



UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG
Année : 2021

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Efficacité sur la spasticité des neurectomies sélectives partielles au
membre supérieur à un minimum de 2 ans de recul :
à propos de 27 cas**

Présentée et soutenue publiquement le 18 juin 2021 à 18 heures
au Pôle Formation
par **Marc-Antoine d'ALMEIDA**

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Christophe CHANTELOT

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Carlos MAYNOU

Monsieur le Professeur Vincent TIFFREAU

Monsieur le Docteur Étienne ALLART

Directeur de thèse :

Madame le Docteur Nadine STURBOIS-NACHEF

Avertissement

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Liste des abréviations

AVC	Accident vasculaire cérébral
DREZ	<i>Dorsal root entry zone</i>
EN	Échelle numérique
FAT	Frenchay Arm test
FCR	<i>Flexor carpi radialis</i>
FCU	<i>Flexor carpi ulnaris</i>
FDP	<i>Flexor digitorum profundus</i>
FDS	<i>Flexor digitorum superficialis</i>
FPB	<i>Flexor pollicis brevis</i>
FPL	<i>Flexor pollicis longus</i>
GART	<i>Global Assessment of Response to Treatment</i>
INOM	Institut de Neuro-Orthopédie de Montpellier
IP	Interphalangienne
IPP	Interphalangienne proximale
MCP	Métacarpophalangienne
MRC	<i>Medical research council</i>
MUNE	<i>Motor unit number estimation</i>
NSP	Neurectomie sélective partielle
ROT	Réflexe ostéo-tendineux
SDR	<i>Selective dorsal rhizotomy</i>
SEP	Sclérose en plaques
SNC	Système nerveux central
TC	Traumatisme crânien

Sommaire

Avertissement	2
Liste des abréviations	3
Sommaire.....	4
I. Introduction	6
1. Définition et physiopathologie de la spasticité	6
a. Définition.....	6
b. Le réflexe myotatique	8
c. La raideur musculaire	9
2. Spécificité clinique des membres supérieurs du sujet spastique	9
a. Déformations les plus fréquentes	9
b. Évaluation de la spasticité	15
c. Évaluation fonctionnelle.....	16
3. Paraclinique	17
4. Traitement.....	18
a. Approche thérapeutique	18
b. Traitement médical	18
c. Traitement chirurgical	20
5. Les neurectomies au membre supérieur.....	20
6. Hypothèse et objectif.....	24
II. Matériel et méthode	25
1. Population de l'étude.....	25
2. Technique opératoire	25
3. Méthode d'évaluation	26
a. Données sociodémographiques et anamnèse	26
b. Critères permettant de répondre à l'objectif principal	27
c. Critères permettant de répondre à l'objectif secondaire	28
4. Statistiques.....	28
III. Résultats	29
1. Population de l'étude et chirurgie.....	29
a. Population.....	29
b. Interventions chirurgicales.....	33
2. Critères d'évaluation permettant de répondre à l'objectif principal	35
a. Neurectomie sélective partielle pour la spasticité en adduction de l'épaule	35
b. Neurectomie sélective partielle pour la spasticité en flexion du coude	38
3. Critères d'évaluation permettant de répondre à l'objectif secondaire	44
a. Gestes neuro-orthopédiques au poignet	44
b. Gestes neuro-orthopédiques aux doigts longs et au pouce	47

c. Complications	48
IV. Discussion.....	50
V. Conclusion	59
Liste des tableaux	60
Liste des figures.....	61
Annexes	62
Références.....	68

I. Introduction

Les atteintes du système nerveux central (SNC) donnent des tableaux cliniques complexes dont l'un des symptômes est l'hypertonie, et en particulier la spasticité, en cas d'atteinte du tractus cortico-spinal. Cette spasticité demeurera un véritable défi tout le long de la prise en charge du sujet cérébrolésé, tant pour les médecins rééducateurs que pour les chirurgiens.

Les causes lésionnelles du SNC sont multiples. Elles peuvent être traumatiques (traumatisme crânien – TC et médullaire), d'origine vasculaire (accident vasculaire cérébral – AVC), inflammatoires (sclérose en plaques – SEP) ou encore infectieuses et tumorales. L'installation peut aussi être progressive et d'origine dégénérative chez l'adulte vieillissant. Enfin une atteinte cérébrale anté- ou néonatale peut être responsable de tableaux de paralysie cérébrale chez l'enfant.

Actuellement en France, l'incidence de l'AVC serait de 140 000 cas par an, dont 30 000 handicaps lourds [1], celle des TC de 150 000 par an, dont 10 000 graves [2]; 110 000 personnes souffrent de SEP [3] et 1 500 enfants présentent chaque année une paralysie cérébrale [4]. Le nombre de personnes susceptible de présenter une atteinte spastique des membres annuellement, en France, est donc considérable et est de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers de personnes par an.

1. Définition et physiopathologie de la spasticité

a. Définition

Après une lésion cérébrale ou une médullaire, un syndrome pyramidal peut apparaître. Il correspond aux signes et symptômes résultant de l'atteinte du faisceau pyramidal, support de la commande motrice volontaire. Il se caractérise, entre autres,

par la présence d'une hypertonie musculaire. Cette dernière regroupe 3 composantes : la spasticité, la dystonie-spastique et les co-contractions.

Le terme de spasticité provient du grec *spao*, qui signifie « contracter ». L'un des premiers à avoir proposé une définition précise de la spasticité est Lance en 1980 [5] : « La spasticité est un trouble moteur caractérisé par une augmentation vitesse-dépendante des réflexes toniques d'étirement (tonus musculaire), accompagnée d'une exagération des réflexes ostéo-tendineux, résultant d'une hyperexcitabilité du réflexe d'étirement, considéré comme une composante du syndrome pyramidal ». Elle se manifeste, entre autres, par une contraction musculaire réflexe involontaire à l'étirement se manifestant par une résistance à la mobilisation articulaire, qui cède progressivement. La spasticité résulte d'une dysfonction de la boucle réflexe d'étirement et s'accompagne de modifications des propriétés intrinsèques des muscles. Ces deux aspects seront développés dans les paragraphes suivants .

Les autres formes d'hypertonie [6,7] sont la dystonie-spastique et les co-contractions. La dystonie-spastique est une hypertonie musculaire permanente de repos qui correspond à une contraction musculaire tonique en l'absence d'étirement ou de contraction volontaire. Elle résulte d'un dysfonctionnement de la commande centrale descendante et n'est pas la conséquence d'une hyperexcitabilité du réflexe myotatique. Elle est en lien avec des phénomènes de suppléance (*sprouting*) provenant des faisceaux rubro-, vestibulo-, réticulo-spinaux à destination des motoneurones mais également des réarrangements post-lésionnels du cortex moteur.

Les co-contractions des muscles agonistes et antagonistes sont des contractions involontaires inappropriées de l'antagoniste lors de la contraction volontaire de l'agoniste. Ce phénomène n'a pas non plus pour origine une hyperexcitabilité réflexe et aurait plus pour origine une redistribution aberrante de la

commande motrice descendante.

b. Le réflexe myotatique

La spasticité résulte de l'hyperexcitabilité du réflexe myotatique (ou d'étirement) par disparition du contrôle inhibiteur des structures supra-spinales [8]. La figure 1 rappelle les principes du réflexe myotatique.

L'innervation sensorielle afférente constituée des fibres nerveuses de groupe I (Ia et Ib) et II se projettent sur les motoneurones alpha afin de moduler la contraction des fibres musculaires s'opposant à l'étirement. Après une lésion du SNC, les fibres Ia, répondant surtout à la vitesse d'étirement, et les fibres II à l'amplitude de l'étirement, ne sont plus inhibées, du fait de l'interruption des afférences descendantes la inhibitrices présynaptiques et de l'inhibition homosynaptique au niveau médullaire. Les mécanismes d'inhibition des fibres Ib, provenant de l'organe tendineux de Golgi et inhibant la co-contraction des muscles antagonistes lors d'une contraction d'un muscle agoniste, sont également lésés dans le syndrome pyramidal. Enfin, l'hyperexcitabilité des motoneurones gamma est certainement associée à ces phénomènes d'entretien de l'hypertonie musculaire mais son rôle n'a encore jamais été clairement établi.

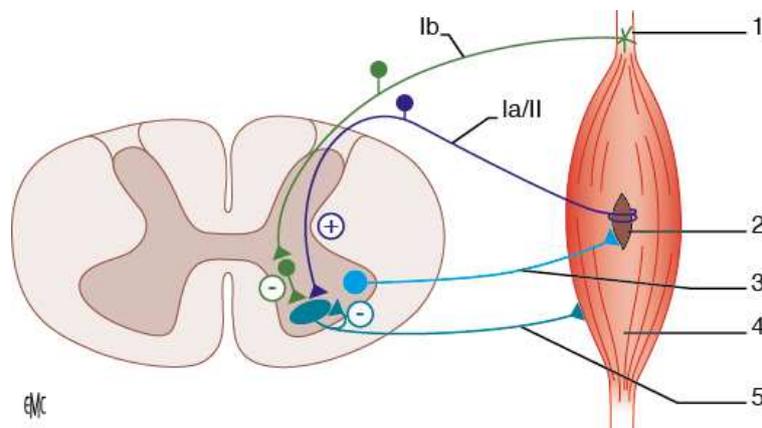


Figure 1. Boucle du réflexe myotatique (d'après [5])

1. Récepteurs tendineux. 2. Fuseaux neuromusculaires. 3. Motoneurone gamma. 4. Corps musculaire. 5. Motoneurone alpha

c. La raideur musculaire

L'hyperexcitabilité du réflexe myotatique s'ajoute à un facteur pour expliquer la résistance musculaire à son étirement : la modification intrinsèque des fibres musculaires, conséquence de l'hypertonie sur le long terme. En effet, il a été montré que le muscle spastique connaît une transformation du collagène tissulaire et des tendons, une altération des propriétés contractiles et de l'élasticité des fibres musculaires ainsi qu'une diminution du nombre de sarcomères. Tout cela, ajouté à la parésie et la sous-utilisation du membre aboutissant au placement des muscles en position accourcie, entraîne des contractures jusqu'à la rétraction musculo-tendineuse [6,7].

2. Spécificité clinique des membres supérieurs du sujet spastique

a. Déformations les plus fréquentes

La clinique est celle du syndrome pyramidal [9,10]. Au décours immédiat de la cérébrolésion, on observe un déficit musculaire flaccide ; l'hypertonie musculaire n'apparaît qu'après plusieurs semaines. Cette dernière concerne essentiellement les muscles antigravitaires, soit, au membre supérieur, les muscles fléchisseurs. Ce déséquilibre entre muscles agoniste-antagoniste est à l'origine de déformations bien spécifiques, notamment en « triple flexion » du membre (flexion-adduction du bras, flexion du coude, du poignet et des doigts) (Figure 2). À noter qu'il existe fréquemment une différence entre l'examen en situation analytique par rapport à ce qui est observé en situation fonctionnelle, plus représentative de la gêne occasionnée dans la vie quotidienne du patient, avec, le plus souvent une majoration de la déformation. Il donc également nécessaire d'examiner le patient dans cette situation.



Figure 2. Déformation spastique du membre supérieur en triple flexion

Au niveau de l'épaule, la déformation la plus fréquente est l'adduction-rotation médiale qui gêne le positionnement de la main dans l'espace et les soins de nursing au niveau du creux axillaire [11,12]. Elle est due à l'hypertonie des muscles rotateurs médiaux et adducteurs : *pectoralis major*, *teres major* et *latissimus dorsi*, ainsi que le *subscapularis*, la participation de ce dernier étant difficile à apprécier du fait de sa profondeur. Faisant partie du groupe musculaire de la coiffe des rotateurs, il est, du reste, certainement plus un stabilisateur de tête humérale qu'un puissant rotateur médial [13,14].

Plus rarement, il peut exister une déformation en abduction et rotation latérale dite « en chandelier » due à une atteinte des muscles *deltoideus*, *supra-* et *infra-spinatus* (Figure 3) ou une déformation en rétropulsion d'épaule du fait d'une hypertonie associée des principaux muscles rétropulseurs : le *teres major*, le *latissimus dorsi*, le chef postérieur du *deltoideus* et le chef long du *triceps brachii* (Figure 4).



Figure 3. Déformation spastique dite "en chandelier" (d'après [15])



Figure 4. Déformation spastique avec prédominance de l'hypertonie sur les rétropulseurs de l'épaule

En ce qui concerne l'articulation du coude, la déformation la plus courante est le flessum (Figures 2, 3 et 4) avec une hypertonie musculaire de l'ensemble des muscles fléchisseurs du coude : *biceps brachii*, *brachialis* et *brachioradialis*. Cela peut aller du flessum dynamique uniquement (mouvement syncinétique avec flexion involontaire du coude à la marche, au stress ou encore lors de la mobilisation active d'un autre membre) au flessum sévère de repos avec macération au pli du coude. En plus de problématiques fonctionnelles, cette déformation du coude engendre des problèmes esthétiques, hygiéniques mais surtout à l'habillement. Toutefois, le flessum de coude peut s'avérer être une déformation utile et permettre le port d'objets, tels que des sacs ou un parapluie. L'identification d'une telle fonction est essentielle pour ne pas dégrader l'autonomie du patient [16,17].

À l'avant-bras, la déformation la plus fréquemment retrouvée est l'attitude en pronation que l'on retrouve par atteinte du *pronator teres*, et dans une moindre mesure celle du *pronator quadratus*. Il faut évaluer la sévérité de la déformation qui, une fois fixée, empêche les prises bimanuelles. Cette déformation limite également les prises palmo- et pollicidigitales. Elle peut entraîner, chez l'enfant, une atteinte articulaire avec une luxation de la tête radiale et/ou de l'articulation radio-ulnaire distale [18].

Une autre déformation, plus rare, mais tout aussi gênante est l'attitude en hyper supination de l'avant-bras, qui, outre les problématiques fonctionnelles qu'elle engendre, entraîne une gêne esthétique avec un aspect de « main de mendiant » (Figure 5).



Figure . Déformation spastique de l'avant-bras en dite en "main de mendiant"

La déformation la plus fréquemment retrouvée au niveau du poignet est là encore le *flessum*. Elle résulte d'un déséquilibre entre extenseurs et fléchisseurs du carpe, en faveur de ces derniers (*flexor carpi radialis – FCR*, *flexor carpi ulnaris – FUC*, et plus accessoirement le *palmaris longus*). Elle compromet la préhension lors des prises palmodigitales, et peut causer des désagréments hygiénique et esthétique.

Plus rare, la déformation en extension peut être observée et s'accompagne la plupart du temps d'une fermeture du poing, par effet ténodèse des fléchisseurs superficiels et profonds des doigts (*flexor digitorum superficialis – FDS et profundus – FDP*).

Les déformations des doigts sont dans la grande majorité des cas en flexion. Elles sont en rapport avec une hypertonie des fléchisseurs extrinsèques (FDS et FDP), mais également des fléchisseurs intrinsèques, à savoir les muscles *interossei*. Pour évaluer le degré de rétraction des fléchisseurs extrinsèques, l'angle de Volkmann est utilisé (Figure 6) : en position de départ le poignet est fléchi et les doigts étendus, puis il est passivement amené en extension. En l'absence de tension des fléchisseurs des doigts, l'extension du poignet est possible avec les doigts étendus complètement. S'il existe une rétraction, l'angle de flexion du poignet à partir duquel les doigts se fléchissent par effet ténodèse est mesuré.

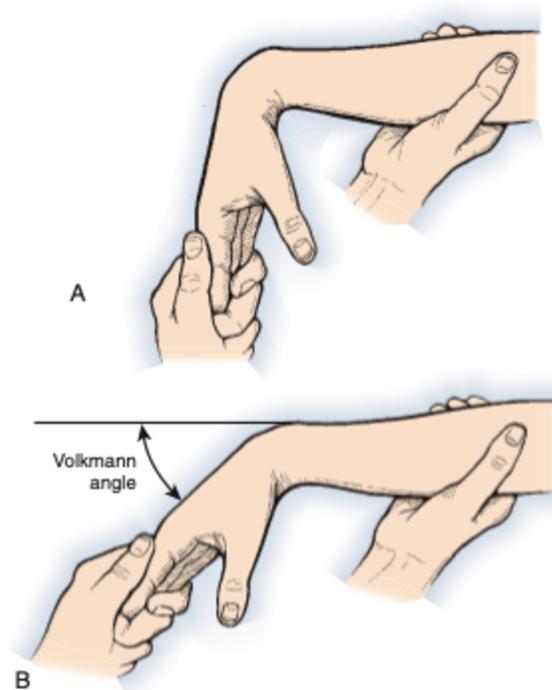


Figure 5. Détermination de l'angle de Volkmann (d'après [12])
A. Les doigts sont maintenus en extension avec le poignet fléchi.
B. Le poignet est étendu avec les doigts en extension.

La spasticité des muscles intrinsèques est recherchée par l'étirement rapide des métacarpophalangiennes (MCP) en extension, interphalangiennes (IP) fléchies. Leur rétraction s'évalue par le test de Finochietto (ou Bunnell pour les anglo-saxons) : il est

positif si la flexion de l'interphalangienne proximale (IPP) est limitée quand l'articulation MCP est en extension. Toutefois, dans les doigts avec importantes rétractions en flexion, il est difficile d'utiliser le test de Finochietto tel que décrit, et l'on a recours au test de Finochietto « inversé » (Figure 7) consistant à mobiliser passivement la MCP en extension, après avoir positionné les IP en flexion. Si la mise en rectitude passive de la MCP n'est pas possible, le test est considéré comme positif.

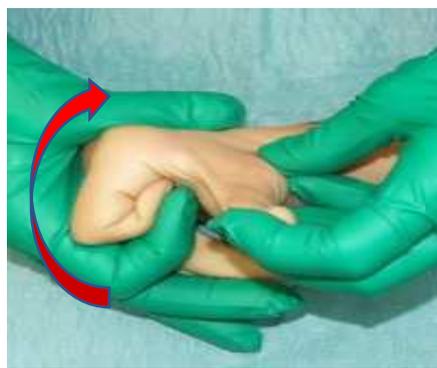


Figure 6. Test de Finochietto "inversé"

Enfin, concernant le pouce, ce dernier se retrouve souvent dans la paume et empêche donc les prises pollicidigitales mais aussi palmodigitales.

La spasticité du *flexor pollicis longus* (FPL) induit une flexion de l'IP du pouce et de la MCP alors que celle du *flexor pollicis brevis* (FPB) uniquement une flexion de la MCP. L'atteinte du muscle premier interosseux dorsal et adducteur du pouce entraîne la fermeture de la première commissure. La classification de Tonkin [19] (modifiée d'après House et al. [20]) permet de classer les déformations au niveau du pouce en 3 types : type 1 – intrinsèque, type 2 – extrinsèque et type 3 – mixte, sans distinction entre spasticité isolée ou rétraction associée (Annexe 1).

Ces déformations sont d'importance variable d'un individu à l'autre et peuvent varier avec les émotions, l'environnement et la situation fonctionnelle.

b. Évaluation de la spasticité

L'hypertonie spastique s'accompagne d'une hyperréflexie des réflexes ostéo-tendineux (ROT). Ils sont recherchés à la percussion au marteau réflexe, et on retrouve des réflexes vifs, polycinétiques et diffus.

Si la spasticité est facilement mise en évidence, sa quantification est plus compliquée tant sur le plan analytique que fonctionnel.

Deux échelles analytiques sont principalement utilisées. La première est celle d'Ashworth, datant de 1964 [21] et modifiée par Bohannon et al. en 1987 [22] (Annexe 2) : c'est la plus citée et celle de référence dans la littérature. Rapide et simple d'utilisation, elle est de bonne reproductibilité, notamment au membre supérieur. La seconde est française, il s'agit de l'échelle de Tardieu [23]. Elle est plus complète, et permet d'intégrer la vitesse d'étirement. En effet, l'évaluation s'effectue à 3 vitesses : V1, aussi lente que possible ; V2, vitesse moyenne qui correspond à l'action de la pesanteur sur le segment de membre ; V3, aussi vite que possible. Deux autres paramètres sont alors pris en compte : la qualité de la réaction musculaire (Annexe 3) et l'angle d'apparition de la résistance. Elle semble avoir une meilleure variabilité inter-observateur que l'échelle d'Ashworth [22,24].

L'identification des autres formes d'hypertonie associées est également nécessaire, influençant la prise en charge et les résultats. La dystonie-spastique est un phénomène en lien avec une contraction musculaire de repos en l'absence d'étirement ou de contraction volontaire. Les co-contractions spastiques s'opposent quant à elles au mouvement volontaire d'un muscle agoniste par réponse excessive de muscles antagonistes et altère la fonction active [6,25]. Enfin, une entité particulière à laquelle il faut être particulièrement attentif est la dystonie, qui correspond à des contractions musculaires involontaires, soutenues ou intermittentes, au repos,

provoquant des mouvements de torsion et des postures anormales fluctuants dans le temps [6,26]. Elle contre-indique dans la majorité des cas la chirurgie car risque de provoquer des hyper-corrrections.

Lors de l'évaluation initiale, le recours à des injections de toxine botulique [12,16,27–30] ou de bloc moteur anesthésique [17,31,32] aide à préciser l'examen clinique, en supprimant temporairement l'hypertonie d'un muscle ou d'un groupe musculaire, permettant de simuler les effets d'une NSP sur une déformation. L'avantage de la toxine botulique est d'évaluer son effet dans les activités de vie quotidienne du patient. Toutefois, le bloc moteur anesthésique simule mieux les effets de la chirurgie en terme d'intensité d'effet sur le muscle spastique [31].

En plus de ces troubles du tonus musculaire, d'autres symptômes compromettent l'utilisation du membre : tout d'abord, le défaut de contrôle musculaire actif parfois associé à de la parésie évaluée par la MRC muscle scale [33,34] (Annexe 4) avec une cotation croissante de 0 à 5. Par ailleurs, le syndrome d'héminégligence motrice, les troubles praxiques altèrent également l'utilisation du membre supérieur et doivent être pris en considération lors de la planification du geste chirurgical.

c. Évaluation fonctionnelle

Concernant l'évaluation fonctionnelle, de nombreuses échelles existent pour étudier la fonction chez le sujet spastique. Le score fonctionnel de House [16] est le plus souvent utilisé pour évaluer l'utilisation manuelle ; il permet de classer en 9 stades de 0 à 8 l'utilisation de la main spastique (Annexe 5), allant de l'exclusion complète à l'utilisation spontanée indépendamment de l'autre main dans les activités de la vie quotidienne. Le Frenchay Arm test (FAT) [35] évalue également les capacités fonctionnelles du membre à travers 5 épreuves avec un matériel rudimentaire (Annexe

6). Récemment, l'Institut de Neuro-Orthopédie de Montpellier (INOM) a mis en place une échelle plus spécifique permettant l'évaluation du membre supérieur spastique de proximal en distal avec un score atteignant au maximum 25 si le patient parvient à réaliser toutes les épreuves [36] (Annexe 7).

Par ailleurs, il est impératif de rechercher à l'interrogatoire des fonctions « cachées », qui n'apparaissent pas dans les différents tests, comme la pince brachio-thoracique permettant de bloquer des objets sous le bras, les déformations spastiques « utiles » comme le flessum de coude pour porter un sac [16,17] ou encore le blocage passif d'objet dans la paume de la main spastique pour être utilisé par l'autre main non atteinte (tube de dentifrice, pot de yaourt, etc...).

3. Paraclinique

L'électromyographie n'est pas utilisée en pratique courante pour l'évaluation de la spasticité qui est plutôt clinique. En revanche elle peut être utile pour la mise en évidence d'autres types d'hypertonie, telles que les co-contractions ou la dystonie-spastique, parfois difficilement évaluable cliniquement [37,38]. Elle est un outil incontournable dans la planification d'un transfert tendineux à visée fonctionnelle : elle permet de mettre en évidence le schéma d'activation du muscle donneur, permettant de prévoir son efficacité après transfert. Le sujet spastique a, en effet, beaucoup moins de possibilité d'intégration corticale d'un transfert que le sujet paralysé périphérique, notamment en cas de cérébrolésion .

Les examens d'imagerie ont parfois leur place dans l'évaluation d'une déformation de membre d'origine spastique. En particulier, en cas de contexte propice (traumatismes crâniens et médullaires notamment) et de limitation des amplitudes articulaires passives, la recherche d'une paraostéoarthropathie neurogène est

nécessaire. Par ailleurs, en cas de douleurs articulaires ou de déformation importante, ils permettent de mettre en évidence des lésions dégénératives ou dysplasiques.

4. Traitement

a. Approche thérapeutique

Le patient spastique doit bénéficier d'une évaluation multidisciplinaire comprenant un chirurgien formé à la neuro-orthopédie, un médecin spécialisé en médecine physique et réadaptation et, parfois, un neurologue, un masso-kinésithérapeute. En cas de difficulté de communication du patient, l'avis du personnel soignant et son entourage familial doit être recueilli.

Lors de ces consultations multidisciplinaires, est défini collégalement un plan thérapeutique personnalisé pour chaque patient [39,40]. Les objectifs thérapeutiques doivent être précisément définis par l'équipe médicale avec le patient, afin d'éviter toute déception du patient en postopératoire, qui présente souvent des attentes idéalisées de la chirurgie. Les objectifs visent à améliorer l'autonomie du patient, ou à faciliter les soins de nursing, améliorer le confort ou l'apparence esthétique, toujours dans le but d'améliorer la qualité de vie.

b. Traitement médical

Différentes approches non chirurgicales existent pour réduire l'hypertonie spastique.

Tout d'abord, il est nécessaire de préciser que toutes les manifestations spastiques ne doivent pas nécessairement être éliminées [16,17]. En effet, certaines déformations spastiques sont utiles pour des gestes de la vie quotidienne et doivent donc être respectées.

Les soins de physiothérapie et étirements peuvent être proposés et les attelles peuvent prévenir des raideurs et attitudes vicieuses [12,16,17].

Au niveau pharmacologique, on retrouve trois catégories de médicament par voie orale pour traiter les symptômes de la spasticité : les GABAergiques (Baclofène et benzodiazépines), les agonistes alpha-2 adrénergiques centraux (Tizanidine) et les antispastiques d'action périphérique agissant au niveau musculaire (Dantrolène) [27,41]. Cependant leur action est variable d'un patient à l'autre [16,27,30,42]. Le Baclofène peut également être instillé de manière intrathécal par pompe programmable, la disponibilité de la molécule dans le LCR étant plus importante qu'en cas de prise per os, avec des effets neurologiques secondaires moindre. Toutefois, la pompe n'est réservée qu'à la spasticité sévère des membres inférieurs et du tronc, et n'a que peu d'effet sur la spasticité des membres supérieurs [16,27,30].

Lorsqu'on souhaite agir de façon locale, des injections peuvent être effectuées. Des neurolyses par alcool ou phénol qui agissent sur les axones sensitifs et moteurs et interrompent de cette façon l'arc réflexe, peuvent être utilisées. Néanmoins cette méthode reste douloureuse, et l'effet est transitoire et non complètement réversible, pouvant causer notamment des lésions de fibrose musculaire ainsi que des troubles sensitifs [27,28,30,43]. L'injection de la neurotoxine botulinique de type A (Disport®, Botox®), produite par le *Clostridium botulinum* qui bloque la libération d'acétylcholine présynaptique au niveau de la jonction neuromusculaire, est donc préférée avec moins d'effets indésirables et une durabilité de plusieurs mois [12,16,27–30].

c. Traitement chirurgical

Afin d'agir de façon locale et prolongée sur la spasticité, des interventions neuro-ablatives ont été décrites allant de la chirurgie des racines spinales à la chirurgie nerveuse périphérique [44].

La pratique de la rhizotomie dorsale débute vers les années 1880 avec Abbe et Benett. Abandonnée, elle est reprise et modifiée par Gros en 1976 pour devenir plus sélective (SDR — *selective dorsal rhizotomy*) avec notamment l'utilisation de la stimulation électrique pour le repérage des fascicules de la racine de la moelle épinière à sectionner. C'est un de ses élèves, Marc Sindou, qui développe par la suite la DREZotomie (DREZ — *dorsal root entry zone*) [27,45,46] consistant à la destruction des fibres myotatiques et nociceptives, et préservant les faisceaux lemniscaux. Des neurectomies sélectives partielles (NSP) peuvent être proposées au niveau des nerfs périphériques, au niveau des groupes musculaires spastiques. Cette technique sera détaillée plus précisément au prochain paragraphe.

En cas de rétractions tendineuses ou de raideur articulaire, le traitement chirurgical peut s'intéresser aux tendons et/ou aux articulations [12,17]. Dans le cas de rétractions tendineuses, le patient pourra bénéficier d'allongements intramusculaires ou intratendineux, de désinsertions musculaires proximales ou de ténotomies. Des transferts tendineux peuvent être envisagés pour réanimer un muscle parétique. En cas de raideur articulaire, des arthrodèses (ex : arthrodèse de poignet) ou des ostéotomies (ex : ostéotomie de dérotation du radius) peuvent être réalisées.

5. Les neurectomies au membre supérieur

La NSP est le traitement chirurgical proposé en cas de spasticité gênante d'un groupe musculaire. Elle implique non seulement les axones des motoneurones alpha

mais également les dendrites des fibres sensibles proprioceptives. Elle agit sur les deux types de fibres, lorsqu'elle est effectuée de manière sélective ou hypersélective. Toutefois, les axones des motoneurones alpha ont la propriété de pouvoir repousser et d'adopter de nouvelles plaques motrices au sein du muscle (*sprouting*), ce qui se traduit par une parésie transitoire des muscles neurectomisés dont la force est rétablie au bout de plusieurs mois [47,48]. En revanche, les dendrites des fibres sensibles proprioceptives n'ont pas la propriété de repousser, ce qui aboutit à une interruption de l'arc réflexe et donc de son hyperexcitabilité.

Ce principe explique donc que la NSP soit proposée en cas de spasticité pure. Dans les autres formes d'hypertonie (co-contractions, dystonie-spastique, mouvements associés, ...), en rapport avec des anomalies de la commande centrale descendante, celles-ci tendraient à récidiver du fait de la repousse du motoneurone alpha.

La première technique chirurgicale neuro-ablative au niveau des nerfs périphériques dans le traitement de la spasticité a été la neurotomie totale par Lorenz en 1887 au niveau du membre inférieur [49,50]. Stoffel l'a par la suite appliquée au membre supérieur en 1913 [51]. La neurotomie était réalisée au pli du coude au niveau du tronc du nerf médian [50]. Toutefois, les résultats étaient inconstants avec des effets indésirables à type de douleurs neuropathiques ou des troubles de la sensibilité.

La technique a été reprise et modifiée plus tard par Brunelli et Brunelli en 1983 : la voie d'abord était agrandie, la stimulation électrique peropératoire était introduite ainsi que l'utilisation de la microchirurgie et la neurotomie était remplacée par la neurectomie [50,52]. Elle doit alors être effectuée sans utilisation de curares, si elle est réalisée sous anesthésie générale, pour repérer les branches motrices concernées par la stimulation électrique peropératoire, puisque les curares empêcheraient d'obtenir une

réponse musculaire à la stimulation nerveuse. Les auteurs préconisaient un geste sélectif, à savoir sur branches motrices primaires du nerf (Figure 7) afin d'éviter tout trouble sensitif. Par ailleurs, la résection d'un centimètre de nerf était recommandée, en plus de la résection sur au minimum 2/3 de la largeur du nerf, si la neurectomie est effectuée sur les branches primaires ou une résection de 2 branches sur 3, si la neurectomie est effectuée sur les branches secondaires, juste avant leur entrée dans le muscle.

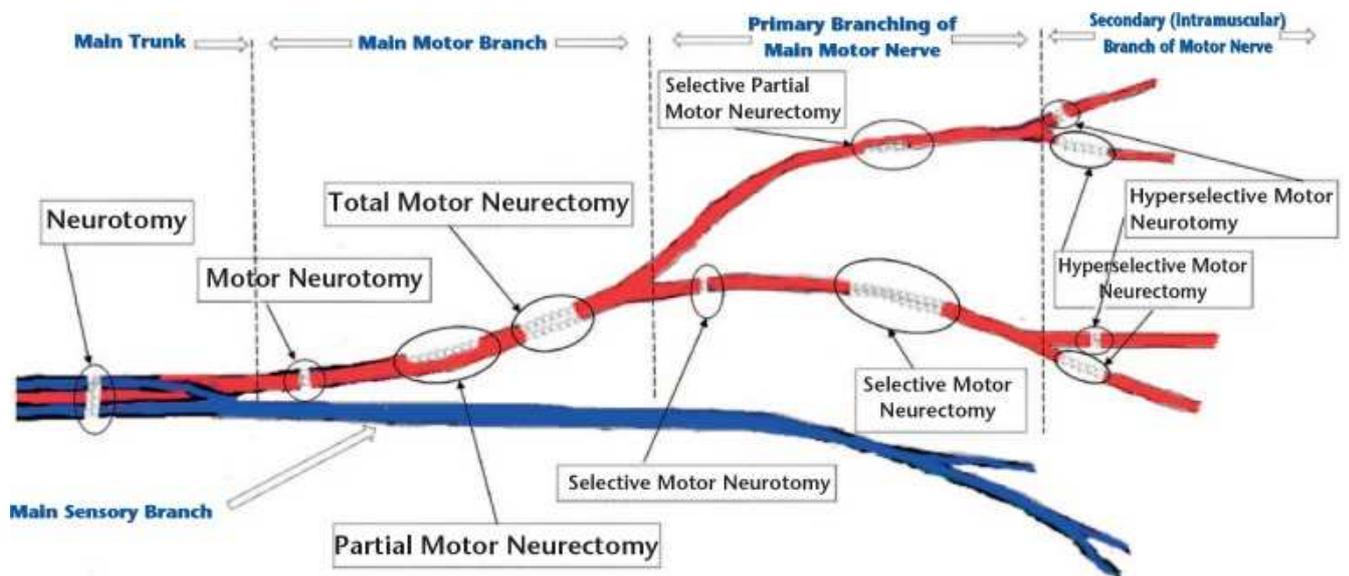


Figure 7. Terminologie des techniques neuro-ablatives des nerfs périphériques [53]

Maarrawi et al. [54] proposaient de réaliser une neurectomie des branches proportionnellement au score d'Ashworth préopératoire : 50% s'il était de 2, 65% de 3 et 80% de 4. Buffenoir et al. [55] adaptaient l'importance de la neurectomie en fonction de l'intensité des contractions musculaires en peropératoire au fur et à mesure de la neurectomie en réponse à la stimulation électrique allant jusqu'à 1 mA d'intensité maximale pour éviter la diffusion du signal. Ainsi, bien que la majorité s'accorde à dire qu'il est nécessaire de réséquer au moins 2/3 du nerf ou des branches motrices, l'importance de la résection nerveuse est variable et non consensuelle [56,57] et pouvait en effet aller jusque 90% du nerf.

L'intérêt était d'éviter la récurrence spastique. Effectivement, Brunelli et Brunelli [52] observaient, en cas de résection égale ou inférieure à 50% des branches motrices, une réapparition de l'hypertonie chez plus de la moitié des patients pour lesquels ils prévoyaient une nouvelle intervention à 6 mois. Maarawi et al [54] avaient 15,6% de récurrence de la spasticité qualifiée de plus ou moins suffisante pour nécessiter une réintervention afin de rééquilibrer la balance entre agoniste et antagoniste. Dans une série de 15 patients, Leclercq [57] retrouvait une légère augmentation du score moyen de Tardieu dans le temps passant de 0,5 à 4 mois en postopératoire à 1 à 16 mois en postopératoire. Des études n'observaient aucune nouvelle aggravation sur le plan spastique après intervention [55,56,58,59].

Pour éviter cette réapparition de la spasticité, malgré l'importance de la résection nerveuse, des auteurs [52,58,60] associent à la neurectomie une coagulation à la pince bipolaire voire en plus la mise en place de clip au niveau des moignons nerveux. D'autres recommandent une neurectomie sélective ou hypersélective et non intra-tronculaire, car, du fait de l'organisation plexiforme des fascicules au niveau des troncs nerveux, les NSP intra-tronculaires favoriseraient la récurrence avec des branches motrices qui resteraient intactes. Il est donc important de repérer l'ensemble des rameaux moteurs destinés au muscle paralytique et de les disséquer parfois jusqu'à leur entrée dans le muscle (notamment en cas de neurectomies hypersélectives) [57] (Figure 7), ce qui nécessite de larges incisions.

Ces dernières études [55–58,60] rapportaient des résultats favorables en terme d'efficacité sur la spasticité mais le recul était dans la très grande majorité des cas inférieure à 2 ans, ne permettant pas d'évaluer sur le long terme l'efficacité des NSP. Une seule présentait un suivi supérieur à 2 ans [54] mais le nombre de patients par groupe musculaire étudié était peu important, avec notamment, comme dans les

autres études, une population hétérogène comprenant adultes et enfants, qui ne présentent pas les mêmes capacités de plasticité cérébrale et de régénération nerveuse [55,57,58,60].

6. Hypothèse et objectif

Ainsi, l'objectif principal de cette étude était d'évaluer les résultats cliniques à long terme de la NSP au membre supérieur. Les objectifs secondaires étaient l'évaluation clinique des autres gestes neuro-orthopédiques associés chez les patients. L'hypothèse principale de notre étude est que la neurectomie sélective partielle (NSP) permet une diminution significative de la spasticité de façon stable dans le temps.

II. Matériel et méthode

1. Population de l'étude

Dans le cadre d'une étude rétrospective monocentrique au sein du CHU de Lille, étaient inclus les patients majeurs présentant une lésion du système nerveux central et ayant bénéficié d'une intervention neuro-orthopédique au membre supérieur incluant au moins une NSP, à plus de 2 ans de recul. Les critères d'exclusion étaient : la présence associée d'une paralysie d'origine périphérique les antécédents de chirurgie nerveuse, les patients en état végétatif chronique. La période d'étude a porté sur les patients opérés entre janvier 2014 et décembre 2017. Tous les patients ont été revus en consultation. Une information claire et précise du protocole d'étude a été fournie aux patients et leur consentement éclairé a été recueilli.

2. Technique opératoire

L'opération se déroulait sous anesthésie générale, sans utilisation de curares, pour éviter tout blocage neuromusculaire au niveau de la plaque motrice. Les branches motrices concernées par la NSP devaient, en effet, être préalablement repérées par neurostimulation, à l'aide d'un stimulateur tels que ceux utilisés pour la réalisation des blocs anesthésiques locorégionaux. Dans le cadre d'une NSP, la voie d'abord était centrée sur le tronc nerveux concerné et devait être suffisamment étendue pour permettre de retrouver l'intégralité des branches motrices des muscles visés, leur situation pouvant varier d'un sujet à l'autre. La neurectomie se faisait le plus proche possible des effecteurs musculaires. Une fois repérée les branches motrices concernées étaient montées sur lacs en silicone. La NSP consistait en une exérèse nerveuse longitudinale sur, au minimum, un cm de longueur et au deux-tiers de

largeur. En fonction de l'importance de la spasticité préopératoire et de la réactivité peropératoire du muscle à la stimulation à 0,5 mA, la neurectomie pouvait concerner jusqu'à 80% de la largeur de la branche motrice.

À cela pouvaient être associés des gestes complémentaires tendineux et/ou osseux, tels que décrits ci-dessus.

En cas de gestes nerveux isolés, aucune immobilisation n'était nécessaire. L'immobilisation était fonction d'éventuels gestes tendineux et/ou osseux associés.

3. Méthode d'évaluation

a. Données sociodémographiques et anamnèse

Les données sociodémographiques (identité, âge, sexe, côté dominant) ont été recueillies ainsi que l'histoire de la maladie à savoir : le côté parétique, l'étiologie de la lésion du SNC et la date de survenue, la prise de traitement antispastique per os préopératoire et postopératoire, la réalisation d'injection de toxine botulique en préopératoire et le nombre de séances, la réalisation de bloc anesthésique moteur en préopératoire. Les informations relatives à l'intervention étaient recueillies dans le dossier médical, à savoir : les objectifs préopératoires, les gestes neuro-orthopédiques réalisés (NSP, gestes tendineux, musculaire, osseux), les complications postopératoires (désunion, infection, hématome, douleur, reprise). Durant la consultation, étaient recueillis la satisfaction globale sur une échelle numérique (EN) croissante allant de 0 à 10, les appréciations globale et spécifique en fonction des objectifs préopératoires par le patient (ou par ses aidants lorsque cela était impossible) par un score GART (*Global Assessment of Response to Treatment*) variant de -4 (dégradation très importante) à +4 (amélioration très importante) [61] et les scores fonctionnels House (annexe 5), FAT (annexe 6) et INOM (annexe 7).

b. Critères permettant de répondre à l'objectif principal

Afin de répondre à l'objectif principal, les critères d'évaluation suivants ont été recueillis en postopératoire :

- la position spontanée de repos et en situation fonctionnelle de l'articulation,
- les mobilités articulaires passives, et quand cela était possible, actives,
- la force musculaire à l'aide de l'échelle de la Medical Research Council (MRC), cotée sur 5 (Annexe 4),
- pour l'évaluation de la spasticité, le score de Tardieu (Annexe 3), avec étirement passif à vitesse élevée (V3) ainsi que le score d'Ashworth (Annexe 2) étaient établis. Les ROT étaient recherchés par percussion au marteau réflexe sur l'ensemble des groupes musculaires, sauf au niveau de l'épaule,
- l'immobilisation et les suites postopératoires, notamment rééducatives, étaient précisées.

Cet examen clinique était effectué par un clinicien junior et vérifié par un clinicien sénior. Il était effectué au bout de quelques minutes, pour laisser le temps au patient de se détendre et de s'habituer à l'environnement.

Lorsque cela a été possible et les informations présentes dans les dossiers médicaux, ces critères étaient comparés aux données préopératoires.

Deux groupes étaient constitués : les patients ayant bénéficié d'une NSP isolée au niveau d'un groupe musculaire (NI) et les patients ayant eu, en plus de cette NSP des gestes tendineux associés au niveau du même groupe musculaire (NT).

c. Critères permettant de répondre à l'objectif secondaire

Pour répondre à l'objectif secondaire et évaluer cliniquement les gestes ostéo-articulaires (arthrodèse) et gestes tendineux sur les groupes musculaires n'ayant pas bénéficié de NSP (allongement, ténotomie, transfert), les mêmes critères que ceux énumérés ci-dessus étaient recherchés. Les déformations du pouce étaient classées selon la classification de Tonkin (annexe 1). Enfin, l'immobilisation et les suites postopératoires, notamment rééducatives, étaient précisées.

4. Statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS Statistics v20 (IBM Inc.). Les données qualitatives et quantitatives discontinues sont exprimées en effectif et pourcentage, les données quantitatives continues en médiane ; le premier et troisième quartile sont précisés entre parenthèses.

Les données pré/postopératoires recueillies ont été comparées, quand cela était possible, à l'aide de tests non paramétriques pour échantillons appariés (test de Wilcoxon) pour les variables quantitatives continues, tandis que pour les variables qualitatives ou quantitatives discontinues un test de McNemar était utilisé. Les comparaisons entre les groupes NI et NT ont fait appel à un test non paramétrique pour deux échantillons indépendants. Le seuil de significativité a été fixé à 0,05.

III. Résultats

1. Population de l'étude et chirurgie

a. Population

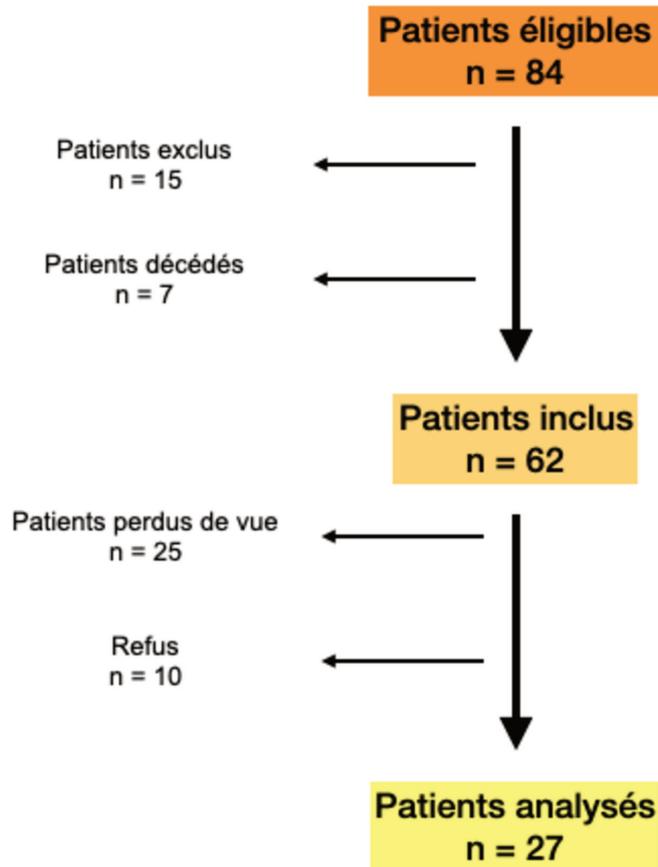


Figure 8. Diagramme de flux

Au total, 27 patients ont été revus (figure 2), à un recul médian de 3,7 ans (3,2 – 5). La période d'étude s'étalait de septembre 2020 à février 2021. Quarante-quatre patients étaient éligibles. Quinze (17,9%) d'entre eux présentaient des critères d'exclusion et 7 (8,3%) étaient décédés. Il y avait 25 perdus de vue (29,8%) et 10 (11,9%) ont refusé de participer à l'étude, la plupart en raison du contexte sanitaire. Le tableau 1 résume les différentes caractéristiques des patients de l'étude (critères épidémiologiques et histoire de la maladie).

Il y avait 14 (51,9%) hommes et 13 (48,1%) femmes. L'âge médian de la population était de 47 ans (39 – 56) au moment de la chirurgie. Le délai médian entre la cérébrolésion et la prise en charge chirurgicale par NSP était de 5 ans (4 – 10).

Parmi les étiologies, on recensait 18 AVC (66,7%), 7 TC (25,9%), 1 traumatisme médullaire (3,7%) et 1 encéphalite (3,7%). Avant l'intervention, 19 patients (70,4%) présentaient un traitement médical contre la spasticité per os, de type Baclofène ou Dantrium, contre 14 (51,9%) en postopératoire. Il existait une tendance à la différence significative entre ces deux valeurs, avec une valeur $p = 0,063$. Vingt patients (74%) ont bénéficié d'une injection de toxine botulique avant l'intervention, avec une médiane de 4 séances d'injections (3 – 9). Huit patients (30,8 %) ont eu un bloc moteur avant l'intervention.

Les objectifs préopératoires étaient l'amélioration de l'habillement dans 21 cas (77,8%), des soins d'hygiène dans 17 cas (63%), de la douleur liée à la spasticité dans 14 cas (51,8%), de la fonction dans 9 cas (33,3%) et de l'apparence physique et esthétique dans 9 cas (33,3%). Selon le GART, l'amélioration globale était jugée à +2 (0 – +3) pour l'ensemble des patients : chez les patients avec un objectif fonctionnel, l'amélioration de la fonction était de +2 (+0,5 – +3), de même, pour les patients avec un objectif d'hygiène l'amélioration était de +1 (0 – +2,5), pour l'habillement de +2 (0 –

+3,5) et celle concernant l'aspect esthétique de +2 (1 – 3). Les patients avec des symptômes douloureux en préopératoire avait une douleur médiane à 0/10 (0 – 0,75) en postopératoire lors de la consultation.

Parmi les patients avec une amélioration fonctionnelle, le geste chirurgical a permis :

- Une amélioration fonctionnelle passive chez 8 patients (88,9%) avec :
 - o Un positionnement passif du membre, utilisé notamment comme « presse-papier » (utile pour couper des légumes, bloquer une feuille pour écrire) pour 4 patients (50%)
 - o Une ouverture de la main permettant de bloquer passivement la plupart du temps des objets : guidon (de transfert, ou de vélo), blocage d'objets dans la main parétique pour aider aux activités bimanuelles (pot, yaourt, verre, ...) pour 4 patients (50%)
- Une amélioration fonctionnelle active chez 1 patient (11,1%) par le positionnement du coude, facilitant la préhension ou l'habillage seul.

Dans l'ensemble, la satisfaction globale des patients était évaluée à 6/10 (3 – 8), et 5/10 (2 – 8) par l'entourage. Parmi les patients insatisfaits, il existait souvent une discordance entre les objectifs fixés en préopératoire par l'équipe médicale et ceux énoncés et attendus par les patients et accompagnants lors de la consultation (notamment en ce qui concerne la restauration de la fonction). Par ailleurs, un patient avec terrain dystonique a connu aussi une sur-correction (attitude spontanée du coude en extension) ; un autre une perte de fonction (maintien du guidon pour vélo d'appartement) suite à un geste neuro-orthopédique d'ouverture des doigts.

L'évaluation fonctionnelle globale de l'ensemble des patients retrouvait des résultats de scores médians suivants : FAT à 1/5 (0 – 1), score de House à 1/8 (0 – 3) et score INOM total à 9/25 (5 – 13). Parmi les patients avec objectif fonctionnel, la médiane du

FAT était de 1 (1-2,5), le score de House était de 3 (2,5-3,5) et le score INOM de 13 (11-23,5).

Tableau 1. Caractéristiques de la population

Caractéristiques	Patients
Âge au moment de la chirurgie	47 (39 – 56)
Âge au moment de la consultation de révision	52 (43 – 60)
Sexe féminin	13 (48,15%)
Côté dominant opéré	13 (48,15%)
Côté droit opéré	13 (48,15%)
<i>Étiologie</i>	
Accident vasculaire cérébral	18 (66,7%)
Traumatisme crânien	7 (25,9%)
Traumatisme médullaire	1 (3,7%)
Encéphalite	1 (3,7%)
Traitement per os antispastique préopératoire	19 (70,4%)
Traitement per os antispastique postopératoire	14 (51,9%)
Injection de toxine botulique avant chirurgie	20 (74,0%)
Nombre d'injection de toxine botulique	4 (3 – 9)
Réalisation d'un bloc moteur avant chirurgie	8 (30,8%)
<i>Objectif préopératoire</i>	
Fonctionnel	9 (33,3%)
Habillage	21 (77,8%)
Soins d'hygiène	17 (63%)
Physique et esthétique	9 (33,3%)
Douleur	14 (51,8%)
Satisfaction globale postopératoire	6 (3 – 8)
Frenchay Arm test postopératoire	1 (0 – 1)
Score de House postopératoire	1 (0 – 3)
Score total INOM postopératoire	9 (5 – 13)

b. Interventions chirurgicales

Les gestes neuro-orthopédiques réalisés étaient :

- Au niveau de l'épaule :
 - Une NSP du nerf subscapulaire inférieur pour le muscle *teres major* chez 5 patients (18,5%), du nerf pectoral médial pour le muscle *pectoralis major* pour 4 patients (14,8%), du nerf axillaire pour le faisceau antérieur du muscle deltoïde chez 1 patient (3,7%)
 - Des gestes tendineux avec une ténotomie du tendon terminal du muscle *pectoralis major* chez 3 patients (11,1%), un allongement intramusculaire du muscle *latissimus dorsi* chez 4 patients (14,8%) (figure 3)

- Au niveau du coude :
 - Une NSP du nerf musculo-cutané pour le muscle *brachialis* chez 26 patients (96,3%) et pour le muscle *biceps brachii* chez 16 patients (59,3%) ; une NSP du nerf radial pour le muscle *brachioradialis* chez 2 patients (7,4%) et pour le muscle *triceps brachii* chez 1 patient (3,7%)
 - Des gestes tendineux avec : un allongement intramusculaire du muscle *brachialis* chez 8 patients (29,6%), un allongement du tendon terminal du *biceps brachii* chez 5 patients (18,5%), une ténotomie du tendon terminal du *biceps brachii* chez 8 patients (29,6%), une désinsertion proximale du muscle *brachioradialis* chez 7 patients (25,9%), un allongement intramusculaire du tendon terminal du *triceps brachii* chez 1 patient (3,7%)

- Au niveau de l'avant-bras :
 - Une NSP du nerf médian pour le muscle *pronator teres* chez 1 patient (3,7%)
 - Une désinsertion du muscle *pronator teres* chez 1 patient (3,7%)
 - Une ostéotomie de dérotation du radius chez 1 patient (3,7%)

- Au niveau du poignet :
 - Un allongement myotendineux du FCR chez 14 patients (51,9%) et un du FCU chez 9 patients (33,3%)
 - Une ténotomie du ECRB et du ECRL chez 1 patient (3,7%)
 - Une ténodèse au poignet du ECRB chez 1 patient (3,7%)
 - Une arthrodèse de poignet avec résection de la première rangée des os du carpe chez 2 patients (7,4%)

- Au niveau des doigts longs :
 - Un allongement myotendineux des FDS et FDP chez 18 patients (66,7%)
 - Une ténotomie des FDS et FDP chez 1 patient (3,7%)
 - Une résection de l'expansion aponévrotique des *interossei* chez 2 patients (7,4%)
 - Une ténotomie percutanée des interosseux chez 2 patients (7,4%)
 - Une ténotomie de la bandelette terminale de l'appareil extenseur chez 1 patient (3,7%)
 - Une neurotomie de la branche profonde du nerf ulnaire chez 2 patients (7,4%)

- Au niveau du pouce : un allongement myotendineux du FPL chez 15 patients (55,6%).

2. Critères d'évaluation permettant de répondre à l'objectif

principal

a. Neurectomie sélective partielle pour la spasticité en adduction de l'épaule

Pour la spasticité en adduction de l'épaule, une NSP a été réalisée chez 8 patients (29,6%). Trois patients (37,5%) ont eu une NSP isolée (1 pour le *teres major*, 2 pour le *pectoralis major*), ils étaient regroupés dans le groupe NI-E. Cinq patients (62,5%) ont bénéficié de gestes tendineux associés (1 patient avait bénéficié d'une NSP pour le *pectoralis major*, 3 d'une NSP pour le *teres major* et 1 d'une NSP pour le *pectoralis major* associé à celle pour le *teres major*), dont 4 (50%) allongements de *latissimus dorsi* (Figures 9 et 10) et 3 (37,5%) ténotomies du *pectoralis major* ; ils étaient regroupés dans le groupe NT-E. Dans ce dernier groupe, une NSP pour le muscle *pectoralis major* a été suivie dans le même temps opératoire d'une ténotomie devant la persistance des rétractions et l'absence de libération obtenue après le premier geste. Les soins de rééducation se sont effectués en centre pour 1 patient (33,3%) dans le groupe NI-E, pour 4 (80%) dans le groupe NI-T, les autres patients ayant débuté directement ces soins en ville.

Le tableau 2 rapporte les résultats cliniques postopératoires en distinguant les deux groupes. Dans le groupe NI-E, la position spontanée en situation fonctionnelle était de 20° d'abduction (15 – 20), et, dans le groupe NT-E, de 27,5° (5 – 38,75).). L'abduction passive était de 70° (40 – 70) pour le groupe NI-E et 90° (55 – 90) pour le groupe NT-E. L'abduction active de 52,5° (35 – 60) pour le groupe NI-E et de 70° (47,5 – 77,5) pour le groupe NI-T avec une force motrice cotée respectivement à 3 (3 – 3) et 3 (3 – 4,5). La force motrice en adduction était cotée à 5 (5 – 5) pour le groupe NI-E et 4 (2

– 4) pour le groupe NT-E. Au niveau des adducteurs, le score médian de Ashworth postopératoire était de 3 (1 – 3) pour le groupe NI-E et 2 (1 – 3) pour le groupe NT-E, celui de Tardieu était de 3 (1 – 3), avec un angle de premier blocage à 35° d'abduction (20 – 35) dans le groupe NI-E et de 2 (0,5 – 3) avec un angle de premier blocage à 70° (50 – 70) dans le groupe NT-E. Seul les abductions passives préopératoires étaient retrouvées : dans le groupe NI-E, elle était de 95° (90 – 100), dans le groupe NT-E de 90° (80 – 100). La comparaison entre les 2 groupes ne donnait aucune valeur significative, certainement par manque de puissance.

Tableau 2. Résultats cliniques postopératoires des NSP pour les adducteurs de l'épaule

	NI-E n = 3	NT-E n = 5
Position spontanée de l'épaule en abduction en situation fonctionnelle postopératoire	20° (15 – 25)	27,5° (5 – 38,75)
Amplitude passive de l'épaule en préopératoire Abduction	95° (90 – 100)	90° (80 – 100)
Amplitude passive de l'épaule en postopératoire Abduction	70° (40 – 70)	90° (55 – 90)
Adduction	30° (20 – 30)	40° (5 – 45)
Amplitude épaule en postopératoire en actif Abduction	n = 2 52,5° (35 – 60)	n = 4 70° (47,5 – 77,5)
Adduction	40° (40 – 40)	0° (-30 – 0)
Force musculaire postopératoire Abduction	n = 2 3 (3 – 3)	n = 4 3 (3 – 4,5)
Adduction	5 (5 – 5)	4 (2 – 4)
Score de Ashworth modifié des adducteurs de l'épaule	3 (1 – 3)	2 (1 – 3)
Score de Tardieu des adducteurs de l'épaule (X_{v3}, Y_{v3})	3 (1 – 3) _{v3} 35° (20 – 35) _{v3}	2 (0,5 – 2) _{v3} 70° (50 – 70) _{v3}

NI-E : patients traités par NSP au niveau des muscles adducteurs de l'épaule sans geste tendineux associé
 NT-E : patients traités par NSP au niveau des muscles adducteurs de l'épaule avec geste tendineux associé
 FM : Force motrice

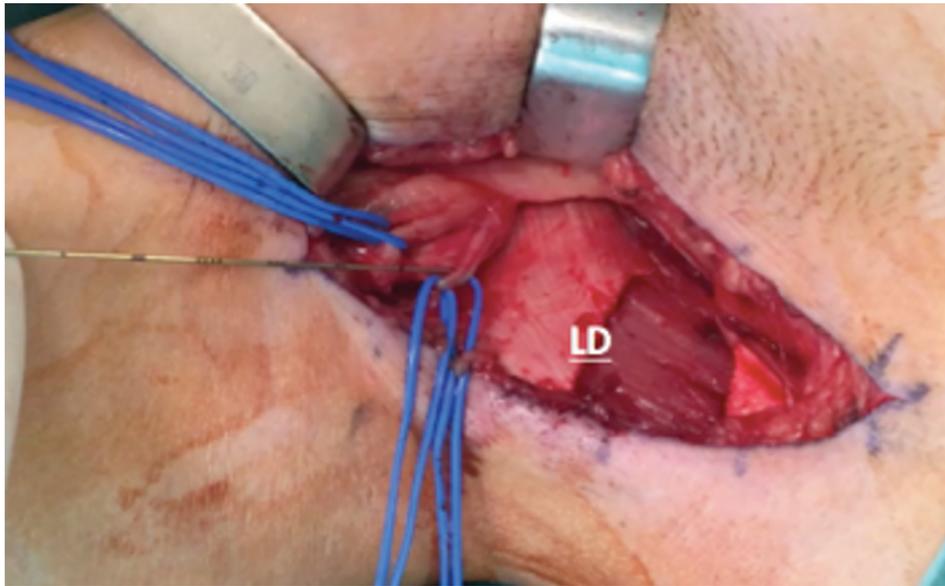


Figure 9. Cliché peropératoire d'un allongement intramusculaire du muscle *latissimus dorsi* (LD)

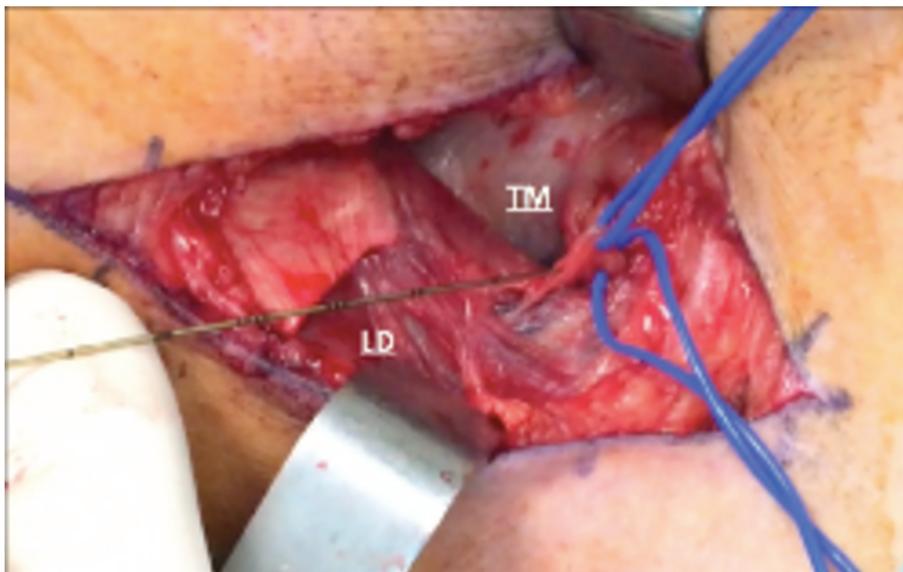


Figure 10. Cliché peropératoire d'un repérage à l'aide d'un stimulateur de la branche motrice pour le muscle *teres major* (TM) avec, en premier plan, un allongement du muscle *latissimus dorsi* (LD)

b. Neurectomie sélective partielle pour la spasticité en flexion du coude

Les fléchisseurs du coude étaient le groupe musculaire le plus concerné par la NSP. Celle-ci intéressait les branches motrices du nerf musculo-cutané (Figure 11) pour le muscle *brachialis* chez 26 patients (96,3%) ; il était retrouvé en moyenne 2 branches motrices (1 – 3). Seize patients (59,3%) ont bénéficié en plus d'une NSP pour le muscle *biceps brachii*, innervé la plupart du temps par 2 branches également (1 – 5). Une NSP des branches motrices issue du nerf radial pour le muscle *brachioradialis* était réalisée dans 2 cas (7,4%). Au total, 13 patients (50 %) ont bénéficié de NSP isolée (groupe NI-C) et 13 patients (50%) de NSP et gestes tendineux (groupe NT-C). Le tableau 3 rapporte les résultats cliniques entre ces deux groupes. Le groupe NI-C comprenait 13 (100%) NSP pour le *brachialis*, 11 (84,6%) pour le *biceps brachii* et 1 (7,7%) pour le *brachioradialis*.

En préopératoire, tous les patients présentaient un flessum du coude spontanément. La médiane du flessum spontané était de 90° (80 – 100) et l'extension passive était de -15° (-55 – 0). Le score médian de Tardieu était de 2 (2 – 2) avec un angle médian de premier blocage à 82,5° (70 – 90).

Lorsqu'est analysée la population dans sa globalité, en postopératoire, le flessum était de 32,5° (25° – 60°), avec une différence significative de 57,5° par rapport au flessum préopératoire ($p = 0,001$). De même, l'extension passive médiane était de 0° (-20° – 0) avec une différence significative de 15° par rapport aux valeurs préopératoires ($p=0,003$). L'extension active postopératoire était de -20° (-30° – -10°), avec une force musculaire médiane de 4/5 (3 – 4). Concernant la flexion passive, elle avait une médiane de 140° (115 – 150). La flexion active était de 110° (90 – 120) et la force musculaire de 4/5 (3 – 4). Sur le plan de l'évaluation de la spasticité, le score de

Ashworth postopératoire médian était de 1 (1 – 2) et celui de Tardieu de 2 (1 – 2) avec un angle de premier blocage médian de 80° (50 – 90) ; il existait une différence significative par rapport à l'état préopératoire (respectivement $p = 0,024$ et $p = 0,046$).

Lorsque sont comparés les résultats des groupes NI-C et NT-C, il est constaté que le groupe NI-C présentait un flessum spontané préopératoire de 80° (70 – 90), moins important que celui du groupe NT-C de 90° (82,5 – 107,5). En postopératoire, le flessum était de 45° (30 – 60) pour le groupe NI-C et de 30° (20 – 70) pour le groupe NT-C.

L'extension passive dans le groupe NI-C et le groupe NT-C était respectivement de 0° (0 – 0) et de -10° (-27,5 – -10) avec une tendance à la significativité avec $p = 0,053$. L'extension active était de -20° (-30 – -5) pour le groupe NI-C et de -22,5° (-33,75 – -12,5) pour le groupe NT-C avec respectivement une force motrice en extension de 4 (3,25 – 5) et de 4 (2,25 – 4,75) avec $p = 0,571$.

Pour la flexion passive, elle était de 150° (130 – 160) dans le groupe NI-C et 120° (92,5 – 140) dans le groupe NT-C avec une différence statistiquement significative $p = 0,017$. La flexion active était respectivement de 110° (90 – 135) et de 100° (45 – 127,5) et la force motrice en flexion était de 4 (3 – 4) et de 3,5 (3 – 4,75) avec $p = 1$.

Dans le groupe NI-C, on retrouvait une hyperréflexie au marteau réflexe chez 6 patients (46,2%) par percussion du *biceps brachii* et 8 (61,5%) au niveau du *brachioradialis*. Dans le groupe NT-C, elle était présente chez 1 patient (7,7%) pour le *biceps brachii* et 2 pour le *brachioradialis* (15,4%).

Le score médian de Ashworth postopératoire était de 1 (0 – 2) pour le groupe NI-C et à 1 (1 – 2) pour le groupe NT-C. Le score médian de Tardieu était de 2 (1,5 – 2) pour le groupe NI-C et de 1 (0 – 2) pour le groupe NT-C avec un angle de blocage

plus élevé pour le groupe NI-C à $87,5^\circ$ ($53,75 - 90$) contre 70 ($7,5 - 95$) pour le groupe NT-C mais sans différence significative. Le nombre de patients gardant un score de Tardieu ≥ 2 dans le groupe NI-C était de 10 (76,9%). Parmi eux, 6 (46,2%) présentaient une hyperréflexie à la percussion du *biceps brachii* alors que 5 (38,46%) avait bénéficié d'une NSP, 4 (66,7%) avaient un réflexe d'intensité normale et 2 (33,3%) un réflexe vif. De même 8 (61,5%) avait une hyperréflexie à la percussion du *brachioradialis* mais un seul avait bénéficié d'une NSP pour ce muscle, dont 5 (62,5%) avec un réflexe d'intensité normale et 3 (37,5%) avec un réflexe vif. On relevait une seule hyperréflexie à la palpation du *brachialis*.

Le tableau 4 comparait dans le groupe NI-C les résultats pré- et postopératoires. La seule différence significative entre ces résultats était le flessum de coude qui passait de 80° ($70 - 90$) à 45° ($30 - 60$) avec $p = 0,018$. L'extension passive était de 0° ($-3,75 - 0$) en préopératoire et de 0° ($0 - 0$) en postopératoire avec $p = 1,000$. Le score de Tardieu passait de 2 ($2 - 2$) en intensité en préopératoire à 2 ($1,5 - 2$) en postopératoire avec $p = 0,317$.

Le tableau 5 comparait dans le groupe NI-C les résultats pré- et postopératoires. Là aussi le flessum passait de 90 ($82,5 - 107,5$) à 30° ($20 - 70$) avec une valeur de p significative à $p = 0,027$. Une différence significative s'observait au niveau de l'extension passive qui était de -45° ($-80 - -10$) en préopératoire et de -10° ($-27,5 - -10$) en postopératoire avec $p = 0,007$. L'autre différence significative concernait la diminution de l'intensité du score de Tardieu qui était de 2 ($1,5 - 2$) avant l'intervention et de 1 ($0 - 2$) après avec une valeur de p à $0,038$.

Pour le groupe NI-C, il n'y avait pas d'immobilisation, pour le groupe NT-C deux patients (15,4%) ont eu une immobilisation suite à leur intervention au niveau du coude par une résine brachio-anté-brachiale palmaire, un durant 6 semaines pour une ténotomie du *biceps brachii* et l'autre durant 4 semaines suite à ténotomie du *biceps brachii* et une désinsertion du *brachioradialis*. Les soins de rééducation ont eu lieu en centre pour 7 patients (53,8%) dans le groupe NI-C, et pour 5 (38,5%) dans le groupe NT-C.

Un seul patient (3,7%) n'avait pas eu de NSP pour les fléchisseurs du coude mais une NSP du *triceps brachii* avec allongement. En préopératoire la flexion passive n'atteignait que 90° et l'extension était totale. En postopératoire, la flexion passive était de 140° mais l'extension de -50°. Il n'y avait pas de contrôle actif. Le score de Ashworth postopératoire était de 0 sur les extenseurs du coude et de 3 sur les fléchisseurs, celui de Tardieu de 0 sur les extenseurs et de 2 avec un blocage à 90° pour les fléchisseurs du coude.



Figure 11. Cliché peropératoire d'une NSP du nerf musculo-cutané (NMC) et mise sur lac de la branche sensitive (nerf cutané latéral de l'avant-bras - NCLAB)

Tableau 3. Résultats cliniques comparatifs des NSP pour les fléchisseurs du coude

	NI – C n = 13	NT – C n = 13	Valeur de p
Flessum du coude préopératoire	80° (70 – 90)	90 (82,5 – 107,5)	0,214
Flessum du coude postopératoire	45° (30 – 60)	30° (20 – 70)	0,704
Amplitude du coude en postopératoire en passif			
flexion	150° (130 – 160)	120° (92,5 – 140)	0,017
extension	0° (0 – 0)	-10° (-27,5 – -10)	0,053
Amplitude du coude en postopératoire en actif			
flexion	n = 12 110° (90 – 135)	n = 8 100° (45 – 127,5)	0,393
extension	-20° (-30 – -5)	-22,5° (-33,75 – 12,5)	0,315
FM post opératoire			
flexion	n = 12 4 (3 – 4)	n = 8 3,5 (3 – 4,75)	1,000
extension	4 (3,25 – 5)	4 (2,25 – 4,75)	0,571
ROT vifs, diffus, polycinétiques			
Brachialis	1 (7,7%)	1 (7,7%)	
Biceps brachii	6 (46,2%)	1 (7,7%)	
Brachioradialis	8 (61,5%)	2 (15,4%)	
Triceps brachii	3 (23,1%)	2 (15,4%)	
Score de Ashworth modifié sur les fléchisseurs du coude	1 (0 – 2)	1 (1 – 2)	0,746
Score de Tardieu sur les fléchisseurs du coude (X_{v3}, Y_{v3})	2 (1,5 – 2) _{v3} , 87,5 (53,75 – 90) _{v3}	1 (0 – 2) _{v3} , 70 (7,5 – 95) _{v3}	0,205 0,533

NI-C : patients traités par NSP au niveau des muscles fléchisseurs du coude sans geste tendineux associé
 NT-C: patients traités par NSP au niveau des muscles fléchisseurs du coude avec geste tendineux associé
 FM : Force motrice

Tableau 4. Résultats comparatifs préopératoires et postopératoires pour le groupe NI-C

	Préopératoire	Postopératoire	Valeur de p
Flessum du coude	80° (70 – 90)	45° (30 – 60)	0,018
Amplitude du coude en passif			
Flexion	140° (120 – 150)	150° (130 – 160)	1,000
Extension	0° (- 3,75 – 0)	0° (0 – 0)	0,317
Amplitude du coude en actif			
Flexion	120° (95 – 130)	110° (90 – 135)	0,615
Extension	-22,5° (-30 – -15)	-20° (-30 – -5)	0,317
Score de Tardieu sur les fléchisseurs du coude (X_{v3}, Y_{v3})	2 (2 – 2) _{v3} , 80 (70 – 90) _{v3}	2 (1,5 – 2) _{v3} , 87,5 (53,75 – 90) _{v3}	0,317 0,285

Tableau 5. Résultats comparatifs préopératoires et postopératoires pour le groupe NT-C

	Préopératoire	Postopératoire	Valeur de p
Flessum du coude	90 (82,5 – 107,5)	30° (20 – 70)	0,027
Amplitude du coude en passif			
Flexion	145° (130 – 150)	120° (92,5 – 140)	0,655
Extension	-45° (-80 – -10)	-10° (-27,5 – -10)	0,007
Amplitude du coude en actif			
Flexion	115 ° (105 – 120)	100° (45 – 127,5)	0,285
Extension	-85° (-90 – -65)	-22,5° (-33,75 – 12,5)	0,068
Score de Tardieu sur les fléchisseurs du coude (X_{v3}, Y_{v3})	2 (2 – 2) _{v3} , 95 (73,75 – 110) _{v3}	1 (0 – 2) _{v3} , 70 (7,5 – 95) _{v3}	0,038 0,109

3. Critères d'évaluation permettant de répondre à l'objectif

secondaire

a. Gestes neuro-orthopédiques au poignet

Un seul patient (3,7%) présentait une déformation en extension du poignet pour lequel une ténotomie des extenseurs radiaux du carpe a été réalisée, mais la principale déformation retrouvée au poignet était le flessum. Quinze patients (55,6%) ont bénéficié d'une opération à ce niveau. Plusieurs types d'intervention ont été effectués pour lutter contre la déformation en flexion du poignet. Des allongements myotendineux des fléchisseurs du carpe (avec ténotomie du long palmaire s'il était présent) ont été effectués dans 14 cas (93,3%) (Figure 5). Un patient parmi eux a bénéficié en plus d'une ténodèse du court extenseur radial du carpe au radius [11,17] (Figure 6). Enfin, dans 2 cas, le flessum du poignet était tel, qu'une arthrodèse avec résection de la première rangée était effectuée (sans allongement myotendineux des fléchisseurs du carpe chez un patient (6,7%)).

En excluant l'arthrodèse, pour les 13 patients (86,7%) ayant bénéficié d'un allongement des fléchisseurs du carpe, on observait une diminution du flessum spontané qui passait de 45° (25-57,5) en préopératoire à 0°(0-10°) en postopératoire avec une différence qui tend à être significative ($p = 0,068$). L'extension passive postopératoire médiane était de 80° (65 – 85), la flexion passive médiane était de 85° (60 – 85). La mobilité active du poignet était possible chez 9 (69,2%) patients. Chez ces patients, l'extension active médiane était de 30° (25 - 50), avec une force médiane de 3/5 (3-4) et la flexion active médiane était de 10° (0 - 40), avec une force de 3/5 (2 – 4).

Concernant l'immobilisation en postopératoire, chez ces 15 patients, elle a été utilisée dans 8 cas (53,3%) : une manchette en résine dans 5 cas (33,3%) et orthèse

amovible de poignet dans 3 cas (20%). La durée médiane d'immobilisation était de 4 semaines (4 – 6). Les patients avec une arthrodèse associée à une résection de la première rangée ont été immobilisés dans une manchette en résine durant 6 semaines tout comme le patient ayant eu une ténodèse du court extenseur du carpe au poignet.

Trois (11,11%) des patients présentaient un avant-bras en hyperpronation. Un (3,7%) a été traité par une NSP du *pronator teres*, ce qui lui a permis de passer d'un avant-bras en pronation spontanée à 30° en préopératoire à un poignet neutre en postopératoire tout en conservant ses amplitudes articulaires en pronation et supination passive de 85° et 90° respectivement, de même qu'en actif avec uniquement un déficit de 20° de supination avec une force musculaire à 3/5 pour les deux mouvements. Il n'y avait plus de spasticité et les scores de Ashworth modifié et Tardieu était de 0.

Le patient avec un désinsertion du *pronator teres* s'est quant à lui compliqué d'une douleur neuropathique temporaire postopératoire au niveau de l'avant-bras après le geste. La pronation était de 60° spontanément en préopératoire. La position était neutre en postopératoire, la pronation passive était de 85° en passive et la supination de 70°. Il n'y avait pas de mouvement actif. Les scores de Ashworth modifié et Tardieu étaient aussi nuls.

Enfin, le patient avec ostéotomie de dérotation du radius présentait encore une pronation à 80° en psotopératoire avec une supination atteignant 0° de manière passive. Il n'y avait pas de contrôle actif. Le score de Ashworth modifié était de 3 en supination comme en pronation ; il n'y avait pas de ressaut ni de clonus et on retrouvait un score de Tardieu à 1.



Figure 12. Cliché peropératoire d'un allongement myotendineux du fléchisseur radial du carpe

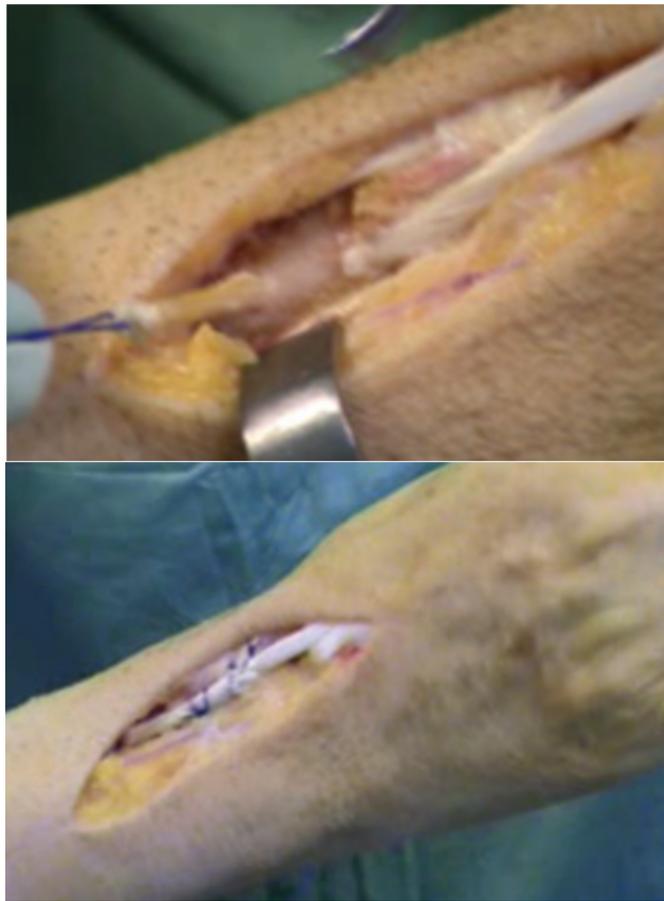


Figure 13. Cliché peropératoire d'une ténodèse du court extenseur radial du carpe au poignet

b. Gestes neuro-orthopédiques aux doigts longs et au pouce

La principale déformation rencontrée au niveau des doigts était la fermeture du poing. Pour la part extrinsèque du fessum des doigts longs, un allongement en zone myotendineuse de l'ensemble des FDS et FDP était effectué chez 18 patients (66,7%). Des descriptions préopératoires chez 10 des patients (55,6%) retrouvaient une fermeture spontanée dans 8 cas (80%). En postopératoire, on retrouvait une ouverture spontanée des doigts chez l'ensemble de ces patients : 10 (55,6%) avec une ouverture totale, 7 (38,8%) avec une main semi-ouverte et 1 (5,6%) avec une ouverture mais une déformation des doigts en col-de-cygne. L'angle de Volkmann était négatif pour 13 patients (72,2%), pour les 5 autres (27,8%), l'angle médian était mesuré à 20° (10 – 20). L'extension totale des doigts de manière passive restait incomplète chez 3 patients (16,7%). Dix patients (55,6%) présentaient une possibilité d'extension active des doigts : incomplète dans 8 cas (44,4%) et complète dans 2 cas (11,1%). Deux patients (7,4%) ont bénéficié d'une résection de l'expansion aponévrotique des interosseux qui a permis d'obtenir un test de Finochietto négatif en postopératoires. Deux autres (7,4%) patients ont, quant à eux, eu un geste de ténotomie percutanée des interosseux et dont le test de Finochietto restait positif chez un d'entre eux (50%). Enfin, 2 patients (7,4%) ont eu une neurotomie de la branche profonde du nerf ulnaire ayant permis l'ouverture complète de la main chez l'un (50%) et une main persistante en position intrinsèque et dont le test de Finochietto restait positif (50%).

En ce qui concerne le pouce, 15 patients (55,6%) ont bénéficié d'un allongement en zone myotendineuse du FPL. Pour 8 patients (53,3%) dont les données préopératoires étaient retrouvées dans le dossier, il était dans la paume, en préopératoire, dans 6 cas (75%). En postopératoire, il restait dans la paume chez 3

patients (20%). La déformation spontanée du pouce selon la classification de Tonkin (annexe 1) était de type 1 (pouce intrinsèque) pour 6 patients (40%), type 2 (pouce extrinsèque) pour 5 patients (33%) et aucun pouce de type 3 (pouce mixte) n'était relevé. Quatre patients (26,7%) ne présentaient plus de déformation. Sur 8 patients (53,3%) présentant un contrôle actif de la mobilité du pouce, la flexion-adduction active était complète dans 3 cas (37,5%) ; l'extension-abduction active était complète que dans 1 cas (12,5%). En passif, les amplitudes étaient complètes pour 12 patients (80%).

Pour les 2 patients (7,4%) ayant bénéficié d'une neurotomie de la branche profonde du nerf ulnaire, d'après la classification de Tonkin, la déformation au niveau du pouce restait de type 1 pour ces 2 patients, certainement en rapport avec une hypertonie associée des thénariens latéraux, innervés par le nerf médian.

c. Complications

Quatre patients (14,8%) ont nécessité une reprise chirurgicale : 2 pour résection d'une paraostéoarthropathie neurogène au niveau du coude après TC à l'origine d'un blocage lors de l'extension, 2 autres pour compléments de gestes neuro-orthopédiques : un pour ténotomie du tendon distal du *biceps brachii*, ayant bénéficié auparavant d'une NSP, devant la persistance d'un flessum de coude inconfortable, un autre pour désinsertion du muscle *pronator teres*.

Aucun patient n'a présenté de trouble sensitif. Un seul patient (3,7%) a présenté une infection superficielle au niveau de sa cicatrice brachiale traitée par simple antibiothérapie et rapidement régressive.

La médiane de la douleur postopératoire était de 0 (0 – 7) chez l'ensemble des patients. Seuls 4 patients (14,8%) étaient algiques après l'intervention, 3 (75%) de

manière temporaire et 1 seul (25%) de manière chronique, au toucher, au niveau de la cicatrice brachiale médiale avec une douleur à 3/10 selon l'EN, sans qu'une étiologie précise ne soit retrouvée malgré les investigations. Deux patients (50%) avaient eu une douleur nociceptive postopératoire évaluée à 7/10 selon l'EN en post opératoire : l'un au niveau du bras après une NSP du *brachialis*, ténotomie du *biceps brachii* et désinsertion du *brachioradialis*, l'autre à l'épaule suite à une NSP du *teres major*, ténotomie du *pectoralis major* et allongement du *latissimus dorsi*. Enfin le dernier patient (25%) a présenté une douleur neuropathique également temporaire à 4/10 selon l'EN au niveau de l'avant-bras suite à une désinsertion du muscle *pronator teres*.

IV. Discussion

Cette étude a montré une amélioration significative et durable des déformations d'origine hypertonique grâce aux gestes neuro-orthopédiques et à la NSP au membre supérieur, et en particulier au niveau du coude en situation fonctionnelle, à un recul médian de 3,7 ans (3,2 – 5). Elle apportait au patient une solution fiable avec des objectifs atteints et un niveau de satisfaction élevé lorsqu'était considéré chacun des objectifs. Les effets indésirables étaient limités grâce à la progression des techniques chirurgicales [62–64] contrairement à ses débuts [51,52].

Notre étude est parmi l'une des rares à avoir évalué les résultats des neurectomies au-delà de 2 ans. Parmi les études d'évaluation à long terme des NSP au membre supérieur, on retrouve dans la littérature celle de Maarrawi et al. [54] dont le suivi était en moyenne de 54 mois (4,5 ans) pour 31 patients, mais la neurectomie n'intéressait que 15 interventions au niveau du nerf musculo-cutané. La seconde série retrouvée était celle de Kwak et al. [65] concernant 22 patients avec un suivi moyen de 3,27 ans et rapportant les résultats de la neurectomie du nerf médian pour le poignet et les doigts.

En ce qui concerne l'évaluation de l'efficacité des neurectomies au membre supérieur, on relevait tout d'abord une diminution significative de la consommation des drogues antispastiques per os après intervention. Cette constatation était également faite par Maarrawi et al [54], et la poursuite de ce traitement était en partie due à une hypertonie d'autres groupes musculaires non pris en charge chirurgicalement, notamment au membre inférieur.

L'évaluation fonctionnelle a été réalisée par 3 tests dans notre étude. Les scores n'étaient pas très élevés, témoignant d'une population dont les membres supérieurs ne présentaient pas un potentiel fonctionnel important, du fait de trouble de la commande volontaire du membre, avec parfois associé à des troubles psychomoteurs tels que l'héminégligence. Cela rejoignait les résultats de l'étude de Leclercq [57] qui relevait un score de House à 1,5/8 à 16 mois après neurectomie du musculocutané pour les fléchisseurs du coude. Ces scores sont à utiliser à visée comparative entre les états pré- et postopératoire et sont utiles en consultation pour évaluer les capacités fonctionnelles du patient à la demande, mais ils ne reflètent souvent pas la réelle utilisation du membre dans la vie quotidienne. En effet, le sujet spastique peut avoir des possibilités de mouvement actif lorsqu'on le lui demande en consultation mais ne pas les utiliser car il exclue spontanément le membre à domicile, soit par habitude et facilité, soit du fait de troubles centraux de type héminégligence.

L'évaluation de la satisfaction du patient en fonction des objectifs est un bon critère d'évaluation de l'efficacité du geste opératoire. Avec un score GART [61] médian systématiquement positif, nous pouvions observer que les patients avaient tous atteint cet objectif avec satisfaction dans la majorité des cas. Toutefois, il existait dans nos résultats une discordance entre le score de satisfaction globale médiane et les scores GART en fonction de l'objectif, puisque la satisfaction globale médiane de notre étude était moyenne de 6/10 (3 – 8) alors que dans la littérature la moyenne allait de 7/10 [55] à 9,9/10 [57]. Cette évaluation globale plutôt basse était à corrélérer la plupart du temps avec une attente souvent illusoire du patient vis-à-vis de la chirurgie, avec une volonté de restauration du niveau fonctionnel identique à l'état antérieur à l'AVC. Cela renforce l'intérêt du contrat entre l'équipe médicale et le patient [16,55].

La littérature concernant les NSP au niveau de l'épaule reste assez pauvre [15,66]. La seule se rapprochant de notre étude était celle de Decq et al. [66] avec des épaules spastiques en rotation médiale et adduction chez 5 patients. La NSP concernait le muscle *pectoralis major* chez l'ensemble des patients et le *teres major* pour 2. Ils obtenaient de bons résultats avec une abduction passive moyenne à 90°, active à 80° et une diminution de la spasticité qui passait de 3 à 0 selon Tardieu. Toutefois, le suivi moyen était plus limité, puisque de 11 mois. Dans notre étude, nous notions une récurrence de la spasticité dans le groupe NI-E. Toutefois, ce groupe n'était composé que de 3 patients, avec des neurectomies ne concernant à chaque fois qu'un seul muscle, et donc avec un effet limité sur l'hypertonie globale de l'épaule. Sur les 3 patients, 2 ont bénéficié d'une NSP du *pectoralis major* uniquement. Il faut souligner que ce muscle présente une innervation complexe, aux multiples variations anatomiques, avec très souvent la présence de nombreux vaisseaux satellites, rendant la dissection et l'exhaustivité du geste de neurectomie difficile. De plus, l'hypertonie de ce muscle est le plus souvent de type dystonie-spastique (hypertonie permanente de repos), en rapport avec une anomalie de la commande centrale descendante ; ainsi, avec la repousse du motoneurone alpha, celle-ci a tendance à récidiver en cas de neurectomie partielle. Enfin, une rétraction tendineuse du *pectoralis major* est souvent associée. L'ensemble de ces paramètres a contribué à une modification des pratiques chirurgicales de l'équipe lilloise ces dernières années en ce qui concerne le *pectoralis major*, où une ténotomie simple est préférée, se rapprochant des pratiques de Kritiotis et al [67] et Leclercq [57].

Concernant l'analyse de la spasticité des fléchisseurs au coude, notre analyse de 26 patients comptait parmi les séries les plus importantes comparées à celles retrouvées dans la littérature [54,55,57–59,68–70] : l'effectif était de 6 pour la plus petite [68], et aux alentours d'une quinzaine de patients en moyenne pour les autres [54,55,57,69] ; deux séries de Purohit et al. [59,70] étaient plus conséquentes, avec 30 et 52 patients mais composées en grande majorité d'enfants atteints de paralysie cérébrale. De plus, notre étude était, à notre connaissance, la seule à distinguer, pour un même groupe de muscles, les résultats de NSP isolées et des NSP associées à des gestes ostéo-tendineux.

Lorsque l'on considérait notre population dans son ensemble, nos résultats postopératoires globaux étaient satisfaisants concernant le flessum de coude spontané et en situation fonctionnelle, qui restait diminué au plus long recul, mais également des mobilisations passives, notamment en extension. Par ailleurs, il n'y avait pas de diminution de la force de flexion musculaire à distance du geste, avec des mobilités articulaires actives en flexion comme en extension qui côtoyaient le secteur utile (-30° - 130°) [71]. Cette amélioration des amplitudes était également retrouvée dans les différentes études portant sur les neurectomies des fléchisseurs du coude à moyen terme [54,55,57,68]. Ces résultats globaux avoisinaient ceux de l'étude de Leclercq [57] sur 15 patients à un recul de 16 mois au plus long terme : en effet, elle retrouvait une position spontanée au repos de 42° (contre 32° dans notre population) et des amplitudes actives de -34° en extension (-20° dans notre population) et 109° en flexion (110° dans notre population). Dans notre étude, la force motrice des agonistes et antagonistes était relativement conservée et égale à 4/5 (3 – 4) après NSP. Ces résultats correspondaient à ceux retrouvés dans la littérature. En effet, dans l'étude Maarrawi et al.[54], où étaient décrits des résultats sur 15 coudes avec un recul moyen

de 4,5 ans, la force au niveau en flexion était de 3.93 ± 0.59 . Dans la série de Gras et Leclercq [68], la force musculaire était de 4,1 en flexion et 4,3 en extension à 13,7ans de recul. Ainsi, la NSP n'altère pas la force motrice au long terme comme on pourrait s'y attendre du fait de la diminution de l'influx nerveux après résection partielle des branches motrices. En revanche, il est nécessaire d'informer le patient d'une perte de force transitoire, comme le constate Leclercq [57], dans sa série de 15 coudes neurectomisés, avec une diminution transitoire de force motrice à 2,4/5 à 4 mois postopératoire avant d'atteindre 3,9 au plus long recul à 16 mois. Ce maintien de la force motrice à terme avait été expliqué de manière électrophysiologique par Deltombe et al [32] après NSP du soléaire : un an après l'intervention, une restitution du *Motor Unit Number Estimation* (MUNE) identique à l'état préopératoire était observée. La surface moyenne de l'unité motrice, était augmentée, témoignant d'une réinnervation collatérale (*sprouting*) post-neurectomie partielle.

La médiane du score d'Ashworth était de 1 (1 – 2) pour les 26 patients de notre étude sur 3,7 ans, ce qui était dans les moyennes des autres études, allant de 0,7 à 16 mois de recul pour les 15 patients de Leclercq [57] à $1,78 \pm 0,18$ pour les 14 patients de la série Shin et al [69] à 30,71 mois de recul. Le score de Tardieu était de 2 (1 – 2) dans notre étude. Alors qu'il était de $1,3 \pm 0,5$ pour 16 cas à un recul moyen de 21 mois, dans l'étude de Buffenoir et al [55] et de 1 pour la série de Leclercq [57] à 16 mois. Toutefois, dans ces dernières séries, il s'agissait de moyennes, et non de médianes, comme dans notre étude, ce qui est ne permet pas de comparer aisément les résultats.

En passant d'un score de Tardieu à 4 mois postopératoire de 0,5 à 1 à 16 mois, Leclercq [57] signalait une petite augmentation de la spasticité au coude. Celle-ci débuterait à 6 mois, tout comme l'affirmait Maarrawi et al [54]. Pour Shin et al [69], il n'y avait aucune récurrence à 54 mois au plus long recul, de même que les équipes de Purohit [58,70] à 48 mois au plus long recul.

Aucune des séries de la littérature ne distinguait cependant les patients ayant bénéficié de neurectomies isolées de ceux ayant bénéficié de gestes tendineux associés, induisant des biais d'interprétation. Dans notre série, lorsque l'on considérait les sous-groupes, le score de Tardieu était de 1 (0 – 2) pour le groupe NT-C et de 2 (1,5-2) pour le groupe NI-C. Le flectum de coude amélioré significativement en postopératoire était respectivement de 30° (20 – 70) et de 45° (30 – 60). La distinction entre ces deux sous-groupes permettait de mettre en évidence que pour le groupe NI-C, il n'y avait pas de modification du score de Tardieu entre l'état préopératoire à 2 (2 – 2) et postopératoire à 2 (1,5 – 2). Ces patients avaient tous quasiment bénéficié d'une NSP du nerf musculo-cutané pour le *brachialis* et *biceps brachii* et un seul avait eu une NSP du nerf radial pour le *brachioradialis*. Or, la force de flexion du *brachioradialis* est non négligeable, d'autant plus quand l'avant-bras est en pronation [72]. Il pourrait donc être impliqué dans la persistance de la spasticité des fléchisseurs du coude. On remarquait à la percussion que ce dernier présentait dans 80% des cas une hyperréflexie chez les patients présentant un score de Tardieu ≥ 2 . Ce symptôme était également observé pour le *biceps brachii* dans une moindre mesure mais une diffusion du réflexe ostéo-tendineux du *brachioradialis*, plus superficiel et plus facilement mis en évidence, pourrait en être la cause. Le seul moyen de mettre en évidence de manière certaine une spasticité des muscles innervés par le nerf musculo-

cutané aurait été d'effectuer un bloc moteur du nerf radial lors de la réévaluation. C'est d'ailleurs la constatation empirique d'une persistance de spasticité chez certains patients qui a conduit à une modification de nos pratiques. En effet, depuis 3 ans, nous sommes beaucoup plus attentifs à la réactivité du *brachio-radialis* spécifiquement à l'examen clinique et réalisons quasi systématiquement la neurectomie de la branche motrice du muscle *brachio-radialis* issue du nerf radial en plus des branches motrices du musculo-cutané pour les muscles *biceps brachii* et *brachialis*, avec des résultats préliminaires satisfaisants.

La comparaison des résultats des sous-groupes NI-C et NT-C semblait montrer que les interventions sur les tendons étaient plus affaiblissantes. En effet, le flessum de coude était moins important pour le groupe NT-C et la force motrice en flexion active du coude plus importante pour les patients du groupe NI-C, bien que ces résultats ne soient pas statistiquement significatifs. En revanche la flexion passive dans le groupe NT-C était significativement plus faible que dans le groupe NI-C avec une différence de 30°, en faveur d'une tendance à l'enraidissement en extension, du fait d'un déséquilibre postopératoire agonistes-antagonistes. Ces résultats seraient plutôt en faveur de la pratique de NSP isolées en l'absence de rétractions tendineuses, pour éviter l'effet d'affaiblissement musculaire. En effet, bien que l'allongement tendineux ait un effet anti-hypertonique en modulant la tension exercée sur les organes tendineux de Golgi au sein du muscle, l'ajustement de la longueur est souvent difficile à faire, et peut se faire au détriment de la force musculaire.

Au niveau du poignet et de la main, des gestes ostéo-tendineux étaient privilégiés. En effet, pour les doigts et en particulier les FDP et FDS, la dissection est invasive si l'on souhaite être sélectif lors de la neurectomie [57] et les résultats peuvent être partiels et inhomogènes au niveau des doigts, en cas de neurectomies tronculaires du fait du caractère plexiforme des fascicules nerveux en intra-tronculaire [51,52]. Par ailleurs, l'hypertonie des fléchisseurs des doigts est la plupart du temps de la dystonie-spastique et donc beaucoup plus à risque de récurrence. C'est pourquoi nous préférons la réalisation d'allongements tendineux comme le préconisent Keenan et al [73] et Kritiotis et al.[67]. Ces gestes ont permis dans notre série une meilleure ouverture globale des doigts longs et du pouce. Au poignet, la NSP est moins invasive puisque les branches motrices pour les FCR et FCU peuvent être plus facilement individualisées ; toutefois les déformations en flexum du poignet sont également en rapport avec une hypertonie de type dystonie-spastique, et la NSP doit être réservée aux cas de poignets fonctionnels avec une hypertonie purement spastique. Les résultats des allongements du FCR et FCU ont permis une diminution du flexum spontané du poignet et une récupération de l'extension active facilitant la préhension.

Enfin, comme toute chirurgie, elle n'est pas dénuée de risques et peuvent être observées des complications classiques comme la désunion cicatricielle, la constitution d'un hématome, l'infection des parties molles ou encore les douleurs postopératoires notamment neuropathiques. Néanmoins, on ne relevait que peu de complications, ce qui concordait avec les autres études [54,60,65,69]. Maarrawi et al.[54] recensaient 2 hématomes, tout comme Kwak et al.[65]. Shin et al. [69] ainsi que Fouad [60] ont relevé chacun une infection des parties molles superficielles. Toutes ont présenté un patient avec des paresthésies.

Notre étude présentait plusieurs limites. L'échantillon de patients analysé reste faible, notamment lors de l'analyse en sous-groupe où le manque de puissance se fait ressentir. Néanmoins, comme nous l'avons vu, ce nombre est un des plus élevés dans la littérature, notamment pour la NSP du nerf musculo-cutané. Le caractère rétrospectif de l'étude peut engendrer des biais d'informations, particulièrement pour la récupération des données préopératoires. Enfin, l'une des limites est l'hétérogénéité de la population de par la diversité des gestes opératoires proposés ; cela est en rapport avec le caractère unique de chaque patient dans cette discipline, nécessitant une évaluation et une prise en charge « au cas par cas », difficilement standardisable.

V. Conclusion

La NSP au membre supérieur est une technique chirurgicale efficace, fiable et durable notamment au niveau du coude, en termes de réduction de la déformation et ce, sans altération de la force musculaire des muscles neurectomisés à terme. Au coude, la spasticité du *brachio-radialis* doit toutefois être systématiquement recherchée en préopératoire et sa neurectomie doit être considérée chez tous les patients, afin d'éviter la persistance de la spasticité des fléchisseurs en postopératoire.

L'évaluation clinique par une équipe pluridisciplinaire et le dépistage des autres formes d'hypertonie permettent d'adapter au mieux le geste chirurgical. La définition des objectifs du traitement avec le patient est indispensable pour éviter toute déception postopératoire surtout en ce qui concerne la fonction.

Une étude prospective de plus grande puissance, distinguant les NSP avec et sans gestes ostéo-tendineux associés, pourrait confirmer ces résultats encourageants et permettrait de s'assurer de l'amélioration au long cours de la spasticité chez les patients présentant une hypertonie spastique du membre supérieur.

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques de la population.....	32
Tableau 2. Résultats cliniques postopératoires des NSP pour les adducteurs de l'épaule.....	36
Tableau 3. Résultats cliniques comparatifs des NSP pour les fléchisseurs du coude	42
Tableau 4. Résultats comparatifs préopératoires et postopératoires pour le groupe NI-C	43
Tableau 5. Résultats comparatifs préopératoires et postopératoires pour le groupe NT-C	43

Liste des figures

Figure 1. Boucle du réflexe myotatique (d'après [5])	8
Figure 2. Déformation spastique du membre supérieur en triple flexion	10
Figure 3. Déformation spastique dite "en chandelier" (d'après [15]).....	11
Figure 4. Déformation spastique avec prédominance de l'hypertonie sur les rétropulseurs de l'épaule.....	11
Figure 5. Détermination de l'angle de Volkmann (d'après [12]).....	13
Figure 6. Test de Finochietto "inversé"	14
Figure 7. Terminologie des techniques neuro-ablatives des nerfs périphériques [53]	22
Figure 8. Diagramme de flux.....	29
Figure 9. Cliché peropératoire d'un allongement intramusculaire du muscle <i>latissimus dorsi</i> (LD)	37
Figure 10. Cliché peropératoire d'un repérage à l'aide d'un stimulateur de la branche motrice pour le muscle <i>teres major</i> (TM) avec, en premier plan, un allongement du muscle <i>latissimus dorsi</i> (LD).....	37
Figure 11. Cliché peropératoire d'une NSP du nerf musculo-cutané (NMC) et mise sur lac de la branche sensitive (nerf cutané latéral de l'avant-bras - NCLAB).....	41
Figure 12. Cliché peropératoire d'un allongement myotendineux du fléchisseur radial du carpe	46
Figure 13. Cliché peropératoire d'une ténodèse du court extenseur radial du carpe au poignet	46

Annexes

Annexe 1. Classification des déformations du pouce liées à la spasticité selon Tonkin [19]

Type de déformation	Description
Type 1 – déformation intrinsèque	Adduction de la trapézo-métacarpienne du pouce, flexion de l'articulation MCP et l'extension de l'articulation IP
Type 2 – déformation extrinsèque	Flexion des articulations MCP et IP. Adduction métacarpienne moins marquée.
Type 3 – déformation mixte	Métacarpien en adduction et articulations MCP et IP en flexion

Annexe 2. Échelle d'Ashworth modifiée par Bohannon et al. [21,22]

Grade	Description
1	Légère hypertonie avec <i>stretch reflex</i> ou minime résistance en fin de course
1+	Hypertonie avec <i>stretch reflex</i> et résistance au cours de la première moitié de la course musculaire autorisée
2	Augmentation importante du tonus musculaire durant toute la course musculaire, mais le segment de membre reste facilement mobilisable.
3	Augmentation considérable du tonus musculaire. Le mouvement passif est difficile
4	Hypertonie majeure. Mouvement passif impossible

Annexe 3. Qualité de la réaction musculaire selon l'échelle de Tardieu [23]

Grade	Qualité de la réaction musculaire
0	Pas de résistance tout au long du mouvement passif
1	Discrète augmentation de la résistance au cours du mouvement passif sans que l'on puisse distinguer clairement un ressaut à un angle précis
2	Ressaut franc interrompant le mouvement passif à un angle (1 à 3 secondes) suivi d'un relâchement
3	Clonus épuisable (moins de 10 secondes lorsqu'on maintient l'étirement) survenant à un angle précis
4	Clonus inépuisable (plus de 10 secondes lorsqu'on maintient l'étirement) survenant à un angle précis

Annexe 4. Échelle de la force musculaire MRC [33,34]

Grade	Description
5	Maintien contre pesanteur et opposition maximale
4	Maintien contre une opposition modérée
3	Maintien de la position d'examen contre pesanteur
2	Aide pour être amené en position d'examen
1	Contraction sans mouvement décelable
0	Aucune contraction perçue

Annexe 5. Score fonctionnel de House [16]

Stade	Description	Niveau d'activité
0	N'utilise pas la main	N'utilise pas la main
1	Utilisation passive	Main-presse
2	Utilisation passive modérée	Peut maintenir dans la main atteinte un objet placé par la main non atteinte
3	Bonne utilisation passive	Peut maintenir et stabiliser un objet placé dans la main atteinte par la main non atteinte
4	Utilisation active limitée	Peut activement saisir un objet et le stabiliser faiblement
5	Utilisation active modérée	Peut activement saisir un objet et le stabiliser
6	Bonne utilisation active	Peut activement saisir un objet et le manipuler
7	Utilisation spontanée	Peut pratiquer des activités bi manuelles et parfois utiliser spontanément la main atteinte
8	Utilisation spontanée	Utilise la main spontanément et indépendamment de l'autre main

Annexe 6. Frenchay Arm Test [35]

Épreuves	Peut =1	Ne peut pas = 0
Stabiliser la règle sur le papier quand on trace un trait avec un crayon tenu par l'autre main		
Saisir un cylindre (12 mm x 5 cm)		
Porter un verre à moitié rempli d'eau à la bouche et boire		
Retirer et replacer une pince à linge sur un bâton de 10mm de diamètre		
Se peigner les cheveux (ou imiter le geste		

Annexe 7. Score INO de Montpellier [36]

Fonction évaluée	Score
<p>Fonction proximale</p> <p>Rien Toucher le nombril Toucher le milieu de la cuisse controlatérale Toucher le genou controlatéral Toucher la poitrine controlatérale Mettre la main à la bouche Mettre la main sur le front Mettre la main derrière la tête</p>	<p>/ 7 points</p> <p>0 point 1 point 2 points 3 points 4 points 5 points 6 points 7 points</p>
<p>Fonction prono-supination (50°/30°) <i>Coude collé au corps à 90°, secteur fonctionnel entre pronation 50° et supination 30°</i></p> <p>Main fixée en dehors du secteur fonctionnel (ne permet pas les prises bi manuelle) Main fixée dans secteur fonctionnel Main dans secteur fonctionnel et mobile</p>	<p>/2 points</p> <p>0 point 1 point 2 points</p>
<p>Extension active poignet <i>Testée en maintenant l'avant-bras au niveau du 1/3 distal</i></p> <p>Ext active impossible avec attitude vicieuse en flexion (capotage du poignet) Poignet fixé en rectitude ou extension Extension possible jsq -45° Extension possible entre -45° jsq 0° Extension possible $\geq 0^\circ$</p>	<p>/4 points</p> <p>0 point 1 point 2 points 3 points 4 points</p>
<p>Ouverture de la main (doigts longs) <i>Efficace si angle entre MCP et P2 $\geq 90^\circ$, demande d'ouverture de la main au maximum</i></p> <p>Ouverture impossible, poing fermé Ouverture impossible, main ouverte Ouverture possible en fléchissant le poignet $\geq 45^\circ$ Ouverture possible en fléchissant le poignet entre 0 et 45° Ouverture possible poignet en rectitude Ouverture possible poignet à 20° d'extension</p>	<p>/5 points</p> <p>0 point 1 point 2 points 3 points 4 points 5 points</p>

<p style="text-align: center;">Pince pouce-index</p> <p><i>En fonction de la position du poignet, avec ouverture efficace si perte de contact possible entre pouce et index évaluée selon prise d'un stylo</i></p> <p style="text-align: center;">Pas de prise possible</p> <p style="text-align: center;">Prise possible uniquement quand objet positionné par examinateur</p> <p style="text-align: center;">Prise possible poignet fléchi $\geq 45^\circ$</p> <p style="text-align: center;">Prise et ouverture possible poignet fléchit entre $0 - 45^\circ$</p> <p style="text-align: center;">Prise possible poignet à 20° d'extension</p>	<p style="text-align: right;">/4 points</p> <p style="text-align: right;">0 point</p> <p style="text-align: right;">1 point</p> <p style="text-align: right;">2 points</p> <p style="text-align: right;">3 points</p> <p style="text-align: right;">4 points</p>
<p style="text-align: center;">Attitude vicieuse pouce</p> <p><i>Qui prédomine sur les muscles intrinsèques et/ou extrinsèques</i></p> <p style="text-align: center;">Pouce en flectum adductus</p> <p style="text-align: center;">Pouce uniquement en flectum (extrinsèque)</p> <p style="text-align: center;">Pouce uniquement en adductus (intrinsèque)</p> <p style="text-align: center;">Pas d'attitude vicieuse</p>	<p style="text-align: right;">/3 points</p> <p style="text-align: right;">0 point</p> <p style="text-align: right;">1 point</p> <p style="text-align: right;">2 points</p> <p style="text-align: right;">3 points</p>
<p style="text-align: center;">Total</p>	<p style="text-align: right;">/25 points</p>

Références

- [1] AVC, nous sommes tous concernés - campagne information 2018. Journée Mondiale-Avc n.d. <https://www.accidentvasculairecerebral.fr/avc-tous-concernes> (accessed May 26, 2021).
- [2] Mathé J-F, Richard I, Rome J. Santé publique et traumatismes crâniens graves. Aspects épidémiologiques et financiers, structures et filières de soins. *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 2005;24:688–94.
- [3] Sclérose en plaques (SEP). Inserm - La science pour la santé n.d. <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/sclerose-en-plaques-sep> (accessed May 26, 2021).
- [4] Cans C. Épidémiologie de la Paralysie Cérébrale (« Cerebral Palsy » ou CP). *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement* 2005;26:51–78.
- [5] Lance JW. The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology* 1980;30:1303–13.
- [6] Gracies J-M. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle Nerve* 2005;31:552–71.
- [7] Marque P, Brassat D. Pathophysiology of spasticity. *Rev Neurol (Paris)* 2012;168 Suppl 3:S36-44.
- [8] Delwaide PJ. Spasticity: from pathophysiology to therapy. *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 1987;39:91–5.
- [9] Syndrome pyramidal n.d. <https://www.cen-neurologie.fr/print/73> (accessed May 20, 2021).
- [10] Mayer NH, Esquenazi A. Muscle overactivity and movement dysfunction in the upper motoneuron syndrome. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2003;14:855–83, vii–viii.
- [11] Coulet B, Coroian F, Laffont I. Membre supérieur de l'hémiplégique 2020:20.
- [12] Scott H, Kozin, Nina Lightdale-Miric. Spasticity Cerebral Palsy and Traumatic Brain Injury. *Green's Operative Hand Surgery*. 7th edition, Elsevier; 2017.
- [13] Yelnik AP, Colle FM, Bonan IV, Vicaut E. Treatment of shoulder pain in spastic hemiplegia by reducing spasticity of the subscapular muscle: a randomised, double blind, placebo controlled study of botulinum toxin A. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 2007;78:845–8.
- [14] de Boer KS, Arwert HJ, de Groot JH, Meskers CGM, Mishre ADR, Arendzen JH. Shoulder pain and external rotation in spastic hemiplegia do not improve by injection of botulinum toxin A into the subscapular muscle. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 2008;79:581–3.
- [15] Fitoussi F, Ilharreborde B, Presedo A, Souchet P, Penneçot GF, Mazda K. Shoulder external rotator selective neurotomy in cerebral palsy: anatomical study and preliminary clinical results. *J Pediatr Orthop B* 2010;19:71–6.
- [16] Allieu Y. Prise en charge de la main spastique de l'adulte. *Chirurgie de la Main* 2011;30:159–75.
- [17] Denormandie P, Simon A-L, Pansard E, Genêt F, Mailhan L, Schnitzler A. Spécificités de l'examen neuro-orthopédique et de la chirurgie du membre supérieur spastique de l'adulte. *Motricité Cérébrale : Réadaptation, Neurologie du Développement* 2014;35:75–81.
- [18] Abu-Sneineh AK, Gabos PG, Miller F. Radial head dislocation in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2003;23:155–8.

- [19] Tonkin MA. Thumb deformity in the spastic hand: classification and surgical techniques. *Tech Hand Up Extrem Surg* 2003;7:18–25.
- [20] House JH, Gwathmey FW, Fidler MO. A dynamic approach to the thumb-in palm deformity in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 1981;63:216–25.
- [21] Ashworth B. Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis. *Practitioner* 1964;192:540–2.
- [22] Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987;67:206–7.
- [23] Tardieu G, Shentoub S, Delarue R. [Research on a technic for measurement of spasticity]. *Rev Neurol (Paris)* 1954;91:143–4.
- [24] Mehrholz J, Wagner K, Meissner D, Grundmann K, Zange C, Koch R, et al. Reliability of the Modified Tardieu Scale and the Modified Ashworth Scale in adult patients with severe brain injury: a comparison study. *Clin Rehabil* 2005;19:751–9.
- [25] Vinti M, Costantino F, Bayle N, Simpson DM, Weisz DJ, Gracies J-M. Spastic cocontraction in hemiparesis: Effects of botulinum toxin. *Muscle & Nerve* 2012;46:917–25.
- [26] Sanger TD, Delgado MR, Gaebler-Spira D, Hallett M, Mink JW, Task Force on Childhood Motor Disorders. Classification and definition of disorders causing hypertonia in childhood. *Pediatrics* 2003;111:e89-97.
- [27] Le Cavorzin P. Spasticité musculaire : état des lieux et perspectives. *EMC - Kinésithérapie - Médecine physique - Réadaptation* 2013;9:1–15.
- [28] Gracies JM, Elovic E, McGuire J, Simpson DM. Traditional pharmacological treatments for spasticity. Part I: Local treatments. *Muscle Nerve Suppl* 1997;6:S61-91.
- [29] Dobkin BH, Landau WM, Sahrmann S, Thomas Thach W, Simpson DM, Gracies J-M, et al. Assessment: botulinum neurotoxin for the treatment of spasticity (an evidence-based review). *Neurology* 2009;73:736; author reply 737-738.
- [30] Caulin PC, Bergmann PJ-F, Bannwarth PB, Debrix MI, Dessi DF, Gerson DM, et al. Recommandations de bonne pratique : traitements médicamenteux de la spasticité (Afssaps) 2009:63.
- [31] Deltombe T, Bleyenheuft C, Gustin T. Comparison between tibial nerve block with anaesthetics and neurotomy in hemiplegic adults with spastic equinovarus foot. *Ann Phys Rehabil Med* 2015;58:54–9.
- [32] 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* 2008;38:227–33.
- [33] John J. Grading of muscle power: comparison of MRC and analogue scales by physiotherapists. Medical Research Council. *Int J Rehabil Res* 1984;7:173–81.
- [34] Compston A. Aids to the investigation of peripheral nerve injuries. Medical Research Council: Nerve Injuries Research Committee. His Majesty's Stationery Office: 1942; pp. 48 (iii) and 74 figures and 7 diagrams; with aids to the examination of the peripheral nervous system. By Michael O'Brien for the Guarantors of Brain. Saunders Elsevier: 2010; pp. [8] 64 and 94 Figures. *Brain* 2010;133:2838–44.
- [35] Heller A, Wade DT, Wood VA, Sunderland A, Hewer RL, Ward E. Arm function after stroke: measurement and recovery over the first three months. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1987;50:714–9.
- [36] Coulet B, Coroian F, Laffont I, Chammas M, Binder AC. Le score INO d'évaluation du membre supérieur chez le patient cérébrolésé – validation et applications cliniques. *Hand Surgery and Rehabilitation* 2017;36:448.
- [37] Levin MF, Hui-Chan C. Are H and stretch reflexes in hemiparesis reproducible and correlated with spasticity? *J Neurol* 1993;240:63–71.

- [38] Lefaucheur J-P. [Electrophysiological assessment of reflex pathways involved in spasticity]. *Neurochirurgie* 2003;49:205–14.
- [39] Hinderer SR, Gupta S. Functional outcome measures to assess interventions for spasticity. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77:1083–9.
- [40] Montané E, Vallano A, Laporte JR. Oral antispastic drugs in nonprogressive neurologic diseases: a systematic review. *Neurology* 2004;63:1357–63.
- [41] Rode G, Maupas E, Luaute J, Courtois-Jacquin S, Boisson D. [Medical treatment of spasticity]. *Neurochirurgie* 2003;49:247–55.
- [42] Yelnik AP. [Pharmacology and upper limb poststroke spasticity: a review. International Society of Prosthetics and Orthotics]. *Ann Readapt Med Phys* 2004;47:575–89.
- [43] Viel E, Pelissier J, Pellas F, Boulay C, Eledjam J-J. [Alcohol neurolytic blocks for pain and muscle spasticity]. *Neurochirurgie* 2003;49:256–62.
- [44] Sindou MP, Mertens P. Neurosurgery for spasticity. *Stereotact Funct Neurosurg* 2000;74:217–21.
- [45] Enslin JMN, Langerak NG, Fieggen AG. The Evolution of Selective Dorsal Rhizotomy for the Management of Spasticity. *Neurotherapeutics* 2019;16:3–8.
- [46] Madsen PJ, Isaac Chen H-C, Lang S-S. Neurosurgical Approaches. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2018;29:553–65.
- [47] 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* 2003;74:913–7.
- [48] 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. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2010;91:1025–30.
- [49] Lorenz F. *Über chirurgische Behandlung der angeborenen spastischen Gliedstarre*. *Wien Klin Wochenschr* 1887.
- [50] Sindou M, Georgoulis G, Mertens P. History of neurosurgical treatment for spasticity. *Neurosurgery for Spasticity*, Springer; 2014, p. 7–17.
- [51] Stoffel A. *The treatment of spastic contractures*. *American Journal of Orthopaedic Surgery* 1913.
- [52] Brunelli G, Brunelli F. [Selective microsurgical denervation in spastic paralysis]. *Ann Chir Main* 1983;2:277–80.
- [53] Mikalef P, Power D. The role of neurectomy in the management of spasticity of the upper limb. *EFORT Open Rev* 2017;2:469–73.
- [54] Maarrawi J, Mertens P, Luaute J, Vial C, Chardonnet N, Cosson M, et al. Long-term functional results of selective peripheral neurotomy for the treatment of spastic upper limb: prospective study in 31 patients. *J Neurosurg* 2006;104:215–25.
- [55] Buffenoir K, Rigoard P, Ferrand-Sorbets S, Lapierre F. Retrospective study of the long-term results of selective peripheral neurotomy for the treatment of spastic upper limb. *Neurochirurgie* 2009;55 Suppl 1:S150-160.
- [56] Yong LY, Wong CHL, Gaston M, Lam WL. The Role of Selective Peripheral Neurectomy in the Treatment of Upper Limb Spasticity. *J Hand Surg Asian Pac Vol* 2018;23:181–91.
- [57] Leclercq C. Selective Neurectomy for the Spastic Upper Extremity. *Hand Clin* 2018;34:537–45.
- [58] Puligopu AK, Purohit AK. Outcome of selective motor fasciculotomy in the treatment of upper limb spasticity. *J Pediatr Neurosci* 2011;6:S118-125.
- [59] Purohit A, Reddy S, Puligopu A. Results of selective motor fasciculotomy in spastic upper limbs due to cerebral palsy (a review of 30 children and adults). *Indian*

Journal of Cerebral Palsy 2015;1.

[60] Fouad W. Management of spastic hand by selective peripheral neurotomies. Alexandria Journal of Medicine 2011;47:201–8.

[61] Simpson DM, Alexander DN, O'Brien CF, Tagliati M, Aswad AS, Leon JM, et al. Botulinum toxin type A in the treatment of upper extremity spasticity: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Neurology 1996;46:1306–10.

[62] Cambon-Binder A, Leclercq C. Anatomical study of the musculocutaneous nerve branching pattern: application for selective neurectomy in the treatment of elbow flexors spasticity. Surg Radiol Anat 2015;37:341–8.

[63] Thieffry C, Chenin L, Foulon P, Havet E, Peltier J. Microsurgical anatomy of branches of musculocutaneous nerve: clinical relevance for spastic elbow surgery. Surg Radiol Anat 2017;39:773–8.

[64] Yu A, Shen Y, Qiu Y, Jiang S, Yu Y, Yin H, et al. Hyperselective neurectomy in the treatment of elbow and wrist spasticity: an anatomical study and incision design. Br J Neurosurg 2020:1–6.

[65] Kwak KW, Kim MS, Chang CH, Kim SW, Kim SH. Surgical Results of Selective Median Neurotomy for Wrist and Finger Spasticity. Journal of Korean Neurosurgical Society 2011;50:95.

[66] Decq P, Filipetti P, Fève A, Djindjian M, Saraoui A, Kéravel Y. Peripheral selective neurotomy of the brachial plexus collateral branches for treatment of the spastic shoulder: anatomical study and clinical results in five patients. J Neurosurg 1997;86:648–53.

[67] Kritiotis C, Tryfonidis M, Mishra A, Raja H. Upper limb spasticity surgery in adults: What we learned in 5 years of practicing it. J Musculoskelet Surg Res 2019;3:75.

[68] Gras M, Leclercq C. Spasticity and hyperselective neurectomy in the upper limb. Hand Surg Rehabil 2017;36:391–401.

[69] Shin D-K, Jung Y-J, Hong J-C, Kim M-S, Kim S-H. Selective Musculocutaneous Neurotomy for Spastic Elbow. J Korean Neurosurg Soc 2010;48:236–9.

[70] Purohit AK, Raju BS, Kumar KS, Mallikarjun KD. Selective musculocutaneous fasciculotomy for spastic elbow in cerebral palsy: a preliminary study. Acta Neurochir (Wien) 1998;140:473–8.

[71] Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. J Bone Joint Surg Am 1981;63:872–7.

[72] Kleiber T, Kunz L, Disselhorst-Klug C. Muscular coordination of biceps brachii and brachioradialis in elbow flexion with respect to hand position. Front Physiol 2015;6.

[73] Keenan MA, Abrams RA, Garland DE, Waters RL. Results of fractional lengthening of the finger flexors in adults with upper extremity spasticity. J Hand Surg Am 1987;12:575–81.

AUTEUR : Nom : d'ALMEIDA

Prénom : Marc-Antoine

Date de soutenance : 18 juin 2021

Titre de la thèse : Efficacité sur la spasticité des neurectomies sélectives partielles au membre supérieur à un minimum de 2 ans de recul : à propos de 27 cas

Thèse - Médecine - Lille 2021

Cadre de classement : Chirurgie

DES + spécialité : Chirurgie générale – Orthopédie - Traumatologie

Mots-clés : neurectomie – spasticité – hypertonie – chirurgie nerveuse

Résumé :

Introduction : À la suite d'une lésion cérébrale, les atteintes neuromotrices, à savoir le déficit moteur, la spasticité et les modifications musculaires, tiennent une grande part dans le retentissement fonctionnel. La neurectomie sélective partielle (NSP) est l'un des traitements chirurgicaux de choix de la spasticité. La plupart des études étudiant les résultats de cette technique ont un recul inférieur à 2 ans. L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'efficacité clinique à long terme de cette pratique au membre supérieur.

Matériel et méthode : Dans cette étude rétrospective étaient inclus les patients cérébrolésés ayant bénéficié d'un geste neuro-orthopédique avec au moins une NSP à l'épaule et au coude, avec un recul minimal de 2 ans. Les objectifs opératoires, les amplitudes articulaires, la force musculaire, l'évaluation de la spasticité par l'échelle de Tardieu (X_{V3} , Y_{V3}), l'évaluation fonctionnelle ainsi que la satisfaction du patient et/ou de son entourage ont été recueillis.

Résultats : Vingt-sept patients (13 femmes, 14 hommes) ont été inclus. La durée médiane de suivi était de 3,7 ans (3,2 – 5). L'objectif de l'intervention était hygiénique dans 17 cas, concernait l'habillement dans 21 cas, esthétique et fonctionnel dans 9 cas et à visée antalgique dans 14 cas. La satisfaction globale des patients était de 6/10 (3 – 8). Le score médian de Frenchay Arm test était de 1/5 (0 – 1), le score de House de 1/8 (1 – 3). Au plus long recul, à l'épaule, pour les adducteurs, les patients présentaient un score de Tardieu médian de 3_{V3} , 35°_{V3} , une force musculaire médiane à 5 (5 – 5), une abduction médiane passive de 70° (40 – 70). Au niveau du coude, en ce qui concerne les fléchisseurs, le score de Tardieu médian était de 2_{V3} , 80°_{V3} . La force musculaire médiane était de 4/5 (3 – 4), avec une déformation spontanée médiane de $32,5^{\circ}$ (25° – 60°), une amplitude de flexion active médiane de 110° (90 – 120) et une extension passive médiane de 0° (-20° – 0). Parmi les patients avec un score de Tardieu > 2, 90% n'avaient pas bénéficié de NSP du muscle brachio-radialis (BR)

Conclusion : La NSP au membre supérieur est une technique chirurgicale efficace, fiable et durable notamment au niveau du coude, en termes de réduction de la déformation et ce, sans altération de la force musculaire des muscles neurectomisés à terme. Au coude, la spasticité du *brachio-radialis* doit toutefois être systématiquement recherchée en préopératoire et sa neurectomie doit être considérée chez tous les patients, afin d'éviter la persistance de la spasticité des fléchisseurs en postopératoire.

Composition du Jury :

Président : Professeur Christophe CHANTELOT

Assesseurs : Professeur Carlos MAYNOU

Professeur Vincent TIFREAU

Docteur Étienne ALLART

Directeur de thèse : Docteur Nadine STURBOIS-NACHEF