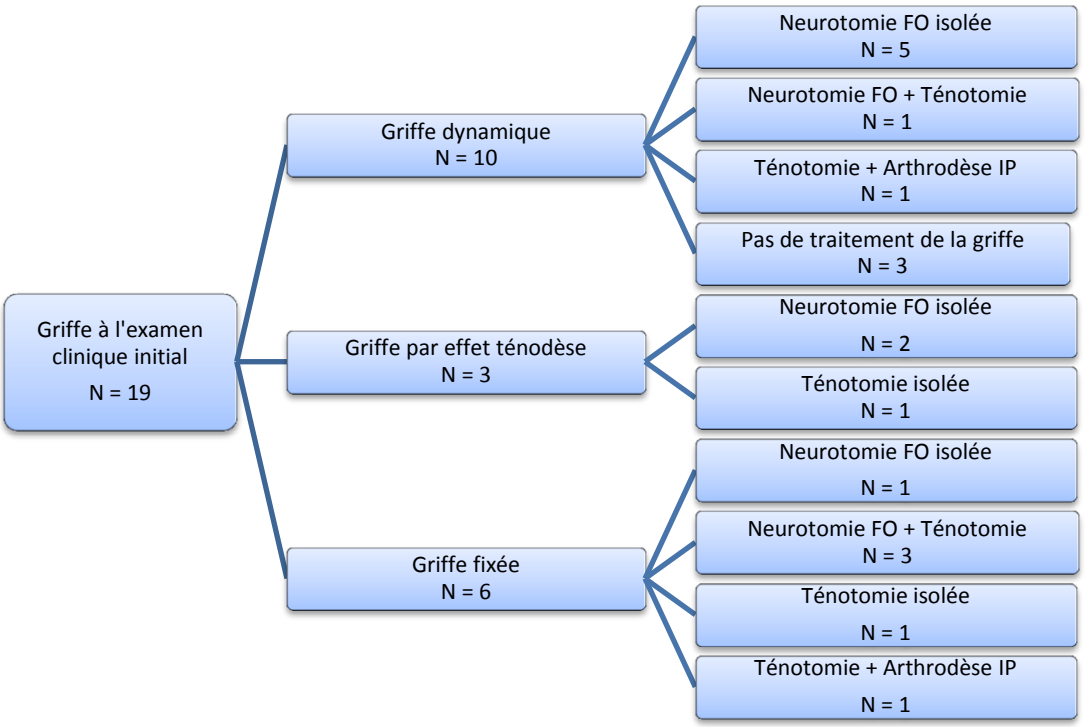


Figure 15. Prise en charge chirurgicale de la griffe d'orteils dans le groupe 2.
N : effectif ; FO : fléchisseurs d'orteils ; IP : interphalangienne.

Parmi les 19 patients présentant une griffe à l'examen clinique initial (30%), 12 ont eu une neurotomie sur la branche des muscles fléchisseurs d'orteils (long et/ou court), 8 ont eu une ténotomie et 2 patients ont eu une arthrodèse sur l'inter-phalangienne afin de corriger la griffe d'orteils.

Trois patients qui présentaient une griffe à l'examen clinique initial n'ont pas eu de prise en charge chirurgicale de cette griffe.

2-3 Groupe 3 : Déformation orthopédique irréductible

2-3-1 Arthrodèse sous-astragalienne et médio-tarsienne

Les 5 patients du groupe ont eu une arthrodèse sous-astragalienne et médio-tarsienne.

2-3-2 Neurotomie et/ou allongement

Quatre des cinq pieds opérés ont eu une neurotomie tibiale. Le patient n'ayant pas eu de neurotomie a eu un allongement intra-tendineux et une ténotomie des muscles tibial postérieur et long fléchisseur de l'hallux.

Quatre des cinq pieds opérés ont eu un allongement, qui était réalisé selon la technique d'allongement intra-tendineux (en Z pour 3 d'entre eux), un patient était opéré d'un transfert tendineux selon la technique de Bardot.

2-3-3 Présence d'une griffe initialement

Trois des pieds opérés ont eu une prise en charge des rétractions tendineuses des fléchisseurs. Les rétractions ont pu parfois être démasquées lors de la chirurgie après allongement tendineux pour l'équin et traitées par une ténotomie des fléchisseurs d'orteils. La décision était alors prise au cours de l'intervention ou lors du second temps chirurgical.

3- Satisfaction des objectifs posés avant l'intervention

Les objectifs ont été évalués d'une part par les patients, et d'autre part par l'équipe médicochirurgicale.

3-1 Groupe 1 : Pied équin dynamique

Pour tous les patients, l'objectif principal de l'intervention était l'amélioration de la marche, et pour le seul patient non marchant, l'objectif était l'amélioration des transferts. Pour 5 d'entre eux, l'intervention avait également pour objectif de diminuer le risque de chute. Un patient avait pour objectif d'arrêter les injections de toxine botulinique, et pour un autre patient, l'intervention était souhaitée devant des douleurs à la marche.

L'objectif défini par les médecins était pour 53 des 58 patients d'améliorer la marche. La chirurgie était aussi motivée par la présence d'un recurvatum de genou majeur pour 5 patients, et devant l'échec des injections de toxine botulinique (par épuisement de l'effet après plusieurs injections ou par inefficacité) pour 15 patients.

Lors de la première consultation post-intervention, les objectifs ont été atteints pour 48 des patients (83%), et pour 46 des 58 objectifs posés par les médecins (soit 79%).

3-2 Groupe 2 : Pied équin fixé

Du point de vue des patients, l'objectif principal était : pour 42 patients (67%) d'améliorer la marche, pour 5 patients (8%) d'améliorer les transferts, pour 13 patients (21%) d'améliorer la station assise au fauteuil, et pour 7 patients (11%), de diminuer les douleurs et les lésions cutanées lors du chaussage.

Du point de vue médicochirurgical, l'objectif posé par l'équipe pour 38 patients (60%) était d'améliorer la marche, pour 9 (14%) patients d'améliorer le recurvatum de genou, pour 15 patients (24%) d'améliorer les transferts, pour 17 patients (27%), la motivation de l'intervention était secondaire à la mise en échec des injections de toxine botulinique, et pour 3 d'entre eux, l'intention était d'améliorer le chaussage.

A 3 mois postopératoire, les objectifs préopératoires ont été atteints pour 58 patients (92%), et 53 des 63 (84%) objectifs posés par l'équipe médicale.

3-3 Groupe 3 : Déformation orthopédique irréductible

Pour 3 des 5 patients, l'objectif commun du patient et de l'équipe médicale était l'installation au fauteuil, pour les 2 autres, les objectifs concernaient l'amélioration de la marche, avec également l'amélioration du chaussage pour l'un d'entre eux. Seul le patient dont l'objectif préopératoire concernait le chaussage ne l'a pas atteint.

4- Objectif principal : Récidive des symptômes initiaux :

4-1 Incidence dans toute la population

Cinquante-six patients ont présenté des symptômes de récidive, soit 44% de la population.

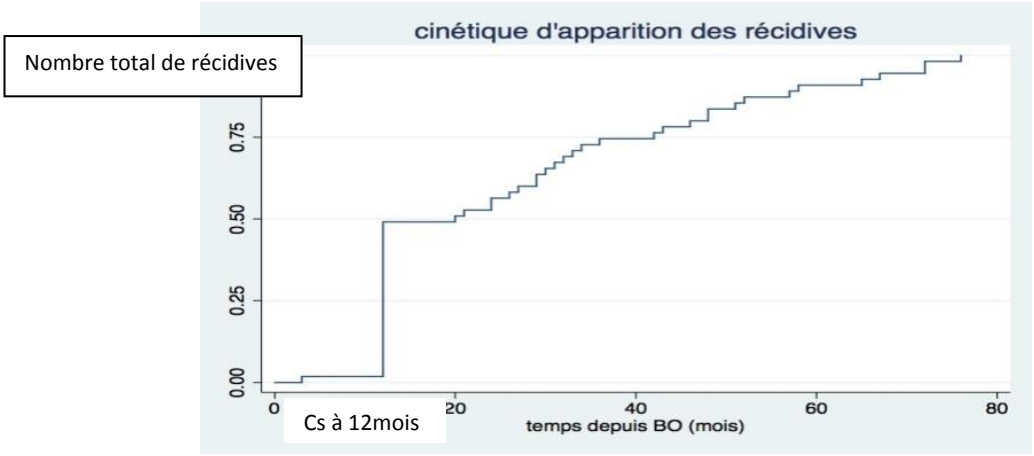


Figure 16. Cinétique d'apparition des récidives en fonction du temps depuis l'intervention chirurgicale.
BO : bloc opératoire

On constate que parmi tous les patients qui ont présenté des symptômes de récidive, la moitié était présente lors de la consultation à 12 mois (figure). Au-delà d'un an, l'incidence de la récidive évolue de manière pseudo-linéaire en fonction du temps.

4-2 Récidive en fonction du groupe

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Total	
Récidive +	**25**	**30**	**1**	**56**	
Récidive -	33	33	4	70	
Total	58	63	5	126	*p = 0,72*

Tableau 4. Nombre de patients présentant une récidive dans la population générale.
Récidive + : présence de symptômes récidivants ; Récidive - : pas de récidive objectivée.

Quels que soient les symptômes définissant la récidive, il n'y a pas de différence significative de survenue de la récidive entre les groupes.

4-2-1 Groupe 1 : Pied équin dynamique

Les symptômes définissant la récidive dans le groupe 1 dépendaient de la symptomatologie et de la gêne du patient. Ils concernaient : la réapparition d'un équin en phase oscillante, l'absence d'appui plantigrade, la récidive d'un recurvatum de genou en rapport avec l'équin, etc…

Nous n'avons pas mis en évidence de facteur statistiquement significatif associé à un taux supérieur de récidive parmi : âge, sexe, pathologie… Il n'y a également pas de différence significative en fonction du type de chirurgie réalisée (*i.e.*, la ou les branches du nerf tibial ciblée(s) par la neurotomie).

	Neurotomie Soléaire	Neurotomie Gastrocnémiens	Total	
Récidive +	**14**	**9**	**23**	
Récidive -	21	11	32	*p = 0,47*
Total	35	20	55	

Tableau 5. Analyse des récidives en fonction du type de neurotomie de la branche du triceps sural dans le groupe 1.
Récidive + : présence d'une récidive ; Récidive - : pas de récidive.

Concernant la récidive de la griffe d'orteils, 7 patients ont présenté une récidive de leur griffe à 12 mois, et lors de la dernière consultation de suivi pour 3 d'entre eux. Soit une récidive pour un total de 10 patients sur 27 (37%).

4-2-2 Groupe 2 : Pied équin fixé

Les symptômes définissant la récidive dans le groupe 2 concernaient : la réapparition d'un équin par perte d'amplitude articulaire 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 …

Nous n'avons pas mis en évidence de facteur qui soit associé de façon statistiquement significative à un taux supérieur de récidive parmi : âge, sexe, pathologie… Il n'y a également pas de différence significative en fonction du type de chirurgie réalisée. Le type d'allongement réalisé n'influençait pas la survenue d'une récidive (Tableau).

Concernant la réalisation d'une neurotomie en revanche, on trouvait une tendance à un risque de récidive augmenté chez les patients n'ayant pas eu de neurotomie tibiale. Six sur 11 patients n'ayant pas eu une neurotomie, soit plus de la moitié des patients, ont présenté une récidive, alors qu'ils étaient moins d'un tiers parmi ceux qui avaient eu une neurotomie (15 sur 52) (p = 0,10).

	Récidive quel que soit le moment			A 12 mois			Dernière consultation		
	N	Total	*p*	N	Total	*p*	N	Total	*p*
Aponévrotomie gastrocnémiens	1	5		1	5	*0,9*	0	5	
Aponévrotomie tricipitale	13	17	*0,9*	7	13		4	12	*0,36*
Allongement intra-tendineux	21	55		7	50		16	46	

Tableau 6. Récidive en fonction du type d'allongement tricipital dans le groupe 2.
N : effectif.

Concernant la récidive de la griffe d'orteils, 6 patients ont présenté une récidive de griffe à 12 mois et 2 patients ont présenté une récidive à distance de l'intervention présente lors de la dernière consultation à 3 et 4 ans après l'intervention. Ces 2 patients avaient eu initialement une neurotomie sur la branche du muscle long fléchisseur des orteils.

	Groupe 1				Groupe 2			
	$N_{Pré\text{-}op}$	M+3	M+12	Dernière cs	$N_{pré\text{-}op}$	M+3	M+12	Dernière cs
Griffe dynamique	17	3	6	7	10	4	2	2
Griffe par ténodèse	8	2	1	2	3	1	1	1
Griffe fixée	2	0	0	0	6	2	3	3
Total	**27**	**5**	**7**	**9**	**19**	**7**	**6**	**6**

Tableau 7. Persistance ou récidive des griffes d'orteils en fonction du temps dans les groupes 1 et 2 chez les patients présentant une griffe d'orteils à la phase initiale.
N : effectif préopératoire; M+3 : consultation postopératoire à 3 mois ; M+12 : consultation postopératoire à 12 mois ; cs : consultation.

Dans le tableau, les effectifs pour chaque colonne correspondent au nombre de patients présentant une griffe, soit la somme des patients présentant une griffe à l'évaluation précédente, en ajoutant les nouveaux cas, et en retirant ceux qui ont été repris pour la griffe dans l'intervalle. Si la griffe persistait lors de la consultation à M+3, la prise en charge chirurgicale de la griffe était alors considérée comme un échec.

4-2-3 Groupe 3 : Déformation orthopédique irréductible

Parmi les 5 patients ayant eu un geste osseux, un patient a présenté une récidive de son varus équin, avec l'apparition d'une dorsiflexion de cheville négative lors de sa dernière consultation de suivi (à 4 ans). Ce patient était marchant, et avait eu une neurotomie (des branches du soléaire, des gastrocnémiens, du tibial postérieur), un allongement intra-tendineux, un transfert selon la technique de Bardot.

5- Objectifs secondaires :

5-1 Complications postopératoires immédiates

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Complications sévères			
Rupture tendineuse	0	1	0
Hématome	1	2	1
Infection	0	2	0
Ouverture plâtre	0	3	0
TVP	0	1	0
Effectif sous-total	1	9	1
Complications modérées			
Désunion	0	1	0
Douleurs	10	10	1
Œdème	3	6	0
Effectif sous-total	13	17	1
Total	14	26	2

Tableau 8. Complications postopératoires immédiates dans chaque groupe.
TVP : Thrombose veineuse profonde

Il n'y a pas de différence significative entre la survenue de complications en postopératoire immédiat entre les groupe 1 et 2, respectivement 14 sur 58 et 26 pour 63 (p=0,37).

En revanche, on remarque qu'il y a plus de complications importantes dans le groupe 2 (p = 0,02) : rupture tendineuse, hématome postopératoire, infection, et douleurs ayant motivé une ouverture du plâtre.

Parmi les 8 patients qui ont présenté un œdème postopératoire, 6 ont eu un allongement tendineux.

5-2 Douleurs

La complication postopératoire immédiate la plus fréquente dans les groupes 1 et 2 est la survenue de douleurs neuropathiques. Sur les 20 patients douloureux, tous avaient eu une neurotomie du nerf tibial, sauf un. Douze patients avaient eu un geste sur le nerf des fléchisseurs d'orteils. Dans le groupe 1, 3 patients sur les 12 qui ont eu une intervention sur cette branche du nerf tibial sont douloureux (25%) contre 4 sur 46 (8,7%) n'ayant pas eu d'intervention sur les fléchisseurs d'orteils. (p=0,01).

A 12 mois, 7 patients sont douloureux, dont 6 qui ont eu une neurotomie sur les fléchisseurs des orteils. Il y a significativement plus de patients douloureux parmi ceux qui ont eu une neurotomie sur

le nerf du long fléchisseur des orteils (6 sur 54) par rapport à ceux qui n'en ont pas eu (1 sur 72) (p=0,02).

Plus précisément sur la branche du nerf fléchisseur plantaire :

Treize patients ont eu une neurotomie du nerf fléchisseur plantaire (soit 10% de la population). Six patients sur 13 (soit 46%) ont présenté des douleurs en postopératoire immédiat contre 13 sur 113 (soit 11%) n'ayant pas eu de neurotomie sur le nerf fléchisseur plantaire (p < 0,001). A 1 an, il persiste une différence significative entre les patients ayant eu une neurotomie du fléchisseur plantaire : 23% (3 sur 13) contre 3% (3 sur 113) qui n'ont pas eu cette neurotomie (p < 0,001).

5-3 Échec

5-3-1 Dans la population générale

Parmi les 126 interventions, 13 interventions n'ont pas permis d'améliorer les symptômes présentés initialement par les patients. Ni l'âge, ni l'étiologie du pied équin spastique, ni le délai par rapport à la lésion initiale n'influençaient le risque d'échec.

5-3-2 En fonction des groupes

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Echec	**6**	**7**	**0**
Durée post-lésionnelle			
< 2 ans	1	0	
2 à 5 ans	2	4	
> 5 ans	3	3	
PEC post-échec			
Reprise chirurgicale immédiate	1	0	
Reprise chirurgicale à distance	2	3	

Tableau 9. Répartition des échecs en fonction des groupes cliniques, de la durée post-lésionnelle de l'atteinte neurologique et de la prise en charge à la suite de l'échec.
PEC : prise en charge

Etiologie de l'échec	N	Intervention	Reprise chirurgicale
Persistance griffe d'orteils	6	Neurotomie +/- Allongement	Ténotomie +/- Arthrodèse de l'IP
Persistance varus	2	Neurotomie	
Persistance équin	2	Neurotomie	
Aggravation Stiff knee Gait	1	Neurotomie + Ténotomie	Neurotomie RF + reprise ténotomie
Aggravation spasticité	1	Allongement	Neurotomie
Aggravation recurvatum	1	Neurotomie + Allongement	
Total	13		

Tableau 10. Description des causes d'échec dans toute la population.
N : effectif ; IP : interphalangienne

5-3-3 Cas de la griffe d'orteils

Lors de l'examen clinique initial, 27 patients soit 47% du groupe 1 et 19 patients soit 30% du groupe 2 présentaient une griffe d'orteils.

Dans le groupe 1, 5 patients avaient une griffe persistante objectivée à 3 mois postopératoire. Aucun d'entre eux n'avait eu de ténotomie des fléchisseurs dans le traitement initial. Quatre sur les 5 avaient eu une neurotomie sur les fléchisseurs d'orteils. Quatre patients ont eu une reprise chirurgicale de leur griffe d'orteils, par ténotomie, et neurotomie des longs fléchisseurs d'orteils pour l'un d'entre eux. Ces 4 patients avaient des griffes d'orteils de type griffe dynamique lors de l'examen initial.

Dans le groupe 2, 7 patients ont présenté une persistance de leur griffe en postopératoire à 3 mois. Six de ces 7 patients avaient eu un traitement de la griffe par neurotomie de la branche du fléchisseur d'orteils (long ou court) ou une ténotomie des fléchisseurs.

5-4 Décompensation bio mécanique :

5-4-1 Décompensation d'une griffe d'orteils

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Effectif	10	15	3

Tableau 11. Nombre de patients ayant décompensé une griffe d'orteils après l'intervention du pied équin spastique en fonction des 3 groupes cliniques.

Dans la population générale, parmi les 126 patients ayant eu une chirurgie de leur pied équin, 28 (22%) ont décompensé une griffe d'orteils, c'est-à-dire qu'elle était absente de l'examen initial, et est apparue secondairement, au décours de l'intervention.

Dans le groupe 1 (N=58) :

Au total, 10 patients ont présenté une griffe d'orteils au cours d'une des consultations de suivi. A 3 mois post-intervention, 8 patients présentaient une griffe d'orteils, à 1 an post-chirurgie, 5 patients présentaient une décompensation de griffe dont 4 étaient des patients qui présentaient déjà cette griffe lors de la consultation à 3 mois, et lors de la dernière consultation, il y avait 6 patients dont seulement 1 nouveau.

Tous les patients ayant eu une reprise chirurgicale motivée par la survenue de cette griffe ont eu une ténotomie des fléchisseurs d'orteils, accompagnée d'une neurotomie sur la branche des fléchisseurs pour 3 d'entre eux.

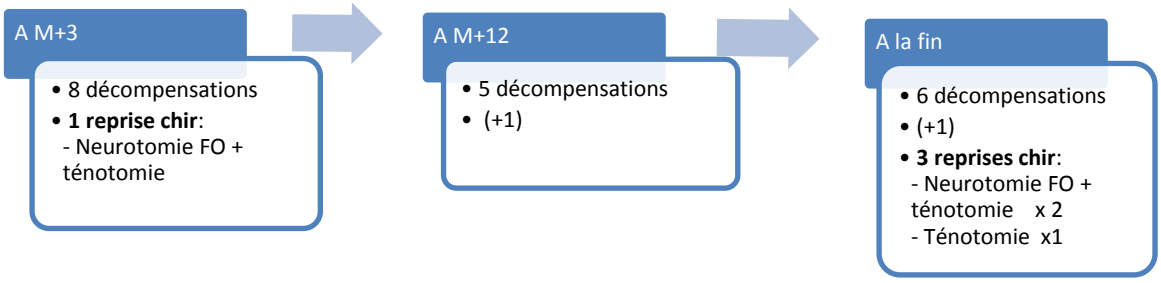


Tableau 12. Répartition des décompensations des griffes d'orteils au cours du temps et type de reprise chirurgicale dans le groupe 1.

M+3 : consultation postopératoire à 3 mois ; M+12 : consultation postopératoire à 12 mois ; chir : chirurgicale ; Neurotomie FO : neurotomie sur la branche des fléchisseurs d'orteils ; (+ y) = nombre de patients présentant une décompensation de griffe d'orteils par rapport à la consultation précédente.

Dans le groupe 2, 15 patients ont décompensé une griffe d'orteils après la chirurgie. Parmi les 9 patients qui ont décompensé une griffe d'orteils à 3 mois postopératoire, 2 se sont résolues spontanément. A 1 an de l'intervention, il y avait 8 patients avec décompensation de griffe dont seulement un nouveau patient. Cinq patients ont décompensé une griffe à distance (> 1 an) sur les 10 présentant une griffe persistante.

Il y eu des injections de toxine botulinique dans le muscle du long fléchisseur des orteils pour 3 patients, 8 reprises chirurgicales dont 4 ténotomies, et une arthrodèse de l'interphalangienne.

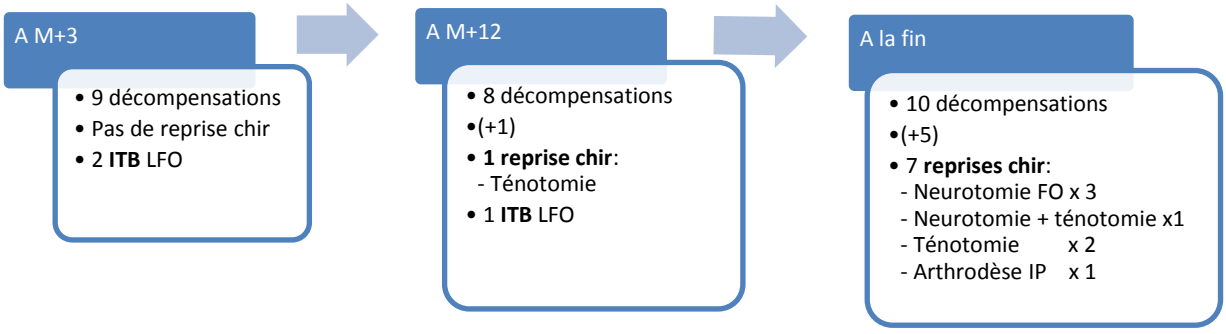


Tableau 13. Répartition des décompensations de griffe d'orteils au cours du temps et type de reprise chirurgicale dans le groupe 2.

M+3 : consultation postopératoire à 3 mois ; M+12 : consultation postopératoire à 12 mois ; chir : chirurgicale ; ITB LFO : injection de toxine botulinique dans le muscle long fléchisseur des orteils ; Neurotomie FO : neurotomie de la branche des muscles fléchisseurs d'orteils ; IP : articulation interphalangienne ; (+ y) = nombre de patients présentant une décompensation de griffe d'orteils par rapport à la consultation précédente.

Dans le groupe 3, 3 patients ont eu une ténotomie sur les fléchisseurs d'orteils après allongement du triceps lors de l'intervention, du fait de la survenue d'une griffe par ténodèse directement induite par l'allongement du triceps.

5-4-2 Modification du schéma de marche par déficit de la flexion du genou en phase oscillante

Dans le groupe 1, au fur et à mesure du suivi, il est apparu un plus grand nombre de patients présentant une modification du schéma de marche, avec la survenue d'un déficit de flexion de genou (appelé « stiff knee gait »). Trois patients lors de la première consultation de suivi postopératoire à 3 mois présentent ce schéma de marche modifié. Ce schéma de marche ne s'améliorera pas au cours du suivi, le déficit de flexion de genou persistera, et 2 patients auront une analyse quantifiée de la marche pour évaluer l'implication du déficit et de la spasticité devant ce schéma de marche.

Cinq autres patients présentaient une marche en stiff knee gait à 1 an, qui s'améliorera spontanément pour 2 d'entre eux et après injection de toxine botulinique dans le Rectus femoris pour un.

Au total, 10 patients du groupe 1 qui fléchissaient le genou lors de la consultation initiale ont présenté un stiff knee gait secondaire à la chirurgie.

	M+3	**M+12**	**Dernière cs**
N (12)	3	8	8
Hommes	3	7	6
Age moyen	45	51	48
Durée post-lésionnelle	12	2-19 ans	5-17 ans
Pathologies neurologiques			
AVC	1	3	3
LM	2	4	4
TC	0	0	0
SEP	0	1	1
Traitement (n)		Injection toxine RF (2)	Injection toxine RF (3) AQM (2) Neurotomie RF (1)

Tableau 14. Nombre de patients présentant une marche en stiff knee gait dans le groupe 1.
M+3 : consultation postopératoire à 3 mois ; M+12 : consultation postopératoire à 12 mois ; cs : consultation de suivi ; N : effectif ; n : nombre de patients ayant eu le traitement décrit ; AVC : accident vasculaire cérébral ; LM : lésion médullaire ; TC : traumatisme crânien ; SEP : Sclérose en plaques ; RF : Rectus femoris ; AQM : Analyse Quantifiée de la Marche.

Dans le groupe 2, il survient une modification du schéma de marche avec la survenue d'un déficit de flexion de genou pour 2 patients dès la première consultation de suivi. Puis, à la consultation à 1 an, il y a un nouveau patient qui présente cette modification de schéma de marche. A distance, cette gêne persiste pour un patient malgré une injection de toxine dans le Rectus femoris, et cette marche en stiff knee gait apparait pour 2 autres patients. Une injection de toxine botulinique dans le Rectus femoris est prévue pour les 2 autres patients.

Au total, 5 patients du groupe 2 ont présenté un stiff knee gait secondaire à la chirurgie.

	M+3	M+12	Dernière cs
N (5)	2	3	3
Hommes	1	2	2
Age moyen	54	53	41
Durée post-lésionnelle	18 mois	16-55 mois	3-7 ans
Pathologies neurologiques			
AVC	2	3	2
LM	0	0	0
TC	0	0	1
SEP	0	0	0
Traitement (n)	Bloc moteur branche RF (1)	Injection toxine RF (1)	Injection toxine RF (2)

Tableau 15. Nombre de patients présentant une marche en stiff knee gait dans le groupe 2.
M+3 : consultation postopératoire à 3 mois ; M+12 : consultation postopératoire à 12 mois ; cs : consultation de suivi ; N : effectif ; n : nombre de patients ayant eu le traitement décrit ; AVC : accident vasculaire cérébral ; LM : lésion médullaire ; TC : traumatisme crânien ; SEP : Sclérose en plaques ; RF : Rectus femoris.

Il n'y a pas de différence significative entre le nombre de patients qui décompensant une marche en stiff knee gait dans le groupe 1 par rapport au groupe 2, avec 10 décompensations sur 57 patients marchants dans le groupe 1 et 5 sur 39 patients marchants dans le groupe 2 (p = 0,39).

Dans le groupe 3, 2 patients étaient marchants. Un des 2 patients a présenté une marche avec déficit de flexion de genou à 3 mois postopératoire, mais s'améliorant à distance de l'intervention.

Au total, 16 patients sur 126 soit 13% des patients ont présenté une décompensation de stiff knee gait après chirurgie de leur PES.

5-5 Reprise chirurgicale

En fonction des groupes

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	
Reprise chirurgicale	14 (24%)	21 (33%)	0 (0%)	p = 0,24
Effectif total	58 (100%)	63 (100%)	5	

Tableau 16. Répartition des reprises chirurgicales en fonction des groupes cliniques.

Il n'y a pas de différence significative entre les groupes au niveau des reprises chirurgicales (p=0,24).

Dans le groupe 1, le seul patient ayant eu une reprise chirurgicale immédiate, fut réalisée devant une décompensation de griffe d'orteils. L'intervention initiale était une neurotomie et un allongement intra-tendineux, et la reprise chirurgicale fut une neurotomie des longs fléchisseurs de l'hallux et des orteils, complétée par une ténotomie des fléchisseurs d'orteils, et une aponévrotomie

de la voûte plantaire. Une des deux autres reprises concernait également une décompensation de griffe d'orteils, avec une ténotomie sur les fléchisseurs.

Dans le groupe 2, les 2 reprises chirurgicales immédiates concernaient la prise en charge d'une griffe d'orteils et l'évacuation d'un hématome.

Motif des reprises chirurgicales	N	Chirurgie initiale	Reprise chirurgicale
Décompensation d'une griffe d'orteils	12	Neurotomie + Allongement	Ténotomie
Récidive d'une griffe d'orteils	7	Neurotomie + Allongement +/- ténotomie	Ténotomie ou Arthrodèse
Stiff knee gait	5	Neurotomie	Neurotomie branche Rectus femoris
Récidive équin	3	Allongement isolé	Allongement
Varus	1	Neurotomie + Allongement	Transfert tendineux + Allongement
Effondrement	2	Neurotomie (TP)	Transfert tendineux (Bardot)
Recurvatum	1	Neurotomie	Prothèse genou
Evacuation hématome	1		
Refus	3		
Total	35		

Tableau 17. Motifs des reprises chirurgicales en fonction des chirurgies réalisées initialement puis lors de la reprise.
N : effectif

Discussion

Rappel des objectifs et principaux résultats

Le bilan de la chirurgie du pied équin spastique depuis 2003 à Nantes sur une cohorte de 126 interventions a mis en évidence 44% de récidive d'un des symptômes ayant motivé la chirurgie. Parmi les 33% de complications postopératoires, un hématome a motivé une reprise chirurgicale en urgence et 48% de ces complications étaient liées à la douleur. Il y a eu 13 échecs de la chirurgie (10%) constatés lors de la première consultation postopératoire avec persistance des symptômes préopératoires. Nous avons retrouvé 28% de reprise chirurgicale sur toute la période de suivi, 13% de décompensation biomécanique avec défaut de flexion du genou en phase oscillante chez les patients marchants et 20% de décompensation de griffe d'orteils. Cette chirurgie fonctionnelle est satisfaisante avec un taux de satisfaction de 84% pour les patients et de 79% pour l'équipe médicochirurgicale.

1- Pieds équins spastiques opérés à Nantes : caractéristiques

Une des premières étapes de notre travail fut de pouvoir donner une définition du pied équin spastique. Le pied équin est un concept admis pour un grand nombre de spécialistes, mais dont la définition précise reste délicate et floue (29). Ce travail permet à la fois d'étudier une prise en charge pluridisciplinaire et complexe sur un long terme, ce qui est supérieur à celui retrouvé dans la littérature (10,12,30).

La population de notre étude a été sélectionnée en fonction de l'intervention chirurgicale, réalisée entre 2003 et 2015. Parmi les 295 patients opérés pendant cet intervalle, nous avons constitué un échantillon de 200 patients de manière aléatoire devant des contraintes de délai de recueil. Cent-quatorze patients ont été inclus soient 126 interventions chirurgicales. Pour des raisons d'harmonisation du recueil des observations et de la population, nous n'avons retenu que les patients suivis au CHU de Nantes. Notre population était composée d'une proportion importante de blessés médullaires (29%). Ce résultat est lié à un biais de recrutement, puisque Nantes est un des centres de référence sur la lésion médullaire.

Le délai entre la survenue de l'atteinte neurologique et la consultation multidisciplinaire au cours de laquelle l'intervention chirurgicale est décidée est très variable, puisqu'il est compris entre 5 mois et 39 ans. Ce délai indique qu'un pied équin spastique peut à la fois être très gênant dès la phase aigue de l'épisode neurologique, mais peut également évoluer dans le temps et devenir gênant à plus long terme. Plus de la moitié des patients (53%) a reçu des injections de toxine botulinique avant d'être adressée à la consultation multidisciplinaire. Ces patients présentaient soit

une diminution de l'efficacité de la toxine après plusieurs injections, soit un échec dès la première injection. Il est aussi possible que ces injections aient eu un effet sur le pied équin spastique et donc été considérées comme un test prolongé, similaire à l'effet d'un bloc moteur. Quant à la réalisation d'un bloc moteur, presque deux tiers des patients (64%) en ont bénéficié au cours de la consultation initiale. Cette proportion peut paraitre faible devant les recommandations actuelles (28), mais ce résultat est à pondérer car la pratique du bloc moteur était probablement moins systématique il y a 15 ans. La réalisation de ce bloc moteur permet de distinguer 3 situations. Lors de la première situation de « pied équin dynamique », le bloc moteur inhibe l'hyperactivité spastique des fléchisseurs plantaires et objective l'absence de limitation des amplitudes articulaires. Même si l'on ne retrouve pas de nomenclature spécifique à cette description dans la littérature, nous avons nommé ce groupe ainsi car le pied équin est secondaire à une hypertonie présente à la marche. Le bloc moteur reproduit l'effet de la neurotomie. La seconde situation que nous appelons « pied équin fixé » survient lorsque les amplitudes articulaires sont limitées soulignant la présence de rétractions tendineuses, pour lesquelles un geste chirurgical d'allongement du triceps sera proposé en complément de la neurotomie. Le 3ème groupe clinique regroupe les patients ayant une déformation orthopédique sévère, équin majeur et/ou varus irréductible. Ils nécessitent un geste osseux du médio-pied associé au traitement du pied équin. Lors de pied tombant, le bloc moteur permet aussi de distinguer l'hypertonie d'un déficit musculaire de la loge antérieure de jambe, et de mieux apprécier après inhibition de la spasticité la qualité du recrutement des releveurs.

Lors d'un varus à la marche, l'indication d'un transfert tendineux pourra être discutée dans le cas d'une hypertonie du muscle tibial postérieur ou de la prédominance du muscle tibial antérieur. Dans notre population, les blocs moteurs n'ont été réalisés que chez les patients marchants, possiblement à tort, car dans les situations de doute sur la rétraction musculo-tendineuse, le bloc moteur permettrait de différencier une rétraction du triceps ou du tibial postérieur, afin de ne pas entrainer de surcorrection lors de l'allongement du triceps.

2- Principaux résultats de la chirurgie du pied équin spastique

2-1 Techniques chirurgicales

De manière générale, le bilan de la prise en charge chirurgicale met en évidence une grande diversité des prises en charge chirurgicales. Il n'y a pas une prise en charge bien uniforme en fonction de chaque situation clinique, mais plutôt un cadre général qui varie en fonction de chaque cas particulier.

Dans le groupe 1, groupe dans lequel nous nous attendions à retrouver essentiellement un geste tel qu'une neurotomie isolée, les résultats rapportent que 31% des patients ont eu un allongement du triceps associé. Ces patients étaient dans une situation clinique « limite », avec un triceps sural court (dorsiflexion de la cheville proche de 0°). Concernant le type de neurotomie, même si 93% des patients (54 sur 58 patients) ont eu une neurotomie de la branche destinée au soléaire, il n'y a pas non plus de standardisation du nombre de branches réalisées. En terme de fréquence, la branche des fléchisseurs d'orteils était la deuxième cible la plus fréquente (30 sur 58 soit 52%) puis la branche du tibial postérieur (20 sur 58 soit 34%). Cette variabilité peut être liée aux différentes situations cliniques présentées lors de la consultation : le type de pied équin, la présence d'un varus en phase oscillante ou lors de l'appui, la présence d'une griffe d'orteils, la répartition de l'hypertonie au sein des groupes musculaires. La formation des intervenants peut également jouer puisque les interventions réalisées ont été faites sur un intervalle de 12 ans, mettant en jeu quatre opérateurs différents.

Huit patients du groupe 1, soit 14%, ont eu un geste de transfert tendineux selon la technique de Bardot, qui est une ténodèse du court fibulaire sur le tibial antérieur. Ce geste permet de rééquilibrer le pied dans le plan frontal, afin de rétablir un contact initial plantigrade et d'éviter l'instabilité liée au varus lors de la phase d'appui. Il s'agissait de patients dont l'équin dynamique était associé à un varus marqué, soit dynamique en phase oscillante, soit un varus en charge. Cette technique est toujours associée à un allongement du triceps pour optimiser l'effet de flexion dorsale de la ténodèse, activée par la contraction du tibial antérieur.

Dans le groupe 2 des pieds équins fixés, 44 patients, soit 70% du groupe, ont été opérés selon la technique attendue, soit neurotomie et allongement du triceps sural. La proportion de patients ayant eu un transfert tendineux associé est de 10% (6 patients), similaire au groupe 1, mais les techniques utilisées étaient diverses : technique de Bardot dans 50 % des cas, transfert complet ou hémitransfert du muscle tibial antérieur pour l'autre moitié des patients.

Dans le groupe 3, lorsque la déformation orthopédique était plus importante, la prise en charge chirurgicale était plus standardisée, avec un geste osseux de manière systématique, par une arthrodèse sous-astragalienne et médio-tarsienne, une neurotomie pour 4 des 5 patients et un allongement du triceps sural, dit « vrai », réalisé en intra-tendineux pour 4 des 5 patients.

2-2 Satisfaction

La satisfaction des patients et des équipes médicochirurgicales a été recueillie dans notre étude lors de la consultation postopératoire immédiate, soit à 3 mois environ. Elle est globalement bonne : 79% pour l'équipe médicochirurgicale et 84% pour les patients, à tempérer devant la présence des récidives et des complications constatées à distance.

2-3 Récidive des symptômes préopératoires

La récidive était notre critère d'évaluation principal. La notion de récidive fut complexe à définir en raison de la variété des situations cliniques retrouvées. Nous avons donc défini la récidive comme la survenue d'un des symptômes gênants qui avaient motivé la chirurgie du pied équin spastique, au-delà des 3 mois suivant l'intervention, soit après la consultation postopératoire initiale. Il pouvait donc s'agir de la réapparition d'un équin (objectivée par la diminution de la dorsiflexion de la cheville à l'examen clinique), ou d'un varus, d'une griffe d'orteils, ou encore d'un recurvatum secondaire à la spasticité du triceps sural. Il s'agit donc de récidives *partielles.* Tous les symptômes initiaux n'étaient pas nécessaires pour affirmer la récidive. Ce choix de définition permet d'expliquer le taux important de récidive obtenu (56 des 126 patients, soit 44%). Cette notion de récidive n'est pas décrite dans la littérature. Les résultats obtenus après la chirurgie fonctionnelle du pied équin sont certes initialement satisfaisants, mais sont semble-t-il à risque d'évolution défavorable dans le temps. Ainsi, près d'un patient sur deux présente une récidive de ses symptômes dès la première année. L'absence de différence significative entre les groupes cliniques ne nous permet pas d'établir un profil de patient plus exposé au risque de récidive. Seule l'absence de neurotomie dans le groupe 2, chez des patients ayant eu un allongement du triceps, était un facteur présentant une tendance à l'augmentation du taux de récidive (p=0,10). Cet élément souligne l'intérêt de traiter l'origine de la rétraction tendineuse, parfois difficile à mettre en évidence au cours de l'examen clinique, qui est la spasticité. La rétraction peut masquer la spasticité sous-jacente, qui non traitée, peut provoquer la récidive des symptômes. Malgré ce taux important de récidives, il n'y a que 10 situations qui ont nécessité une réintervention chirurgicale. Ceci témoigne vraisemblablement du caractère partiel des récidives, mais peut-être aussi des difficultés de maitrise de ce risque de récidive, qui incite à la prudence lorsqu'une reprise chirurgicale pour récidive est envisagée.

2-4 Complications immédiates et douleur

Parmi les 25% de complications notées en postopératoire, seulement 11 patients (9%) ont présenté des complications considérées comme *sévères*. Ces complications sont significativement plus fréquentes dans le groupe 2 (p = 0,02), dans lequel 88% des patients ont eu un geste tendineux.

Les douleurs sont les complications les plus fréquentes. Comme ce qui est retrouvé dans la littérature (11), la neurotomie des branches des nerfs destinées aux muscles des fléchisseurs d'orteils est significativement liée à la survenue de douleurs neuropathiques. Les douleurs secondaires à ce geste persistent à distance de l'intervention malgré les thérapeutiques mises en place. Plus particulièrement au niveau de la branche du nerf fléchisseur. La neurotomie de cette branche est responsable dans un cas sur 2 de douleurs. L'importance de la fréquence de cette complication sévère et difficile à soulager remet en question ce type de neurotomie.

2-5 Echecs de la chirurgie

Il nous a semblé important de définir la situation d'échec de la chirurgie comme étant la persistance d'un ou plusieurs symptômes ayant motivé la chirurgie, présent(s) lors de la première consultation postopératoire. Il s'agit donc d'échecs *partiels* de la chirurgie. L'absence de satisfaction en postopératoire immédiat n'était pas considérée en soi comme un critère d'échec. La principale cause d'échec était la persistance d'une griffe d'orteils pour 6 sur 13 patients. Nous n'avons pas mis en évidence de situation clinique ou de type de programme chirurgical plus exposé au risque d'échec. On remarque que seulement la moitié des échecs ont motivé une reprise chirurgicale. Ce faible taux peut s'expliquer devant les difficultés à identifier la cause de l'échec, mais également des reprises chirurgicales qui peuvent être complexes sur un même site opératoire.

2-6 Complications biomécaniques : décompensations

Les deux complications biomécaniques retrouvées le plus fréquemment sont la survenue d'une griffe d'orteils et l'apparition d'un défaut de flexion du genou au cours de la marche, identifié comme un « stiff knee gait ».

Décompensation du stiff knee gait.

Seize patients ont présenté une décompensation en stiff knee gait, qui n'était donc pas décrite lors de l'examen clinique initial. Cependant, ce déficit de flexion a pu être masqué à la consultation initiale par une problématique dominante de l'équin ou de la griffe d'orteils. Ce déficit a pu être démasqué après le traitement de l'équin, mais a pu également être décompensé par la correction de

cet équin, en modifiant la biomécanique de la marche. En effet, 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 la hanche et de la vitesse de marche. La neurotomie, l'allongement du triceps, ou l'immobilisation plâtrée, peuvent retentir sur la qualité de la flexion du genou par modification d'un de ces paramètres (31).

La gêne occasionnée par ce schéma de marche a nécessité pour trois quarts des patients (12 patients sur les 16), soit une exploration par analyse quantifiée de la marche (AQM), soit un traitement complémentaire (injection de toxine dans le quadriceps voire neurotomie de la branche du Rectus femoris). C'est la raison pour laquelle nous avons considéré cette décompensation comme une complication à rapporter dans cette étude.

2-7 Cas particulier de la griffe d'orteils

La griffe d'orteils est un problème complexe qui est peu décrit dans la littérature, mais qui est fréquemment rencontrée en pratique. Elle peut se présenter à trois temps différents : soit elle est présente d'emblée car elle est associée à l'atteinte neurologique, soit elle est présente en postopératoire car le traitement de la griffe n'a pas été efficace ou a été insuffisant, ou elle s'est décompensée lors du traitement de l'équin.

L'atteinte neurologique peut entrainer une griffe d'orteils, par spasticité sur les groupes musculaires de la loge postérieure. Soit au niveau du muscle long fléchisseur des orteils, soit en distalité au niveau des muscles carré plantaire ou court fléchisseur des orteils. La griffe peut également être secondaire à la présence de rétractions musculo-tendineuses. Quarante-six patients soit 37% de la population, présentaient une griffe d'orteils lors de la consultation initiale. Nous avons distingué 3 griffes différentes. Les griffes « dynamiques » sont présentes uniquement lors d'une des phases de la marche. Les griffes par « effet ténodèse » sont secondaires à une rétraction musculo-tendineuse du muscle fléchisseur des orteils, qui est mise en évidence lorsque celui-ci est étiré, et donc en flexion dorsale de la cheville. Les griffes « fixées » où les rétractions sont telles que la griffe ne peut être mobilisée passivement lors de l'examen clinique. Parmi ces 46 patients, 6 n'ont pas été traités pour cette griffe. Celle-ci n'était peut-être pas suffisamment invalidante ou symptomatique lors de l'évaluation initiale. La seconde hypothèse est que le bloc moteur réalisé en préopératoire ayant résolu la griffe, la neurotomie serait alors suffisante pour le traitement de cette griffe. Peu d'études dans la littérature rapportent la présence de griffes d'orteils (32,33) et les traitements envisagés.

Parmi les 27 patients ayant décompensé une griffe d'orteils au décours de leur chirurgie de PES, 17 l'ont présentée dès la première consultation de suivi, avec une proportion plus importante dans le groupe 1 (8 sur 10 dans le groupe 1 contre 9 sur 15 dans le groupe 2). Vingt patients sur les 27 avaient eu un allongement tendineux. La survenue de la griffe est alors la conséquence du gain de flexion dorsale obtenue par l'allongement du triceps. Si le complexe muscle-tendon des fléchisseurs d'orteils était rétracté, les orteils se positionneront en griffe lors de la mise en charge en postopératoire, lorsqu'ils seront en « position longue » par effet ténodèse. Ces décompensations ont été constatées malgré 7 neurotomies sur la branche des fléchisseurs d'orteils. Au total, il y eut 12 reprises chirurgicales, soit 44%, dont 8 ténotomies des fléchisseurs. Devant ces résultats, la problématique de la griffe d'orteils se pose dès la planification du traitement du pied équin spastique. En effet, si la neurotomie de la branche des fléchisseurs d'orteils est un geste douloureux, la ténotomie ne l'est pas, et ne génère pas de complication. Un traitement systématique de la griffe peut donc se discuter devant chaque allongement, voire pour toute prise en charge du pied équin spastique. Il n'existe pas actuellement dans la littérature d'élément pouvant remettre en cause la ténotomie.

3- Qualité et validité de la méthode et des résultats

Cette étude observationnelle a permis de rassembler une cohorte importante de 114 patients opérés avec au total 126 interventions. Aucune étude concernant la chirurgie du pied équin spastique n'a été réalisée sur un nombre aussi important d'interventions (12,30). Notre effectif important nous permet d'obtenir un caractère représentatif de la population neurologique et de réaliser des analyses statistiques malgré les prises en charge diverses et les ruptures de suivi. Les effectifs nous permettent un focus sur chaque type d'intervention, comme les différents types d'allongement tendineux, les différentes branches des neurotomies, ce qui est peu retrouvé dans la littérature (34,35). Lorsque les effectifs d'un sous-groupe étaient inférieurs à 5, les analyses statistiques étaient ajustées selon le test de Fischer. Nous n'avons pu réaliser d'étude de survie autre que celle sur la survenue de récidives, devant une durée de suivi hétérogène entre 2 et 12 ans avec une moyenne de 4 ans. Dans la littérature, les études qui ont réalisé un suivi post-intervention, l'était sur 1 ou 2 ans seulement (3,10).

Afin de sélectionner une cohorte homogène, nous avons retenu les patients ayant une atteinte neurologique centrale et acquise à l'âge adulte. Les pathologies neurologiques susceptibles de se développer au cours de l'enfance (paralysie cérébrale, paraplégie spastique héréditaire…) ont été exclues, car les déformations neuro-orthopédiques ne seraient pas exclusivement liées à la spasticité, mais également en rapport avec la croissance. Les études retrouvées dans la littérature rassemblent

parfois des populations neurologiques hétérogènes (14) ou trop focalisées sur une pathologie particulière comme l'AVC (28,36,37). C'est notamment dans cette population que la griffe d'orteils est mise en évidence (32), alors que notre travail montre qu'elle est présente quelle que soit l'atteinte et à différents moments de la prise en charge.

Le recueil rétrospectif nous permet d'obtenir un recul intéressant à distance de la prise en charge chirurgicale et chez des patients neurologiques susceptibles d'évoluer dans le temps. Nous avons inclus les patients porteurs d'une sclérose en plaques, car il n'existe actuellement pas d'étude sur la chirurgie dans cette population. Etonnamment, nous n'avons pas retrouvé de facteur prédictif de récidive ou d'échec dans ce sous-groupe malgré le caractère dégénératif de cette pathologie. Il semble également important de souligner que l'origine de l'atteinte neurologique n'a pas été retrouvée comme facteur de risque de récidive, de complication ou d'échec.

Par ailleurs, la prise en charge chirurgicale été réalisée par plusieurs intervenants entre 2003 et 2015 : un orthopédiste et trois neurochirurgiens. Les formations des chirurgiens et les gestes réalisés ne sont donc pas strictement identiques, ce qui peut être également une source de variabilité potentielle des résultats. Deux consultations pluridisciplinaires médicochirurgicales ont permis l'inclusion des patients. Soit les patients étaient adressés après échec du traitement médical de la spasticité à la consultation dite de « spasticité », soit à la consultation de « neuro-orthopédie » lorsqu'il existait déjà une déformation importante. L'analyse initiale de ces patients peut donc différer d'une consultation à une autre, même si les médecins MPR sont communs à ces deux consultations.

4- Perspectives

La prise en charge chirurgicale du pied équin spastique est complexe et nécessite d'associer l'expertise médicale du médecin de MPR pour une décision médicochirurgicale conjointe. L'analyse clinique initiale revêt toute son importance afin d'orienter le type de chirurgie en fonction de la présence de rétractions musculo-tendineuses, d'une griffe d'orteils ou de déformations neuro-orthopédiques irréductibles. Le traitement étiologique de la spasticité sera systématiquement réalisé par une neurotomie tibiale, le bloc moteur permettant de préciser le geste neurochirurgical.

Le bloc moteur fait désormais partie intégrante de l'évaluation clinique du pied équin spastique avant un geste chirurgical (28,38). L'évaluation de la griffe d'orteils, qu'elle soit dynamique, ou fixée doit être systématique et discutée. Si un allongement du triceps est envisagé, même en l'absence de griffe d'orteils, une ténotomie doit être discutée. Dans le cas des pieds équins dynamiques, si l'évaluation per opératoire sous anesthésie générale constate la présence même minime de rétractions musculo-tendineuses des fléchisseurs d'orteils, une ténotomie peut être envisagée, devant le faible risque de ce geste.

Les résultats que nous obtenons permettent de proposer un algorithme décisionnel.

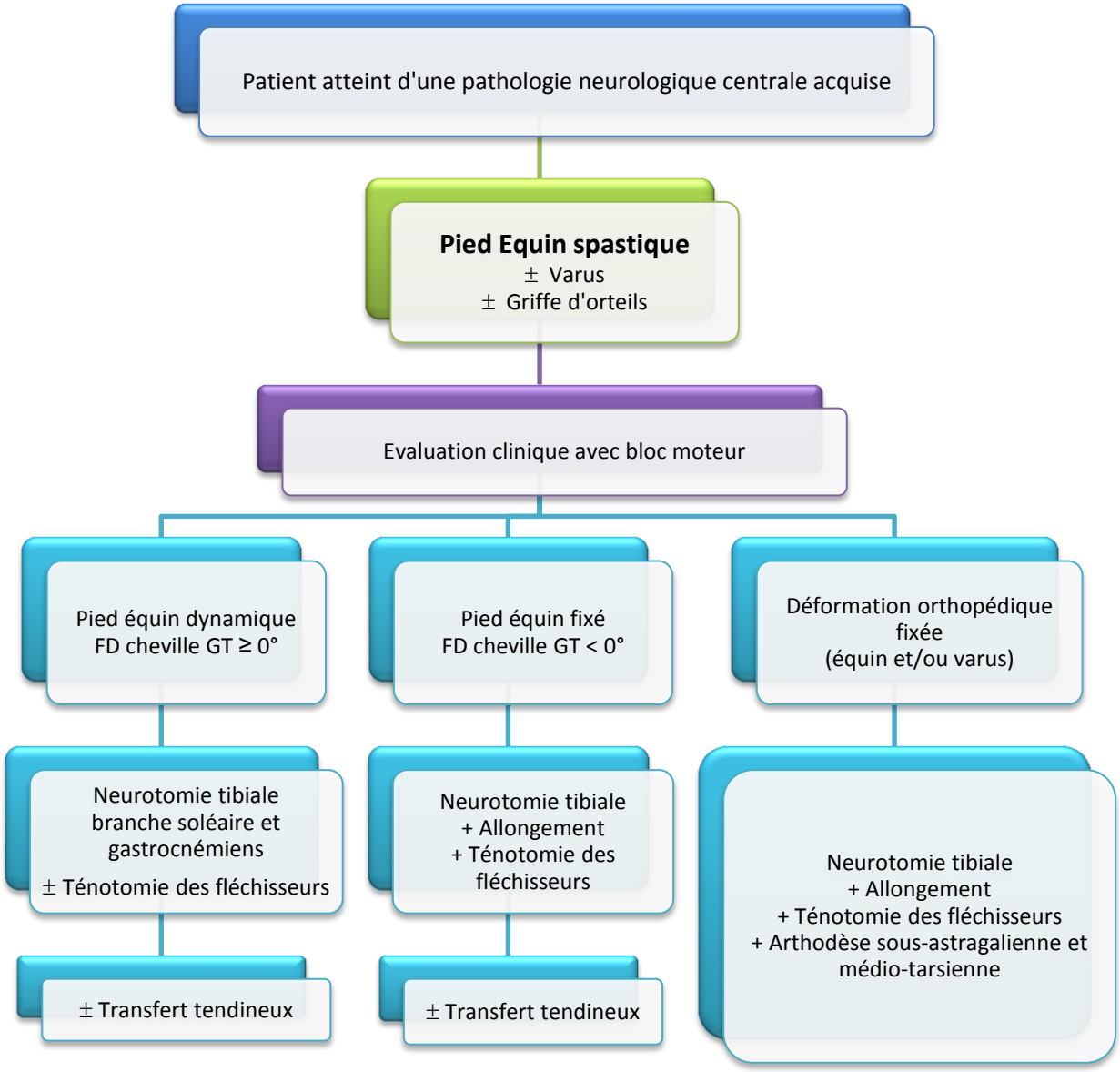


Figure 17. Algorithme décisionnel de prise en charge chirurgicale du pied équin spastique à la suite des données de l'étude.

FD : flexion dorsale de la cheville ; GT : genou tendu.

Conclusion

Le travail que nous avons réalisé montre que la prise en charge chirurgicale du pied équin spastique au cours des 15 dernières années au CHU de Nantes a répondu aux objectifs fixés en préopératoire et a obtenu la satisfaction de 79% des médecins et 84% des patients. Seuls 10% d'échecs ont été constatés. Cependant, nous avons mis en évidence un taux important de récidive dont la moitié apparaissait dans la première année de suivi. Notre étude ne nous a pas permis d'isoler de facteur favorisant la récidive ou l'échec de la chirurgie. Mais ce travail met en lumière deux problématiques biomécaniques complexes telles que le déficit de flexion du genou au cours de la marche et la griffe d'orteils. La griffe d'orteils a motivé 58% des reprises chirurgicales, ce qui souligne son retentissement sur la marche en terme de douleur. La griffe d'orteils doit donc faire partie intégrante de la prise en charge initiale du pied équin spastique. Il serait intéressant de réaliser une étude plus particulièrement sur la griffe d'orteils, sur son retentissement sur la marche et sur sa prise en charge.

Bibliographie

1. 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.

2. Marque P, Brassat D. Physiopathologie de la spasticité. Rev Neurol (Paris). 1 avr 2012;168:S36‑44.

3. 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 Reeducation Fonct Readaptation Med Phys. mars 2004;47(2):81‑6.

4. 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.

5. 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.

6. Decq P. [Peripheral neurotomies for the treatment of focal spasticity of the limbs]. Neurochirurgie. mai 2003;49(2-3 Pt 2):293‑305.

7. 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.

8. Popoff M, Schnitzler A, Chenevelle 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

9. Smaïl Db, Kiefer C, Bussel B. Évaluation Clinique De La Spasticité. 2003;49:9.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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 Surg. sept 2011;17(3):178‑81.

17. Delecourt C, Fontaine C. Réanimation de la flexion dorsale de la cheville dans le pied varus équin spastique.

18. 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.

19. 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

20. 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;85(3):286‑92.

21. Hsu RY, VanValkenburg S, Tanriover A, DiGiovanni CW. Surgical techniques of gastrocnemius lengthening. Foot Ankle Clin. déc 2014;19(4):745‑65.

22. Banks HH, Green WT. The correction of equinus deformity in cerebral palsy. J Bone Joint Surg Am. déc 1958;40-A(6):1359‑79.

23. Lee W-C, Ko H-S. Achilles tendon lengthening by triple hemisection in adult. Foot Ankle Int. déc 2005;26(12):1017‑20.

24. 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.

25. 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 surae muscle. Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol. juill 2005;116(7):1596‑600.

26. 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.

27. Banks HH. The management of spastic deformities of the foot and ankle. Clin Orthop. févr 1977;(122):70‑6.

28. 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.

29. Mazaux J-M, Debelleix X. [The equino-varus foot deformity in patients with hemiplegia]. Ann Readaptation Med Phys Rev Sci Soc Francaise Reeducation Fonct Readaptation Med Phys. mars 2004;47(2):87‑9.

30. Bensoussan L, Mathelin A, Viton J-M, Collado H, Delarque A. Improvement of gait in a stroke patient. A 7-year longitudinal study. Disabil Rehabil. 2010;32(20):1705‑11.

31. 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.

32. Laurent G, Valentini F, Loiseau K, Hennebelle D, Robain G. Claw toes in hemiplegic patients after stroke. Ann Phys Rehabil Med. 1 mars 2010;53(2):77‑85.

33. Rivera-Dominguez M, DiBenedetto M, Frisbie JH, Rossier AB. Pes cavus and claw toes deformity in patients with spinal cord injury and multiple sclerosis. Spinal Cord. févr 1979;16(4):375‑82.

34. Buffenoir K, Rigoard P, Lefaucheur J-P, Filipetti P, Decq P. Lidocaine hyperselective motor blocks of the triceps surae nerves: role of the soleus versus gastrocnemius on triceps spasticity and predictive value of the soleus motor block on the result of selective tibial neurotomy. Am J Phys Med Rehabil. avr 2008;87(4):292‑304.

35. Decq P, Cuny E, Filipetti P, Kéravel Y. Role of soleus muscle in spastic equinus foot. Lancet Lond Engl. 11 juill 1998;352(9122):118.

36. 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.

37. 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.

38. Yelnik AP, Simon O, Parratte B, Gracies JM. How to clinically assess and treat muscle overactivity in spastic paresis. J Rehabil Med. oct 2010;42(9):801‑7.

Vu, le Président du Jury,

(tampon et signature)

Professeur Brigitte PERROUIN-VERBE

Vu, le Directeur de Thèse,

(tampon et signature)

Docteur Raphaël GROSS

Vu, le Doyen de la Faculté,

Professeur Pascale JOLLIET

NOM : LUCAS Prénom : Mathilde

Titre de Thèse :

Bilan de la chirurgie du pied équin spastique de l'adulte avec une atteinte neurologique centrale acquise

---

RESUME

La chirurgie du pied varus équin réunit orthopédie et neurochirurgie. Elle comprend : neurotomie du nerf tibial, allongement du triceps sural, transfert tendineux et arthrodèse sous-astragalienne et médio-tarsienne. L'objectif de cette étude est d'évaluer la prise en charge chirurgicale depuis 2003 à Nantes. Cent-vingt-six patients ayant eu une intervention entre 2003 et 2015 ont été inclus. La population était constituée de patients ayant une atteinte neurologique centrale acquise à l'âge adulte. Le délai moyen post-chirurgie lors de la dernière consultation de suivi était de 4,1 ans. Vingt-cinq des 58 patients ayant un pied équin dynamique et 30 des 63 patients présentant un équin fixé ont présenté une récidive de leurs symptômes initiaux. Trente-cinq patients (28%) ont eu une reprise chirurgicale dont 12 suite à une décompensation de griffe d'orteils. Les complications (36% de la population) étaient dominées par les douleurs (pour 16%), dont le facteur favorisant était la neurotomie de la branche des fléchisseurs d'orteils. Malgré cela, la satisfaction des patients et des médecins pour cette chirurgie était bonne (respectivement 84% et 79%).

MOTS-CLES

PIED EQUIN SPASTIQUE – CHIRURGIE PIED EQUIN

NEUROTOMIE TIBIALE – ALLONGEMENT TRICEPS SURAL– RECIDIVE – SUIVI