



**Université Lille 2**  
**Droit et Santé**

**UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE - LILLE 2**  
**FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG**

**Année : 2013**

**THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT**  
**DE DOCTEUR EN MEDECINE**

**Efficacité de la neurotomie ramicellaire sélective  
tibiale sur les capacités d'équilibre et de marche  
dans le cadre du pied spastique post-AVC**

**Présentée et soutenue publiquement le 10 octobre  
2013 au Pôle Recherche par  
Charlotte LE BOCQ**

**Jury**

**Président : Monsieur le Professeur A. THEVENON**

**Assesseurs : Monsieur le Professeur C. FONTAINE**  
**Monsieur le Professeur S. BLOND**  
**Monsieur le Docteur M. ROUSSEAUX**

**Directeur de thèse : Monsieur le Docteur E. ALLART**

# SOMMAIRE

<b>Liste des abréviations</b>	<b>p 1</b>
<b>1. Introduction</b>	<b>p 2</b>
<b>1.1 L'ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL ET SON RETENTISSEMENT GLOBAL</b>	<b>p 2</b>
1.1.1 Rappels épidémiologiques	p 2
1.1.2 Les troubles neuromoteurs et leurs conséquences fonctionnelles	p 3
1.1.2.1 Déficiences neuromotrices induites par l'AVC	p 3
1.1.2.2 Principaux troubles de la posture et de la marche après un AVC	p 4
1.1.2.2.1 Posture et équilibre	p 4
1.1.2.2.2 Troubles de la marche	p 5
<b>1.2 LEPIED VARUS EQUIN</b>	<b>p 7</b>
1.2.1 Définition et physiopathologie	p 7
1.2.2 Epidémiologie	p 8
1.2.3 Retentissement sur la posture et la marche	p 8
1.2.4 Moyens thérapeutiques disponibles	p 10
1.2.4.1 Traitements pharmacologiques par voie générale	p 11
1.2.4.2 Place du Baclofène intrathécal	p 12
1.2.4.3 Alcoolisation des points moteurs et neurolyse chimique	p 12
1.2.4.4 Toxine botulinique	p 13
1.2.4.5 Chirurgie neuro-orthopédique	p 15
<b>1.3 LA NEUROTOMIE RAMICELLAIRE SELECTIVE TIBIALE</b>	<b>p 16</b>
1.3.1 Historique	p 16
1.3.2 Principes d'action et indications	p 16
1.3.2.1 Principes d'action	p 16
1.3.2.2 Indications et facteurs limitants	p 17
1.3.3 Bases anatomiques de la neurotomie tibiale	p 18
1.3.4 Technique chirurgicale	p 19
1.3.5 Efficacité de la NRS tibiale chez le patient hémiparétique vasculaire	p 21

1.3.5.1 Efficacité sur les déficiences neuromotrices	p 22
1.3.5.2 Efficacité fonctionnelle sur les activités posturales et de marche	p 23
<b>1.4 OBJECTIFS DEL'ETUDE</b>	<b>p 25</b>
<b>2. Patients et méthode</b>	<b>p 26</b>
<b>2.1 PATIENTS</b>	<b>p 26</b>
<b>2.2 EVALUATIONS</b>	<b>p 27</b>
2.2.1 Données socio-démographiques et anamnèse	p 28
2.2.2 Bilan des déficiences	p 28
2.2.3 Evaluations cliniques de la posture et de la marche	p 29
2.2.3.1 Echelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche des sujets hémiplegiques vasculaires	p 29
2.2.3.2 Analyse des anomalies du schéma de marche	p 32
2.2.3.3 Autres évaluations de la posture et de la marche	p 34
2.2.3.4 Evaluation du changement global	p 34
2.2.4 Evaluations instrumentales de la posture et de la marche	p 35
2.2.4.1 Posturographie statique sur plateforme Zebris FDM	p 35
2.2.4.2 Analyse de la marche sur tapis GAITRITE	p 36
<b>2.3 TRAITEMENT : NEUROTOMIE RAMICELLAIRE SELECTIVE TIBIALE</b>	<b>p 37</b>
<b>2.4 ANALYSES STATISTIQUES</b>	<b>p 38</b>
<b>3. Résultats</b>	<b>p 39</b>
<b>3.1 PATIENTS</b>	<b>p 39</b>
<b>3.2 EVALUATIONS ANALYTIQUES</b>	<b>p 40</b>

<b>3.3 EVALUATION DES DEFICIENCES ET ACTIVITES POSTURALES ET DE MARCHE</b>	
<b>PAR LE PATIENT ET L'EXAMINATEUR</b>	<b>p 41</b>
3.3.1 Evaluation du patient	p 42
3.3.1.1 Déficiences posturales et de marche	p 42
3.3.1.2 Activités posturales et de marche	p 43
3.3.2 Evaluation par l'examineur	p 44
3.3.2.1 Déficiences posturales et de marche	p 44
3.3.2.2 Activités posturales et de marche	p 45
<b>3.4 EVALUATION DES PARAMETRES SPATIO-TEMPORELS DE MARCHE ET DES ANOMALIES DU SCHEMA DE MARCHE</b>	<b>p 45</b>
3.4.1 Paramètres spatio-temporels	p 45
3.4.2 Anomalies du schéma de marche (Echelle GAIT)	p 47
<b>3.5 EVALUATION INSTRUMENTALE DE LA POSTURE</b>	<b>p 48</b>
<b>3.6 AUTRES EVALUATIONS FONCTIONNELLES DE LA POSTURE ET DE LA MARCHE</b>	<b>p 48</b>
<b>3.7 EVALUATION DU CHANGEMENT GLOBAL</b>	<b>p 50</b>
<b>3.8 FACTEURS PREDICTIFS D'EFFICACITE</b>	<b>p 50</b>
<b>3.9 EFFETS SECONDAIRES</b>	<b>p 51</b>
<b>4. Discussion</b>	<b>p 53</b>
<b>4.1 EVALUATIONS ANALYTIQUES</b>	<b>p 53</b>
<b>4.2 EVALUATION DES DEFICIENCES ET ACTIVITES POSTURALES ET DE MARCHE</b>	
<b>PAR LE PATIENT ET L'EXAMINATEUR</b>	<b>p 55</b>
4.2.1 Déficiences posturales et de marche	p 56
4.2.1 Activités posturales et de marche	p 57

<b>4.3 EVALUATION DES PARAMETRES SPATIO-TEMPORELS DE MARCHE ET</b>	
<b>DES ANOMALIES DU SCHEMA DE MARCHE</b>	<b>p 58</b>
4.3.1 Paramètres spatio-temporels	p 58
4.3.2 Anomalies du schéma de marche (Echelle GAIT)	p 59
<b>4.4 EVALUATION INSTRUMENTALE DE LA POSTURE</b>	<b>p 60</b>
<b>4.5 AUTRES EVALUATIONS FONCTIONNELLES DE LA POSTURE ET DE LA MARCHE</b>	<b>p 61</b>
<b>4.6 EVALUATION DU CHANGEMENT GLOBAL</b>	<b>p 63</b>
<b>4.7 FACTEURS PREDICTIFS D'EFFICACITE</b>	<b>p 63</b>
<b>4.7 EFFETS SECONDAIRES</b>	<b>p 64</b>
<b>4.8 PLACE DE LA NEUROTOMIE TIBIALE DANS LA DEMARCHE DE PRISE EN</b>	
<b>CHARGE DU PIED SPASTIQUE POST-AVC</b>	<b>p 65</b>
<b>4.9 LIMITES</b>	<b>p 66</b>
<b>5. Conclusion</b>	<b>p 68</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>p 69</b>
<b>Annexes</b>	<b>p 76</b>

## Liste des abréviations

AFSSAPS : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

AVQ : Activités de Vie Quotidienne

BDAE : Boston Diagnostic Aphasia Examination

CHRU : Centre Hospitalier Régional Universitaire

EMG : Electromyographie

EVA : Echelle Visuelle Analogique

FAC : Functional Ambulation Categories

GAIT : Gait Assessment Interventional Tool

GAS : Global Assessment Scale

ICC : Coefficient de Corrélation Intraclasse

MIF : Mesure d'Indépendance Fonctionnelle

MPR : Médecine Physique et Réadaptation

NFAC : New Functional Ambulation Classification

NRS : Neurotomie Ramicellaire Selective

NS : Non significatif

RMA : Rivermead Motor Assessment

RMI : Rivermead Mobility Index

SSR : Soins de Suite et Réadaptation

VE : Varus Equin

# 1. Introduction

---

## 1.1 L'ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL (AVC) ET SON RETENTISSEMENT FONCTIONNEL GLOBAL

### 1.1.1 Rappels épidémiologiques

L'AVC est à l'heure actuelle la première cause de handicap acquis non traumatique de l'adulte. Il représente également la troisième cause de mortalité chez l'homme et la première chez la femme (1). Parmi les survivants, plus de la moitié resteront dépendants d'une tierce personne pour tout ou partie des activités de la vie quotidienne (AVQ) du fait de séquelles physiques et/ou neuropsychologiques sévères (2).

Chaque année en France plus de 130 000 personnes sont victimes d'un AVC. Il s'agit majoritairement de sujets âgés (âge moyen de survenue 73ans) mais l'incidence de cette pathologie est en augmentation chez les sujets de moins de 65 ans. Environ 30 % des patients sont hospitalisés en soins de suite et réadaptation (SSR) dans les suites de leur prise en charge en court séjour ; 73% d'entre eux retournent ensuite à domicile.

A l'issu de la rééducation en centre, les séquelles demeurent souvent importantes : en effet, la proportion de personnes très dépendantes physiquement reste de 43,5% et environ 20% des patients sont définitivement dépendants d'un fauteuil roulant (1). Ainsi 306 000 personnes étaient reconnues officiellement en affection longue durée pour « AVC invalidant » en 2008 mais les enquêtes nationales rapportent plutôt 505 000 personnes porteuses de séquelles d'AVC, dont les plus fréquemment mentionnées par les patients interrogés sont les troubles de l'équilibre et de la mémoire.

Les troubles de la posture et de la marche ont un impact réel sur les capacités fonctionnelles et la qualité de vie de ces patients. En effet, même si un nombre important de

patients est capable de marcher de façon indépendante, seuls 20 à 66% des patients marchent réellement dans la vie quotidienne (3). Bien entendu les conséquences s'étendent au-delà de la sphère familiale et du domicile, dans la vie sociale, professionnelle, et les loisirs.

### **1.1.2 Les troubles neuromoteurs et leurs conséquences fonctionnelles**

Les troubles neuromoteurs font partie des multiples facteurs impliqués dans les troubles de l'équilibre et de la marche après une lésion cérébrale telle que l'AVC. Ils peuvent notamment être associés à des troubles sensitifs, vestibulaires, visuels, des troubles de la coordination et/ou des troubles cognitifs.

#### **1.1.2.1 Déficiences neuromotrices induites par l'AVC**

Trois entités sont intriquées à ce niveau à savoir le déficit moteur ou parésie, l'installation d'une hypertonie musculaire involontaire ou spasticité et l'apparition éventuelle de rétractions musculo-tendineuses qui peuvent conduire au développement d'un tableau de « parésie spastique déformante » telle que l'explique Gracies (4,5).

**La parésie** se manifeste cliniquement par un défaut de force musculaire (hypoactivité musculaire) et une perte de sélectivité de la commande motrice volontaire (syncinésies, co-contractions notamment). Présente dès la phase aiguë de l'AVC, elle joue un rôle dans l'immobilisation relative du patient et ses conséquences néfastes sur les plans articulaire et musculaire.

**La spasticité**, définie par Lance (6) comme « un désordre moteur caractérisé par une augmentation vitesse dépendante du réflexe tonique d'étirement et par une augmentation des



réflexes ostéotendineux», se traduit cliniquement par une hypertonie musculaire involontaire. Cette hypertonie va au-delà de la mise en évidence d'une résistance musculaire accrue lors des mobilisations passives, telle que l'a décrite Lance (7). Elle peut ainsi se manifester de façon variée, notamment par une gêne lors des mouvements actifs par hyperactivité des muscles antagonistes (5,8), mais aussi sous forme de dystonie spastique (contraction musculaire tonique, chronique, en l'absence d'étirement phasique ou d'effort volontaire) (9) volontiers impliquée dans les déformations en griffe d'orteils (8). Ces manifestations spastiques, généralement absentes à la phase aiguë, s'installent dans les semaines qui suivent l'AVC, touchant déjà 27% des patients à 1 mois et 23% à 6 mois selon une étude suédoise récente (10). Les déséquilibres musculaires résultant de cette hypertonie spastique contribuent au développement de limitations articulaires.

**Les rétractions musculo-tendineuses** sont favorisées dès la phase aiguë par l'immobilisation, qui se fait souvent en position de raccourcissement musculaire (genou tendu, pied en équin), puis par la spasticité. La dégradation des propriétés des tissus musculaires favorisera alors à son tour l'hypertonie spastique (4). Le risque ultime est l'installation de limitations articulaires irréductibles lourdes de conséquences sur le plan fonctionnel, d'où l'importance capitale de la prévention des complications dès la phase aiguë de l'AVC.

#### 1.1.2.2. Principaux troubles de la posture et de la marche après un AVC

##### 1.1.2.2.1 Posture et équilibre

Le délai de récupération d'une station debout autonome est en moyenne de 44 jours mais 50% des patients ne l'ont toujours pas récupérée 9 semaines après l'AVC (11,12).

Les principaux défauts décrits concernant l'équilibre bipodal du patient hémiplegique sont les suivants :

- une asymétrie de répartition des appuis au détriment du membre inférieur parétique (13,14). L'asymétrie semble plus marquée en cas de lésion droite, soulignant le rôle du déficit cognitif visuo-spatial (15). Cette asymétrie se retrouve lors d'exercices dynamiques visant à provoquer un report de poids (13,16) ainsi qu'à la marche sous la forme d'un défaut de transfert d'appui lors du passage du pas.
- une majoration des oscillations du centre de pression reflétant les mouvements du centre de gravité et témoignant d'une instabilité mais aussi d'une augmentation des réactions de correction (17).
- une diminution des limites de stabilité lors des mouvements actifs
- une baisse des capacités d'adaptation posturale lors des déstabilisations extrinsèques ou liées aux mouvements volontaires du patient (18).

L'impact en situation de vie quotidienne est conséquent car nombreuses sont les activités nécessitant un travail en double tâche, tout en maintenant une station debout stable et ce malgré de nombreuses déstabilisations (vaisselle, toilette, prise d'objet en hauteur...). La Mesure d'Indépendance Fonctionnelle (MIF) est ainsi bien corrélée aux capacités posturales (19).

#### 1.1.2.2.2 Troubles de la marche

La récupération de la marche est une des préoccupations majeures des patients et donc des thérapeutes dans les premiers mois qui suivent l'AVC, période durant laquelle les chances de récupération sont maximales (20). Cinquante à 80% des patients retrouveront des capacités de déambulation (21) mais seule une partie d'entre eux aura une autonomie suffisante pour l'utiliser en vie quotidienne.

**Paramètres spatio-temporels** : en dépit de variations inter-individuelles importantes la marche des patients hémiplegiques présente des traits communs à savoir une vitesse réduite

par rapport aux sujets sains (0.2 à 0.5m/sec) et de faibles capacités de variation de vitesse (22,23). Cette vitesse faible est d'origine mixte : réduction de à la fois de la cadence et de la taille du pas. Les parts respectives des différentes phases du cycle de marche sont également modifiées. On observe en effet une augmentation des temps portants et notamment du double appui au détriment des temps oscillants (24). La part relative d'appui est plus importante du côté du membre inférieur sain alors que la phase oscillante est plus importante du côté parétique. La marche est aussi asymétrique sur le plan spatial, la longueur du pas étant plus grande du côté parétique (23,25).

**Perturbations du schéma de marche :** l'AVC peut modifier considérablement la cinématique des différents segments et articulations des membres inférieurs mis en jeu lors de la marche. Parmi les troubles les plus fréquents on peut notamment observer :

- en phase oscillante, un défaut de flexion de hanche et de genou, un excès de flexion plantaire de cheville (équino)
- en phase portante un défaut d'extension de hanche, un excès de flexion ou une hyperextension de genou (recurvatum) et un défaut de flexion plantaire de cheville en phase pré-oscillante (23).

Chacune de ces perturbations pourra retentir sur les articulations sus et sous-jacentes et amener le patient à mettre en place des mécanismes de compensation.

La survenue d'une griffe d'orteils est également courante, leur fréquence variant de 2% dans une population d'AVC tout venant à 46% chez des patients hospitalisés en rééducation fonctionnelle (26,27). Son impact fonctionnel n'est pas négligeable (conflits de chaussage, douleurs, troubles de la statique du pied, instabilité, manque de propulsion).

## **1.2. LEPIED VARUS EQUIN (VE)**

### **1.2.1 Définition et physiopathologie**

Il s'agit d'une déformation distale du membre inférieur qui, comme son nom l'indique, associe une flexion plantaire de cheville excessive ou équin à un varus de l'arrière pied.

Les mécanismes physiopathologiques les plus souvent impliqués sont une action prédominante des fléchisseurs plantaires sur les fléchisseurs dorsaux associée à une hypoactivité des muscles fibulaires (27). L'équin résulte donc d'un déséquilibre entre les muscles fléchisseurs plantaires à savoir le triceps sural essentiellement et les muscles long fléchisseur d'orteils et de l'hallux plus accessoires, par rapport aux muscles « releveurs du pied » (tibial antérieur et extenseurs d'orteils), trop faibles. La suractivation (absolue ou relative) des muscles tibial antérieur (prédominant en phase oscillante), tibial postérieur (prédominant en phase d'appui) et parfois du muscle long extenseur de l'hallux contribuent avec le triceps sural à la déformation en varus. Cette déformation sera d'autant plus nette qu'il existe une faiblesse associée des muscles valgisants (fibulaires essentiellement) (27–29).

Perry et al ont confirmé ces données en analysant la marche de 40 sujets hémiparétiques, dont 22 porteurs d'un pied VE, en électromyographie (EMG) avec détection intramusculaire par électrode-fil sur les muscles de la jambe (30). L'analyse EMG obtenue montrait une activation précoce et prolongée du triceps sural dès la fin de la phase oscillante. Il s'y associait souvent une activité accrue du muscle long fléchisseur des orteils et du long fléchisseur de l'hallux pendant tout le cycle de marche. Ces données ont été confirmées plus tard par d'autres auteurs (28,31). Le tibial antérieur était actif durant la phase oscillante mais aussi de façon anormale durant toute la phase d'appui, responsable alors du varus, d'autant plus que les fibulaires n'étaient que faiblement actifs en tout début de phase oscillante. Le tibial postérieur semblait en revanche peu impliqué dans cette étude car souvent inactif (10/22 pied VE), bien qu'en pratique le varus présent en face portante lui soit souvent imputé.

Il ne faut pas oublier enfin que les défauts de contact entre le pied et le sol peuvent aussi être la conséquence d'anomalies sus-jacentes. Une flexion de hanche et/ou de genou excessive à l'attaque du pas peut par exemple entraîner une attaque du pas en « pseudo-équin » par défaut de verticalisation du tibia (32).

### **1.2.2 Epidémiologie**

L'incidence du pied VE varie en fonction de la population étudiée. Ainsi Verdié et al (27) rapportent 18% de pied VE dans une population d'hémiplégiques tout venant, examinés à 1 an de leur AVC, distinguant alors les pieds VE « ballants », hypotoniques (43%), des pieds VE spastiques (57%). Dans une autre étude, Pelissier et al font état de 56% dans une population de sujets hospitalisés en service de soin de suite et réadaptation (33).

Le pied VE peut s'installer à tout moment de la récupération du sujet hémiplégique : redouté dès la phase précoce devant un pied flasque qui se positionne spontanément en équin et léger varus, parfois évident lors de la reprise de la marche, il peut aussi apparaître tardivement, bien après le retour à domicile (et après 1 an), amenant alors le patient à consulter pour des douleurs et/ou une baisse de ses performances (29).

### **1.2.3 Retentissement sur la posture et la marche**

**Asymétrie de répartition des appuis :** au-delà du report de poids vers le membre inférieur sain classiquement observé chez les sujets hémiplégiques (14,17), le pied en équin favorise naturellement un report de poids vers l'avant du pied parétique voire l'absence complète d'appui sur le talon. Ce défaut d'appui est responsable d'une perte de stabilité, d'autant plus importante qu'il s'y associe un varus occasionnant un hyper appui instable sur le

bord externe du pied. L'appui pourra enfin être perturbé par une griffe des orteils, volontiers associée au pied VE (26).

**Anomalies du schéma de marche :** le contact du pied au sol et le déroulé du pas sont fortement perturbés par la déformation en VE. En effet l'attaque du pas ne se fait non plus par le talon mais pied à plat voire par l'avant pied avec un hyper-appui d'autant plus important sur le bord externe du pied (base et tête du cinquième métatarsien) que le varus est marqué (28). De par le contact immédiat de l'avant-pied au sol, le premier roulement du pas, qui correspond à la flexion plantaire succédant à l'attaque par le talon ne se produit pas. On observe par la suite un défaut d'avancée du tibia sur la cheville, limitant la flexion dorsale de cheville, restreignant le pas postérieur et provoquant un décollement précoce du talon sans propulsion efficace en phase pré-oscillante. Dans les formes extrêmes, le contact du pied au sol peut même être réduit à l'avant pied durant l'ensemble du cycle de marche. En phase oscillante, le déficit de flexion dorsale active constitue une entrave au passage du pas. A côté de ces phénomènes dystoniques et des co-contractions une authentique spasticité « phasique » peut entraîner un clonus de cheville, majorant alors l'instabilité et le risque de chute.

Ces défauts de positionnement du pied vont induire des perturbations de la cinématique des segments sus-jacents. La position du genou est notamment modifiée : *en phase d'appui*, l'hypertonie des fléchisseurs plantaires s'oppose à l'avancée du tibia alors que le corps continue son avancée, ce qui provoque un mouvement d'extension de genou en milieu de phase portante pouvant aboutir à la constitution d'un recurvatum de genou (34). *En phase oscillante*, le pied VE participe aux mécanismes responsables du défaut de flexion de genou. La flexion dorsale de cheville insuffisante voire inexistante en fin de phase d'appui entrave le pas postérieur et gêne la propulsion, d'autant plus s'il y a une faiblesse associée du triceps sural. Il en résulte un défaut de flexion plantaire active et d'impulsion en phase pré-oscillante qui limite ensuite la flexion de genou en phase oscillante (28,35,36).

Le pied VE retentit également sur les mouvements de hanche. Il contribue notamment au défaut d'extension de hanche en fin de phase portante (en réduisant le pas postérieur) mais aussi au défaut de flexion de hanche en phase oscillante, de manière identique au genou par manque de propulsion (push-off) en phase pré-oscillante (37). L'équin gêne de plus le passage du pas en phase oscillante obligeant le patient à mettre en place des mécanismes de compensation tel le « fauchage » qui associe des mouvements de circumduction avec une abduction de hanche et éventuellement une élévation controlatérale de l'hémi bassin et une inclinaison rachidienne. Les modifications induites au niveau du genou et de la hanche se répercuteront ensuite à leur tour sur la posture du rachis et l'équilibre global du patient.

**Paramètres spatio-temporels de la marche :** selon Pélissier et al (23), deux paramètres sont corrélés avec la vitesse de marche : la flexion de genou lors de la phase oscillante et l'extension maximale de hanche lors de la propulsion, or nous venons de voir que le pied VE restreint ces deux paramètres. Verdié et al n'observaient cependant pas de différence significative en comparant la vitesse de marche confortable sur 10 mètres chez des sujets porteurs de pied VE et des sujets hémiparétiques sans pied VE (27).

#### **1.2.4 Moyens thérapeutiques disponibles**

Le pied VE étant au cœur des difficultés rencontrées lors de la reprise de la marche, il retient l'attention des médecins qui ont développé des moyens thérapeutiques variés pour le prendre en charge.

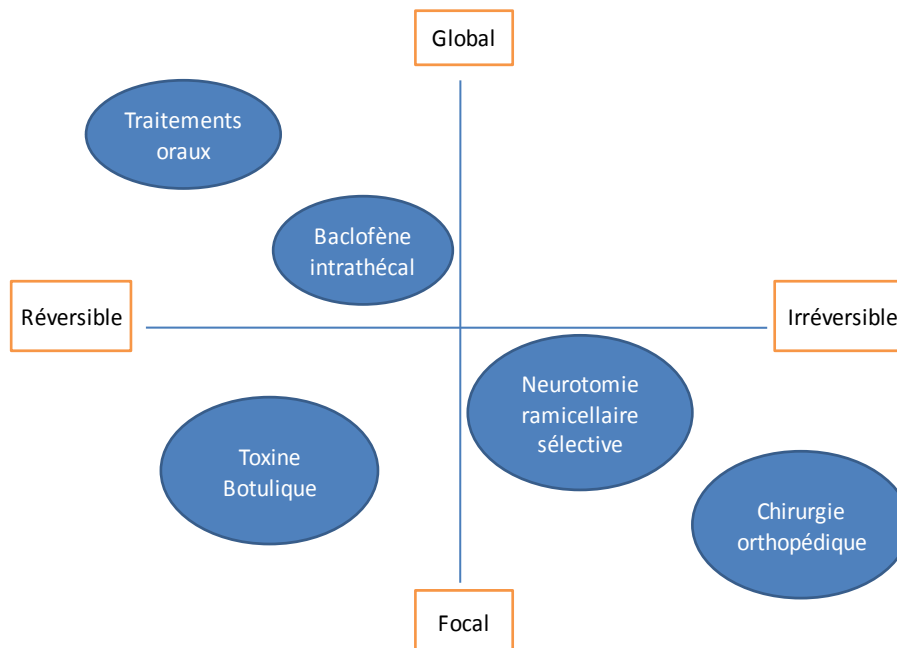


Figure 1 : Différents moyens thérapeutiques du pied varus équin en fonction de leur spectre d'action et de leur caractère réversible.

#### 1.2.4.1 Traitements pharmacologiques par voie générale

Leur utilisation a fait l'objet de recommandations de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé (Afsaps) en 2009 dans le cadre des recommandations de bonne pratique intitulées « Traitements médicamenteux de la spasticité » (38). Selon ce rapport deux molécules ont fait la preuve de leur action sur la réduction de la spasticité évaluée par le score d'Ashworth (39) : le Baclofène et la Tizanidine, la Tizanidine étant recommandée en cas d'inefficacité, d'effet indésirable ou de contre-indication au Baclofène (Accord professionnel). Ces traitements ne sont pas recommandés en première intention après un AVC récent en raison de leur efficacité insuffisante et des effets indésirables. D'autres molécules comme le Dantrolène ont une autorisation de mise sur le marché (AMM), mais l'ancienneté des études (années 70) et leurs niveaux de preuve insuffisants ne permettent pas de les recommander sur les données de la littérature. Certains traitements n'ayant pas d'AMM sont parfois utilisés : clonazépam, tétrazépam, diazépam, mais aucune preuve ne permet de les recommander sur les données de la littérature, d'autant plus que leurs effets indésirables ne sont pas négligeables.



Yelnik et al arrivaient aux mêmes conclusions à l'issue d'une métaanalyse concernant la prise en charge du membre supérieur spastique post-AVC, soulignant de plus que la Tizanidine est la seule molécule ayant fait la preuve de son efficacité dans le post-AVC. En outre, aucune de ces drogues n'a montré de réelle efficacité sur les scores de motricité fonctionnelle (40).

Il existe donc peu de place pour les traitements oraux d'autant plus que le pied VE relève d'avantage d'un traitement focal de la spasticité.

#### 1.2.4.2 Place du Baclofène intrathécal

Le pied VE n'est pas en lui-même une indication de pompe à Baclofène, cette dernière trouvant son indication dans les cas de spasticité diffuse des membres inférieurs (38). Le Baclofène intrathécal a néanmoins été testé par quelques équipes chez des patients hémiplegiques présentant une spasticité sévère touchant l'ensemble du membre inférieur parétique (41). L'équipe rééducative du centre hospitalier d'Aix-les-bains a publié en 2007 le cas d'un patient hémiplegique amélioré sur le plan analytique (score d'Ashworth) et fonctionnel (schéma et périmètre de marche) après une injection intrathécale de 50 à 75 µgr de Baclofène (42). Ces résultats rejoignent la littérature antérieure. L'amélioration n'était cependant pas suffisante pour résoudre totalement le problème du pied VE. Le Baclofène semble donc être un traitement adjuvant intéressant chez les sujets hémiplegiques ayant une spasticité importante non contrôlée par les traitements habituels mais n'a pas d'indication en première intention.

#### 1.2.4.3 Alcoolisation des points moteurs et neurolyse chimique

Introduites en France par G. Tardieu il y a plus de 40 ans (43), ces techniques tendent à disparaître depuis l'avènement de la toxine botulique (29). L'alcoolisation des points

moteurs donnait des résultats inconstants et transitoires sur la spasticité du triceps sural, elle n'est plus recommandée du fait des lésions irréversibles qu'elle provoque au sein du muscle (38). De même la neurolyse du nerf tibial n'est plus indiquée car il s'agit d'un nerf mixte et que le risque de douleurs neuropathiques induites par les lésions du contingent sensitif est trop important.

#### 1.2.4.4 Toxine botulinique

Efficace, maniable, et reproductible, cette thérapeutique s'est largement imposée durant la dernière décennie dans le traitement de la spasticité focale, y compris dans le post-AVC (44–46). La toxine botulinique a elle aussi fait l'objet des recommandations de l'Afssaps en 2009 (38). Ce rapport mentionnait à son sujet qu'il existe une preuve scientifique établie de son effet sur la réduction locale de la spasticité après injection intramusculaire (Grade A). Elle est ainsi recommandée dans le post-AVC et peut être utilisée en traitement de première intention de la spasticité lorsque l'objectif est focal ou multifocal (Accord professionnel).

Plus spécifiquement dans le pied VE spastique, les études s'accordent sur l'efficacité de la toxine sur le plan analytique. Celle-ci réduit significativement la spasticité des fléchisseurs plantaires, de 0.7 à 2 points sur 5 selon l'échelle d'Ashworth modifiée (39), permettant également un gain de flexion dorsale passive (46–52).

Les résultats sont plus nuancés concernant son impact fonctionnel. Certaines études rapportent néanmoins une amélioration significative de l'équilibre et du contrôle postural, confirmée par posturographie (réduction du polygone de sustentation et diminution des oscillations du centre de pression) (46,47,52–55). Foley et al ont dressé en 2010 une revue de la littérature concernant les effets de la toxine botulinique (dans le cadre du pied VE post-AVC) sur la vitesse de marche et concluaient à une amélioration faible (0.044m/sec) mais

statistiquement significative ( $p < 0.018$ ) (45) . Très peu d'études ont évalué l'impact de la toxine sur les anomalies du schéma de marche, mais la plupart rapportent des effets positifs. Pradon et al (56) ont notamment décrit une amélioration significative de la flexion dorsale de cheville en phase portante ( $+3.99 \pm 4.1^\circ$  à 3 semaines de l'injection,  $+4.04 \pm 5.7^\circ$  à 6 semaines). Celle-ci n'était en revanche pas modifiée en phase oscillante et restait insuffisante chez les patients déficitaires, justifiant alors le port d'une orthèse suro-pédieuse ou « releveur » pour pallier à la chute du pied et faciliter le passage du pas. Le varus n'était que partiellement amélioré (46). Au niveau du genou, on note une amélioration de la flexion en phase oscillante, en lien avec une amélioration de la force de propulsion en phase pré-oscillante (56). Pour Rousseaux et al la position du genou en phase portante était un peu améliorée (réduction du recurvatum), sans être significative (46).

Enfin sur le plan fonctionnel, quelques études rapportent une amélioration mesurée par des échelles telles que la Functional Ambulation Categories (FAC) (Holden et al. 1984) et le Rivermead Motor Assessment (RMA) (57) et/ou l'avis du patient recueilli selon des échelles semi-quantitatives ordinales avec cependant une grande variabilité interindividuelle ((46,47,58).

Ce traitement présente néanmoins des limites. Son effet peut être partiel, limité notamment par les doses maximales autorisées à chaque injection. Ces doses seront d'autant plus réduites que le patient bénéficie déjà d'injections de toxine pour traiter d'autres patrons pathologiques (au membre supérieur notamment). Son effet est de plus épuisable, de façon plus ou moins rapide selon les patients, et impose donc des injections itératives pour maintenir l'effet recherché. Enfin il faut souligner que son coût reste très élevé. Il y a donc un intérêt à proposer un traitement plus durable et plus efficace, permettant en outre de traiter plus librement d'autres patterns de spasticité grâce à l'épargne de toxine réalisée. La neurotomie ramicellaire sélective (NRS) tibiale entre dans cet esprit.

#### 1.2.4.5 Chirurgie neuro-orthopédique

La chirurgie pourra être nerveuse, tendineuse et/ou ostéoarticulaire (59).

La chirurgie nerveuse est la seule qui vise à traiter l'hypertonie en tant que telle, les autres techniques en traitant les conséquences. Elle sera abordée en détail dans le prochain chapitre.

La chirurgie tendineuse peut être de deux types : chirurgie d'allongement tendineux et de transfert tendineux. L'allongement tendineux intervient dans la prise en charge du pied VE fixé avec rétraction musculaire du triceps sural. L'intervention consiste alors à réaliser un allongement du tendon d'Achille pour permettre à la cheville d'atteindre la position neutre (flexion dorsale nulle). La correction du varus est plus complexe : les techniques de transferts tendineux utilisées pour pallier au déficit des muscles antagonistes varient en fonction des équipes mais surtout en fonction des données de l'examen clinique et notamment de la valeur fonctionnelle du muscle tibial antérieur. Il peut s'agir d'un hémi-transfert du tibial antérieur vers la partie latérale du pied (sur le cuboïde ou le 3<sup>ème</sup> cunéiforme), d'un amarrage rétrograde du segment distal du court fibulaire sur le tibial antérieur (intervention de Bardot), ou plus rarement d'une translocation du tibial postérieur (44,60,61) . Une ténotomie du muscle long fléchisseur d'orteils y est souvent associée en prévention ou correction d'une griffe des orteils qui risquerait de se majorer après la correction de l'équin (effet ténodèse).

La chirurgie ostéoarticulaire intervient en cas d'instabilité de cheville. Les arthrodèses de l'articulation sous-talienne permettent de corriger le varus, les arthrodèses de l'interligne de Chopart contrôlent les mouvements d'inversion et d'éversion. L'articulation tibio-talienne est rarement immobilisée (59).

## **1.3 LA NEUROTOMIE RAMICELLAIRE SELECTIVE TIBIALE**

### **1.3.1 Historique**

Les premières neurotomies périphériques ont été pratiquées par Lorenz en 1887 pour traiter la spasticité en adduction de la hanche par une section du nerf obturateur (neurectomie). C'est en 1912 qu'Adolph Stoffel, chirurgien orthopédiste allemand, introduisit les premières neurotomies tibiales pour traiter le pied spastique. Il constata rapidement que les sections fasciculaires intra-tronculaires étaient responsables de troubles sensitifs gênants et cibra par la suite les collatérales à destinée motrice grâce à un repérage per-opératoire par stimulations faradiques (62).

Les techniques neurochirurgicales se sont plus tard développées et rapprochées des techniques actuelles. Le Pr Claude Gros a été à l'origine du concept de «neurotomie ramicellaire sélective» : l'utilisation de stimulations électriques per-opératoires permet d'identifier les fonctions des fascicules nerveux et ainsi d'agir de manière beaucoup plus sélective sur les fascicules moteurs en réalisant une section partielle de ces derniers sous microscope opératoire. Cette technique s'est encore affinée avec l'utilisation d'un courant bipolaire strict (63).

### **1.3.2 Principes d'action et indications**

#### **1.3.2.1 Principes d'action**

La neurotomie consiste en une section partielle des collatérales nerveuses motrices destinées aux muscles hypertoniques que l'on juge impliqués dans les troubles de la marche. Elle ne doit en revanche pas intéresser les fascicules nerveux sensitifs au risque de provoquer

une hypoesthésie et des douleurs de déafférentation. Les fascicules moteurs doivent donc être individualisés du tronc nerveux initial.

Au sein du rameau destiné au muscle, la section porte sur :

- une partie des fibres afférentes participant aux réflexes segmentaires et notamment à la réponse réflexe du muscle à l'étirement (fibres I A en particulier).
- une partie des fibres efférentes motrices (motoneurone  $\alpha$ ) entraînant une diminution du nombre d'unités motrices recrutables, proportionnelle au nombre d'axones sectionnés.

L'effet durable de la neurotomie sur le tonus musculaire repose sur le différentiel de régénération de ces deux versants (62). En effet la réinnervation motrice peut se faire de deux façons, par repousse axonale des motoneurones sectionnés mais surtout par bourgeonnement des motoneurones  $\alpha$  intacts, conduisant à l'augmentation de taille des unités motrices. Cette augmentation de taille des unités motrices pourraient ainsi compenser jusqu'à 80% de la dénervation (64). En revanche, la réinnervation sensitive n'est que partielle, anarchique et non fonctionnelle. Cliniquement on constatera donc une récupération de la force musculaire du triceps sural sans recrudescence de la spasticité.

### 1.3.2.2 Indications et facteurs limitants

L'indication sera retenue à l'issue d'un bilan clinique analytique et fonctionnel, et après recueil des doléances du patient.

L'intervention de NRS du nerf tibial s'adresse aux patients présentant une hypertonie spastique localisée responsable d'une déformation distale en équin et/ou varus du pied. Elle peut être proposée lorsque cette déformation est invalidante, résiste à une prise en charge

rééducative bien menée et/ou n'est qu'insuffisamment contrôlée par les traitements focaux par toxine botulinique.

Il faut toutefois noter que la NRS ne permet le traitement que du volet hypertonique de la déformation. Ainsi, la présence de rétractions musculaires limitera les résultats obtenus et pourrait faire envisager un geste orthopédique. De même, même si la levée de l'hypertonie sur le triceps permet en théorie une facilitation de l'expression de la motricité sur les releveurs de pied, elle peut ne pas être suffisante pour permettre un passage du pas adéquat en phase oscillante, d'autant plus que cette motricité n'est pas sélective.

### **1.3.3 Bases anatomiques de la neurotomie tibiale**

Le nerf tibial est la branche terminale interne du nerf sciatique qui prolonge son trajet lorsque celui-ci arrive au niveau de la fosse poplitée. Il descend à la face profonde des muscles postérieurs de la cuisse puis du triceps sural, passant en avant de l'arcade du soléaire pour se plaquer contre la membrane interosseuse. Le nerf initialement en dedans des vaisseaux, les contourne progressivement pour se retrouver à leur face latérale dans le tiers supérieur de la jambe et forme alors le paquet vasculo-nerveux tibial postérieur. Il se dirige ensuite vers la malléole interne en cheminant à ce niveau dans un tunnel rétromalléolaire, au contact des vaisseaux tibiaux postérieurs. Il se divise enfin en deux branches terminales : les nerfs plantaires médial et latéral (65).

Une étude morphométrique du nerf tibial a été publiée en 2008 par le Laboratoire d'Anatomie de la Faculté de Médecine de Lille (66). Cinquante membres inférieurs ont été disséqués et pour certains (3) analysés au microscope optique et électronique. L'objectif de cette étude était d'identifier le plus précisément possible les rapports anatomiques des

fascicules nerveux pour permettre une dissection intra-fasciculaire plus précise dans le cadre des NRS tibiale et ainsi limiter les troubles sensitifs secondaires à la chirurgie. Les données anatomiques en résultants étaient les suivantes : le nerf inférieur du muscle soléaire naît en moyenne à 16 mm en dessous de l'arcade du soléaire (elle-même située à 68 mm de la ligne articulaire fémoro-tibiale), le nerf du muscle tibial postérieur à 38 mm, le nerf du muscle long fléchisseur de l'hallux à 61 mm, le nerf du muscle long fléchisseur des orteils à 48 mm. L'étude soulignait une variante anatomique à savoir l'existence d'une branche motrice commune, retrouvée dans 16 cas, parfois visible en Imagerie par Résonance Magnétique. Cette branche motrice naissait à proximité de l'arcade du soléaire et donnait ensuite les branches motrices destinées au muscle tibial postérieur, long fléchisseurs d'orteils et de l'hallux ainsi que le nerf inférieur du muscle soléaire. Dans les 34 cas restant ces nerfs moteurs émergeaient à la partie antérolatérale du tronc nerveux. L'étude histologique confirmait la naissance des branches motrices à la partie antérolatérale du nerf.

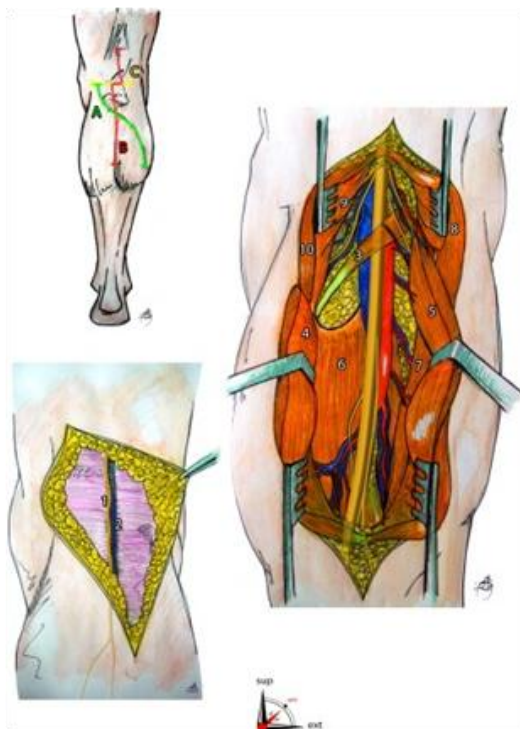
#### **1.3.4 Technique chirurgicale**

L'intervention chirurgicale se déroule sous anesthésie générale. Le protocole d'anesthésie sélectionne les drogues et les doses utilisées de façon à respecter au mieux les voies réflexes et l'excitabilité des neurones moteurs. Sauf cas particulier les curares sont exclus (62).

La voie d'abord est poplitée, sur un patient installé en décubitus ventral. L'incision cutanée diffère selon les équipes : certaines réalisent une incision transversale minimaliste au pli postérieur du genou, d'autres une incision verticale en baïonnette au niveau de ce pli, d'autres encore effectuent une incision arciforme qui part du bord interne au tiers inférieur de



la cuisse pour ensuite s'incurver et finir au bord latéral du tiers supérieur de la jambe. L'exposition du nerf tibial se fait de la manière suivante : après un décollement de la graisse sous-cutanée, on incise l'aponévrose en dehors de la veine saphène externe, elle-même en dehors du nerf cutané sural médial (sensitif). On clive en haut le biceps fémoral et le semi-tendineux, et en bas, on traverse la loge inter-gastrocnémienne pour les récliner latéralement et aborder le nerf tibial au contact des vaisseaux profonds. On découvre alors les branches motrices du nerf tibial au niveau de la partie inférieure de la fosse poplitée en identifiant les branches destinées aux chefs du muscle gastrocnémien, les nerfs supérieur et inférieur du soléaire et la branche destinée au muscle tibial postérieur (figure 2). Certaines branches motrices sont d'abord direct car déjà individualisées du tronc nerveux initial (c'est le cas des nerfs moteurs destinés aux deux chefs du muscle gastrocnémien et du nerf soléaire supérieur), d'autres doivent être individualisées au sein même du tronc nerveux (65).



#### **Le nerf tibial à la fosse poplitée**

Incisions : A. Incision oblique de haut en bas et de dedans en dehors. B. Incision verticale. C. Incision horizontale.

Voie d'abord : 1. Nerf cutané sural médial. 2. Veine petite saphène. Vue opératoire. 3. Muscle plantaire. 4. Muscle gastrocnémien médial. 5. Muscle gastrocnémien latéral. 6. Muscle soléaire. 7. Muscle tibial postérieur. 8. Muscle biceps femoral. 9. Muscle semi membraneux. 10. Muscle semi-tendineux.

Figure 2 : Site opératoire, images et légende tirées de (65)

Pour éviter toute atteinte sensitive et identifier les différentes collatérales motrices, le repérage anatomique sous microscope opératoire est complété par une stimulation électrique. La stimulation sélective permet d'isoler la collatérale choisie et d'obtenir des réponses motrices pour des amplitudes de stimulations de l'ordre de 0.2mA. Le mouvement déclenché par la stimulation est contrôlé visuellement par un tiers ou par le chirurgien lui-même s'il dispose de champs opératoires transparents.

La section partielle des collatérales motrices ciblées peut alors être réalisée sous microscope optique. Elle demande une dissection épineurale préalable et concerne de façon consensuelle les 3/5<sup>ème</sup> à 4/5<sup>ème</sup> du fascicule nerveux sélectionné. Pour éviter la repousse axonale la section est complétée par une résection du contingent sectionné sur environ 1cm (62).

### **1.3.5 Efficacité de la NRS tibiale chez les patients hémiplegiques vasculaires**

Une revue de la littérature s'intéressant à l'efficacité de la NRS tibiale dans le cadre du pied varus-équin spastique est parue en 2011 dans le Journal of Rehabilitation Medicine (67). Onze études non contrôlées ont été retenues : toutes ont montré une efficacité sur le plan analytique et, seule deux d'entre elles évaluaient l'impact de l'intervention sur les limitations d'activité via des échelles validées, aucune ne rapportait l'effet obtenu sur les restrictions de participation et la qualité de vie.

### 1.3.5.1 Efficacité sur les déficiences neuromotrices

En ce qui concerne *l'hypertonie musculaire*, elle était toujours réduite de manière nette en postopératoire immédiat, avec une réduction de 2 à 4 points sur l'échelle d'Ashworth (39). En revanche, deux études notaient chez certains patients une récurrence de l'équin à deux ans de l'intervention (68,69). Rousseaux et al attribuaient cette résistance davantage à une rétraction musculaire qu'à une récurrence de la spasticité. En effet la réalisation d'un bloc moteur test apportait alors peu de modifications contrairement au bloc-test préopératoire. Et quand bien même il existe une légère recrudescence de la spasticité après deux ans celle-ci reste largement inférieure aux conditions antérieures à la chirurgie (70). Deltombe et al soulignent l'intérêt de poursuivre durablement une kinésithérapie d'entretien comprenant des étirements et postures du triceps sural pour éviter la survenue de rétractions, plus à risque du fait d'une dénervation partielle de ces muscles (71). Ainsi ils rapportaient dans leur série de cas de 2006 une amélioration durable et même croissante des paramètres analytiques et fonctionnels jusqu'à 2 ans post-neurotomie.

Six études rapportaient une amélioration de la *commande motrice volontaire* des muscles antagonistes à savoir cliniquement un gain de force musculaire et d'amplitude articulaire en flexion dorsale active de cheville allant de 5 à 15° (46,69,70,72-74).

Cinq études mentionnaient un affaiblissement musculaire du triceps sural, peu gênant pour le patient, et réversible en quelques mois à années (46,69,70,73,75). Roujeau et al ont confirmé cette récupération de la force musculaire sur le plan électrophysiologique en mettant en évidence une majoration de l'amplitude Mmax de la réponse musculaire à la stimulation jusqu'à un retour à sa valeur initiale à 8 mois de l'intervention (72). Le maintien d'une réduction significative du rapport Hmax/Mmax deux ans après l'intervention était par contre en faveur d'un effet prolongé sur la spasticité.

### 1.3.5.2 Efficacité fonctionnelle sur les activités posturales et de marche

L'équilibre postural en station debout était jugé significativement amélioré dans quatre études qui utilisaient une évaluation qualitative sous forme d'échelles ordinales (46,69,76,77).

Les modifications de la cinématique de marche étaient appréciées de manière semi-quantitative directe pour cinq études (Sindou et Mertens 1988; M Rousseaux et al. 2008; Marc Rousseaux et al. 2009; Kevin Buffenoir et al. 2004a; Roujeau et al. 2003) : pour quatre études sur enregistrement vidéographique 2D, permettant notamment de mesurer des secteurs angulaires à différents moments du cycle de marche (70,73,75,78) ; en analyse instrumentale de la marche pour deux études, analyse quantifiée de la marche et EMG de surface pour l'une (31), vidéographie digitale et EMG de surface pour l'autre (77). Les résultats montraient une amélioration de l'équin de l'ordre de 10 ° et du varus, plus nette en phase portante. Les résultats obtenus sur le recurvatum de genou étaient contrastés (31,46,69,70,72,75–78).

Les paramètres spatio-temporels de marche, à savoir cadence, longueur du pas et répartition des phases du cycle de marche étaient par contre peu modifiés. Les résultats étaient mitigés concernant la vitesse de marche, améliorée de l'ordre de 0.1 à 0.2m/sec pour certains, inchangée pour d'autre.

Seul un auteur a utilisé dans 2 études des échelles validées pour évaluer l'amélioration des capacités fonctionnelles de marche (46,69). Il s'agissait de la Functional Ambulation Categories (FAC) (79), réalisée à pieds nus puis avec les aides de marche habituelles et de la partie « tronc et membre inférieur » du Rivermead Motor Assessment. (RMA) (57). La FAC était significativement améliorée après l'intervention, et de façon plus nette à pieds nus. Cette amélioration était perceptible dès 3 mois postopératoire et persistait à un an, témoignant ainsi d'une dépendance moindre envers les aides extérieures lors de la marche. Le score du RMA était également amélioré dès 3 mois et de façon durable, de manière plus marquée pour les items relatifs aux transferts de la position assise à la position debout et la dosiflexion de

cheville.

L'avis subjectif du patient sur les modifications fonctionnelles induites par l'intervention était par ailleurs recueilli dans ces 2 études grâce à une échelle ordinale. Les patients étaient globalement satisfaits et ressentaient une amélioration croissante jusqu'à un an concernant la position du pied et les capacités de propulsion et d'équilibre (46,69).

Au total nous pouvons constater que les études mesurant l'efficacité de la neurotomie tibiale sélective sont toutes nettement en faveur d'une efficacité sur les paramètres analytiques du pied varus équin spastique. L'équilibre debout et la marche semblent être améliorés mais la plupart des données disponibles sont semi-quantitatives ou portent sur un nombre de patients peu important. Les données manquent dans la littérature concernant les modifications cinématiques en dehors de la cheville, l'évolution des paramètres spatio-temporels, le retentissement fonctionnel de l'intervention en vie quotidienne et très peu d'études se sont intéressées au ressenti propre du patient dans ce domaine. Enfin, aucune donnée n'est disponible concernant l'impact de la NRS tibiale sur la qualité de vie et les restrictions de participation des patients.

#### **1.4 OBJECTIFS DE L'ETUDE**

Dans cette étude, nous avons réalisé une évaluation multidimensionnelle des modifications induites par la neurotomie tibiale.

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer l'efficacité de la NRS tibiale ressentie par le patient en vie quotidienne sur les capacités d'équilibre et de marche dans le cadre du traitement du pied spastique post-AVC.

Les objectifs secondaires étaient d'évaluer l'efficacité de cette NRS sur la sévérité des déficiences neuromotrices distales, la sévérité des anomalies du schéma postural et de marche (au niveau de la cheville et de l'arrière pied, mais aussi au niveau des articulations sus-jacentes), les paramètres spatio-temporels de marche et les capacités fonctionnelles des patients.

## 2 Patients et Méthode

---

### 2.1 PATIENTS

L'ensemble des patients a été recruté à l'hôpital Pierre Swynghedauw, dans le service de Rééducation et Convalescence Neurologique du Dr Rousseaux, au CHRU de Lille.

Le recrutement s'est établi à partir des consultations multidisciplinaires de la spasticité, qui regroupent une fois par mois au moins un médecin de Médecine Physique et Réadaptation (MPR), un neurochirurgien et un chirurgien orthopédiste. Ces consultations s'adressent à des patients qui présentent une spasticité invalidante des membres inférieurs, responsable de troubles de la marche, et pour lesquels un traitement chirurgical est envisagé soit après échec des traitements médicaux notamment une kinésithérapie bien menée et des injections locales de toxine botulinique, soit pour obtenir un effet thérapeutique plus durable.

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Age supérieur à 18 ans
- Premier épisode d'AVC, hémorragique ou ischémique, datant de plus de 6 mois et responsable d'une hémiparésie
- Troubles de la marche liés à une hypertonie des muscles de la loge postérieure de jambe
- Indication chirurgicale de neurotomie ramicellaire sélective retenue en consultation multidisciplinaire de la spasticité
- Notice d'information reçue et consentement écrit

Les critères d'exclusion étaient les suivants:

- AVC multiple
- Trouble cognitif ou pathologie psychiatrique entravant la compréhension des évaluations
- Aphasie de compréhension sévère, correspondant à un score inférieur à 4 sur l'échelle de gravité de la Boston Diagnostic Aphasia Examination (BDAE) (80) (Annexe 1)
- Présence d'altérations de la marche ou de l'équilibre lié à une pathologie autre que l'AVC : atteinte du système nerveux périphérique, trouble orthopédique indépendant...
- Patient confiné au lit ou ayant repris une marche normale d'emblée.

La participation à l'étude n'a fait l'objet d'aucune rémunération et ne modifiait pas la prise en charge globale des patients. Ces derniers recevaient une notice d'information écrite standardisée lors de la consultation multidisciplinaire et disposaient ainsi d'un délai de réflexion. Cette information écrite était complétée par une information orale si nécessaire. L'inclusion des patients n'était effective qu'après recueil de leur consentement éclairé, écrit.

La période d'inclusion s'est déroulée de juin 2012 à avril 2013.

## **2.2 EVALUATIONS**

Chaque patient bénéficiait d'une session d'évaluation identique, réalisée par le même examinateur, avant l'intervention chirurgicale et 4 mois après.



### 2.2.1 Données sociodémographiques et anamnèse

Les données socio démographiques élémentaires (identité, âge, sexe) été recueillies ainsi que la date de survenue et les caractéristiques de l'AVC à savoir son caractère hémorragique ou ischémique et sa localisation.

L'interrogatoire s'intéressait ensuite aux traitements administrés à visée antispastique, antérieurs ou actuels : par voie orale et au long cours mais aussi focale notamment par toxine botulinique afin de déterminer la date et le site des dernières injections le cas échéant.

Il s'y ajoutait en postopératoire un recueil des données concernant l'intervention (date, nature du geste) et une recherche des complications éventuelles, à savoir la présence de douleurs nociceptives et/ou neuropathiques immédiates (< 3 semaines postopératoires) et actuelles, d'un retard de cicatrisation (défini comme une cicatrisation incomplète au-delà d'un mois postopératoire), de dysesthésies et/ou hypoesthésie dans le territoire du nerf tibial ou d'un œdème persistant.

### 2.2.2 Bilan des déficiences

**Les amplitudes articulaires** maximales passives, en flexion dorsale et en flexion plantaire de cheville, étaient mesurées à l'aide d'un goniomètre en décubitus dorsal sur table, genou tendu puis genou fléchi.

**La déficience motrice du membre inférieur parétique** était évaluée par un « score moteur » représentant la somme des résultats obtenus au testing musculaire de huit groupes musculaires, tel que cela a déjà été fait par d'autres auteurs (81) : fléchisseurs et abducteurs de hanche, fléchisseurs et extenseurs de genou, fléchisseurs dorsaux et plantaires de cheville, inverseurs et éverseurs du pied. Bien qu'imparfaitement adaptée à l'évaluation motrice dans le cadre d'atteintes neurologiques centrales le testing adapté du Medical Research Council (82) est largement utilisé dans ce cadre. La cotation s'est faite dans notre étude de 0 (absence de

contraction musculaire) à 5 (mouvement possible dans toute son amplitude contre résistance maximale) sans les annotations intermédiaires (+ et -). Le score maximal correspondant à l'absence de déficit était donc de 40.

**La sévérité de la spasticité** sur table a été appréciée de la même façon par un score global représentant la somme des scores obtenus selon l'échelle d'Ashworth modifiée (0-5) (39). L'examen était ciblé sur les groupes musculaires le plus souvent spastiques après un AVC : adducteurs, fléchisseurs, rotateurs internes et externes de hanche, fléchisseurs et extenseurs de genou ainsi que le triceps sural et le muscle tibial postérieur.

L'existence d'une griffe d'orteils en position debout statique était classée selon une échelle ordinale en 4 points : 0 « absence », 1 « discrète », 2 « modérée », 3 « sévère » (46,69).

### **2.2.3 Evaluations cliniques de la posture et de la marche**

Le patient était tout d'abord interrogé sur ses habitudes de marche : son mode de déplacement préférentiel en intérieur sur de courtes et de longues distances, en extérieur, et les aides techniques de marche et orthèses utilisées. La peur de chuter ressentie lors de la marche était estimée selon une Echelle Visuelle Analogique (EVA) scorée de 0 (aucune crainte) à 10 (une peur très importante).

#### 2.2.3.1 Echelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche des patients hémiplegiques vasculaires (Annexe 2)

Cette échelle a constitué le critère d'évaluation principal de ce travail. Elle a été mise au point en 2012 par le Dr Etienne Allart, dans le cadre de son travail de thèse, sous la direction du Dr Marc Rousseaux.

Cette échelle comprend deux sous-parties distinctes (Figure 3) :

- la première évaluant la station debout et les transferts comporte 9 items à savoir 4 items à dimension analytique (« déficiences ») et 5 à dimension fonctionnelle (« activités »).
- La seconde évaluant la marche compte 20 items dont 14 à dimension analytique et 7 à dimension fonctionnelle.

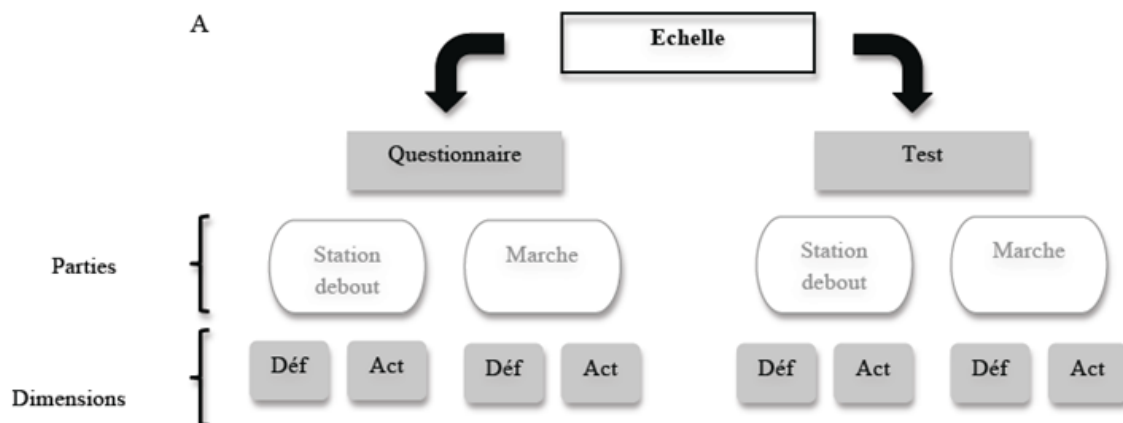


Figure 3 : Vue schématique de la structure de l'échelle, tirée de (83)

Chaque item représente une activité que le patient est capable de réaliser avec plus ou moins de facilité. La cotation des items se fait à l'aide d'une EVA bornée de 0 « impossible » à 10 « possible sans aucune difficulté », mesurée au dixième près.

L'évaluation est d'abord réalisée par le patient lui-même sous la forme d'un hétéroquestionnaire dirigé par l'examinateur, séquence nommée « questionnaire » (Q), puis par l'examinateur qui note de la même façon la réalisation effective des tâches réalisées lors du « test » (T).

Les items sont présentés selon un ordre logique de passation lors du questionnaire et du test mais sont organisés selon un mode d'analyse proximo-distale pour les déficiences et de complexité croissante pour les activités sur le formulaire de recueil des résultats.

La réglette d'EVA est présentée verticalement au patient pour limiter les erreurs secondaires à un éventuel syndrome d'héminégligence spatiale. Le curseur est placé arbitrairement au milieu de l'échelle lors du questionnaire. Pour la partie test « la face patient » non graduée de la réglette d'EVA est reproduite sous format papier, à l'échelle 1 : 1 pour l'ensemble des items permettant ainsi à l'examineur d'évaluer rapidement les différents items, en évitant au patient un temps de posture ou de marche trop important. Le score est obtenu dans un deuxième temps par mesure avec une règle millimétrée.

Différents scores peuvent ainsi être calculés à partir des items, chacun étant exprimé en pourcentage du score maximal possible (Tableau 1). Les scores sont d'autant plus élevés que la qualité des schémas posturaux et de marche est bonne et que la facilité à réaliser ces tâches est grande.

Tableau 1 : Différents sous-scores obtenus grâce à l'échelle, figure tirée de (83).

	<b>Station debout et transferts</b>	<b>Marche</b>	
<b>Déficiences</b>	$\frac{\text{Sous-score déficiences "station debout et transferts"}}{4 \text{ items}}$	$\frac{\text{Sous-score déficiences "marche"}}{14 \text{ items}}$	<b>Score total "déficiences"</b>
<b>Activités</b>	$\frac{\text{Sous-score activités "station debout et transferts"}}{5 \text{ items}}$	$\frac{\text{Sous-score activités "marche"}}{7 \text{ items}}$	<b>Score total "activités"</b>
	<b>Sous-score total "station debout et transferts"</b>	<b>Sous-score total "marche"</b>	<b>Score total de l'échelle</b>

Cette échelle nous permettait donc d'évaluer avec le patient l'impact de ses déficiences et les difficultés qu'il peut rencontrer lors des activités de la vie quotidiennes puis de les quantifier en situation de test. L'utilisation de cette même échelle avant et après l'intervention de NRS avait pour objectif d'apprécier l'impact concret de ce geste pour nos patients, selon leur ressenti personnel puis selon l'examineur et d'en comparer les résultats.

Le processus de validation de l'échelle a été débuté avec le travail du Dr Allart, il est encore en cours actuellement. Les premiers résultats ont montré que cette échelle offrait de bonnes qualités psychométriques. Ils sont en faveur d'une très bonne reproductibilité intra-examineur ( $ICC > 0.82$ ), la reproductibilité inter-examineur est plus modérée ( $0.67 < ICC < 0.9$ ). La validité de construit convergente a été testée contre les données de l'examen clinique et les scores obtenus à différentes échelles reconnues et utilisées en pratique courante pour l'évaluation des sujets hémiplegiques. Elle était satisfaisante contre les déficiences neuromotrices ( $p < 10^{-3}$ ) et visuo-spatiales ( $p < 0.05$ ), les paramètres fonctionnels posturaux ( $p < 0.01$ ) et le niveau d'autonomie ( $p < 10^{-4}$ ). La cohérence interne et la validité prédictive sur les capacités fonctionnelles étaient excellentes. La sensibilité au changement naturel était limitée sous réserve d'un échantillon de taille réduite (10 sujets) (83).

#### 2.2.3.2 Analyse des anomalies du schéma de marche

La sévérité des anomalies du schéma de marche étaient analysés grâce à une échelle d'évaluation visuelle basée sur des enregistrements vidéographiques : la Gait Assessment Interventional Tool (GAIT) (Annexe 3).

Cette échelle a été validée spécifiquement pour l'analyse de la marche hémiplegique, dans l'objectif d'être facilement et rapidement utilisable (84), elle dispose de bonnes qualité métrologiques. Sa passation nécessite un espace de marche permettant de réaliser au moins six pas et deux caméras, idéalement synchronisées, disposées de manière à obtenir une vue antéropostérieure et une vue de profil du sujet dans son ensemble afin de pouvoir réaliser une analyse de la marche dans les plans frontal et sagittal.

Elle permet d'analyser les mouvements des différents segments corporels et leur coordination lors de la marche à travers 31 items répartis en 3 sections, 4 items portant sur le

positionnement du membre supérieur et le tronc, 14 items portant sur le membre inférieur et le tronc lors de la phase portante, 13 items portant sur le membre inférieur et le tronc lors de la phase oscillante. Chaque item est coté de 0 à 1, 2 ou 3 de façon ordinale, en comparaison avec un schéma de marche normal et selon des critères précis détaillés dans le guide de passation. Un sujet sain obtient un score total de 0/62.

Les sujets marchaient à pieds nus, déshabillés jusqu'à la taille de manière à pouvoir apprécier les mouvements et positions respectifs de tous les segments du membre inférieur parétique. Ils pouvaient utiliser leur aide technique de marche habituelle (cane simple ou canne tripode le plus souvent).

Les données retenues comme variables d'étude étaient : le score total de la GAIT ainsi que le détail des items 4, 5 et 19 (redressement du tronc) ; 11, 12, 13 et 14 (positions du genou pendant la phase portante) ; 15,16 et 18 (varus, équin et position des orteils en phase portante) ; 26 et 27 (flexion de genou en phase oscillante) ; 29 et 30 (varus, équin en phase oscillante).

Dans notre étude, les premiers enregistrements vidéo graphiques ont du être réalisés à l'aide d'une caméra fixée sur un pied réglable disposé successivement latéralement puis face au sujet (en raison d'une défaillance technique du système vidéo de la salle d'analyse de la marche). Par la suite nous avons utilisé deux caméras synchrones, fixées l'une face à la piste de marche, la seconde de profil. L'analyse des vidéos a été effectuée en utilisant le logiciel libre Kinovea (<http://www.kinovea.org/fr/>), qui permet notamment de visionner les films en mode ralenti image par image et de mesurer les secteurs angulaires articulaires requis pour la cotation de l'échelle.

### 2.2.3.3 Autres évaluations de la posture et de la marche

Deux autres échelles fonctionnelles étaient utilisées pour situer le niveau d'indépendance fonctionnelle du patient dans les activités de transferts et de marche.

La *New Functional Ambulation Classification* (NFAC) (Annexe 4). Il s'agit d'une échelle de passation simple qui évalue les capacités et les aides humaines nécessaires lors de la marche. Elle distingue 9 niveaux de performance croissante : le niveau 0 correspondant à une marche impossible ou nécessitant l'aide d'au moins deux personnes, le niveau 4 correspondant à l'indépendance en terrain plat, les niveaux suivants correspondant à une indépendance croissante concernant le franchissement des escaliers jusqu'au niveau 9 qui signe l'indépendance complète à la marche. Elle a fait l'objet d'une étude de validation dont les résultats étaient excellents (Brun et al. 2000).

Le *Rivermead Mobility Index* (Annexe 5). Cet index validé chez les patients ayant subi un AVC compte 15 items binaires (possible-impossible) évaluant les transferts et la marche. Il comporte 14 questions adressées au patient et une tâche à réaliser (tenir debout 10 secondes sans aide) qui explorent la mobilité du patient, des retournements au lit jusqu'à la course (85). Il a été validé chez le sujet hémiplégique vasculaire et possède de bonnes qualités de reproductibilité et de sensibilité au changement (86).

### 2.2.3.4. Evaluation du changement global

La Global Assessment Scale (GAS) a été utilisée pour recueillir l'avis du patient et de l'examineur sur les changements induits par l'intervention sur ses capacités de transfert, d'équilibre et de marche. Il s'agit d'une échelle ordinale cotée de -4 (détérioration très marquée) à 4 (amélioration très marquée) en passant par 0 (pas de changement). Cette échelle

a déjà fait la preuve de ses qualités de mesure de l'évolution après traitement focal de la spasticité, qu'elle soit utilisée par le patient en autoévaluation ou par une tierce personne en hétéroévaluation (87) (88).

## **2.2.4. Evaluations instrumentales de la posture et de la marche**

### **2.2.4.1 Posturographie statique sur plateforme Zebris FDM (Zebris Inc)**

La plateforme Zebris est une plateforme de force électronique calibrée. Elle permet de mesurer, en posturographie statique, les variations du centre de pression sur un laps de temps défini et d'en déduire les mouvements du centre de gravité, reflétant ainsi l'équilibre statique du patient. Elle permet par ailleurs de mesurer la répartition relative du poids du corps sur chaque membre inférieur et entre avant et arrière pied.

Deux enregistrements successifs de 30 secondes chacun étaient réalisés : le premier était effectué les yeux ouverts (le patient ayant pour consigne de fixer un point droit devant lui), le second les yeux fermés. Les pieds du patient étaient positionnés au centre de la plateforme, de part et d'autre de deux lignes délimitant un espace droit et gauche ainsi qu'une zone d'appui antérieure et postérieure. Les acquisitions étaient réalisées à pieds nus et autant que possible sans aide extérieure quelle soit matérielle ou humaine.

Les paramètres retenus pour l'analyse étaient les suivants :

- Surface de l'ellipse de confiance (en mm<sup>2</sup>) yeux ouverts et yeux fermés
- Coefficient de Romberg défini par le rapport (surface yeux fermés/surface yeux ouverts)\*100
- Report de poids vers l'hémicorps parétique moyenné sur le temps d'enregistrement yeux ouverts, exprimé en pourcentage du poids total du patient
- Part relative d'appui sur le talon du côté parétique yeux ouverts



#### 2.2.4.2 Analyse de la marche sur tapis GAITRITE (CIR systems Inc)

Il s'agit d'un tapis de marche de 5.2 mètres, disposant de 16 128 capteurs de pression permettant une analyse des paramètres spatio-temporels de la marche sur une longueur de 4.3 mètres. L'acquisition se réalise idéalement à pieds nus mais le patient peut utiliser ses aides techniques de marche habituelles. Le logiciel calcule les empreintes podales en mesurant l'activation des capteurs à une fréquence d'échantillonnage de 30 Hz.

Dans le cadre de ce travail nous avons effectué 2 enregistrements distincts :

- le premier comptait 4 passages à vitesse de marche confortable, sauf pour les patients qui présentaient des difficultés ou une fatigabilité trop importante, pour lesquels seul 2 passages étaient réalisés.
- le second comptait 2 ou 4 passages à vitesse maximale

Les paramètres retenus pour l'étude à chaque enregistrement étaient les suivants, calculés en moyennant les différents passages à chaque vitesse :

- Vitesse de marche en m/sec
- Cadence en pas/min
- Longueur du pas droit et gauche en cm
- Le pourcentage de simple appui sur le pied parétique et le pied sain
- Durée des différentes phases du cycle de marche, exprimée en pourcentage du cycle
- Asymétrie spatiale relative définie par le rapport longueur du pas sain/longueur du pas parétique
- Asymétrie temporelle en phase portante définie par le rapport : % de phase portante côté parétique / % de phase portante côté sain

- Asymétrie temporelle en phase oscillante définie par le rapport % de phase oscillante côté sain / % de phase oscillante côté parétique (89) (90)

### **2.3 TRAITEMENT : NEUROTOMIE RAMICELLAIRE SELECTIVE TIBIALE**

L'ensemble des interventions a été réalisé à l'hôpital Roger Salengro, au CHRU de Lille, dans le service de Neurochirurgie Fonctionnelle et Stéréotaxique du Professeur Blond. Le geste chirurgical était effectué par les soins du Dr Nadia Buisset au cours d'une courte hospitalisation de trois jours.

Les rameaux nerveux à opérer étaient déterminés au préalable, lors de la consultation multidisciplinaire de la spasticité. La décision était prise en fonction de l'examen clinique sur table et de l'observation du comportement du pied en position debout statique et à la marche. Les branches motrices destinées au muscle soléaire et aux chefs médial et latéral du muscle gastrocnémien étaient toujours opérées car tous les patients inclus présentaient une déformation sévère en équin en lien avec une spasticité du triceps sural. Il pouvait y être associée une neurotomie sélective des branches destinées au muscle tibial postérieur en cas de déformation en varus attribuée à une spasticité de ce dernier.

La neurotomie était réalisée sous anesthésie générale selon la technique précédemment décrite (1.3.4). L'incision utilisée était verticale, en baïonnette. Les branches motrices étaient repérées par stimulation électrique bipolaire à une intensité de 0.2 à 2 mA. La réponse motrice était contrôlée visuellement par une tierce personne tenant le pied du patient (kinésithérapeute). La résection était jugée suffisante en per-opératoire si elle induisait une nette diminution des réponses motrices en flexion plantaire et/ou en varus lors des stimulations électriques (intensité de la stimulation nécessaire pour obtenir un mouvement multipliée par 4 au moins).

Les patients étaient levés le jour même de l'intervention par le kinésithérapeute du service. La reprise de la marche était autorisée d'emblée sous couvert de bas de contention et d'antalgiques si nécessaire. Le retour à domicile était effectif le lendemain de l'intervention. La prise en charge rééducative en kinésithérapie s'effectuait en service de MPR, le plus souvent sous la forme d'hospitalisation de jour. Les principaux objectifs de rééducation étaient un gain d'amplitude articulaire progressif en flexion dorsale, un travail proprioceptif et un réapprentissage du schéma de marche en fonction de l'amélioration apportée sur le positionnement du pied opéré. L'extension de genou devait dans un premier temps être limitée pour ne pas mettre en tension la cicatrice.

#### **2.4 ANALYSES STATISTIQUES**

Les analyses statistiques ont été réalisées par nos soins à l'aide du logiciel SPSS V18 (IBM). Les données quantitatives continues sont exprimées en moyenne et écart-types, les données qualitatives et quantitatives discontinues en effectif et pourcentage.

Les comparaisons des données mesurées avant et après la NRS ont été réalisées, selon la configuration des variables, à l'aide d'un test non paramétrique pour échantillons appariés (test de Wilcoxon), ou d'un test de Mann-Whitney. Les facteurs prédictifs d'efficacité ont été recherchés à l'aide d'un test de corrélation de Spearman. Le seuil de significativité était fixé à 0.05.

### 3 Résultats

---

#### 3.1 PATIENTS

Sur vingt-sept patients remplissant les critères d'inclusion quatorze ont été inclus dans l'analyse finale (Figure 4). Parmi les patients non inclus, trois ont refusé de participer à l'étude, l'intervention a été différée à leur demande pour six autres, un patient s'est vu récuser du fait d'un risque anesthésique trop élevé et trois patients n'ont pas pu être revus en postopératoire avant la date de clôture du recueil de données.

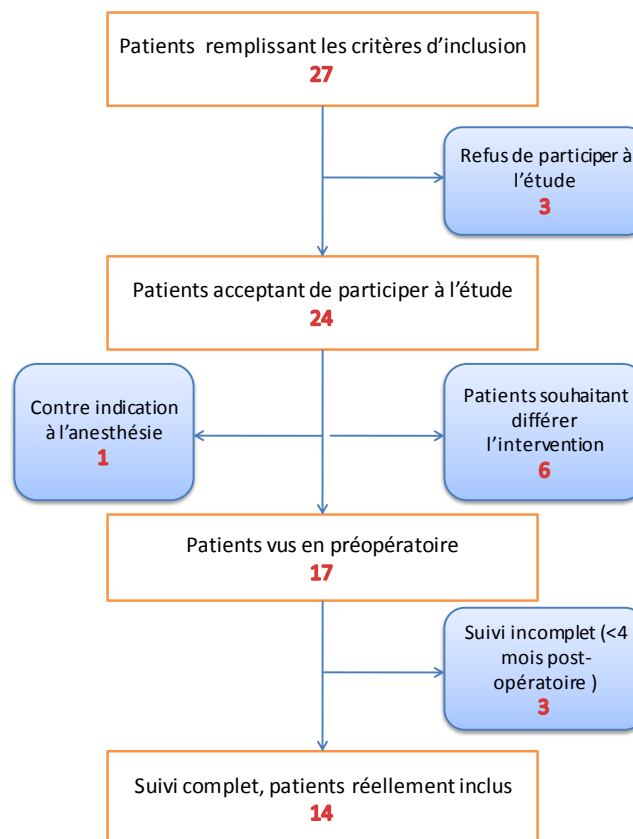


Figure 4 : Diagramme d'inclusion des patients

L'âge moyen des patients était de  $53,2 \pm 10,5$  ans (min 33 ans ; max 64 ans), la majorité était de sexe masculin (N= 9 soit 64.3%). Dix d'entre eux (71,4%) avaient présenté un AVC ischémique, la lésion était localisée à droite dans 8 cas (57,1%) et pour la majorité

dans le territoire sylvien (71,4%). Le siège exact de l'AVC n'a pas pu être recueilli pour 4 patients. Le délai moyen depuis l'AVC était de 2,7 ans (min 9 mois ; max 11.1 ans).

Dix patients prenaient un traitement oral de la spasticité, à savoir du Baclofène pour 5 d'entre eux, du Dantrium pour 4 autres et ces deux molécules pour une patiente. La quasi-totalité des patients (13/14) avait bénéficié au moins une fois avant l'intervention d'un traitement focal par toxine botulinique dans les muscles de la loge postérieure de la jambe. Dans 76,9% des cas la dernière injection remontait à plus de 6 mois.

**L'intervention chirurgicale** a concerné les rameaux destinés aux muscles soléaire et gastrocnémien pour tous les patients, ceux destinés au tibial postérieur dans 50% des cas.

### 3.2 EVALUATIONS ANALYTIQUES (TABLEAU 2)

L'intervention a été suivie d'une amélioration significative et franche de la spasticité du triceps sural et du tibial postérieur. Pour ce dernier muscle, la réduction du tonus était significative dans le groupe de patients pour lesquels la neurotomie avait visé le tibial postérieur ( $p = 0.017$ ), elle ne l'était pas dans l'autre groupe. Par ailleurs, le score total du tonus du membre inférieur opéré était significativement réduit. L'amélioration de la flexion dorsale passive était elle aussi significative, les valeurs angulaires dépassant largement la position neutre. Par ailleurs, la commande motrice sur les releveurs était faiblement mais significativement améliorée et on observait une tendance à l'affaiblissement du triceps sural.

Tableau 2 : Evolution des déficiences neuromotrices

	Pré		M4		p
	Moy	ET	Moy	ET	
<b>Goniométrie (°)</b>					
Flexion dorsale genou tendu	-11,79	7,23	12,71	7,02	<b>0,001</b>
Flexion dorsale genou fléchi	1,79	8,03	16,50	5,59	<b>0,001</b>
<b>Spasticité (Ashworth 0-5)</b>					
Score tonus total	15,86	3,55	8,43	4,09	<b>0,001</b>
Tonus Triceps	3,86	0,53	0,50	0,85	<b>0,001</b>
Tonus Tibial Post	2,00	0,88	0,64	0,74	<b>0,003</b>
<b>Commande motrice (MRC 0-5)</b>					
Triceps sural	1,93	0,83	1,43	0,76	0,112
Releveurs	1,57	1,02	2,00	0,88	<b>0,034</b>

Douze patients présentaient une griffe d'orteils avant l'intervention, la plupart étant jugées modérées (58%) (Figure 5). La neurotomie a été suivie d'une majoration de cette griffe chez 3 patients.

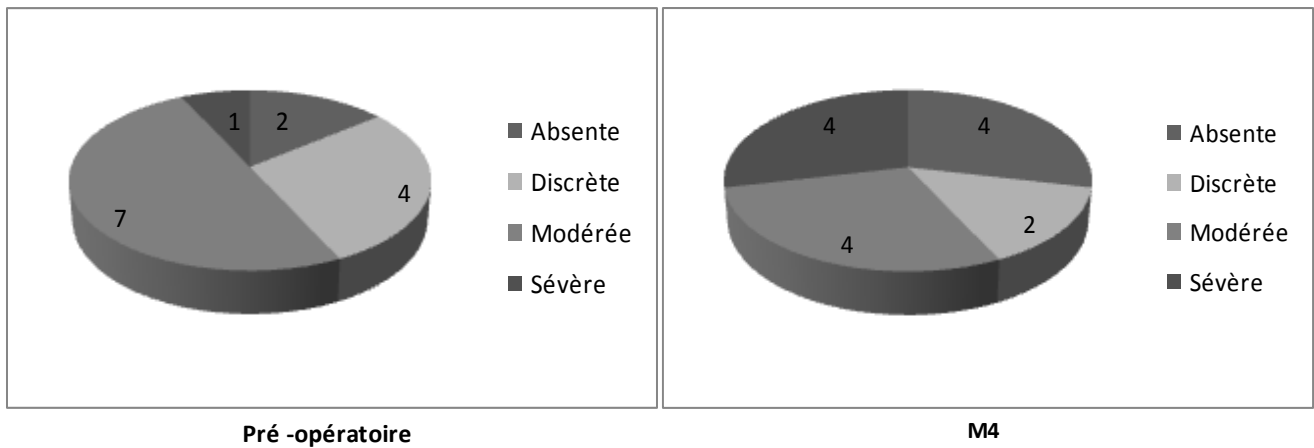


Figure 5 : Evolution de la griffe d'orteils

### 3.3 EVALUATION DES DEFICIENCES ET ACTIVITES POSTURALES ET DE MARCHE PAR LE PATIENT ET L'EXAMINATEUR

Ce chapitre présente les résultats des évaluations faites par l'échelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche des patients hémiparétiques vasculaires. Le score global de l'échelle allait dans le sens d'une amélioration, que ce soit du point de vue du patient ou de celui de l'examineur (Figure 6). Cette amélioration était plus marquée pour le patient, touchant l'équilibre comme la marche.

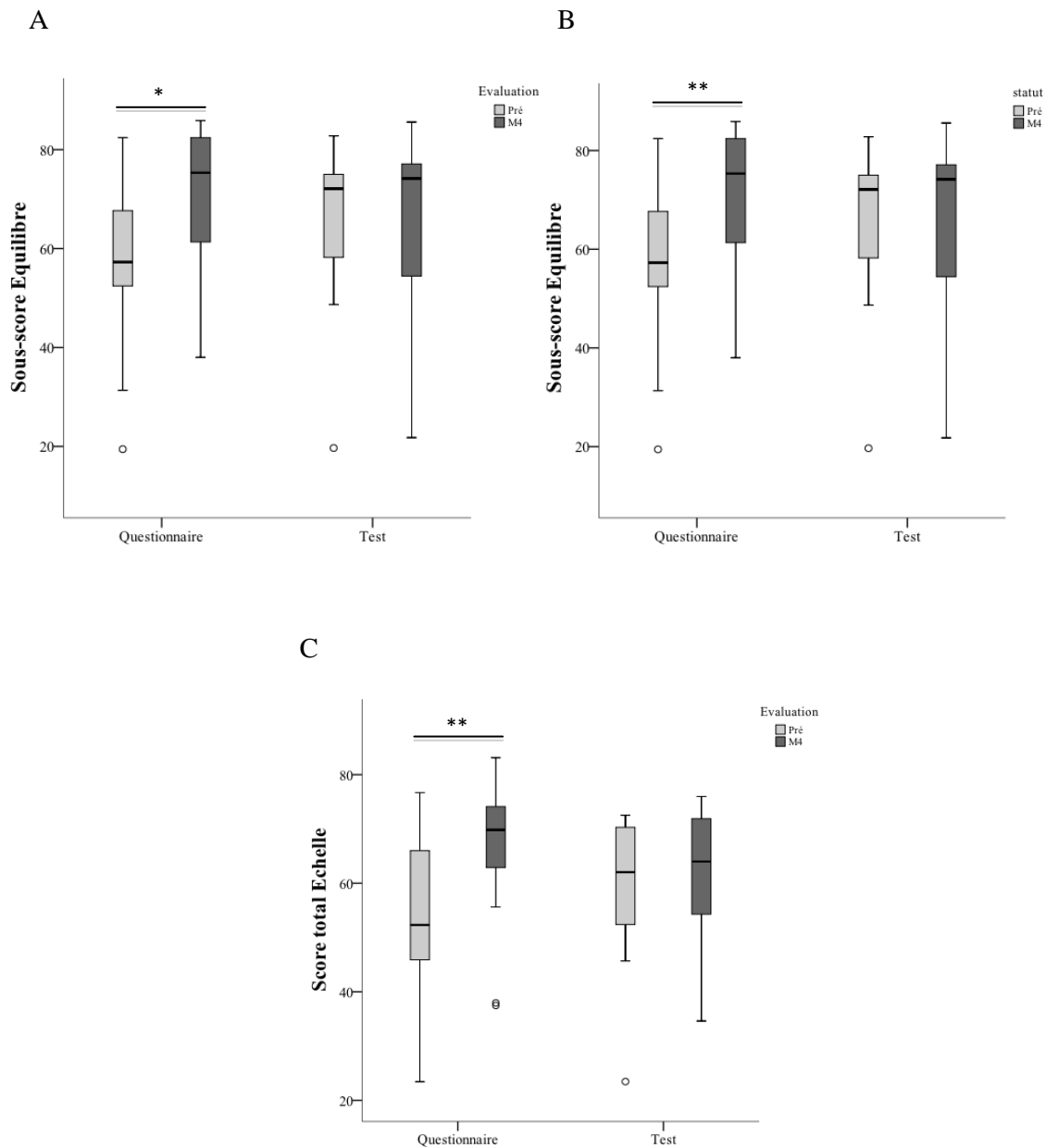


Figure 6 : Evolution des sous-scores « Equilibre » (A), « Marche » (B) et du score total de l'échelle (C), selon l'évaluation du patient (questionnaire) ou de l'examinateur (test)

### 3.3.1 Evaluation du patient

#### 3.3.1.1 Déficiences posturales et de marche

Les patients rapportaient une amélioration significative de leurs déficiences posturales et de marche (Tableau 3). Concernant les items susceptibles d'être modifiés par la neurotomie, on notait une amélioration significative des items évaluant le positionnement du

pied au sol en station debout mais aussi lors de la marche (varus et équin en phase portante comme oscillante). Les items relatifs au positionnement du genou lors des deux phases du cycle de marche n'étaient par contre pas modifiés.

**Tableau 3** : Evolution des anomalies du schéma postural et de marche selon le patient (*partie questionnaire-déficiences de l'échelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche de patients hémiplegiques vasculaires*)

	Pré		M4		p
	Moy	ET	Moy	ET	
<b>Sous score déficiences "station debout et transferts"</b>	54,32	22,34	68,38	14,62	<b>0,030</b>
Equin en station debout (item DE3)	4,59	3,40	7,51	1,10	<b>0,013</b>
<b>Sous score déficiences "marche"</b>	53,51	14,23	67,16	10,80	<b>0,002</b>
Flexion de genou en Ph oscillante (item DM4)	4,03	2,50	4,57	1,82	0,490
Récurvatum de genou (item DM5)	6,41	1,96	6,84	1,52	0,490
Equin en Ph oscillante (item DM7)	4,25	2,82	7,26	1,53	<b>0,001</b>
Equin en Ph portante (item DM9)	5,91	2,92	8,11	1,23	<b>0,002</b>
Varus (item DM10)	5,89	2,97	7,77	2,09	<b>0,016</b>
<b>Score total déficiences</b>	53,70	15,87	67,43	10,53	<b>0,002</b>

*Les sous-scores sont exprimés en pourcentage du score maximal, les items sur 10.*

### 3.3.1.2 Activités posturales et de marche

La neurotomie était suivie d'une amélioration de la facilité de réalisation des activités quotidiennes mettant en jeu l'équilibre debout et la marche (Tableau 4). Dans le détail des items, concernant la station debout seuls le demi-tour et l'équilibre debout avec déséquilibres intrinsèques (actions des membres supérieurs) étaient améliorés significativement. Pour la marche, le port de charge, la marche en double-tâche, la marche avec privation visuelle et le franchissement d'obstacle étaient facilités de manière significative, mais pas la marche simple « non perturbée ».



**Tableau 4** : Evolution des limitations d'activités dans la vie quotidienne selon le patient (*partie questionnaire-activités de l'échelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche des patients hémiplegiques vasculaires*)

	Pré		M4		p
	Moy	ET	Moy	ET	
<b>Sous score activités "station debout et transferts"</b>	59,76	19,47	69,70	23,23	<b>0,048</b>
Transfert assis-debout (item AE1)	6,99	2,50	7,94	1,64	0,146
Equilibre debout statique (item AE2)	7,01	2,17	7,08	2,00	0,300
Demi-tour sur place (item AE3)	5,47	2,75	7,21	2,30	<b>0,033</b>
Equilibre debout avec actions des mbs Sup (item AE4)	4,76	2,79	6,38	3,51	<b>0,039</b>
Ramasser un objet au sol (item AE5)	5,65	3,22	6,24	3,53	0,139
<b>Sous score activités "marche"</b>	51,15	18,90	61,90	23,52	<b>0,009</b>
Marche en intérieur sur sol régulier (item AM1)	6,95	1,62	7,50	1,14	0,142
Porter un sac de courses (item AM2)	3,82	3,50	6,17	3,46	<b>0,023</b>
Marcher en double tâche (item AM3)	5,91	3,50	7,30	2,44	<b>0,055</b>
Enjamber un obstacle (item AM4)	4,86	2,78	6,71	2,70	<b>0,005</b>
Marcher les yeux fermés (item AM5)	3,60	3,21	5,44	3,17	<b>0,039</b>
Marcher en terrain irrégulier (item AM6)	4,57	2,11	4,56	3,18	0,916
Franchir un escalier (AM7)	6,10	2,59	5,66	3,86	0,807
<b>Score total activités</b>	54,74	18,70	65,15	22,79	<b>0,014</b>

*Les sous-scores sont exprimés en pourcentage du score maximal, les items sur 10.*

### 3.3.2 Evaluation par l'examineur

#### 3.3.2.1 Déficiences posturales et de marche

Aucun item n'était amélioré de manière significative (Tableau 5). On notait néanmoins une tendance à la réduction du varus et de l'équin en phase portante (NS). Le recurvatum de genou paraissait quant à lui majoré de manière significative.

**Tableau 5** : Evolution des anomalies du schéma postural et de marche selon l'examineur (*partie test-déficiences de l'échelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche des patients hémiplegiques vasculaires*)

	Pré		M4		p
	Moy	ET	Moy	ET	
<b>Sous score déficiences "station debout et transferts"</b>	67,59	16,10	66,71	17,05	0,851
Equin en station debout (item DE3)	6,53	2,20	6,54	2,26	0,463
<b>Sous score déficiences "marche"</b>	62,02	12,03	63,06	6,03	0,925
Flexion de genou en Ph oscillante (item DM4)	3,16	1,81	3,46	2,26	0,379
Récurvatum de genou (item DM5)	7,31	1,47	5,31	2,64	<b>0,020</b>
Equin en Ph oscillante (item DM7)	5,96	1,33	5,95	1,86	0,975
Equin en Ph portante (item DM9)	7,33	2,22	8,09	1,27	0,124
Varus (item DM10)	5,61	2,77	6,92	1,57	0,102
<b>Score total déficiences</b>	63,26	12,18	60,31	12,93	0,397

*Les sous-scores sont exprimés en pourcentage du score maximal, les items sur 10.*

### 3.3.2.2 Activités posturales et de marche (Tableau 6)

Les sous-scores et le score total « activités » n'étaient pas modifiés. Seuls l'équilibre debout avec actions des membres supérieurs et la marche en terrain irrégulier étaient améliorés de manière significative, la marche en double tâche avait tendance à s'améliorer mais sans atteindre le seuil de significativité, tandis que le transfert assis-debout était significativement dégradé.

**Tableau 6** : Evolution des limitations d'activités selon l'examineur (*partie test-activités de l'échelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche des patients hémiplegiques vasculaires*)

	Pré		M4		p
	Moy	ET	Moy	ET	
<b>Sous score activités "station debout et transferts"</b>	65,60	18,51	65,56	18,56	0,311
Transfert assis-debout (item AE1)	7,77	1,35	7,01	1,73	<b>0,004</b>
Equilibre debout statique (item AE2)	7,84	1,37	7,94	1,20	0,571
Demi-tour sur place (item AE3)	6,14	1,93	6,17	1,23	0,286
Equilibre debout avec actions des mbs Sup (item AE4)	6,00	2,36	6,86	2,47	<b>0,018</b>
Ramasser un objet au sol (item AE5)	5,04	3,08	4,80	3,40	0,767
<b>Sous score activités "marche"</b>	41,71	19,20	47,42	26,60	0,221
Marche en intérieur sur sol régulier (item AM1)	6,20	1,74	6,44	1,78	0,490
Porter un sac de courses (item AM2)	4,36	3,01	4,87	3,36	0,173
Marcher en double tâche (item AM3)	2,84	3,07	4,26	3,84	0,091
Enjamber un obstacle (item AM4)	3,24	2,53	4,13	3,05	0,170
Marcher les yeux fermés (item AM5)	4,16	1,79	3,99	2,38	0,726
Marcher en terrain irrégulier (item AM6)	3,60	2,36	4,89	3,23	<b>0,023</b>
Franchir un escalier (AM7)	4,79	1,86	4,61	3,29	0,700
<b>Score total activités</b>	51,66	18,33	54,98	22,91	0,331

*Les sous-scores sont exprimés en pourcentage du score maximal, les items sur 10.*

## 3.4 EVALUATION DES PARAMETRES SPATIO-TEMPORELS DE MARCHE ET DES ANOMALIES DUSCHEMA DE MARCHE

### 3.4.1 Paramètres spatio-temporels (Tableau 7)

Les paramètres mesurés dans notre population en préopératoires montraient une vitesse de marche faible du fait à la fois d'une cadence et d'une longueur de pas réduites. La marche était modérément asymétrique, que ce soit pour les paramètres temporels ou spatiaux :

le pas du côté parétique était plus ample et la durée de la phase oscillante était plus importante du côté parétique, la durée de la phase portante était plus réduite particulièrement pour la durée de simple appui.

Après la neurotomie, on observait lors de la marche à vitesse confortable une augmentation significative du temps de simple appui du côté parétique et du côté sain, ainsi qu'une augmentation en miroir du temps oscillant du côté parétique. La vitesse et la cadence de marche n'étaient pas modifiées, la longueur du pas parétique avait tendance à être majorée. Les paramètres d'asymétrie spatiale et temporelle n'étaient pas modifiés. A vitesse rapide, la vitesse augmentait significativement, la cadence et la longueur du pas parétique également mais de manière non significative. Aucun autre paramètre n'était modifié.

**Tableau 7** : Evolution des principaux paramètres spatio-temporels de marche

	Pré		M4		P
	Moy	ET	Moy	ET	
<b>Vitesse confortable</b>					
Vitesse (cm/sec)	28,94	14,25	29,53	11,09	0,477
Cadence (pas/min)	63,51	22,98	58,57	18,54	0,917
Longueur pas parétique (cm)	31,29	11,26	34,52	7,51	0,678
Longueur pas sain (cm)	25,87	11,07	23,94	10,48	0,953
% oscillation membre parétique	47,07	26,34	48,93	21,15	<b>0,013</b>
% oscillation membre sain	30,29	26,09	26,41	19,24	0,110
% appui membre parétique	52,79	20,57	52,58	18,84	0,071
% appui membre sain	70,93	23,63	73,93	18,64	0,347
% simple appui parétique	19,72	7,80	25,25	5,14	<b>0,015</b>
% simple appui sain	37,67	10,85	40,94	12,95	<b>0,022</b>
Asymétrie spatiale	0,82	0,26	0,70	0,29	0,260
Asymétrie temporelle Ph oscillante	0,61	0,31	0,54	0,20	0,130
Asymétrie temporelle Ph portante	0,79	0,32	0,77	0,32	0,230
<b>Vitesse rapide</b>					
Vitesse (cm/sec)	40,68	16,77	48,76	15,79	<b>0,036</b>
Cadence (pas/min)	83,88	21,43	89,98	24,08	0,686
Longueur pas parétique (cm)	39,23	10,73	42,35	8,88	0,398
Longueur pas sain (cm)	33,15	11,44	31,87	14,66	0,674
% oscillation membre parétique	39,11	11,52	42,30	6,29	0,575
% oscillation membre sain	28,84	14,83	24,94	5,43	0,161
% appui membre parétique	58,17	8,01	57,71	6,29	0,833
% appui membre sain	74,15	11,95	75,07	5,44	0,091
% simple appui parétique	27,19	10,05	25,25	5,14	0,953
% simple appui sain	39,04	10,62	41,43	6,69	0,889
Asymétrie spatiale	0,85	0,19	0,77	0,34	0,575
Asymétrie temporelle Ph oscillante	0,54	0,11	0,59	0,11	0,161
Asymétrie temporelle Ph portante	0,85	0,32	0,77	0,07	0,553

### 3.4.2 Anomalies du schéma de marche (Echelle GAIT)

Le score total de l'échelle GAIT était amélioré mais de manière non significative (gain moyen de 1,5 point). Parmi les items sélectionnés, qui portaient sur des paramètres de marche pouvant spécifiquement être modifiés par l'intervention (soit de manière directe, soit de manière indirecte par diminution du retentissement sur les articulations sus-jacentes), seuls ceux relatifs à la cinématique du pied et de la cheville étaient améliorés (Tableau 8). On observait diminution significative de l'équin en phase portante mais pas en phase oscillante, et une réduction significative du varus en phase portante et oscillante. La cinématique du genou ne montrait pas d'amélioration de la position du genou en phase portante ni d'augmentation des valeurs de flexion en phase oscillante.

Tableau 8 : Evolution de la cinématique articulaire selon l'échelle GAIT

	Pré		M4		p
	Moy	ET	Moy	ET	
<b>Score total / 62</b>	33,36	4,80	31,86	3,90	0,294
<b>Phase portante</b>					
Extension de genou					
Contact initial (item 11)	1,29	0,73	1,36	0,63	0,705
Mise en charge (item 12)	0,71	0,47	0,93	0,62	0,317
Milieu d'appui (item 13)	1,50	0,52	1,71	0,73	0,317
Fin d'appui (item 14)	0,79	0,43	1,00	0,68	0,257
Equin (item 15)	1,71	0,47	1,21	0,58	<b>0,008</b>
Varus pied (item 16)	2,00	0,96	1,07	0,83	<b>0,006</b>
Griffes d'orteils (item 18)	0,73	0,65	0,64	0,50	0,564
<b>Phase oscillante</b>					
Flexion de genou					
Début de phase oscillante (item 26)	0,86	0,53	0,93	0,47	0,564
Milieu de phase oscillante (item 27)	2,50	0,65	2,71	0,47	0,083
Equin (item 20)	1,79	0,43	1,79	0,43	1,000
Varus (item 30)	1,00	0,00	0,57	0,51	<b>0,014</b>

*Plus le score d'un item est élevé, plus les anomalies cinématiques sont importantes.*

Si on ne s'intéresse qu'aux patients présentant un recurvatum de genou avant la neurotomie, on notait une tendance à l'amélioration du recurvatum lors de la mise en charge (item 12 ; p = 0.083).

### 3.5 EVALUATION INSTRUMENTALE DE LA POSTURE

Les paramètres stabilométriques n'étaient pas modifiés de façon significative, même si la surface de l'ellipse du déplacement du centre de pression était réduite et connaissait une moins grande variabilité interindividuelle (Tableau 9).

Concernant les appuis, le report de poids restait inchangé, prédominant sur le membre inférieur sain. On notait en revanche une nette amélioration du positionnement du pied parétique au sol. L'analyse baropodométrique montrait en effet un pourcentage d'appui sur le talon beaucoup plus important en postopératoire.

Tableau 9 : Evolution des paramètres posturaux sur plateforme de force

	Pré		M4		p
	Moy	ET	Moy	ET	
<b>Posturographie</b>					
Surface de l'ellipse yeux ouverts (mm <sup>2</sup> )	118,21	120,20	97,13	74,90	0,424
Surface de l'ellipse yeux fermés (mm <sup>2</sup> )	221,96	193,05	179,38	171,00	0,701
Coefficient de Romberg	218,91	151,65	230,49	160,09	0,790
<b>Baropodométrie</b>					
Report de poids sur le membre parétique (% poids total)	30,70	9,83	30,65	12,78	0,925
Appui talon côté parétique (% poids sur le mb)	21,81	23,04	61,75	22,50	<b>0,003</b>

### 3.6 AUTRES EVALUATIONS FONCTIONNELLES DE LA POSTURE ET DE LA MARCHÉ

La figure 7 illustre l'évolution des modes de locomotion préférentiels utilisés par les patients dans différentes conditions de marche. Avant l'intervention, seuls 2 patients n'étaient pas marchants en intérieur pour de petits trajets, mais plus de la moitié des patients utilisaient d'avantage le fauteuil pour les longs trajets. La moitié des patients seulement marchaient en extérieur. Suite à la neurotomie, on observait une diminution du nombre de sujets utilisant la marche sur de petits trajets, mais au contraire une augmentation du nombre de sujets marchants dans les deux autres situations.

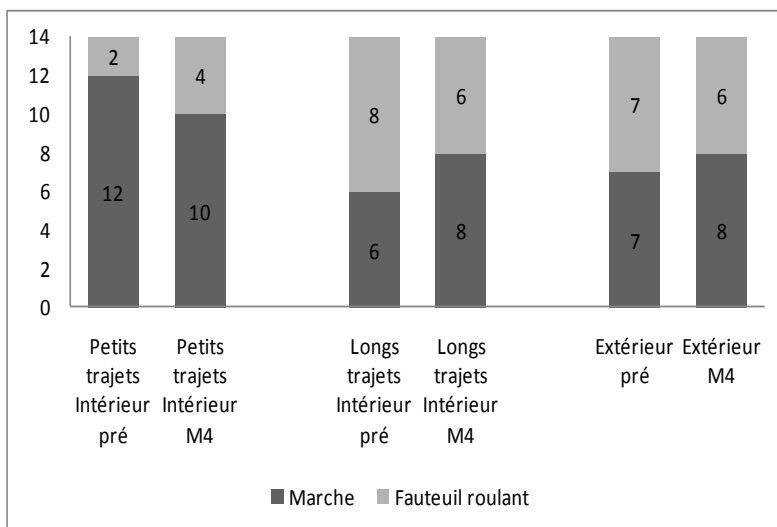


Figure 7 : Evolution des modes de locomotion préférentiels selon les conditions de marche.

Après l'intervention certains patients ont pu réduire leur appareillage et/ou leur besoin en aides techniques de marche (Figure 8) : sevrage du releveur pour 2 patients, passage d'un releveur rigide à un souple pour une personne, sevrage des chaussures orthopédiques pour une autre. Un releveur a au contraire été mis en place chez un patient non appareillé auparavant. Trois patients ont pu abandonner leur canne simple à l'intérieur, un autre passer d'une canne tripode à une canne simple. A l'extérieur, un patient a pu se détacher d'une aide humaine au profit d'une canne, à l'inverse d'un autre.

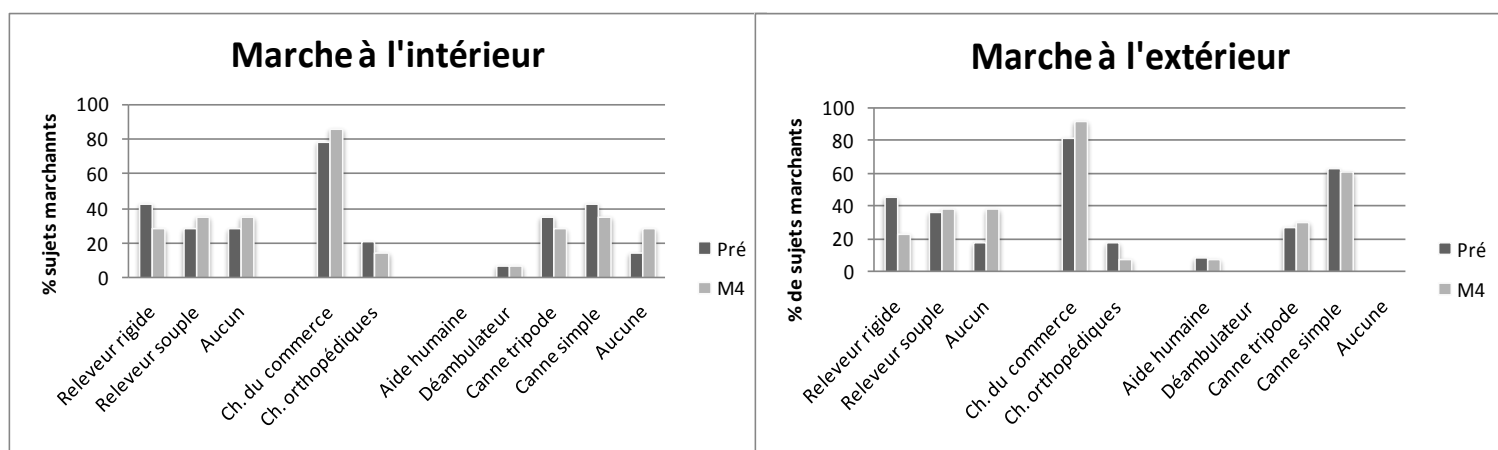


Figure 8: Appareillage et aides techniques de marche utilisés par les sujets marchants. Les résultats sont exprimés en pourcentage de sujets marchants dans chacune des situations.

L'EVA « peur de chuter » n'était pas modifiée (3,9 vs 3,8 ; p = 0.925). De même, il n'y avait pas de différence significative pour la NFAC (5,5 vs 5,2 ; p = 0.206) ni pour le RMI (10,8 vs 10,1 ; p = 0.717).

### 3.7 EVALUATION DU CHANGEMENT GLOBAL

L'échelle GAS soulignait une amélioration globale de l'équilibre et de la marche après NRS du nerf tibial. Cette amélioration était faible à modérée et significative pour les patients, plus faible et proche du seuil de significativité selon l'examineur (Tableau 10). Il existait cependant d'importantes variations interindividuelles.

Tableau 10 : Evaluation du changement induit sur l'équilibre et la marche selon la GAS

	<i>Moy</i>	<i>ET</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<b>p</b>
<b>Equilibre et transferts</b>					
GAS patient	1,14	1,79	-2	4	<b>0,039</b>
GAS médecin	0,86	1,79	-4	3	0,061
<b>Marche</b>					
GAS patient	1,64	1,28	-1	3	<b>0,002</b>
Gas médecin	1	1,62	-3	3	0,059

### 3.8 FACTEURS PREDICTIFS D'EFFICACITE

Pour l'étude des facteurs prédictifs d'efficacité, nous avons pris en compte comme variables dépendantes les deux évaluations les plus significatives lors de l'analyse descriptive, à savoir : (1) la différence entre les évaluations pré et post traitement des sous-scores « déficiences » et « activités » des dimensions « Station debout et transferts » et « Marche » du questionnaire de l'échelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de la posture et de la marche des patients hémiparétiques vasculaires et (2) d'autre part la différence de vitesse à allure rapide.

L'amélioration des sous-scores « activités » n'était corrélée à aucun des facteurs initiaux de l'évaluation, qu'ils mesurent les déficiences ou le statut fonctionnel. L'amélioration des sous-scores « déficience » n'était corrélée qu'à une seule variable, la longueur de pas à allure confortable (corrélation négative,  $p = 0.026$  et  $0.047$  respectivement pour les dimensions « Station debout et transfert » et « Marche »). Enfin, la différence de vitesse de marche à allure rapide était corrélée négativement à l'importance de l'asymétrie spatiale ( $p = 0.02$ ) et à la durée de simple appui du côté parétique. L'amélioration subjective globale de l'équilibre et de la marche (mesurée par la GAS) n'était expliquée par aucune variable initiale.

### **3.9 EFFETS SECONDAIRES**

Le tableau 11 recense les effets secondaires rapportés par les patients dans la période postopératoire précoce (0 à 6 semaines) et au moment de l'évaluation à 4 mois. On constate dans la phase précoce un taux important d'œdème du membre inférieur opéré et de douleurs nociceptives ainsi que quelques cas de douleurs neuropathiques péricicatricielles. Ces manifestations avaient pour la plupart disparues à 4 mois. Un patient a présenté une hypoesthésie de la plante du pied dès la phase précoce, persistante à 4 mois. Une patiente rapportait l'apparition précoce et durable de dysesthésies dans ce même territoire tibial avec installation plus progressive de douleurs neuropathiques modérées à type de fourmillements permanents. On notait enfin un retard de cicatrisation chez 3 patients, dont une désunion sévère nécessitant une reprise chirurgicale puis un suivi spécialisé en dermatologie, et malgré tout encore présente à M4.



Tableau 11 : Effets secondaires précoces et à distance

<b>Complication</b>	<b>Phase post-opératoire précoce</b>	<b>M4</b>
Douleurs nociceptives	6 (42,9%)	1(7,1%)
Douleurs neuropathiques	3 (21,4%)	2 (14,3%)
Dysesthésies	1 (7,1%)	1
Hypoesthésie territoire du nerf tibial	1 (7,1%)	1
Œdème du membre inférieur	8 (57,1%)	0
Retard de cicatrisation	3 (21,4%)	1

## 4 Discussion

---

L'objectif principal de ce travail était d'évaluer l'efficacité de la NRS tibiale perçue par le patient dans la vie quotidienne concernant ses capacités d'équilibre et de marche. Une évaluation multidimensionnelle a par ailleurs été réalisée pour mesurer les autres aspects des modifications induites par la NRS dans le cadre du traitement du pied spastique post-AVC.

Les résultats ont montré une efficacité ressentie par le patient à la fois sur les déficiences et les activités posturales et de marche. Les patients rapportaient en effet une amélioration significative du positionnement du pied au sol lors de la station debout et de la marche (réduction de l'équin et du varus) ainsi qu'une amélioration des scores globaux relatifs aux activités, témoignant d'une facilitation dans la réalisation des activités de vie quotidienne testées. L'analyse multidimensionnelle mettait en évidence une efficacité de la neurotomie sur les déficiences neuromotrices, la répartition des appuis du pied opéré, les paramètres spatio-temporels de marche globaux et la cinématique articulaire de cheville, l'évaluation fonctionnelle était moins univoque.

### 4.1 EVALUATIONS ANALYTIQUES

La neurotomie était suivie d'une diminution importante de la spasticité du triceps sural et du tibial postérieur, ce qui rejoint l'ensemble des données de la littérature, tout comme le gain d'amplitude articulaire en flexion dorsale passive (31,46,69,70,76,77,91). La flexion dorsale passive restait néanmoins incomplète pour certains patients, faisant alors évoquer le plus souvent une rétraction musculaire sous-jacente, comme cela est fréquemment le cas chez les patients présentant une parésie spastique (4), qui nécessite alors une chirurgie

d'allongement tendineux. La durée limitée du suivi n'a pas permis d'étudier la rémanence de l'amélioration de la spasticité, qui est un sujet qui prête parfois encore à débat (68,91). Plusieurs auteurs ont en effet constaté une récurrence des déformations et des limitations articulaires à distance du geste (1 an et plus) (Marc Rousseaux et al. 2009; Roujeau et al. 2003; Collado et al. 2006; Kevin Buffenoir et al. 2004). La physiopathologie de cette récurrence n'est pas clairement établie. Pour certains auteurs elle serait due à une réapparition de la spasticité (68) tandis que d'autres l'attribuent davantage à une part de rétraction musculaire (69,92) ou une résection insuffisante d'emblée (72). Il est vrai que la physiopathologie de la repousse nerveuse des fibres sensitives et les données de l'analyse EMG, qui montre notamment une diminution prolongée de l'amplitude du réflexe H et du rapport Hmax/Mmax, ne semblent pas en faveur d'une réorganisation efficace de l'arc réflexe impliqué dans la spasticité (72,91,93).

La relâche induite sur le tonus des fléchisseurs plantaires a permis d'obtenir une amélioration significative de la commande motrice des muscles releveurs du pied, dans des proportions comparables à ce qui avait déjà été décrit (gain de 0.43 pt en moyenne sur l'échelle MRC dans notre étude, 0.5 pt pour Rousseau et al) (46,69,70). La commande motrice restait néanmoins nettement déficitaire lors de l'examen analytique (force cotée à 2/5 sur l'échelle MRC) et l'impact fonctionnel était faible. Cela s'explique, au-delà de la faiblesse de la commande motrice, par son manque de sélectivité et la présence de co-contractions, d'autant plus importantes que le mouvement effectué est complexe et met en jeu un grand nombre de muscles. Il faut de plus mentionner que l'examen analytique sur table ne reflète pas toujours la force qui peut être développée en situation de fonction. Cliniquement ce manque de commande sur les releveurs du pied se matérialisait par une chute du pied en phase oscillante et donc l'absence d'amélioration de l'équin à pieds nus lors de l'évaluation vidéo. En cas de déficit sévère en préopératoire, il semble donc important d'informer le

patient qu'une orthèse suro-pédieuse pourra rester nécessaire après l'intervention, la neurotomie ne permettant que de démasquer une motricité déjà existante mais n'ayant aucune action directe sur les muscles releveurs du pied (62).

La neurotomie induisait enfin, comme cela a été démontré auparavant, un affaiblissement des muscles fléchisseurs plantaires par réduction du nombre d'unités motrices fonctionnelles (70,72). Si cette réduction de force pourrait être une gêne à la propulsion chez le sujet sain, il apparaît que chez le sujet hémiplégique l'impact fonctionnel n'est pas évident. Cela s'explique par la place prépondérante du pas antérieur sur le pas postérieur souvent réduit (23,69), et par un gain du moment fléchisseur plantaire lors de la propulsion induit par le gain de flexion dorsale en fin de phase portante (35,56). Cette dénervation serait de plus transitoire, la commande motrice retrouvant son niveau antérieur, essentiellement par bourgeonnement des motoneurones  $\alpha$  résiduels, après un délais allant de quelques mois à quelques années selon les auteurs (62,70,72,75).

#### **4.2 EVALUATION DES DEFICIENCES ET ACTIVITES POSTURALES ET DE MARCHE PAR LE PATIENT ET L'EXAMINATEUR**

L'utilisation de cette nouvelle échelle (Echelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche des patients hémiplegiques vasculaires) est novatrice par plusieurs aspects. Elle a d'abord un caractère écologique fort. Elle introduit ensuite une notion nouvelle en termes d'évaluation fonctionnelle, à savoir la facilité associée à la réalisation d'une activité plutôt qu'une mesure en termes de capacités pures ou de performances. Cette notion est particulièrement primordiale dans l'évaluation faite par le patient lui-même ; en effet, il n'est pas rare que le patient décrive une amélioration de l'équilibre ou de la marche, mais que celle-ci ne soit pas palpable en termes de capacités pures, mais plutôt par une

amélioration plus globale incluant une facilitation des fonctions et une moindre appréhension. Cette échelle offre ainsi un outil approprié pour évaluer les résultats de traitements qui, comme la neurotomie, ont un objectif avant tout fonctionnel. L'évaluation réalisée par l'examineur, qui évalue les mêmes items que le patient, permet de comparer les deux points de vue. Enfin, sur un plan plus méthodologique, ce travail participe à l'étude de la sensibilité au changement de l'échelle, même si le faible échantillon ne nous a pas permis de calculer des indices propres de sensibilité au changement (comme la taille de l'effet ou la réponse moyenne standardisée).

#### 4.2.1. Déficiences posturales et de marche

Les résultats mettaient en évidence une efficacité plus importante du point de vue du patient que de celui de l'examineur. Patient et médecin étaient néanmoins en accord sur la nature des items améliorés (positionnement du pied et non du genou), ce qui rejoignait les données de l'analyse vidéo par l'échelle GAIT et laisse penser que l'évaluation des patients était relativement valide. Sur la nature même de l'évaluation, d'une part le ressenti du patient peut rester plus empreint de subjectivité que l'observation du médecin, mais à contrario le ressenti du patient se base sur une période d'évaluation plus longue et dans les conditions réelles de réalisation des activités posturales et de marche, à la différence de celle de l'examineur réalisée lors d'une courte consultation où le patient peut être perturbé par les conditions d'examen. Par ailleurs, dans ce contexte de prise en charge le désir de progresser et de tirer le maximum de bénéfice de l'intervention joue probablement un rôle dans la perception de son efficacité par le patient: surestimation en cas d'enthousiasme, sous-estimation en cas de déception, ce qui rappelle l'importance de fixer des objectifs communs clairs et réalistes avant l'intervention. Certains patients peuvent par ailleurs être déstabilisés

en situation de test, et modifier leurs habitudes de marche amenant naturellement l'examineur à donner un score plus faible en cas de dégradation.

#### 4.2.2 Activités posturales et de marche

L'amélioration était là aussi plus importante du point de vue du patient et touchait un plus grand nombre d'activités. De la même façon que pour les déficiences, effectuer des tâches en situation de test peut amener le patient à perdre sa spontanéité et échouer sur des items pourtant réussis à domicile. C'est d'ailleurs là que le questionnaire du patient revêt son plus grand intérêt en permettant au médecin d'appréhender l'efficacité en situation réelle, le patient expérimentant ses activités du quotidien au long court. Dans le détail, les items relatifs à l'équilibre debout statique, les transferts assis-debout et la marche en terrain régulier n'étaient pas modifiés mais ces items étaient déjà réalisés sans trop de difficultés avant l'opération (scores proches de 7/10), ce qui ne laissait qu'une faible marge de progression. Les tâches plus complexes contribuant à l'indépendance dans la vie quotidienne, comme l'équilibre avec déséquilibres intrinsèques et le demi-tour sur place, étaient par contre significativement améliorées. Concernant les activités supérieures de marche, tous les items étaient améliorés hormis le franchissement des escaliers et la marche en terrain irrégulier. Il faut rappeler néanmoins que seuls 8 patients utilisaient préférentiellement la marche en extérieur et pouvaient ainsi expérimenter régulièrement la marche en terrain irrégulier, tâche par ailleurs souvent redoutée par la plupart des patients.

Si on s'intéresse en détail aux scores préopératoires on constate que les patients avaient tendance à majorer leurs déficiences (scores faibles) mais à surestimer la facilité avec laquelle ils réalisaient les activités (score élevé), ce qui confirme les résultats obtenus par Allart et al lors du travail de validation de l'échelle (83). L'habituatation aux troubles et la mise

en place de compensations avaient été évoqués pour expliquer la surestimation de la facilité à réaliser les activités, les patients perdant en partie la notion de marche normale. Pour les déficiences, les défauts rapportés étaient souvent des défauts pointés et travaillés en kinésithérapie poussant peut être le patient à en majorer l'importance.

### **4.3 EVALUATION DES PARAMETRES SPATIO-TEMPORELS DE MARCHE ET DES ANOMALIES DU SCHEMA DE MARCHE**

#### **4.3.1 Paramètres spatio-temporels**

Avant l'intervention, notre population présentait les caractéristiques de marche classiquement observées chez les sujets hémiplegiques : vitesse de marche réduite du fait d'une diminution de la cadence mais aussi de la taille du pas, marche asymétrique avec allongement des temps portants du côté sain et du temps oscillant du côté parétique, majoration du temps de double appui, et asymétrie spatiale avec une longueur de pas plus importante du côté pathologique (23,25,32,94-96).

Suite à la neurotomie, la vitesse de marche était améliorée à vitesse rapide. Un effet positif sur la vitesse avait déjà été rapporté par plusieurs auteurs, avec une amélioration significative pour certains (46,70,76), présente mais non significative pour d'autres (31,69,75). Les profils de vitesses restaient néanmoins inférieurs à ceux des sujets sains et individuellement le gain était modéré, principalement lié à une augmentation de la cadence. Le gain de vitesse est un objectif fonctionnel pour tout traitement visant l'amélioration des capacités de marche en vie quotidienne, mais qui est malheureusement difficile à atteindre, comme cela a pu être montré notamment après injection de toxine botulique (46,97).

Le pourcentage d'appui monopodal était significativement amélioré lors de la marche à allure confortable, du côté parétique comme du côté sain, ce qui témoigne d'une meilleure stabilité, et confirme les résultats obtenus par Caillet et al 6 mois après une NRS tibiale (31). Le gain de stabilité est un des objectifs principaux de l'intervention, il est lié en grande partie à l'amélioration induite sur le positionnement du pied parétique lors de la phase d'appui. L'asymétrie de marche, qu'elle soit temporelle ou spatiale et dont il a été démontré qu'elle était liée aux capacités posturales et de marche (89,95), n'était pas modifiée. Cette absence d'amélioration, tout comme celle des autres paramètres d'évaluation, peut s'expliquer par la participation d'anomalies plus proximales (faiblesse, spasticité, limitations articulaires) sur lesquelles la neurotomie n'agit pas et qui s'inscrivent dans un schéma pathologique global.

#### **4.3.2 Anomalies du schéma de marche (Echelle GAIT)**

La neurotomie avait tendance à apporter une amélioration du schéma de marche comme en témoigne la diminution du score de l'échelle GAIT.

Dans le détail, c'est essentiellement le positionnement du pied qui était amélioré, soit un effet direct de la neurotomie sur les anomalies primaires visées par le traitement. La diminution du varus en phase oscillante et l'amélioration de la flexion dorsale à l'attaque du pas comme lors du second roulement avaient déjà été notées (31,46,69,70,75,78), de même que la réduction du varus en phase oscillante (70,75). L'équin n'était pas contre pas modifié en phase oscillante contrairement aux résultats de Deltombe et al en 2010 (70) mais notre évaluation était semi-quantitative à la différence de la leur ce qui peut atténuer les améliorations modérées.



Les effets sur la cinématique des articulations sus-jacentes, en particulier du genou, étaient moins francs. On ne notait ainsi pas d'amélioration franche du recurvatum de genou en phase portante contrairement à la plupart des travaux antérieurs (31,46,69,70,78). Il existait tout au plus une tendance à l'amélioration du recurvatum lors de la mise en charge, ce qui n'est pas le moment le plus fréquent dans le cadre de l'hypertonie des muscles de la loge postérieure. Nous observions par ailleurs une tendance à l'amélioration du pic de flexion de genou en phase oscillante, ce qui rejoint les données de la littérature et confirme l'importance de la flexion dorsale en fin de phase portante pour la flexion de genou en phase oscillante (35,56). L'hypertonie tricipitale est une des causes de recurvatum de genou et de raideur du genou en phase oscillante, mais elle n'est pas la seule, ce qui pourrait expliquer l'absence d'évolution nette de ces deux paramètres. En effet, ni la faiblesse et l'hypertonie du quadriceps génératrice de recurvatum, ni la faiblesse des fléchisseurs de hanche et l'hypertonie quadricipitale génératrices de raideur en phase oscillante ne sont impactées par la NRS tibiale. Enfin, la cinématique de la hanche n'était pas modifiée, rejoignant des résultats antérieurs (31,70).

#### **4.4 EVALUATION INSTRUMENTALE DE LA POSTURE**

La posturographie statique ne peut prétendre refléter l'équilibre dynamique mis en jeu en situation de vie quotidienne, elle permet néanmoins d'avoir une évaluation minimaliste de la posture. Nous n'avons pas mis en évidence de modification des paramètres stabilométriques ni de modification des paramètres de visuo dépendance évalués par le coefficient de Romberg. Outre le caractère peu écologique de la mesure, la persistance d'anomalies neurologiques sur l'ensemble de l'hémicorps pourrait expliquer l'absence de modification des données de posturographie statique.

L'analyse baropodométrique soulignait par ailleurs une augmentation franche et significative de l'appui sur le talon qui s'explique naturellement par la relâche induite sur les muscles fléchisseurs plantaires. L'appui était donc davantage plantigrade, ce qui est un des objectifs analytique clairement définis avec le patient. Cela avait déjà été constaté cliniquement et de manière semi quantitative (46,69,72) mais jamais à notre connaissance en utilisant une mesure instrumentale continue.

La répartition du poids du corps se faisait davantage sur le membre inférieur sain (13,14,98). L'amélioration induite sur le positionnement du pied opéré n'était pas suffisante pour modifier significativement la répartition des appuis. Le défaut de report de poids est plurifactoriel chez le sujets hémiplegiques, il s'inscrit dans un schéma moteur et postural global résultant de la conjugaison de troubles sensitifs, de la spasticité et des déficits moteurs ainsi que des troubles visuo-spatiaux (14). Il n'est donc pas étonnant que la correction d'un seul de ces facteurs n'induisse pas de modification plus marquée. La rééducation postopératoire aide le patient à prendre conscience de ces défauts d'appui et tirer bénéfice du geste chirurgical.

#### **4.5 AUTRES EVALUATIONS FONCTIONNELLES DE LA POSTURE ET DE LA MARCHÉ**

Les résultats de notre étude étaient moins favorables concernant l'impact de l'intervention sur les capacités de marche en situation de vie quotidienne, mesuré par différentes évaluations objectives. On est surpris de constater un nombre moins important de sujets utilisant préférentiellement la marche pour réaliser les petits trajets du quotidien alors que le nombre de sujets marchants augmentait pour les longs trajets et les déplacements à l'extérieur. La dégradation mise en évidence sur les petits trajets concernait 2 patients pour

lesquels l'évolution postopératoire n'a pas été optimale : le premier n'a pas pu être pris en charge en rééducation immédiatement après l'opération et a considérablement perdu confiance en lui suite à la modification de ses habitudes de marche ; le second a présenté une désunion sévère de cicatrice, encore présente au moment de l'évaluation, ce qui l'a contraint à l'immobilisation en fauteuil et a retardé la rééducation. Cette même patiente a également du utiliser son fauteuil roulant à l'extérieur ce qu'elle ne faisait pas auparavant. Le nombre plus important de patients marchants plus volontiers sur de grandes distances témoigne lui d'une amélioration fonctionnelle certaine. L'étude du périmètre de marche, en particulier sur 6 minutes, aurait pu permettre de préciser les progrès fonctionnels ; il existe en effet des liens importants entre périmètre de marche et autonomie fonctionnelle en vie quotidienne (99).

Certains patients ont pu alléger leurs aides techniques de marche et/ou leur appareillage, comme cela avait déjà pu être observé (31,46,69,76).

Une amélioration du RMA (hétéroévaluation) était rapportée par Rousseaux et al (46,69), qui notait également une amélioration de la FAC (version antérieure de la NFAC, disposant de moins de catégories de classement). Nous ne retrouvons pas d'amélioration du RMI et de la NFAC dans notre étude. Il faut néanmoins souligner que dans ces études l'amélioration de la FAC était plus franche et significative à pieds nus, situation qui n'a pas été testée dans notre travail.

L'EVA « peur de chuter » n'était pas non plus modifiée laissant la aussi penser que la rééducation doit intervenir pour redonner de l'assurance aux patients après l'intervention.

#### **4.6 EVALUATION DU CHANGEMENT GLOBAL**

Les données de la GAS allaient dans le même sens que l'échelle précédente. Elles soulignent une amélioration significative de la posture et de la marche selon le patient quand l'examineur note une tendance à l'amélioration, néanmoins non significative. Cette amélioration était en moyenne modérée mais avec une grande variabilité interindividuelle. Une dégradation a été notée chez 3 patients : le premier du fait d'un retard de prise en charge en rééducation, le second du fait d'un retard de cicatrisation empêchant la reprise de la marche, le troisième a considérablement dégradé son équilibre statique et dynamique sans cause évidente en dehors de la chirurgie hormis l'utilisation exclusive d'un déambulateur lors de la reprise de l'appui, ce qui peut favoriser la projection antérieure du centre des pressions.

#### **4.7 FACTEURS PREDICTIFS D'EFFICACITE**

Les résultats de notre étude sont en accord avec ceux de Rousseaux et al (69) concernant les facteurs prédictifs de l'efficacité de la neurotomie : les caractéristiques de l'AVC et les paramètres démographiques initiaux n'étaient pas des facteurs prédictifs de l'efficacité ; l'amélioration subjective globale de l'équilibre et de la marche n'était expliquée par aucune des variables initiales.

Nous ne retrouvons pas les corrélations observées par Rousseaux et al entre les tests fonctionnels pré et postopératoires, en sachant que les tests utilisés n'étaient pas exactement identiques (FAC et RMA versus NFAC et RMI), mais notre étude mettait elle aussi en évidence des corrélations négatives entre les variables initiales (notamment les données de l'analyse de la marche) et l'amélioration observée. Cela signifie que la tendance allait vers une amélioration d'autant plus marquée que le déficit initial était important, ce qui pourrait

laisser penser que les patients présentant des troubles sévères de la posture et de la marche tirent plus de bénéfice de la NRS tibiale. Cette extrapolation est cependant à nuancer car notre étude s'adressait avant tout à des sujets utilisant la marche dans la vie quotidienne donc ayant un niveau fonctionnel relativement bon dans ce contexte de post-AVC.

#### **4.8 EFFETS SECONDAIRES**

L'œdème du membre opéré et les douleurs nociceptives postopératoires précoces sont des manifestations fréquentes dans toute chirurgie du membre inférieur, il n'est donc pas surprenant qu'elles soient les plus représentées dans les suites immédiates de l'intervention. On constate d'ailleurs qu'elles avaient le plus souvent disparu avant 4 mois. Ces 2 complications sont de plus systématiquement prévenues par le port de bas de contention et une prise en charge antalgique adaptée à l'intensité de la douleur.

Les douleurs neuropathiques et complications sensitives ne sont pas communément décrites dans la littérature, mais la plupart des auteurs ne les recherchaient pas de manière systématique. Buffenoir et al mentionnaient tout de même 5,4% de douleurs de déafférentation, Rousseaux et al en retrouvaient chez près d'un tiers des patients à 4 mois, 20 % à 1an, principalement quand un geste était effectué sur le long fléchisseur des orteils, imposant alors une dissection intratronculaire plus à risque de complications sensitives (69,76). Dans notre série, aucun patient n'a subi de geste de ce type. Les douleurs neuropathiques étaient d'avantage localisées dans la zone péri-cicatricielle et au niveau de la face postérieure de la jambe que dans le strict territoire du nerf tibial. On peut donc penser qu'elles résultent de lésions des petits rameaux nerveux sensitifs superficiels survenues lors

de l'incision cutanée nécessaire à l'exposition du nerf tibial et non de la neurotomie elle-même.

Un patient rapportait la majoration d'une hypoesthésie plantaire déjà présente avant l'opération, et pour laquelle la gêne n'était pas majorée. Une patiente a vu apparaître des dysesthésies plantaires qui pourraient être imputées au geste.

On notait enfin 3 retards de cicatrisation à la phase initiale. Il s'agissait pour 2 d'entre eux de complications locales banales d'évolution favorable avant l'évaluation à M4 à savoir : un retard de fermeture en lien avec des frictions mécaniques locales provoquées par un releveur rigide chez un patient, une surinfection locale superficielle favorisée par un terrain diabétique chez un autre. La dernière patiente a en revanche présenté une désunion majeure jusqu'au plan profond, sans signe de surinfection, ayant nécessité une reprise chirurgicale. Les facteurs favorisants relevés étaient une toxicomanie, un défaut d'observance du port des bas de contention, et le non-respect à domicile des consignes postopératoires précoces visant à ne pas solliciter la cicatrice en tension. Il s'agit manifestement d'un cas particulier pour lequel l'évolution est restée compliquée par la suite : la patiente est actuellement suivie en dermatologie suite à une greffe de peau après échec d'une reprise chirurgicale et d'une tentative de cicatrisation dirigée. On comprend alors aisément que les résultats fonctionnels obtenus chez cette patiente aient été très médiocres.

#### **4.9 PLACE DE LA NEUROTOMIE TIBIALE DANS LA DEMARCHE DE PRISE EN CHARGE DU PIED SPASTIQUE POST-AVC**

La NRS tibiale constitue l'un des maillons de la prise en charge globale de la spasticité focale des muscles de la loge postérieure. Ainsi, elle fait le plus souvent suite à un traitement

focal pharmacologique par toxine botulinique, avec une efficacité cependant plus importante et durable (46). Cet effet plus significatif peut d'ailleurs faire pencher d'emblée pour la NRS sans traitement par toxine botulinique préalable, chez des patients sévèrement spastiques. D'autre part, la NRS constitue pour grand nombre de patients une étape du traitement, permettant d'agir sur une des causes majeures de la déformation distale (la spasticité), mais ne corrigeant pas les rétractions musculaires, les déséquilibres induits par les autres groupes musculaires spastiques (la prépondérance du muscle tibial antérieur, varisant, par exemple) ni les laxités articulaires éventuelles. Ici se trouve alors la place de la chirurgie orthopédique, dernière(s) étape(s) avant l'obtention d'un résultat final.

Les résultats obtenus après une NRS tibiale seule ne représentent donc, chez les patients qui devront bénéficier de gestes complémentaires, qu'une partie des résultats que l'on peut espérer obtenir à la fin de la prise en charge neuro-orthopédique. Ceci peut expliquer, notamment chez des patients sévèrement spastiques, les gains fonctionnels partiels constatés.

Enfin, il faut souligner l'importance de la prise en charge rééducative dans la prévention et l'entretien des complications neuro-orthopédiques des patients spastiques, en particulier au décours de gestes chirurgicaux qui modifient de manière importante la configuration locale du membre inférieur, et pousse le patient à adopter de nouvelles habitudes de fonctionnement dans ses activités posturales et de marche.

#### **4.10 LIMITES**

L'effectif réduit est le principal facteur limitant de notre étude, il limite la puissance statistique (ce qui peut expliquer une part des résultats non significatifs) et pose le problème de l'extrapolation des résultats. La NRS tibiale reste une intervention qui s'adresse à un

nombre limité de patients, qui doivent de plus être demandeurs d'une prise en charge chirurgicale. Les possibilités de recrutement sont donc relativement faibles, comme le montre l'effectif maximum théorique évalué aux seules vues des critères d'inclusion (27 patients). L'ensemble des tests et questionnaires réalisés nécessitait un niveau minimum de participation, de compréhension et d'expression qui nous a contraint à exclure certains patients aphasiques sévères ou présentant des troubles cognitifs importants. Cette étude devrait se poursuivre au-delà de ce travail de thèse.

Par ailleurs certaines données instrumentales du tapis de marche GAITRITE n'ont pas pu être exploitées compte tenu de résultats aberrants liés à des difficultés techniques. Ces données ont été exclues pour ne pas fausser les résultats globaux, au risque de limiter encore la puissance des tests statistiques correspondants. Ces résultats provenaient pour partie d'un dysfonctionnement intermittent du logiciel de traitement du signal, qui a été corrigé durant la dernière partie des évaluations.

Une seule évaluation a pu être réalisée en postopératoire, à un délai de 4 mois qui peut être parfois trop court pour objectiver le résultat stabilisé notamment chez les patients ayant pris du retard dans leur rééducation pour diverses raisons. Ce délai ne nous permet pas d'avoir un recul suffisant pour juger de l'efficacité à long terme comme ont pu le faire certains auteurs (68–70,76,91).

Enfin les patients n'ont pas effectué leur rééducation postopératoire dans le même centre, ce qui pose le problème de l'homogénéité du contenu de la prise en charge. Néanmoins, tous sauf un ont été pris en charge précocement en hôpital de jour par des équipes qualifiées et habituées à ce type de prise en charge. On peut donc penser que ce paramètre n'a pas influencé les résultats de manière significative.



## 5 Conclusion

---

Notre travail montre que le patient perçoit une amélioration significative de ses capacités posturales et de marche en situation de vie quotidienne après la réalisation d'une NRS tibiale dans le cadre du pied varus équin spastique post-AVC. Cette amélioration est ressentie à la fois sur les anomalies du schéma postural et de marche et la facilité à réaliser des activités de vie quotidienne. L'évaluation multidimensionnelle confirme par ailleurs une efficacité de la neurotomie sur les déficiences neuromotrices, la répartition des appuis du pied opéré, les paramètres spatio-temporels globaux et la cinématique de la cheville.

Les résultats de cette première étude doivent cependant être précisés sur une série plus importante et avec un recul à plus long terme.

## Bibliographie

1. Fery-Lemonnier E. La prévention de la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France : synthèse du rapport à Madame la ministre de la santé et des sports. [Internet]. 2009 juin. Disponible sur: <http://www.sante.gouv.fr/remise-du-rapport-sur-la-prevention-et-la-prise-en-charge-des-accidents-vasculaires-cerebraux-avc.html>
2. Rothwell PM, Coull AJ, Giles MF, Howard SC, Silver LE, Bull LM, et al. Change in stroke incidence, mortality, case-fatality, severity, and risk factors in Oxfordshire, UK from 1981 to 2004 (Oxford Vascular Study). *Lancet*. 12 juin 2004;363(9425):1925-1933.
3. Lord SE, McPherson K, McNaughton HK, Rochester L, Weatherall M. Community ambulation after stroke: how important and obtainable is it and what measures appear predictive? *Arch Phys Med Rehabil*. févr 2004;85(2):234-239.
4. Gracies J-M. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. *Muscle Nerve*. mai 2005;31(5):535-551.
5. Gracies J-M. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle Nerve*. mai 2005;31(5):552-571.
6. Lance JW. The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology*. déc 1980;30(12):1303-1313.
7. Burke D, Wissel J, Donnan GA. Pathophysiology of spasticity in stroke. *Neurology*. 15 janv 2013;80(3 Suppl 2):S20-26.
8. Yelnik AP, Simon O, Parratte B, Gracies JM. How to clinically assess and treat muscle overactivity in spastic paresis. *J Rehabil Med Off J UEMS Eur Board Phys Rehabil Med*. oct 2010;42(9):801-807.
9. Gracies JM. Pathophysiology of impairment in patients with spasticity and use of stretch as a treatment of spastic hypertonia. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. nov 2001;12(4):747-768, vi.
10. Lundström E, Smits A, Terént A, Borg J. Time-course and determinants of spasticity during the first six months following first-ever stroke. *J Rehabil Med Off J UEMS Eur Board Phys Rehabil Med*. avr 2010;42(4):296-301.
11. Garland SJ, Willems DA, Ivanova TD, Miller KJ. Recovery of standing balance and functional mobility after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. déc 2003;84(12):1753-1759.
12. Smith MT, Baer GD. Achievement of simple mobility milestones after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. avr 1999;80(4):442-447.
13. Bohannon RW, Larkin PA. Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis. *Phys Ther*. sept 1985;65(9):1323-1325.
14. Genthon N, Gissot A-S, Froger J, Rougier P, Pérennou D. Posturography in patients with stroke: estimating the percentage of body weight on each foot from a single force platform. *Stroke J Cereb Circ*. févr 2008;39(2):489.

15. Rode G, Tiliket C, Boisson D. Predominance of postural imbalance in left hemiparetic patients. *Scand J Rehabil Med.* mars 1997;29(1):11-16.
16. Pai YC, Rogers MW, Hedman LD, Hanke TA. Alterations in weight-transfer capabilities in adults with hemiparesis. *Phys Ther.* juill 1994;74(7):647-657; discussion 657-659.
17. Paillex R, So A. Posture debout chez des sujets adultes : spécificités de l'hémiplégie. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* mars 2003;46(2):71-78.
18. Di Fabio RP, Badke MB. Relationship of sensory organization to balance function in patients with hemiplegia. *Phys Ther.* sept 1990;70(9):542-548.
19. Bohannon RW, Leary KM. Standing balance and function over the course of acute rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* nov 1995;76(11):994-996.
20. Skilbeck CE, Wade DT, Hewer RL, Wood VA. Recovery after stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* janv 1983;46(1):5-8.
21. Huitema RB, Hof AL, Mulder T, Brouwer WH, Dekker R, Postema K. Functional recovery of gait and joint kinematics after right hemispheric stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* déc 2004;85(12):1982-1988.
22. Turnbull GI, Charteris J, Wall JC. A comparison of the range of walking speeds between normal and hemiplegic subjects. *Scand J Rehabil Med.* sept 1995;27(3):175-182.
23. Pélissier J, Pérennou D, Laassel E. Analyse instrumentale de la marche de l'hémiplégique adulte: revue de la littérature. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* 1997;40(5):297-313.
24. Pinzur MS, Sherman R, DiMonte-Levine P, Trimble J. Gait changes in adult onset hemiplegia. *Am J Phys Med.* oct 1987;66(5):228-237.
25. D'Angéli-Chevassut M, Pélissier J, Gaviria M, Micallef J, Péruchon E. Caractérisation de la marche de l'hémiplégique adulte par analyse des pressions plantaires. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* 1996;39(8):515-526.
26. Laurent G, Valentini F, Loiseau K, Hennebelle D, Robain G. Claw toes in hemiplegic patients after stroke. *Ann Phys Rehabil Med.* mars 2010;53(2):77-85.
27. Verdié C, Daviet JC, Borie MJ, Popielarz S, Munoz M, Salle JY, et al. Épidémiologie des pieds varus et/ou équin un an après un premier accident vasculaire cérébral hémisphérique : à propos d'une cohorte de 86 patients. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* mars 2004;47(2):81-86.
28. Esquenazi A, Mayer NH. Instrumented assessment of muscle overactivity and spasticity with dynamic polyelectromyographic and motion analysis for treatment planning. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr.* oct 2004;83(10 Suppl):S19-29.
29. Mazaux J-M, Debelleix X. Le pied varus équin de l'hémiplégique. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* mars 2004;47(2):87-89.
30. Perry J, Waters RL, Perrin T. Electromyographic analysis of equinovarus following stroke. *Clin Orthop.* avr 1978;(131):47-53.

31. Caillet F, Mertens P, Rabaséda S, Boisson D. Intérêt de l'analyse tridimensionnelle de la marche, dans la prise en charge du pied spastique. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* avr 2003;46(3):119- 131.
32. Olney SJ, Richards C. Hemiparetic gait following stroke. Part I: Characteristics. *Gait Posture.* avr 1996;4(2):136- 148.
33. Pelissier JY. Le pied hémiplégique : classification et indications thérapeutiques. Paris: Masson. 1994. p. 43-53.
34. Bleyenheuft C, Bleyenheuft Y, Hanson P, Deltombe T. Treatment of genu recurvatum in hemiparetic adult patients: A systematic literature review. *Ann Phys Rehabil Med.* avr 2010;53(3):189- 199.
35. Kerrigan DC, Burke DT, Nieto TJ, Riley PO. Can toe-walking contribute to stiff-legged gait? *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr.* janv 2001;80(1):33- 37.
36. Goldberg SR, Ounpuu S, Delp SL. The importance of swing-phase initial conditions in stiff-knee gait. *J Biomech.* août 2003;36(8):1111- 1116.
37. Carda S, Invernizzi M, Cognolato G, Piccoli E, Baricich A, Cisari C. Efficacy of a hip flexion assist orthosis in adults with hemiparesis after stroke. *Phys Ther.* mai 2012;92(5):734- 739.
38. Afssaps. Recommandations de bonne pratique : traitements médicamenteux de la spasticité [Internet]. 2009 juin. Disponible sur: [ansm.sante.fr](http://ansm.sante.fr)
39. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* févr 1987;67(2):206- 207.
40. Yelnik AP. Spasticité du membre supérieur après AVC, traitements pharmacologiques.: Revue. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* oct 2004;47(8):575- 589.
41. Francisco GE. Intrathecal baclofen therapy for stroke-related spasticity. *Top Stroke Rehabil.* 2001;8(1):36- 46.
42. Lamotte D, Cantalloube S. Intérêt de la pompe à baclofène dans le traitement de la spasticité chez l'hémiplégique : à propos d'un cas. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* avr 2007;50(3):165- 169.
43. Tardieu G, Hariga J. Traitement de la rigidité musculaire d'origine cérébrale par infiltration d'alcool (à propos de 500 cas). *Arch Françaises Pédiatrie.* janv 1964;21:25- 41.
44. Mazaux J-M, Debelleix X. Le pied varus équin de l'hémiplégique. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* mars 2004;47(2):87- 89.
45. Foley N, Murie-Fernandez M, Speechley M, Salter K, Sequeira K, Teasell R. Does the treatment of spastic equinovarus deformity following stroke with botulinum toxin increase gait velocity? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Neurol Off J Eur Fed Neurol Soc.* déc 2010;17(12):1419- 1427.

46. Rousseaux M, Buisset N, Daveluy W, Kozlowski O, Blond S. Comparison of botulinum toxin injection and neurotomy in patients with distal lower limb spasticity. *Eur J Neurol Off J Eur Fed Neurol Soc.* mai 2008;15(5):506-511.
47. Rousseaux M, Compère S, Launay MJ, Kozlowski O. Variability and predictability of functional efficacy of botulinum toxin injection in leg spastic muscles. *J Neurol Sci.* 15 mai 2005;232(1-2):51-57.
48. Mancini F, Sandrini G, Moglia A, Nappi G, Pacchetti C. A randomised, double-blind, dose-ranging study to evaluate efficacy and safety of three doses of botulinum toxin type A (Botox) for the treatment of spastic foot. *Neurol Sci Off J Ital Neurol Soc Ital Soc Clin Neurophysiol.* avr 2005;26(1):26-31.
49. Burbaud P, Wiart L, Dubos JL, Gaujard E, Debelleix X, Joseph PA, et al. A randomised, double blind, placebo controlled trial of botulinum toxin in the treatment of spastic foot in hemiparetic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* sept 1996;61(3):265-269.
50. Hesse S, Lücke D, Malezic M, Bertelt C, Friedrich H, Gregoric M, et al. Botulinum toxin treatment for lower limb extensor spasticity in chronic hemiparetic patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* nov 1994;57(11):1321-1324.
51. Hesse S, Krajnik J, Luecke D, Jahnke MT, Gregoric M, Mauritz KH. Ankle muscle activity before and after botulinum toxin therapy for lower limb extensor spasticity in chronic hemiparetic patients. *Stroke J Cereb Circ.* mars 1996;27(3):455-460.
52. Kirazli Y, On AY, Kismali B, Aksit R. Comparison of phenol block and botulinus toxin type A in the treatment of spastic foot after stroke: a randomized, double-blind trial. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr.* déc 1998;77(6):510-515.
53. Cioni M, Esquenazi A, Hirai B. Effects of botulinum toxin-A on gait velocity, step length, and base of support of patients with dynamic equinovarus foot. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr.* juill 2006;85(7):600-606.
54. Bensoussan L, Lotito G, Viton J-M, Pellas F, Pelissier J, Calmels P, et al. Effet sur le contrôle postural du traitement par toxine botulique du pied varus équin spastique chez des patients post-AVC : essai randomisé, contrôlé, multicentrique. *Ann Phys Rehabil Med.* oct 2012;55, Supplement 1:e100-e101.
55. Pierson SH, Katz DI, Tarsy D. Botulinum toxin A in the treatment of spasticity: functional implications and patient selection. *Arch Phys Med Rehabil.* juill 1996;77(7):717-721.
56. Pradon D, Hutin E, Khadir S, Tairar R, Genet F, Roche N. A pilot study to investigate the combined use of Botulinum toxin type-a and ankle foot orthosis for the treatment of spastic foot in chronic hemiplegic patients. *Clin Biomech Bristol Avon.* oct 2011;26(8):867-872.
57. Lincoln N, Leadbitter D. Assessment of motor function in stroke patients. *Physiotherapy.* févr 1979;65(2):48-51.
58. Yelnik A, Colle F, Bonan I, Bradai N. Efficacité à six mois de la toxine botulique A dans le traitement de l'hyperactivité musculaire du membre inférieur après accident vasculaire cérébral. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* avr 2002;45(4):159-165.

59. Gadbled G, Touchais S, Gouin F. Le pied spastique : le point de vue du chirurgien orthopédiste. *Ann Phys Rehabil Med.* oct 2011;54, Supplement 1:e12.
60. Pélissier J, Asencio G. Pied de l'hémiplégique. *EMC-Podol.* 1999;(27-120-A-15):1-6.
61. 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 Orthopédique Réparatrice Appar Mot.* juin 1999;85(3):286-292.
62. DECQ P. Les neurotomies périphériques dans le traitement de la spasticité focalisée des membres. *Neurochirurgie.* mai 2003;49(2-3):293-305.
63. Sindou M. Historique du traitement neurochirurgical de la spasticité. *Neurochirurgie.* mai 2003;49(2-3):137-143.
64. Gordon T, Yang JF, Ayer K, Stein RB, Tyreman N. Recovery potential of muscle after partial denervation: a comparison between rats and humans. *Brain Res Bull.* 1993;30(3-4):477-482.
65. Rigoard P, Buffenoir-Billet K, Giot J-P, d' Houtaud S, Delmotte A, Lapierre F. Bases anatomiques des voies d'abord chirurgicales des nerfs du membre inférieur : à l'usage des jeunes neurochirurgiens. *Neurochirurgie.* oct 2009;55(4-5):375-383.
66. Baroncini M, Demondion X, Maurage CA, Baiz H, Mitchell V, Fontaine C. Bases anatomiques de la neurotomie tibiale : étude morphométrique, histologique et IRM. [Httpwwwem-Premiumcomdoc-Distantuniv-Lille2frdatarevues1286011500900289733](http://www.em-premium.com/doc-Distantuniv-Lille2frdatarevues1286011500900289733) [Internet]. 28 févr 2008 [cité 18 nov 2012]; Disponible sur: [http://www.em-premium.com.doc-distant.univ-lille2.fr/artide/96047/resultatrecherche/19](http://www.em-premium.com/doc-distant.univ-lille2.fr/artide/96047/resultatrecherche/19)
67. 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 Off J UEMS Eur Board Phys Rehabil Med.* mars 2011;43(4):277-282.
68. Collado H, Bensoussan L, Viton J-M, Milhe De Bovis V, Delarque A. Does fascicular neurotomy have long-lasting effects? *J Rehabil Med Off J UEMS Eur Board Phys Rehabil Med.* juill 2006;38(4):212-217.
69. 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):71-76.
70. 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):1025-1030.
71. Deltombe T, Detrembleur C, Hanson P, Gustin T. Selective tibial neurotomy in the treatment of spastic equinovarus foot: a 2-year follow-up of three cases. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr.* janv 2006;85(1):82-88.
72. Roujeau T, Lefaucheur J-P, Slavov V, Gherardi R, Decq P. Long term course of the H reflex after selective tibial neurotomy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* juill 2003;74(7):913-917.

73. Fève A, Decq P, Filipetti P, Verroust J, Harf A, N'Guyen JP, et al. Physiological effects of selective tibial neurotomy on lower limb spasticity. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. nov 1997;63(5):575-578.
74. Sindou M, Mertens P. Selective neurotomy of the tibial nerve for treatment of the spastic foot. *Neurosurgery*. déc 1988;23(6):738-744.
75. Deltombe T, Jamart J, Hanson P, Gustin T. Soleus H reflex and motor unit number estimation after tibial nerve block and neurotomy in patients with spastic equinus foot. *Neurophysiol Clin Clin Neurophysiol*. août 2008;38(4):227-233.
76. Buffenoir K, Roujeau T, Lapiere F, Menei P, Menegalli-Boggelli D, Mertens P, et al. Spastic equinus foot: multicenter study of the long-term results of tibial neurotomy. *Neurosurgery*. nov 2004;55(5):1130-1137.
77. 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 Assoc Acad Physiatr*. avr 2008;87(4):292-304.
78. Decq P, Filipetti P, Cubillos A, Slavov V, Lefaucheur JP, Nguyen JP. Soleus neurotomy for treatment of the spastic equinus foot. Groupe d'Evaluation et de Traitement de la Spasticité et de la Dystonie. *Neurosurgery*. nov 2000;47(5):1154-1160; discussion 1160-1161.
79. Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Phys Ther*. janv 1984;64(1):35-40.
80. Mazaux JM, Orgogozo JM. [Analysis and quantitative study of language disorders in lesions of the left thalamus: thalamic aphasia]. *Cortex J Devoted Study Nerv Syst Behav*. oct 1982;18(3):403-416.
81. Benaim C, Pérennou DA, Villy J, Rousseaux M, Pelissier JY. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). *Stroke J Cereb Circ*. sept 1999;30(9):1862-1868.
82. Demeurisse G, Demol O, Robaye E. Motor evaluation in vascular hemiplegia. *Eur Neurol*. 1980;19(6):382-389.
83. Allart E. Validation d'une échelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche chez les patients hémiplegiques vasculaires. [Th D Méd]. Lille 2; 2012.
84. Daly JJ, Nethery J, McCabe JP, Brenner I, Rogers J, Gansen J, et al. Development and testing of the Gait Assessment and Intervention Tool (G.A.I.T.): a measure of coordinated gait components. *J Neurosci Methods*. 15 avr 2009;178(2):334-339.
85. Collen FM, Wade DT, Robb GF, Bradshaw CM. The Rivermead Mobility Index: a further development of the Rivermead Motor Assessment. *Int Disabil Stud*. juin 1991;13(2):50-54.
86. Hsieh CL, Hsueh IP, Mao HF. Validity and responsiveness of the rivermead mobility index in stroke patients. *Scand J Rehabil Med*. sept 2000;32(3):140-142.

87. Smith SJ, Ellis E, White S, Moore AP. A double-blind placebo-controlled study of botulinum toxin in upper limb spasticity after stroke or head injury. *Clin Rehabil.* févr 2000;14(1):5 - 13.
88. Pascual-Pascual SI, Pascual-Castroviejo I, Ruiz PJG. Treating spastic equinus foot from cerebral palsy with botulinum toxin type A: what factors influence the results?: an analysis of 189 consecutive cases. *Am J Phys Med Rehabil Assoc Acad Physiatr.* juill 2011;90(7):554 - 563.
89. Patterson KK, Gage WH, Brooks D, Black SE, McIlroy WE. Changes in gait symmetry and velocity after stroke: a cross-sectional study from weeks to years after stroke. *Neurorehabil Neural Repair.* déc 2010;24(9):783 - 790.
90. Patterson SL, Rodgers MM, Macko RF, Forrester LW. Effect of treadmill exercise training on spatial and temporal gait parameters in subjects with chronic stroke: a preliminary report. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(2):221 - 228.
91. Deltombe T, Decq P, Mertens P, Gustin T. Does fascicular neurotomy have long-lasting effects? *J Rehabil Med Off J UEMS Eur Board Phys Rehabil Med.* mai 2007;39(5):421 - 422.
92. Dietz V, Quintern J, Berger W. Electrophysiological studies of gait in spasticity and rigidity. Evidence that altered mechanical properties of muscle contribute to hypertonia. *Brain J Neurol.* sept 1981;104(3):431 - 449.
93. Collins WF 3rd, Mendell LM, Munson JB. On the specificity of sensory reinnervation of cat skeletal muscle. *J Physiol.* juin 1986;375:587 - 609.
94. Mizrahi J, Susak Z, Heller L, Najenson T. Variation of time-distance parameters of the stride as related to clinical gait improvement in hemiplegics. *Scand J Rehabil Med.* 1982;14(3):133 - 140.
95. Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, Closson V, Verrier MC, Staines WR, et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* févr 2008;89(2):304 - 310.
96. Bensoussan L, Mesure S, Viton JM, Curvale G, Delarque A. Asymétries chronométriques, cinétiques et cinématiques de l'initiation de la marche chez un sujet hémiplégique. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* nov 2004;47(9):611 - 620.
97. Foley N, Murie-Fernandez M, Speechley M, Salter K, Sequeira K, Teasell R. Does the treatment of spastic equinovarus deformity following stroke with botulinum toxin increase gait velocity? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Neurol Off J Eur Fed Neurol Soc.* déc 2010;17(12):1419 - 1427.
98. Rode G, Tiliket C, Charlopain P, Boisson D. Postural asymmetry reduction by vestibular caloric stimulation in left hemiparetic patients. *Scand J Rehabil Med.* mars 1998;30(1):9 - 14.
99. Liu J, Drutz C, Kumar R, McVicar L, Weinberger R, Brooks D, et al. Use of the six-minute walk test poststroke: is there a practice effect? *Arch Phys Med Rehabil.* sept 2008;89(9):1686 - 1692.
100. Brun V, Mousbeh Z, Jouet-Pastre B, Benaim C, Kunnert JE, Dhoms G, et al. Évaluation clinique de la marche de l'hémiplégique vasculaire : proposition d'une modification de la Functional ambulation classification. *Ann Réadaptation Médecine Phys.* 2000;43(1):14 - 20.



**Annexe 1** : échelle de gravité de l'aphasie selon la Boston Diagnostic Aphasia Examination (BDAE) (80)

**Echelle de gravité de l'aphasie de Boston**

- 0** - Aucune expression intelligible et aucune compréhension orale.
- 1** - Communication par expressions très fragmentaires, nécessitant de la part de l'auditeur beaucoup de déductions, de questions et d'attention. Peu d'informations peuvent être échangées et c'est l'auditeur qui mène la conversation.
- 2** - Une conversation sur des sujets familiers et concrets est possible avec l'aide de l'auditeur. Le malade est souvent incapable de se faire comprendre, mais il participe au déroulement de la conversation.
- 3** - Pratiquement tous les sujets courants peuvent être discutés avec peu ou pas d'aide de l'auditeur. Cependant, les troubles de l'expression et/ou de la compréhension rendent difficile ou impossible la conversation sur certains sujets.
- 4** - Diminution manifeste de la fluence verbale ou de la facilité et de la rapidité de compréhension, sans limitation significative de l'expression ou de la communication.
- 5** - Handicap linguistique à peine perceptible, ou seulement ressenti par le malade, sans que l'auditeur puisse l'objectiver.

**Annexe 2** : échelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche chez les patients hémiplegiques vasculaires (83)

## Echelle d'évaluation du membre inférieur de l'hémiplegique – passation

### Principes généraux

Cette échelle a été construite pour évaluer les capacités de station debout, de transfert et de marche des patients hémiplegiques, tant sur un plan des déficiences que des activités.

Elle comporte deux parties équivalentes : La première est un hétéroquestionnaire sur les déficiences motrices et les activités de vie quotidienne du sujet. La seconde est une évaluation de ces mêmes capacités en situation de test. Le questionnaire est toujours présenté avant le test. Chaque item est évalué par une échelle visuelle analogique selon la possibilité et de la qualité de leur réalisation entre 0 « impossible » à 10 « possible sans aucune difficulté ».

Lors de la passation du questionnaire et du test, les items sont présentés selon un ordre logique facilitant celle-ci. Un report des différents scores obtenus sur la grille de résultats permet une évaluation séparée des volets déficiences et activités dans chaque domaine (transferts et station debout / marche) selon un ordre de difficulté croissante.

L'évaluation est faite dans les conditions de chaussage, appareillage et avec les aides techniques ou humaines habituellement utilisés par le patient sauf pour un item où le patient devra être pieds nus. La lenteur du mouvement, sa précision et la nécessité d'aides humaines ou techniques doit être prise en compte dans la cotation de chaque item.

On pourra définir pour chaque patient un « domaine d'amélioration potentielle » comportant les items de chaque dimension pour lesquels l'item est qualifié de « difficile » par l'examineur et/ou le patient (2-6 sur l'échelle), et éventuellement sur les items qualifiés de très difficiles ou impossibles (0-2 sur l'échelle)

En plus de l'évaluation par l'examineur, la comparaison des résultats du questionnaire et du test permet à l'examineur de se faire une idée sur la perception que le patient a de ses capacités

# Echelle d'évaluation du membre inférieur de l'hémiplégique

## Questionnaire

### Consignes :

L'évaluation s'effectue avec une échelle visuelle analogique en présentation verticale. La barre est initialement au milieu du curseur (5/10). Le patient mobilise la barre de 0, quand l'activité est impossible (en bas), à 10, quand l'activité est totalement possible et effectuée sans difficultés (en haut). L'examineur visualise ensuite le score au dos de la règle. La note est sur 10.

Présenter les questions dans l'ordre indiqué. Enregistrer la réponse à une question avant de passer à la suivante. Ne pas faire de corrections après coup, c'est à dire après présentation d'autres questions.

Si nécessaire, des explications peuvent être apportées par l'examineur pour garantir une bonne compréhension de chaque item, y compris en les mimant ou en utilisant des photos. Concernant l'évaluation des déficiences, il convient de s'assurer que le patient prend bien en compte la sévérité de la déficience évaluée.

Si le patient ne peut répondre parce qu'il n'a jamais testé une capacité donnée, essayer de forcer la réponse en se fondant sur ses capacités quotidiennes et le maximum de vraisemblance. En cas d'échec, indiquer en dernier recours non applicable (NA). Si lors du test le patient la réalise devant l'examineur et obtient donc une note entre 1 et 10, ne pas modifier a posteriori l'indication NA donnée en première partie.

Dire au patient: « **Je vais vous présenter des phrases, correspondant à des troubles que les patients victimes d'accident vasculaire cérébral peuvent présenter et à des activités de vie quotidienne. Ces phrases concernent vos capacités de transfert, d'équilibre debout et de marche. Vous me direz votre capacité actuelle, dans les deux dernières semaines, à effectuer ce type d'action dans la vie quotidienne. Pour répondre, vous devrez déplacer le curseur de la règle au niveau que vous estimez être le mieux adapté à vos capacités, entre « impossible » en bas et « possible sans aucune difficulté » en haut. Votre évaluation doit également prendre en compte le niveau d'aide nécessaire, qu'elles soient humaines ou technique (cannes, appareillages...).**

**Par ailleurs, je serais amené parfois à vous montrer certains gestes avant de vous interroger pour que vous compreniez bien de quoi il s'agit. N'hésitez pas à me demander des explications si vous ne comprenez pas bien le sens de la phrase ».**

✓ Heure de début du questionnaire :        :        (h : min)

### Evaluation des transferts et de la station debout (déficiences = DE ; activités = AE)

AE1 J'arrive à passer de la position assise à la position debout.

AE2 J'arrive à tenir debout avec un bon équilibre.

DE1 J'arrive à tenir debout avec le tronc bien redressé

DE2 J'arrive à tenir debout avec les hanches et les genoux tendus

DE3 J'arrive à tenir debout avec une position normale des deux pieds (c'est-à-dire bien à plat)

DE4 J'arrive à tenir debout en mettant autant de poids sur le pied droit que sur le pied gauche

AE3 J'arrive à faire un demi-tour sur place


AE4 J'arrive à tenir debout en faisant une action avec un ou les deux bras, comme par exemple prendre un objet en hauteur

AE5 J'arrive à ramasser un objet au sol avec mon bras sain (comme par exemple un verre)

**Evaluation de la marche (déficiences = DM ; activités = AM)**

AM1 J'arrive à marcher à l'intérieur sur un sol régulier

DM13 J'arrive à marcher sans devoir écarter le membre paralysé plus que le membre sain  
*Mimer le fauchage du membre parétique*

DM14 J'arrive à marcher avec des pas symétriques, c'est-à-dire en avançant autant le membre sain que le membre paralysé.

DM1 J'arrive à marcher avec le tronc bien redressé

DM2 J'arrive à marcher avec les cuisses et les pieds suffisamment écartés quand j'avance le membre paralysé  
*Dépister un déficit d'abduction de la hanche parétique*

DM3 J'arrive à marcher sans que ma jambe et mon pied ne tournent vers l'intérieur ou l'extérieur quand j'avance le membre paralysé  
*Dépister une rotation excessive de hanche en dehors des troubles distaux évalués par la suite*  
*Si un excès de rotation est présent :  rotation interne       rotation externe*

DM4 J'arrive à marcher en pliant bien le genou quand j'avance le membre paralysé

DM5 J'arrive à marcher en tendant bien le genou quand j'appuie sur le membre paralysé

DM6 J'arrive à marcher sans que mon genou ne parte en arrière quand j'appuie sur le membre paralysé

DM7 J'arrive à marcher sans que mon pied ne frotte ou ne butte sur le sol quand j'avance le membre paralysé, ou sans avoir à faire un effort pour l'éviter.

DM8 J'arrive à marcher en attaquant le sol avec le talon du côté paralysé.  
*Attention de bien séparer l'attaque du pas (DM8) de l'attitude du pied en phase portante (DM9)*

DM9 J'arrive à marcher en posant le talon au sol quand j'appuie sur le membre paralysé.  
*Cet item s'intéresse à la présence d'un équin en phase portante sans préjuger d'un éventuel trouble de torsion étudié dans l'item DM10*

DM10 J'arrive à marcher sans que mon pied du côté paralysé ne se torde vers l'intérieur ou l'extérieur  
*Dépister un varus ou valgus du pied qu'il soit présent en phase oscillante ou portante*  
*Si présence :  varus       valgus*

DM11 J'arrive à marcher sans tremblement du pied et de la jambe quand j'appuie sur le pied paralysé

AM2 J'arrive à marcher en portant un sac de courses

AM3 J'arrive à marcher tout en parlant à quelqu'un

AM4 J'arrive à enjamber un obstacle comme une marche

AM5 J'arrive à marcher sur quelques mètres les yeux fermés

AM6 J'arrive à marcher sur un sol irrégulier, comme par exemple sur un chemin ou un sol meuble.

AM7 J'arrive à monter et descendre un escalier

DM 12 J'arrive à marcher pieds nus sans que mes orteils ne se crispent ni ne s'élèvent

✓ Heure de fin du questionnaire :                         :                 (h : min)

✓ Durée du questionnaire :                         min

## Echelle d'évaluation du membre inférieur de l'hémiplégique

### Test

#### Consignes :

L'évaluation s'effectue avec une échelle visuelle analogique en présentation verticale. La barre est initialement au milieu du curseur (5/10). L'examineur mobilise la barre de 0, quand l'activité est impossible (en bas), à 10, quand l'activité est totalement possible et effectuée sans difficultés (en haut). Il visualise ensuite le score au dos de la règle. La note est sur 10.

L'examineur demande au patient de réaliser les différentes activités correspondant aux items de l'échelle. Un deuxième essai peut être accordé en cas d'échec au premier. Si nécessaire, des explications peuvent être apportées par l'examineur pour garantir une bonne compréhension de chaque item, y compris en les mimant ou en utilisant des photos.

La présentation des items se fait dans l'ordre. La jambe du pantalon doit au besoin être remontée à mi-cuisse. Noter la réponse à un item avant de passer au suivant. La marche étant une activité globale, une évaluation séparée de chaque item des déficiences de marche n'est pas possible : l'évaluation se basera sur un examen répété du schéma de marche en se focalisant à chaque fois sur une articulation étudiée. Des pauses sont possibles.

L'évaluation de l'examineur doit prendre en compte l'activité en elle-même mais également le niveau d'aide nécessaire à sa réalisation. En ce qui concerne les déficiences, l'évaluation prendra en compte la sévérité du trouble étudié.

Des précisions sur les conditions de passation de certains items sont apportées si nécessaire au moment de les aborder.

Conditions de passation et matériel nécessaire : l'évaluation peut être réalisée dans une salle disposant d'un espace suffisant pour permettre une bonne analyse de la marche. Elle nécessite par ailleurs la proximité d'un escalier.

Le matériel nécessaire est le suivant :

- Un cube de 5cm\*5cm.
- un sac type sac de courses papier (avec deux anses rigides) chargé (une bouteille d'eau par exemple).
- un tapis de mousse d'au moins 2 mètres de long et un mètre de large.
- Un morceau de mousse d'environ 10cm\*10cm\*40cm qui servira d'obstacle à franchir.

Dire au patient: « **Je vais vous demander de réaliser des activités qui impliquent les membres inférieurs telles que vous pourriez les faire dans votre vie quotidienne. Vous essayerez de les réaliser le mieux possible. Si vous n'y arrivez pas une première fois, je vous demanderai de faire un deuxième essai. Vous pouvez à tout moment faire une pause.**

**Par ailleurs, je serais amené parfois à vous montrer certains gestes avant de vous interroger pour que vous compreniez bien de quoi il s'agit. N'hésitez pas à me demander des explications si vous ne comprenez pas bien le sens de la phrase ».**

✓ Heure de début du test :            :            (h : min)

## Evaluation des transferts et de la station debout (déficiences = DE ; activités = AE)

AE1 *Transfert assis debout.* « Pouvez-vous passer de la position assise à la position debout ».

➤ Pour 5 items suivants, observer le patient en station debout bipodale

AE2 *Equilibre statique.* Le patient arrive à tenir debout avec un bon équilibre.

DE1 *Redressement du tronc.* Le patient arrive à tenir debout avec le tronc bien redressé

DE2 *Position proximale.* Le patient arrive à tenir debout avec les hanches et les genoux tendus

DE3 *Position distale.* Le patient arrive à tenir debout avec une position normale des deux pieds

(c'est-à-dire bien à plat)

*On dépistera un équin et un trouble de torsion (varus, valgus)*

DE4 *Asymétrie des appuis.* J'arrive à tenir debout en mettant autant de poids sur le pied droit

que sur le pied gauche

*L'examineur en jugera notamment sur la présence d'une déviation de la verticale posturale*

AE3 *Demi-tour.* « Pouvez-vous faire un demi-tour sur place »

AE4 *Exploration espace supérieur.* « Pouvez-vous faire semblant de saisir un objet en hauteur avec votre bras sain »

*Le mouvement de saisie est fait vers l'avant (en face du patient), la main doit dépasser le sommet de la tête.*

AE5 *Exploration espace inférieur.* « Pouvez-vous ramasser ce cube de mousse »

*Le cube est placé environ 20cm en avant de l'extrémité antérieure des pieds.*

## Evaluation de la marche (déficiences = DM ; activités = AM)

Dire au patient : « **Je vais maintenant examiner la façon dont vous marchez. Vous allez réaliser plusieurs passages en marchant comme vous en avez l'habitude. Vous pourrez vous reposer entre chaque passage pour me permettre de remplir l'évaluation, et à tout moment si nécessaire** ».

Le rythme des passages est donné à titre indicatif, tout doute sur l'évaluation d'un item devra faire réitérer le passage.

➤ Premier passage (aller-retour) : examen de face

AM1 *Evaluation globale de la marche en intérieur.* Le patient arrive à marcher à l'intérieur sur un sol régulier

DM13 *Fauchage.* Le patient arrive à marcher sans fauchage du membre parétique

DM2 *Abduction de hanche.* Le patient arrive à marcher avec une bonne abduction de hanche

*Dépister un déficit d'abduction de la hanche parétique*

DM3 *Excès de rotation de hanche.* Le patient marche sans rotation excessive de hanche, Interne ou externe.

*Dépister une rotation excessive de hanche en dehors des troubles distaux évalués par la suite*

*Si un excès de rotation est présent :  rotation interne       rotation externe*

➤ Second passage : examen de profil

DM14 *Symétrie de marche*. Le patient marche avec des pas symétriques

DM1 *Redressement*. Le patient marche avec le tronc bien redressé

➤ Troisième passage (genou) : examen de profil

DM4 *Flexion du genou en phase oscillante*. Le patient arrive à marcher avec une bonne flexion du genou parétique en phase oscillante.

DM5 *Extension du genou en phase portante*. Le patient arrive à marcher avec une bonne extension du genou parétique en phase portante.

DM6 *Recurvatum de genou en phase portante*. Le patient arrive à marcher sans recurvatum du genou parétique en phase portante

➤ Quatrième et cinquième passages : examen du positionnement du pied.

DM7 *Equin phase oscillante*. Le patient arrive à marcher sans accrochage de la pointe du pied parétique en phase oscillante.

DM8 *Attaque du pas*. Le patient arrive à marcher en attaquant le sol par le talon du côté parétique.

*Attention de bien séparer l'attaque du pas (DM8) de l'attitude du pied en phase portante (DM9)*

DM9 *Equin phase portante*. Le patient arrive à marcher en posant le talon au sol lors de la phase portante

*Cet item s'intéresse à la présence d'un équin en phase portante sans préjuger d'un éventuel trouble de torsion étudié dans l'item DM10*

DM10 *Varus/valgus du pied*. Le patient arrive à marcher sans varus ou valgus du pied parétique.

*Dépister un varus ou un valgus du pied qu'il soit présent en phase oscillante ou portante  
Si présence :  varus       valgus*

DM11 *Clonus de cheville*. Le patient arrive à marcher sans tremblement du pied et de la jambe quand j'appuie sur le pied paralysé

Dire au patient : « **Maintenant je vais vous demander de marcher dans des situations particulières** »

AM2 *Port de charge*. « Pouvez-vous marcher en portant ce sac dans votre main saine »

AM3 *Marche en double tache*. Le patient arrive à marcher alors que vous lui parlez

*L'examineur accompagnera le patient sur quelques mètres, l'interrogera sur un élément biographique et jugera des modifications induites sur la marche.*

AM4 *Passage d'obstacle*. « Pouvez-vous enjamber cet obstacle »

*Placer l'obstacle de mousse face au trajet du patient*

AM5 *Marche avec privation visuelle*. « Pouvez-vous marcher quelques mètres les yeux fermés »

AM6 *Marche sur un sol irrégulier*. « Pouvez-vous marcher sur le tapis »

*Placer le tapis devant le patient dans le sens de la longueur*

AM7 *Escalier*. « Pouvez-vous emprunter cet escalier »

*Pour plus de sécurité, préférer l'utilisation d'un escalier de rééducation.*



DM 12 *Griffe et dystonie des orteils*. « Pouvez vous ôter vos chaussures et marcher une dernière fois »

*Dépister une griffe des orteils et une dystonie de l'extenseur de l'hallux*

✓ Heure de la fin du test :                    :                    (h : min)

✓ Durée du test :                    min

✓ Durée totale de passation de l'échelle :                    min

<b>Echelle d'évaluation de l'équilibre et de la marche du patient hémiplegique vasculaire - Résultats</b>
---

Nom : Prénom :  
 Date de naissance : Evaluation :  J0  J1  J7  J42  
 Date de passation : Examineur :

**Evaluation des transferts et de la station debout :**

ETUDE DES DEFICIENCES

DE1 Redressement du tronc.  
 DE2 Position proximale (flession de hanche)  
 DE3 Position distale (équien)  
 DE4 Asymétrie des appuis

ETUDE DES ACTIVITES

AE1 Transfert assis debout.  
 AE2 Equilibre debout statique.  
 AE3 Demi-tour.  
 AE4 Exploration espace supérieur (prendre un objet en hauteur)  
 AE5 Exploration espace inférieur (ramasser un objet au sol)

Scores pour la partie « station debout et transferts » :

- Sous-score « déficiences » : somme des items DE × 2,5
- Sous-score « activités » : somme des items AE × 2
- Score total : somme des items × 10/9

	Patient	Examineur
<u>ETUDE DES DEFICIENCES</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE1 Redressement du tronc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE2 Position proximale (flession de hanche)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE3 Position distale (équien)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DE4 Asymétrie des appuis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 <u>ETUDE DES ACTIVITES</u>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
AE1 Transfert assis debout.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AE2 Equilibre debout statique.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AE3 Demi-tour.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AE4 Exploration espace supérieur (prendre un objet en hauteur)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AE5 Exploration espace inférieur (ramasser un objet au sol)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
 <u>Scores pour la partie « station debout et transferts » :</u>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
• Sous-score « déficiences » : somme des items DE × 2,5	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> %	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> %
• Sous-score « activités » : somme des items AE × 2	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> %	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> %
• Score total : somme des items × 10/9	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> %	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> %

**Evaluation de la marche**

ETUDE ANALYTIQUE

Tronc

DM1 Redressement du tronc pendant la marche.

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------

Hanche

DM2 Abduction de hanche (recherche d'un adductum de hanche)  
 DM3 Excès de rotation de hanche.

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Genou

DM4 Flexion du genou en phase oscillante.

--	--

DM5 Extension du genou en phase portante.

--	--

DM6 Recurvatum de genou en phase portante.

--	--

Pied

DM7 Equin en phase oscillante.

--	--

DM8 Attaque du pas.

--	--

DM9 Equin en phase portante.

--	--

DM10 Varus/valgus du pied.

--	--

DM11 Clonus de cheville.

--	--

DM 12 Griffé et dystonie des orteils.

--	--

Global

DM13 Fauchage.

--	--

DM14 Symétrie de la marche.

--	--

ETUDE DES ACTIVITES DE MARCHE

AM1 Evaluation globale de la marche en intérieur.

--	--

AM2 Marche avec port de charge.

--	--

AM3 Marche en double tache.

--	--

AM4 Passage d'obstacle.

--	--

AM5 Marche avec privation visuelle.

--	--

AM6 Marche sur un sol irrégulier.

--	--

AM7 Montée et descente des escaliers.

--	--

Scores pour la partie « marche » :

- Sous-score « déficiences » : somme des items DM  $\times 5/7$
- Sous-score « activités » : somme des items AM  $\times 10/7$
- Score total : somme des items  $\times 10/21$

	%		%
	%		%
	%		%

-----  
Score total « déficiences »

Somme des items « déficiences » de chaque partie  $\times 5/9$

	%		%
--	---	--	---

Score total « activités »

Somme des items « activités » de chaque partie  $\times 5/6$

	%		%
--	---	--	---

Score total de l'échelle : total des cotations  $\times 1/3$

	%		%
--	---	--	---

### **Annexe 3 : Gait Assessment and Intervention Tool (GAIT) (84)**

#### **Gait Assessment and Intervention Tool (G.A.I.T.)**

Name \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ Examiner \_\_\_\_\_

Diagnosis \_\_\_\_\_ Limb assessed \_\_\_\_\_ Device/Orthosis/Assist \_\_\_\_\_

### **Stance and Swing Phases**

**Score**

1. Shoulder position \_\_\_\_\_

0 = normal.

1 = abnormal position (check all that apply \_\_\_ depressed, \_\_\_ elevated, \_\_\_ retracted, or \_\_\_ protracted).

2. Elbow flexion \_\_\_\_\_

0 =  $< 45^\circ$  (normal =  $\sim 10^\circ$ ).

1 =  $45 - 90^\circ$  elbow flexion.

2 =  $> 90^\circ$  elbow flexion.

3. Armswing \_\_\_\_\_

0 = normal.

1 = abnormal – reduced or absent arm swing.

4. Trunk alignment (Static) \_\_\_\_\_

0 = normal erect posture (absence of flexion, extension or lateral flexion).

1 = trunk statically in \_\_\_ flexion or \_\_\_ extension.

2 = trunk statically in lateral flexion to the \_\_\_ right or \_\_\_ left.

3 = trunk in both \_\_\_ flexion or \_\_\_ extension, & lateral flexion to \_\_\_ right or \_\_\_ left.

### **Stance Phase**

5. Trunk posture/movement (Dynamic) (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_

0 = normal (static trunk alignment maintained).

1 = trunk \_\_\_ flexes or \_\_\_ extends (check one)  $< 30^\circ$ .

2 = trunk \_\_\_ flexes or \_\_\_ extends (check one)  $30^\circ$  or more.

6. Trunk posture/movement (Dynamic) (coronal plane) (front/back view) \_\_\_\_\_

0 = normal (static trunk alignment maintained).

1 = trunk laterally flexes to \_\_\_ right or to \_\_\_ left (check one)  $< 30^\circ$ .

2 = trunk laterally flexes to \_\_\_ right or to \_\_\_ left (check one)  $30^\circ$  or more.

7. Weight shift (lateral displacement of head, trunk and pelvis) (coronal plane) (front/back view) \_\_\_\_\_

0 = normal weight shift (~ 25 mm shift over stance limb).

1 = reduced weight shift.

2 = almost none or no weight shift.

2 = excessive weight shift.

8. Pelvic position (coronal plane) (front/back view) \_\_\_\_\_

0 = normal (no Trendelenberg sign)

1 = mild pelvic drop on contralateral side.

2 = severe or abrupt pelvic drop on contralateral side.

9. Hip extension (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_

0 = normal (moves from 30° of hip flexion at initial contact to neutral by midstance, then to 20° of extension past neutral in terminal stance).

1 = hip extends to neutral by midstance but lacks further hip extension during terminal stance.

2 = abnormal throughout stance (hip remains in flexion or marked extension).

10. Hip rotation (coronal plane) (front/back view) \_\_\_\_\_

0 = normal (remains in neutral)

1 = abnormal, internal rotation

1 = abnormal, external rotation

11. Knee – initial contact phase (sagittal plane) (lateral view). Choose \_\_\_ A or \_\_\_ B (check selection) \_\_\_\_\_

A. Knee flexion

0 = normal (knee in neutral/not hyperextended).

1 = 5° – 15° knee flexion.

2 => 15°, but < 30° knee flexion.

3 => 30° knee flexion.

B. Knee extension

0 = normal (knee in neutral/not in flexion).

1 = 5° – 15° knee hyperextension.

2 => 15° up to 30° knee hyperextension.

3 => 30° knee hyperextension.

12. Knee – loading response phase (sagittal plane) (lateral view). Choose \_\_\_ A or \_\_\_ B (check selection) \_\_\_\_\_

A. Knee flexion

0 = normal (up to 15° knee flexion).

1 => 15°, but < 30° knee flexion.

2 =  $\geq 30^\circ$  knee flexion

B. Knee extension

0 = normal (up to  $15^\circ$  knee flexion).

1 = no knee flexion, up to  $15^\circ$  knee hyperextension.

2 =  $\geq 15^\circ$  knee hyperextension.

13. Knee – midstance phase (sagittal plane) (lateral view). Choose \_\_\_ A, \_\_\_ B, \_\_\_ C, or \_\_\_ D (ck. select)

\_\_\_\_\_ A. Knee flexion

0 = normal (knee in  $4^\circ$  flexion at heel strike, increasing to  $15^\circ$  flexion at 14% of gait cycle).

1 = 5 –  $15^\circ$  flexion throughout midstance; does not achieve neutral at midstance.

2 =  $> 15^\circ$ , but  $< 30^\circ$  knee flexion

3 =  $\geq 30^\circ$  knee flexion.

B. Knee extension

0 = normal (knee in  $4^\circ$  flexion at heel strike, increasing to  $15^\circ$  flexion at 14% of gait cycle).

1 = knee extended through midstance phase; not hyperextended.

2 = up to  $15^\circ$  knee hyperextension during midstance phase.

3 =  $> 15^\circ$  knee hyperextension during midstance phase.

C. Knee flexion moving to extension

0 = normal (knee in  $4^\circ$  flexion at heel strike, increasing to  $15^\circ$  flexion at 14% of gait cycle).

1 = normal knee flexion during early midstance phase, then knee extends to neutral.

2 = knee flexion during early midstance phase, then knee extends to full extension range (neutral or beyond) in uncontrolled manner, but not snapping back.

3 = knee in flexion during early midstance phase, then knee abruptly and forcefully extends into end range in an uncontrolled manner.

D. Knee extension moving to flexion

0 = normal (knee in  $4^\circ$  flexion at heel strike, increasing to  $15^\circ$  flexion at 14% of gait cycle).

1 = knee remains in extension in early midstance, then knee flexes late, but retains control.

2 = knee remains in extension in early midstance, then knee flexes, losing control and regaining control.

3 = knee remains in extension in early midstance, then knee buckles with failure to regain control and requires use of compensatory strategies.

14. Knee – terminal stance phase/pre-swing phase (heel-rise to toe-off) (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_

0 = normal (knee flexion position in sagittal plane  $35 - 45^\circ$ ).

1 = knee flexes  $< 35^\circ$  or  $> 45^\circ$ .

2 = knee flexes 35 – 45°, then extends.

3 = knee remains in full extension throughout.

15. Ankle movement (sagittal plane) (lateral view). Choose \_\_\_ A or \_\_\_ B. (Check selection). \_\_\_\_\_

A. Ankle plantar flexion

0 = normal (from ankle neutral position at initial heel contact, moving to 10° plantarflexion before midstance, then moving to 10° dorsiflexion at heel off).

1 = normal from initial contact (with heel strike) to midstance, but in plantarflexion after midstance.

1 = foot flat at initial contact, moving to slight plantarflexion before midstance, but in plantarflexion after midstance.

2 = foot flat at initial contact with plantarflexion to heel off.

3 = no heel contact with excessive plantarflexion to heel off.

3 = either heel contact or no heel contact followed by excessive and/or early (midstance) plantarflexion (i.e. vaulting).

B. Ankle dorsiflexion

0 = normal (from ankle neutral position at initial heel contact, moving to 10° plantarflexion before midstance, then moving to 10° dorsiflexion at heel off).

1 = normal just prior to midstance, but > 10° dorsiflexion after midstance

2 = 15 – 20° dorsiflexion at midstance and to terminal stance (heel off).

3 = excessive ankle dorsiflexion (> 20°) throughout stance.

16. Ankle inversion (coronal plane) (front/back view) \_\_\_\_\_

0 = normal (slight inversion/supination at initial stance; then eversion/pronation until heel-off).

1 = excessive ankle inversion/supination present at initial contact.

2 = excessive ankle inversion/supination present at initial contact and at midstance.

3 = excessive ankle inversion/supination throughout stance.

17. Plantarflexion during terminal stance/pre-swing (heel-rise to toe-off) (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_

0 = normal (adequate push-off at pre-swing for moving from dorsiflexion position to 10° plantarflexion).

1 = partial/weak push-off while moving into plantarflexion at toe-off.

2 = absent/lack of plantarflexion; no push-off.

18. Toe position (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_

0 = normal (toes in neutral position)

1 = excessive toe extension.

1 = clawing.

## Swing Phase

19. Trunk posture/movement (Dynamic) (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_  
0 = normal (static trunk alignment maintained).  
1 = trunk \_\_\_ flexes or \_\_\_ extends (check one) < 30°.  
2 = trunk \_\_\_ flexes or \_\_\_ extends (check one) 30° or more.
20. Trunk posture/movement (Dynamic) (coronal plane) (front/back view) \_\_\_\_\_  
0 = normal (static trunk alignment maintained).  
1 = trunk laterally flexes to \_\_\_ right or to \_\_\_ left (check one) < 30°.  
2 = trunk laterally flexes to \_\_\_ right or to \_\_\_ left (check one) 30° or more.
21. Pelvic position (coronal plane) (front/back view) \_\_\_\_\_  
0 = normal (relatively level pelvis or slightly lower on swing side).  
1 = mild hip hiking.  
2 = moderate to severe hip hiking.
22. Pelvic position (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_  
0 = normal (neutral position with respect to anterior or posterior tilt).  
1 = anterior pelvic tilt.  
1 = posterior pelvic tilt.
23. Pelvic rotation as limb swings forward (transverse plane) (top view) \_\_\_\_\_  
0 = normal (from 5° backward rotation at initiation of swing to 5° forward rotation by terminal swing)  
1 = reduced pelvic rotation.  
1 = excessive pelvic rotation.  
2 = absent pelvic rotation.
24. Hip flexion (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_  
0 = normal (0° hip flexion at initial swing to ~ 35° at peak, then reducing to ~ 25° at terminal swing; hip neutral with respect to hip abduction/adduction).  
1 = hip begins swing in flexion, but reaches normal peak.  
1 = > 10°, but < 30° hip flexion peak in the sagittal plane.  
2 = > 10°, but < 30° hip flexion peak, and with hip abduction (e.g. = circumduction).  
2 = > 10°, but < 30° hip flexion peak, and with hip adduction (e.g. = scissoring).  
3 = 0 to 10° hip flexion throughout swing.  
3 = > 35° hip flexion (excessive hip flexion).



25. Hip rotation (coronal plane) (front/back view) \_\_\_\_\_
- 0 = normal (remains in neutral)
  - 1 = abnormal, internal rotation
  - 1 = abnormal, external rotation
26. Knee – initial swing (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_
- 0 = normal (40 – 60° of knee flexion).
  - 1 = at least 15° knee flexion, but < 40° knee flexion.
  - 2 = < 15° knee flexion.
  - 3 = knee never flexes.
27. Knee – midswing (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_
- 0 = normal (60° knee flexion  $\pm$  4°).
  - 1 = 45° - 55° knee flexion.
  - 2 = 25° - 45° knee flexion.
  - 3 = 0 to 25° knee flexion.
28. Knee – terminal swing (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_
- 0 = normal (from knee flexed position to full knee extension).
  - 1 = from knee flexed position, remaining in knee flexion throughout.
  - 1 = from knee extension position, remaining in knee extension throughout.
29. Ankle movement (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_
- 0 = normal (from initial plantarflexion at terminal stance [toe-off] to neutral by midswing, then slight dorsiflexion just prior to initial contact in stance).
  - 1 = midswing ankle neutral but no terminal swing dorsiflexion.
  - 2 = no midswing ankle neutral and no terminal swing dorsiflexion; plantarflexion throughout.
30. Ankle inversion (coronal plane) (front/back view) \_\_\_\_\_
- 0 = normal (ankle remains in neutral regarding inversion/eversion).
  - 1 = ankle in inverted position during swing.
31. Toe position (sagittal plane) (lateral view) \_\_\_\_\_
- 0 = normal (toes in neutral position)
  - 1 = inadequate toe extension.
  - 1 = clawing.

**Total Score** \_\_\_\_\_ / 62

**Comments:**

#### **Annexe 4 : New Functional Ambulation Classification (NFAC) (100)**

- Classe 0 Ne peut marcher ou a besoin de l'aide de plus d'une personne.
- Classe 1 Peut marcher avec l'aide permanente d'une personne.
- Classe 2 Peut marcher avec l'aide intermittente d'une personne.
- Classe 3 Peut marcher avec l'aide d'un soutien verbal sans contact physique.
- Classe 4 Peut marcher seul sur surface plane, mais le passage des escaliers est impossible.
- Classe 5 Peut marcher seul sur surface plane. Le passage des escaliers est possible avec aide physique d'une tierce personne (contact physique ou simple surveillance)
- Classe 6 Peut marcher seul sur surface plane. Le passage des escaliers est possible en utilisant une rampe ou une canne, sans aide et/ou surveillance de la part d'une tierce personne.
- Classe 7 Peut marcher seul sur surface plane. Le passage des escaliers est possible seul mais anormalement (plus lent avec boiterie), sans aide et/ou surveillance de quelqu'un, ni d'appui externe.
- Classe 8 Peut marcher seul en surface plane et franchit seul les escaliers de façon normale sans se servir de la rampe ou d'une canne avec passage des marches normalement.

#### **Annexe 5 : Rivermead Mobility Index (RMI) (85)**

1. Êtes-vous capable de vous tourner de la position couchée sur le dos vers la position sur le côté sans aide ?  Oui  Non
2. De la position couchée, êtes-vous capable de vous asseoir au bord du lit sans aide?  Oui  Non
3. Pouvez-vous rester assis sur le bord du lit sans vous tenir pendant 10 secondes ?  Oui  Non
4. Pouvez-vous (en utilisant les mains ou une aide si nécessaire) vous lever d'une chaise en moins de 15 secondes et rester debout durant 15 secondes ?  Oui  Non
5. Observer le patient debout pendant 10 secondes et sans aide.  Oui  Non
6. Êtes-vous capable de vous transférer du lit vers la chaise et de revenir sans aucune aide ?  Oui  Non
7. Pouvez-vous marcher 10 mètres avec une aide si nécessaire mais sans aide supplémentaire ?  Oui  Non
8. Êtes-vous capable de monter une série de marches, seul et sans aide ?  Oui  Non
9. Marchez-vous autour de chez vous seul, sur le trottoir ?  Oui  Non
10. Pouvez-vous marcher 10 mètres à l'intérieur de chez vous sans canne tripode, attelle ou aide et aucune aide supplémentaire ?  Oui  Non
11. Si vous laissez tomber quelque chose sur le sol, êtes-vous capable de marcher 5 mètres pour le ramasser et revenir ?  Oui  Non
12. Pouvez-vous marcher sur un sol instable (herbe, gravier, saleté, neige ou glace) sans aide ?  Oui  Non
13. Pouvez-vous entrer et sortir d'une douche ou d'une baignoire sans supervision et vous laver seul ?  Oui  Non
14. Êtes-vous capable de monter et descendre 4 marches sans rampe mais en utilisant une aide si nécessaire ?  Oui  Non
15. Pourriez-vous courir 10 mètres en 4 secondes sans boiter (une marche rapide est acceptable) ?  Oui  Non

**AUTEUR :** LE BOCQ Charlotte

**Date de Soutenance :** Jeudi 10 octobre 2013

**Titre de la Thèse :** Efficacité de la neurotomie ramicellaire sélective tibiale sur les capacités de posture et de marche dans le cadre du pied spastique post-AVC

**Thèse - Médecine - Lille 2013**

**Cadre de classement :** DES de Médecine Physique et Réadaptation

**Mots-clés :** Neurotomie, pied varus équin, spasticité, évaluation fonctionnelle, posture, marche

**Résumé :**

**Contexte :** La neurotomie ramicellaire sélective (NRS) tibiale a prouvé son efficacité pour le traitement de la spasticité du pied varus équin spastique, mais très peu de données existent concernant son impact fonctionnel. L'objectif de cette étude était de réaliser une évaluation multidimensionnelle de l'efficacité de la NRS tibiale dans le cadre du pied spastique post-AVC, et notamment de l'efficacité perçue par le patient en vie quotidienne.

**Méthode :** Les patients hémiparétiques après un AVC unique étaient évalués avant et 4 mois après une NRS tibiale. L'évaluation principale utilisait l'échelle d'évaluation analytique et fonctionnelle de l'équilibre et de la marche des patients hémiplegiques vasculaires, qui permet une évaluation par le patient et l'examineur des principales déficiences posturales et de marche et de la facilité à réaliser des activités. Par ailleurs, l'évaluation multidimensionnelle comprenait celle de paramètres analytiques, instrumentaux (posturographie, paramètres spatio-temporels et vidéographique de la marche), et fonctionnels.

**Résultats :** 14 patients ont été inclus, en moyenne à 2.7 ans de leur AVC. Après l'intervention, les patients rapportaient une amélioration des anomalies posturales et de marche ( $p=0.002$ ), principalement sur les déformations distales, et un gain fonctionnel en vie quotidienne ( $p=0.014$ ). Cela allait de paire avec une amélioration globale significative ressentie sur la marche ( $p=0,002$ ) et l'équilibre ( $p=0,039$ ). La spasticité du triceps sural était nettement améliorée ( $p=0.001$ ), la flexion dorsale passive ( $p=0.001$ ), et la commande motrice des releveurs ( $p=0.034$ ) l'étaient plus modérément. La vitesse de marche à allure rapide ( $p=0.036$ ) et le temps de simple appui à allure confortable ( $p= 0.015$ ) était majorées tandis que la cinématique articulaire n'était améliorée que pour la cheville. L'analyse baropodométrie montrait une majoration franche de l'appui sur le talon parétique. Enfin, si davantage de patients utilisaient préférentiellement la marche pour se déplacer, et avec un degré d'aide moins important, les scores fonctionnels objectifs n'étaient pas modifiés.

**Conclusion :** La NRS tibiale apporte un bénéfice ressenti par le patient en situation écologique dans les activités posturales et de marche. Le gain analytique sur la spasticité est important, les évaluations fonctionnelles objectives sont plus contrastées. L'évaluation du ressenti et de la satisfaction du patient paraît importante à prendre en compte.

**Composition du Jury :**

**Président :** Mr le Professeur A. THEVENON

**Assesseurs :** Mr le Professeur C. FONTAINE  
Mr le Professeur S. BLOND  
Mr le Docteur M. ROUSSEAU  
Mr le Docteur E. ALLART

