

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2020

N°

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION

par

Philippe COMBES

Né le 17 septembre 1991 à Bastia

Présentée et soutenue publiquement le 27 octobre 2020

**La réanimation chirurgicale de l'extension du coude chez le patient
tétraplégique. Bilan et évaluation à moyen et long terme. A propos de 50
réanimations d'extension.**

Président : Madame le Professeur Brigitte PERROUIN-VERBE

Directeur de thèse : Madame le Professeur Brigitte PERROUIN-VERBE

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2020

N°

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION

par

Philippe COMBES

Né le 17 septembre 1991 à Bastia

Présentée et soutenue publiquement le 27 octobre 2020

**La réanimation chirurgicale de l'extension du coude chez le patient
tétraplégique. Bilan et évaluation à moyen et long terme. A propos de 50
réanimations d'extension.**

Président : Madame le Professeur Brigitte PERROUIN-VERBE

Directeur de thèse : Madame le Professeur Brigitte PERROUIN-VERBE

Jury de Thèse

- Présidente : Madame le Professeur PERROUIN-VERBE
- Directeur : Madame le Professeur PERROUIN-VERBE

- Membre : Madame le Docteur TOUCHAIS
- Membre : Monsieur le Professeur COULET
- Membre : Monsieur le Professeur HAMEL
- Membre : Monsieur le Docteur GROSS

REMERCIEMENTS

A Madame le Professeur PERROUIN-VERBE, pour m'avoir permis d'effectuer ce travail et pour vos enseignements tout au long de mon internat,

A Madame le Docteur TOUCHAIS, pour m'avoir fait découvrir le monde de la chirurgie orthopédique et pour vos précieux conseils tout au long de la réalisation de ce travail,

A Monsieur le Professeur COULET, pour avoir immédiatement accepté de faire partie de mon jury. C'est un honneur pour moi de vous compter parmi ces membres,

A Monsieur le Professeur HAMEL, pour avoir gentiment accepté de juger mon travail,

A Monsieur le Docteur GROSS, pour ces encouragements tout au long des ces années, ainsi que pour son aide précieuse pour la méthodologie,

A Monsieur le Docteur GADBLED, pour ces conseils et son accompagnement tout au long de mon semestre en orthopédie,

Aux médecins et à mes co-internes pour votre accompagnement et votre amitié,

A Loan, pour sa collaboration,

A Joseph, pour son soutien et sa gentillesse,

A mes amis, Stephane, Lisandru, Andrea, Alice, Celine, Paul-Marie, Manon, Mathieu, Damien, F-X, Justine, Hugo, Laura, Pierre-Paul, François, Guillaume, Tarik,

A Angélique, Hélène et Dominique, pour leur bienveillance,

A mes parents, pour leur soutien, leurs encouragements et pour avoir toujours été là,

A Cecilia, à Filippu-Anto, et à mes neveux pour toute l'affection qu'ils me portent,

A papi Jean-Claude, et mes mamies, pour m'avoir toujours soutenu et conseillé,

A ma famille,

A papi Philippe,

SOMMAIRE

TITRE	<u>7</u>
RESUME	<u>8</u>
LISTE DES ABBREVIATIONS	<u>9</u>
INTRODUCTION	<u>10</u>
MATERIELS ET METHODES	<u>14</u>
<i>Population</i>	<u>14</u>
<i>Consultation multidisciplinaire préopératoire</i>	<u>14</u>
<i>Indications chirurgicales</i>	<u>16</u>
<i>Protocole rééducatif et réadaptatif préopératoire</i>	<u>17</u>
<i>Procédures chirurgicales</i>	<u>19</u>
<i>Protocole rééducatif et réadaptatif postopératoire</i>	<u>21</u>
<i>Evaluation de la force musculaire</i>	<u>22</u>
<i>Evaluations fonctionnelles</i>	<u>23</u>
<i>Méthode d'évaluation</i>	<u>24</u>
<i>Analyse statistique</i>	<u>25</u>
RESULTATS	<u>26</u>
<i>Complications</i>	<u>29</u>
<i>Evaluation de la force musculaire des néotriceps</i>	<u>30</u>
<i>Evaluations fonctionnelles</i>	<u>31</u>
DISCUSSION	<u>35</u>
CONCLUSION	<u>44</u>
REFERENCES	<u>45</u>
ANNEXES	<u>50</u>

TITRE

« La réanimation chirurgicale de l'extension du coude chez le patient tétraplégique. Bilan et évaluation à moyen et long terme. A propos de 50 réanimations d'extension. »

RESUME

Titre : La réanimation chirurgicale de l'extension du coude chez le patient tétraplégique. Bilan et évaluation à moyen et long terme. A propos de 50 réanimations d'extension.

Contexte : Les sujets présentant un niveau neurologique supérieur ou égal à C6 ont une extension active du coude déficitaire ou absente. 48,7% des patients tétraplégiques estiment que la récupération de la fonction motrice du membre supérieur améliorerait d'avantage leur qualité de vie, avant même la récupération d'autres fonctions. Différentes techniques chirurgicales de réanimation d'extension du coude ont alors été développées souvent dans un objectif de préhension, de déplacement, ou encore d'aide aux transferts.

Objectif : Evaluer les résultats de la récupération de force musculaire du néo-triceps selon les deux principales techniques de chirurgies de réanimation de l'extension du coude réalisées au CHU de Nantes, par transfert du deltoïde postérieur au triceps brachial (chirurgie de Möberg modifiée), et du biceps-brachial au triceps brachial (chirurgie de Zancolli), chez le patient tétraplégique de niveau C5-C6.

Méthode : Les résultats de 36 chirurgies de transfert tendineux du deltoïde postérieur au triceps et de 14 chirurgies de transfert tendineux du biceps brachial au triceps ont été analysés. Nous nous sommes intéressés à la récupération de la force musculaire du néo-triceps, à la technique de transfert lit-fauteuil, au type de propulsion du fauteuil roulant, mais également au mode mictionnel du patient, évalués à 6-12 mois postopératoire et au plus long terme. Dans un second temps, nous nous sommes intéressés à l'évolution de la mesure d'indépendance fonctionnelle (MIF) et du rendement occupationnel (MCRO) entre le préopératoire et à 6-12 mois post-opératoire. Enfin, un questionnaire de satisfaction était utilisé lors de l'évaluation au plus long terme.

Résultats : Une amélioration de la force musculaire du néo-triceps était retrouvée après transfert tendineux du deltoïde postérieur et du biceps brachial à 6-12 mois et au plus long terme. Une plus grande proportion de sujets utilisait du matériel moins adaptatif et était plus autonome dans les activités de la vie quotidienne après transfert tendineux. L'enquête de satisfaction retrouvait que 66% des sujets du groupe transfert du deltoïde et l'ensemble des sujets du groupe transfert du biceps referaient l'opération.

Conclusion : Notre étude démontre l'impact significatif de la chirurgie fonctionnelle de l'extension du coude chez le patient tétraplégique C5-C6, aussi bien sur la récupération de la force musculaire que sur des paramètres plus fonctionnels. Les objectifs de cette chirurgie sont à adapter au niveau neurologique du patient.

Mots-clés : Tétraplégie, Transfert tendineux, Zancolli, Möberg, Extension, Coude

LISTE DES ABBREVIATIONS

ASIA : American Spinal Injury Association

IQR : Intervalle Inter-Quartile

ISNCSCI : International Standards For Neurological Classification of Spinal Cord Injury

MCRO : Mesure du Rendement Occupationnel Canadien

MIF : Mesure d'Indépendance Fonctionnelle

MPR : Médecine Physique et de Réadaptation

MRC : Medical Research Council

NSCISC : National Spinal Cord Injury Statistical Center

SCIM : Spinal Cord Independence Measure

INTRODUCTION

L'incidence des lésions médullaires est estimée par le National Spinal Cord Injury Statistical Center (NSCISC) à 54 par millions d'habitants/an aux Etats-Unis. En France, elle était estimée au début des années 2000, à 19,4 par millions d'habitants/an (1). Dans plus de la moitié des cas, l'étiologie est d'origine traumatique (traumatisme du rachis cervical), principalement liée à des accidents de la circulation (40%), suivies des chutes (30%) (2,3).

Une lésion médullaire est définie par son niveau neurologique, correspondant au dernier niveau sain sur le plan sensitif et moteur, puis par son caractère complet ou incomplet selon la classification de l'International Standards For Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI) (4,5). Les déficiences ainsi observées seront fonction du niveau neurologique de la lésion du patient mais également de son étendue en hauteur (syndrome lésionnel) ainsi que dans le plan transversal (caractère complet ou incomplet).

Les sujets présentant un niveau neurologique supérieur ou égal à C6 ont une extension active du coude déficitaire ou absente (6). Ce mouvement reste possible dans les formes C5-C6 complètes, mais que par compensation et à l'aide de la gravité (7). Ces déficiences et les limitations d'activités ont un impact majeur sur la qualité de vie de ces patients.

Anderson et al, rapportaient que 48,7% des patients tétraplégiques estimaient que la récupération de la fonction motrice du membre supérieur améliorerait d'avantage leur qualité de vie, avant même la récupération de la marche, de la fonction sexuelle, urinaire ou encore intestinale (8).

C'est dans ce contexte qu'ont été développées au fil des années, différentes techniques chirurgicales, dites « fonctionnelles », dans le but de suppléer ces fonctions perdues ou altérées.

La plupart des techniques actuelles sont inspirées des travaux datant du milieu du XX^{ème} siècle. Merle d'Aubigné et Sterling Bunnell apporteront des bases solides, respectivement dès 1940, avec un premier transfert du deltoïde au triceps brachial chez un patient présentant une lésion plexique, puis en 1948 en développant les principes des ténodèses et des transferts musculotendineux. Plus tard, Friedenbergr décrira le premier transfert du biceps brachial chez un patient présentant des séquelles de poliomyélite, puis Leo Mayer, en 1951, sera l'un des premiers à adapter ce même transfert aux patients tétraplégiques. Ces différentes techniques seront par la suite reprises et adaptées au transfert du deltoïde postérieur par Möberg en 1975, et au transfert du biceps brachial par Zancolli en 1979. Depuis, plusieurs variantes chirurgicales ont été décrites en adaptant le transfert tendineux à une variété de greffons potentiels (9–12).

Chez le patient tétraplégique C5-C6, la réanimation de l'extension du coude est bien souvent une première étape à un programme chirurgical plus complexe. Il est actuellement admis la nécessité de stabiliser le coude avant même d'envisager des chirurgies plus distales, de la main et du poignet, afin de favoriser l'action des muscles qui pourront être transférés (13).

Les techniques de réanimation de l'extension du coude peuvent avoir plusieurs objectifs. Il s'agit bien souvent de restaurer l'extension active du coude dans un but de préhension, de déplacement et d'aide aux transferts (14). Cela permettra d'augmenter l'espace de travail du membre supérieur, utile à la réalisation d'activités de la vie quotidienne comme l'habillage/déshabillage, la participation aux soins d'hygiène. Cela permettra également,

l'obtention d'un verrouillage du coude afin d'aider la réalisation des transferts et des déplacements en permettant la propulsion du fauteuil roulant. Ces chirurgies peuvent être également proposées en prévention de limitations orthopédiques ou en corrigeant des attitudes vicieuses en flexum de coude ou en supination de l'avant-bras.

De façon générale, ces chirurgies fonctionnelles participent à la réduction des limitations d'activités et donc à l'amélioration de la qualité de vie de ces patients (15,16).

Ces programmes fonctionnels complexes de par le polymorphisme clinique des tétraplégies, leurs technicités chirurgicales et rééducatives, nécessitent leurs réalisations et leurs encadrements par une équipe pluridisciplinaire hautement spécialisée en centre de référence.

Les résultats de ces chirurgies, largement étudiés depuis une quarantaine d'années, reposent bien souvent sur l'analyse de la force musculaire des néo-triceps et des amplitudes articulaires dans de petites cohortes avec un suivi relativement court. Plus rares sont les études ciblant des critères plus fonctionnels.

Objectif :

L'objectif de notre travail était d'évaluer les résultats des deux principales techniques de chirurgies de réanimation de l'extension du coude, réalisées au CHU de Nantes, par transfert du deltoïde postérieur au triceps brachial, et du biceps-brachial au triceps brachial, chez le patient tétraplégique de niveau C5-C6.

Il s'agissait dans un premier temps d'évaluer la force musculaire des néo-triceps à 6-12 mois et au plus long terme. Et dans un second temps, d'évaluer des paramètres fonctionnels, tels que la mesure d'indépendance fonctionnelle (MIF), la mesure du rendement occupationnel canadien (MCRO), la satisfaction à l'égard du programme chirurgical et réadaptatif, la technique de réalisation des transferts lit-fauteuil, le mode de propulsion du fauteuil roulant, et enfin l'évolution du mode mictionnel.

MATERIELS ET METHODES

Population

Tous les patients opérés entre Février 1990 et Avril 2019 pour une réanimation de l'extension du coude, et suivis dans le service de Médecine Physique et de Réadaptation (MPR) Neurologique du CHU de Nantes, ont été étudiés.

Les patients inclus devaient être majeurs. Ils devaient présenter une tétraplégie d'un niveau moteur C5 ou C6, et pris en charge chirurgicalement pour un transfert tendineux visant la restauration de l'extension active du coude.

Deux types de transferts étaient étudiés. Les transferts tendineux du biceps brachial au triceps brachial selon la technique de Zancolli, et les transferts du tiers postérieur du deltoïde au triceps brachial avec greffe d'interposition synthétique, selon la technique de Möberg modifiée par Allieu puis Teissier (17–22).

Consultation multidisciplinaire préopératoire

Les patients suivis pour une tétraplégie de niveau neurologique C5-C6 au CHU de Nantes, se voient proposer une consultation multidisciplinaire neuro-orthopédique, classiquement dès la première hospitalisation (hospitalisation initiale) en Médecine Physique et Réadaptation neurologique et après au moins 6 mois de stabilité de l'examen neurologique.

Cette consultation composée de médecins spécialisés en MPR neurologique et de chirurgiens orthopédistes spécialisés en neuro-orthopédie est bien souvent un premier contact avec une équipe médico-chirurgicale spécialisée. Cette consultation a été développée afin de répondre à une situation clinique précise en lien avec une cause neuro-

orthopédique. Elle permet également l'information aux patients des possibilités de restauration de fonctions perdues ou altérées aux moyens de techniques chirurgicales, toujours dans un but d'amélioration de la fonction et de l'autonomie.

Un examen clinique neurologique standardisé selon l'ISNCSCI est réalisé puis est orienté à la question posée.

L'examen débute par un bilan articulaire précis du membre supérieur, de l'épaule, du coude, de la main et du poignet. Une attention particulière est portée à la recherche d'un flexum de coude. L'examen se poursuit par l'évaluation du niveau neurologique du patient, en déterminant son niveau moteur et sensitif. Suivi par le testing des muscles clés selon la classification internationale du membre supérieur du tétraplégique, dite « de GIENS »(23) (Annexe 1). Un testing complémentaire est réalisé et porte sur l'évaluation de la force musculaire du faisceau postérieur du deltoïde, du grand pectoral (en particulier son faisceau claviculaire), du grand dorsal et enfin du brachial antérieur. La cotation précise d'un muscle peut nécessiter l'utilisation de l'électromyographie pour l'analyse du recrutement musculaire, d'un muscle difficilement évaluable cliniquement, mais également la réalisation de blocs tronculaires ou musculaires. Sont également évalués, le caractère complet ou incomplet de la lésion à travers l'échelle de déficience ASIA de l'American Spinal Injury Association, le caractère flasque ou spastique (avec recherche de spasticité des fléchisseurs du coude), et enfin la hauteur du syndrome lésionnel par l'étude des réflexes ostéo-tendineux.

L'évaluation du site traumatique est également nécessaire à la recherche de signes en faveur d'une syringomyélie (modification de l'étendue du syndrome lésionnel avec perte de

réflectivité, modification du niveau moteur et/ou sensitif) qui en l'absence de prise en charge pourrait être délétère et responsable d'une modification du niveau neurologique.

Sur le plan plus fonctionnel, nous nous intéressons à la technique de réalisation des transferts lit-fauteuil, à la capacité de propulser un fauteuil roulant manuel, ainsi qu'au mode mictionnel et en particulier à la capacité de réalisation des autosondages.

De manière globale, le projet de vie futur est abordé, ainsi que la motivation du sujet au programme chirurgical qui pourra lui être proposé.

Les rares contre-indications à la chirurgie sont recherchées, les troubles psychiatriques, les complications vésico-sphinctériennes, cutanées ou encore la présence de douleurs neuropathiques invalidantes aux membres supérieurs (21,24).

Indications chirurgicales

Deux techniques chirurgicales ont été utilisées pour réanimer l'extension du coude chez nos patients. Le transfert du deltoïde postérieur ou du biceps brachial au triceps brachial. Le choix de la technique était fonction du niveau neurologique du patient, de la présence ou non d'un faisceau claviculaire du grand pectoral, des éventuelles limitations orthopédiques du membre supérieur ainsi que de la spasticité des fléchisseurs du coude. Du fait de la perte d'au moins un point après transfert tendineux, le muscle transféré devait avoir une cotation au moins égale à 4/5 selon l'échelle du British Medical Research Council (MRC) (14) (Annexe 2).

La chirurgie de transfert du deltoïde postérieur (Möberg modifiée) était recommandée en première intention, en présence d'un deltoïde côté au moins à 4 selon l'échelle MRC et un

faisceau claviculaire du grand pectoral côté au moins à 3. En l'absence de faisceau claviculaire du grand pectoral, il était proposé la technique de transfert du biceps brachial (Zancolli), du fait de l'absence de contrôle de l'antépulsion (19,20,25,26).

La chirurgie de Zancolli était recommandée lorsque la chirurgie de Möberg modifiée était réalisable. Elle nécessite un biceps brachial côté à au moins 4 selon l'échelle MRC, mais également un brachial antérieur et un brachio-radial supérieur ou égal à 4.

Plus récemment, a été proposé en l'absence de faisceau claviculaire du grand pectoral, la chirurgie de Möberg modifiée associée à une médialisation du deltoïde antérieur. Cette chirurgie, décrite en 1988 par Johnstone et Buntine puis diffusée en France par Teissier, permet d'assurer l'antépulsion de l'épaule, en l'absence du faisceau claviculaire du grand pectoral (27,28).

Protocole rééducatif et réadaptatif préopératoire

Les patients admis dans un protocole de réanimation d'extension du coude ont été hospitalisés dans l'unité spinale du service de MPR Neurologique du CHU de Nantes. L'hospitalisation était assurée en unité conventionnelle, d'une durée de séjour variant selon les problématiques médicales, rééducatives et réadaptatives. L'hospitalisation préopératoire avait pour but la préparation à la chirurgie et au postopératoire.

La prise en charge kinésithérapique et ergothérapique préopératoire consiste sur le plan rééducatif, au-delà des soins habituels, en une restauration complète des amplitudes articulaires des membres supérieurs, ainsi qu'au travail de renforcement musculaire du futur

transplant et de l'ensemble des muscles du membre supérieur avec certaines spécificités en fonction du type de chirurgie programmée.

En cas de limitations articulaires, et en particulier de flexum de coude, la récupération des amplitudes doit être l'une des priorités afin de ne pas compromettre les résultats postopératoires. Cette rééducation doit se faire au moyen de techniques de mobilisations articulaires, de postures, ou encore d'injections musculaires de toxine botulinique (25,29,30). Des libérations chirurgicales, à type d'arthrolyses ou de ténotomies-allongements du biceps, peuvent également être réalisées en cas de rétractions articulaires fixées et/ou d'hypertonie majeure du biceps (3,15,25,30).

Un renforcement musculaire spécifique est nécessaire en fonction du type de transplant qui sera utilisé. Pour une chirurgie de transfert du deltoïde postérieur, un renforcement musculaire dissocié des trois faisceaux du deltoïde, ainsi que du grand pectoral doit être entrepris. Pour la chirurgie de transfert du biceps brachial, le renforcement musculaire doit être axé sur les fléchisseurs de coude, associé à un travail de biofeedback pour une meilleure dissociation musculaire en postopératoire.

Le postopératoire est anticipé avec la confection de gants de contention sur mesure, afin de favoriser le drainage du membre supérieur en postopératoire. Une orthèse d'extension de coude, thermo-formable, est confectionnée. Elle permet en postopératoire une surveillance cutanée rapprochée et ainsi d'alléger l'immobilisation plâtrée. Des essais de fauteuils roulants électriques sont réalisés en adaptant l'assise à l'immobilisation future. Enfin, des schémas indiquant le positionnement correct du membre supérieur sont affichés dans la chambre du patient. Ils indiquent les positions autorisées et interdites des différents

segments articulaires du membre supérieur, lors de l'installation au lit, au fauteuil, ainsi que pour les différentes mobilisations postopératoires.

Procédures chirurgicales

Les chirurgies de réanimation de l'extension du coude ont été réalisées par deux chirurgiens orthopédistes expérimentés du CHU de Nantes, spécialisés en neuro-orthopédie. Les chirurgies s'effectuaient dans le cadre de l'ambulatoire, puis les patients étaient hospitalisés en post-opératoire immédiat dans l'unité spinale du service de MPR Neurologique.

- Chirurgie de transfert du deltoïde postérieur au triceps brachial

La technique du transfert du deltoïde postérieur au triceps nécessite une installation en décubitus latéral du côté opposé au membre opéré. Une voie d'abord est effectuée à la face postérieure de l'épaule vers le V deltoïdien. Le tiers postérieur du deltoïde est repéré et le muscle est divisé. Le muscle est ensuite disséqué en distalité, jusqu'au V deltoïdien. Son tendon se situe sous les fibres musculaires du muscle brachial où il est prélevé avec sa languette tendineuse. La dissection est poursuivie en proximal avec séparation du corps musculaire. Dans un deuxième temps, une courte incision est effectuée en regard du tendon tricipital. Il est réalisé un décollement sous-cutané entre les deux incisions postérieures, pour permettre le passage du transplant. Un cône en dacron de type SEM était initialement utilisé, passé dans la face profonde du tendon du deltoïde, puis fixé à l'aide de points séparés à la partie distale du deltoïde postérieur.

Après positionnement du coude en extension, un passage trans-tendineux est effectué au ras du périoste et les deux brins du transplant synthétique sont insérés dans ce dernier et

suturés avec une tension maximale. La dernière étape consiste en une immobilisation dans une attelle plâtrée antérieure, en position d'extension et supination.

Liée à l'arrêt de commercialisation du tendon prothétique SEM en dacron, une variante chirurgicale consistera à l'utilisation d'un transplant synthétique de type Clamp de chez Zimmer, correspondant à une structure non-résorbable tressée en téflon, qui est fixée à l'insertion distale du deltoïde postérieur et recouverte intégralement par un prélèvement de fascia-lata. Le transplant est passé en sous-cutané puis est suturé sur le tendon du triceps après passage trans-osseux.

En l'absence du faisceau claviculaire du grand pectoral, une médialisation du deltoïde antérieur peut être réalisée. Cette technique nécessite une installation en décubitus latéral. Après incision à la face antérieure de la clavicule, l'insertion du deltoïde antérieur ainsi qu'une baguette osseuse sont prélevés et synthésés au tiers moyen de la clavicule, après avivement.

- Chirurgie de transfert du biceps brachial au triceps brachial

La technique du transfert du biceps au triceps nécessite une installation en décubitus latéral du côté opposé au membre opéré. Une voie d'abord antérieure est effectuée avec dissection de la face superficielle du biceps, repérage de son tendon puis dissection en distalité jusqu'à la tubérosité bicipitale du radius. Après libération en interne du *lacertus fibrosus*, le tendon du biceps est désinséré le plus distalement possible. Une voie d'abord postérieure est réalisée en regard du tendon tricipital. Un décollement sous-cutané médial permet le passage du tendon du biceps en postérieur (la voie latérale n'est actuellement plus utilisée liée au risque de lésion du nerf radial). Le coude est ensuite positionné en extension et en supination, puis le tendon du biceps est suturé à la façon pulvertaft au tendon du triceps.

Le coude est enfin immobilisé dans une attelle plâtrée antérieure en position d'extension avec une épaule en position neutre.

Protocole rééducatif et réadaptatif postopératoire

Le postopératoire se déroule en deux phases, la phase d'immobilisation stricte et la phase rééducative.

La phase d'immobilisation débute en postopératoire immédiat et pour une durée de trois semaines. Le membre supérieur nouvellement opéré est initialement immobilisé dans une attelle plâtrée d'extension qui est relayée au deuxième jour postopératoire, par une orthèse d'extension de coude amovible.

Alors que les articulations du poignet et des doigts sont libres, la position d'immobilisation de l'épaule est fonction du type de chirurgie réalisée. Après transfert du deltoïde postérieur, une légère rétropulsion d'épaule de 10°, ainsi qu'une abduction n'excédant pas 30° sont autorisées. L'antéflexion est proscrite. Après transfert du biceps brachial, une légère antéflexion d'épaule de 10° et une abduction n'excédant pas 30° sont autorisées. La rétropulsion d'épaule est proscrite. Aucune rotation d'épaule n'est permise.

Les soins ergothérapeutiques et kinésithérapeutiques, sont axés sur un travail de drainage manuel du membre supérieur opéré, de massage des cicatrices (dès l'ablation des fils de sutures), sur un travail de mobilisations articulaires passives et actives du poignet et des doigts. Mais aussi sur un travail d'entretien des amplitudes articulaires et de renforcement musculaire du membre supérieur controlatéral et des membres inférieurs.

La phase rééducative suit également un protocole précis et démarre au début de la quatrième semaine :

- Dès la quatrième semaine postopératoire est initié le travail de flexion et d'extension du coude en actif. Le travail est exclusivement en actif, sans excéder 15° par semaine de progression en flexion. Le travail d'extension en actif est également débuté et se fera préférentiellement avec l'avant-bras en pronation ou en position intermédiaire. Chaque semaine, la progression de l'amplitude de flexion n'est possible que si l'extension active du coude est obtenue dans toute l'amplitude articulaire autorisée, sans pesanteur et sans compensation.

- Dès la huitième semaine, le travail de flexion et d'abduction en active de l'épaule est débuté, de l'ordre de 15° par semaine.

- Dès la dixième semaine, est initié le travail en résistance du néo-triceps. L'orthèse est progressivement retirée la journée, en dehors des séances rééducatives, lorsque la flexion atteint les 60° et que l'antéflexion d'épaule est possible jusqu'à 45°. L'orthèse est définitivement ôtée dès l'obtention d'au moins 90° de flexion et la récupération complète des amplitudes articulaires de l'épaule.

- Dès la douzième semaine, le travail de renforcement du néo-triceps est intensifié et diversifié avec progressivement la reprise du travail des transferts et de propulsion du fauteuil roulant manuel.

Evaluation de la force musculaire

L'évaluation de la force musculaire du triceps est réalisée en position assise ou en décubitus. Le triceps était testé sans pesanteur, puis contre pesanteur et contre résistance dans toute son amplitude articulaire. Plusieurs évaluations étaient réalisées, en préopératoire, à 6-12

mois ainsi que lors des consultations de suivi systématique. La cotation musculaire est basée sur l'échelle MRC (Annexe 2). Le muscle était coté à 0 en l'absence de contraction musculaire, 1 lors d'une perception de contraction sans mouvement, 2 lors de la réalisation du mouvement sans pesanteur, 3 lors de la réalisation du mouvement contre pesanteur, 4 lors de la réalisation du mouvement contre résistance, et enfin 5 lorsque la force musculaire était complète.

Evaluations fonctionnelles

La mesure d'indépendance fonctionnelle (MIF) est une échelle fonctionnelle générique d'activités. Elle repose sur l'évaluation des limitations d'activités, et est largement utilisée dans la population de blessés médullaires (31,32). Cette échelle comporte 18 items, scorés de 1 (assistance totale) à 7 (indépendance totale), répartis en deux sous-échelles, motrice et cognitive et 5 sous-parties (33,34). Cette évaluation était réalisée en préopératoire ainsi qu'à 6-12 mois postopératoire (Annexe 3).

La mesure du rendement occupationnel Canadien (MCRO), est une échelle générique utilisée en ergothérapie pour quantifier l'effet d'une prise en charge rééducative ou d'un protocole de soins, sur des objectifs ou activités prioritaires. Il s'agit d'une auto-évaluation du rendement (ou performance) et de la satisfaction à la réalisation de ces objectifs avant et après la prise en charge (15,35,36). « Un score de changement de deux points ou plus sur la performance ou sur la satisfaction est considéré significatif » (37,38). Une première évaluation était réalisée en préopératoire puis à 6-12 mois postopératoire.

Une échelle de satisfaction, inspirée des travaux de Wuolle et al, a été utilisée et adaptée à la réanimation de l'extension du coude, dans le but d'évaluer le ressenti des patients à l'égard de la procédure chirurgicale. Il était demandé aux patients de répondre à une série de questions réparties en 8 domaines, la satisfaction générale, l'impact de la chirurgie sur la vie quotidienne, les capacités dans les activités de vie quotidienne, l'autonomie, la performance au travail, l'apparence du membre supérieur, la fiabilité de la chirurgie, la rééducation. Plusieurs choix de réponses étaient possibles, selon une échelle de Likert à 5 niveaux, allant de fortement en désaccord à tout à fait d'accord. Cette évaluation était réalisée à plus d'un an de la chirurgie (Annexe 4).

Méthode d'évaluation

Les données démographiques, cliniques et fonctionnelles préopératoires et à 6-12 mois postopératoire ont été recueillies par l'analyse des dossiers médicaux. Tous les patients ont ensuite été reconvoqué, entre septembre 2019 et juin 2020, pour une évaluation au plus long terme. Pour les patients qui n'ont pu être revus, les données présentées sont issues de l'analyse de dossiers des consultations de neuro-orthopédie. Ont été recueillis en préopératoire, les données sociodémographiques des patients, la date de survenue de la lésion, le niveau de la lésion et son caractère complet ou incomplet, la classification de Giens, le délai entre la lésion et la chirurgie et le type de chirurgie. Sur le plan de l'examen clinique étaient recueillis et évalués en préopératoire, à 6-12 mois et au plus long terme, le bilan orthopédique du membre supérieur, le testing du faisceau claviculaire du grand pectoral, du deltoïde et du biceps brachial, la force du néo-triceps, et la force de flexion globale du coude en préopératoire.

Sur le plan fonctionnel, nous avons recueilli et évalué la technique de transfert lit-fauteuil, le type de propulsion du fauteuil roulant, le mode mictionnel en préopératoire, à 6-12 mois et au plus long terme. Nous avons recueilli les données de la mesure d'indépendance fonctionnelle (MIF), de la mesure du rendement occupationnel (MCRO) en préopératoire, ainsi qu'à 6-12 mois postopératoire. Tous les patients reconvoqués pour l'évaluation au plus long terme, étaient évalués également sur leurs satisfactions à l'égard du protocole chirurgical via un questionnaire de satisfaction.

Analyse statistique

Une analyse statistique était réalisée pour les deux groupes de transferts chirurgicaux. Les variables quantitatives étaient exprimées selon la moyenne, la variance et l'écart-type. Les variables qualitatives étaient exprimées selon la fréquence, la médiane et l'intervalle interquartile (IQR). L'analyse statistique des données intra-groupe (variables qualitatives) a été effectuée à l'aide du test des rangs signés de Wilcoxon, en considérant une significativité à $p = 0.025$, après correction de Bonferroni.

RESULTATS

Entre Février 1990 et Avril 2019, 34 patients, 29 hommes et 5 femmes, qui présentaient une tétraplégie de niveau moteur C5-C6, ont participé à un programme de réanimation de l'extension du coude (Annexe 5).

Vingt-cinq patients ont bénéficié d'une réanimation d'extension par transfert du deltoïde postérieur au triceps, soit 36 transferts. Dix patients ont bénéficié d'un transfert du biceps au triceps, soit 14 transferts. La moyenne d'âge des sujets à la survenue de la lésion médullaire était de 25,5 ans (18-58 ans) dans le groupe transfert du biceps et 25 ans (12-45 ans) dans le groupe transfert du deltoïde postérieur. La moyenne d'âge à la chirurgie était de 30,6 ans (20-60 ans) dans le groupe transfert du biceps et de 29,5 ans (18-47 ans) dans le groupe transfert du deltoïde postérieur.

Les causes de survenue de la lésion médullaire étaient dans les deux groupes majoritairement liées à des accidents de la voie publique (60%), puis des accidents de plongeon (30%). Plus rare, l'étiologie était en lien avec une origine inflammatoire, tumorale (épendymome) ou encore vasculaire.

Le niveau moteur variait d'un niveau C5 à C6. Avec 7 patients présentant un niveau C5 et 18 un niveau C6 dans le groupe transferts du deltoïde postérieur, contre respectivement 7 et 3 dans le groupe transfert du biceps. 18 patients du groupe transfert du deltoïde présentaient une lésion de grade AIS A, soit environ 30% des sujets, et 9 patients dans le groupe transfert du biceps, soit 90%. 61 % des membres supérieurs opérés du groupe de transfert du deltoïde

postérieur présentaient un score de Giens supérieur ou égal à 2, alors que dans le groupe transfert du biceps, 86 % des membres supérieurs avaient un score de Giens à 1 (Annexe 6).

Le suivi moyen était de 128 mois après transfert du deltoïde postérieur avec des extrêmes allant de 16 à 275 mois et de 87 mois après transfert du biceps avec des extrêmes allant de 15 à 277 mois.

Dans le groupe transfert du deltoïde postérieur, deux réanimations d'extension du coude associaient une médialisation du deltoïde antérieur en lien avec un déficit du faisceau claviculaire du grand pectoral. Onze patients ont été opérés bilatéralement pour un transfert du deltoïde postérieur. Dans le groupe transfert du biceps, tous les tendons bicipitaux étaient médialisés lors de leurs passages à la partie postérieure du bras à l'exception d'un seul. Quatre patients ont été opérés bilatéralement pour un transfert du biceps. Enfin, un patient avait bénéficié d'un transfert du deltoïde postérieur au membre supérieur gauche et du biceps brachial au membre supérieur droit en lien avec une asymétrie de son niveau moteur.

Sept membres supérieurs du groupe transfert du deltoïde et trois du groupe transfert du biceps présentaient, en préopératoire, des limitations articulaires à type de flexum du coude inférieurs à 35 degrés. A l'issue du programme rééducatif préopératoire, seuls deux membres supérieurs du groupe transfert du deltoïde et un seul du groupe transfert du biceps, ne retrouveront pas une extension complète, cependant sans excéder 20 degrés.

Dix-huit patients, soit 25 membres supérieurs ont été opérés d'une chirurgie fonctionnelle distale du poignet et de la main.

- Sept membres supérieurs classés Giens 1 (groupe 1) parmi les transferts du deltoïde postérieur et six parmi les transferts du biceps au triceps avaient bénéficié d'une chirurgie de réanimation de l'extension active du poignet par transfert du brachio-radial sur le court extenseur radial du carpe associée à une ténodèse du long fléchisseur du pouce (key-grip passive) et une chirurgie palliative des intrinsèques par lasso sur le 2^{ème} et 3^{ème} rayon, selon Zancolli.

- Quatre membres supérieurs classés Giens 2 (groupe 2) parmi les transferts du deltoïde postérieur, ont été opérés d'une key-grip active par transfert du brachio-radial sur le long fléchisseur du pouce avec arthrodèse trapézo-métacarpienne et chirurgie palliative des intrinsèques par lasso sur le 2^{ème} et 3^{ème} rayon, selon Zancolli.

- Enfin huit membres supérieurs, classés Giens 3 ou 4 parmi les transferts du deltoïde postérieur ont bénéficiés d'une chirurgie en deux temps. Un premier temps fléchisseur associant un transfert du long extenseur radial du carpe sur les fléchisseurs communs profonds des doigts longs, un transfert du brachio-radial sur le long fléchisseur du pouce, une arthrodèse trapézo-métacarpienne et une chirurgie palliative des intrinsèques par lasso, selon Zancolli, sur l'ensemble des doigts longs. Puis un second temps extenseur associant une ténodèse des extenseurs communs des doigts et du long extenseur du pouce.

Aucun patient des deux groupes à l'étude ne présentait en préopératoire de lésions ou de signes en faveur d'une cavité syringomyélique évolutive.

Vingt patients, soit 30 réanimations d'extension du coude ont été revues entre septembre 2019 et juin 2020 pour une évaluation au plus long terme.

- **Complications**

Différentes complications étaient retrouvées au cours du suivi (Annexe 7).

- Au cours des six premiers mois, nous retrouvions dans le groupe deltoïde postérieur, trois hématomes relevant d'un traitement médical, une rupture tendineuse survenue à 3 semaines de la chirurgie dans un contexte septique et nécessitant l'ablation du Dacron, une détente tendineuse à 4 mois postopératoire, une fracture d'olécrane sur ancrage tendineux olécranien, une escarre olécranienne, quatre flexums, dont deux préexistaient à la chirurgie et deux autres de 10 degrés. Dans le groupe biceps, étaient à déplorer, une lésion vasculaire (artère radiale) survenue en peropératoire, deux hématomes à l'occasion de chirurgies bilatérales chez un même patient en lien avec un déficit en facteur de la coagulation sur mutation génétique, une désunion cicatricielle relevant de soins locaux, deux flexum de coude dont l'un de 20 degrés, préexistant à la chirurgie, et un de 10 degrés apparu au cours de la phase réadaptative, enfin deux détentes tendineuses survenue dans les quatre premiers mois postopératoire.

- A 6-12 mois postopératoire, une rupture du transplant est survenue à 7 mois de la chirurgie dans le groupe transfert deltoïde postérieur, dans un contexte de sepsis, et a nécessité l'ablation du tendon synthétique, ainsi que deux détentes tendineuses.

- A plus de 12 mois de la chirurgie, dans le groupe transfert du deltoïde postérieur, une nouvelle rupture tendineuse dans un contexte septique est survenue à 6 ans de la chirurgie, nécessitant également l'ablation du transplant synthétique, ainsi que deux détentes tendineuses, tardives, à 4 et 5 ans après l'opération. Dans le groupe transfert du biceps, une

détente tendineuse est survenue à 2 ans de la chirurgie.

Enfin, quatre autres membres supérieurs chez trois patients du groupe transfert du deltoïde ont présenté au cours du suivi une perte de force de leurs néo-triceps, imputable au développement d'une cavité syringomyélique.

Nous nous sommes de plus intéressés à la potentielle perte de force de flexion de coude après transfert du biceps au triceps. A 6-12 mois, la force de flexion de coude était comparable à l'évaluation préopératoire, après testing selon l'échelle MRC (Annexe 8).

- ***Evaluation de la force musculaire des néo-triceps***

Une amélioration statistiquement significative de la force musculaire des néo-triceps était retrouvée à 6-12 mois et au plus long terme dans les deux groupes de transferts tendineux (Annexe 9).

La médiane de force des néo-triceps était de 3 sur 5 (MRC) dans les deux groupes à 6-12 mois, et la moyenne de force de 2.7 dans le groupe biceps et 3 dans le groupe deltoïde postérieur. Au plus long terme, la médiane de force était à 4 sur 5 dans le groupe transfert du biceps, avec une moyenne de force à 2.8, à 87 mois de la chirurgie (15-277 mois) et une médiane à 2 sur 5 dans le groupe transfert du deltoïde, avec une moyenne de force à 2.2, à 128 mois (16-275 mois).

Dans une analyse en sous-groupe dans le groupe de transfert du deltoïde postérieur, après exclusion des trois membres supérieurs qui ont présenté une rupture tendineuse et des quatre membres supérieurs qui ont présenté une perte de force imputable au développement d'une cavité syringomyélique, nous retrouvons une médiane de force

inchangée, à 3/5, pour une moyenne à 3, à 6-12 mois postopératoire et une médiane à 2/5, pour une moyenne à 2.6, au plus long terme (Annexe 10).

- ***Evaluations fonctionnelles***

Technique des transferts lit-fauteuil

En préopératoire, les transferts étaient réalisés à l'aide d'un lève-malade pour une grande majorité des patients dans les deux groupes à l'étude. A 6-12 mois et au plus long terme, 32 % puis 48% des sujets du groupe transfert du deltoïde réalisaient leurs transferts en plus grande autonomie et sans aide humaine. Dans le groupe transfert du biceps prédominait très nettement l'utilisation du lève-malade aux différents suivis (Annexe 11).

Propulsion du fauteuil roulant

D'une propulsion majoritairement électrique dans les deux groupes en préopératoire, l'utilisation de la propulsion manuelle représentait le moyen de déplacement de 56% des patients du groupe deltoïde à 6-12 mois, et 30 % dans le groupe transfert du biceps. Au dernier suivi, 44 et 40% des patients, respectivement des groupes transfert du deltoïde et du biceps utilisaient la propulsion manuelle (Annexe 11).

Mode mictionnel

Nous retrouvons au cours du suivi, un changement de mode mictionnel vers l'acquisition des autosondages intermittents propres chez 56% des patients du groupe transfert du deltoïde à 6-12 mois puis 68% au dernier suivi. Au dernier suivi, trois patients ont été opérés d'une dérivation non continente de type Bricker (associée à une cystectomie), deux patients ont été opéré pour l'implantation d'une électrostimulateur des racines sacrées (technique de

Brindley), un patient était aux mictions réflexes et enfin un patient porteur d'une sonde à demeure.

Dans le groupe transfert du biceps, en préopératoire, trois patients réalisaient des autosondages, trois étaient aux hétérosondages et quatre aux mictions réflexes. La pratique de l'autosondage représentait 30% des patients en préopératoire puis 40% à 6-12 mois et enfin 50% au dernier suivi. Un patient du groupe biceps réalisant des autosondages au dernier suivi avait changé de mode mictionnel à la suite d'une chirurgie distale à type de « Key-grip » passive. Un patient avait bénéficié d'une chirurgie de dérivation non continente de type Bricker, et quatre patients étaient aux mictions réflexes (Annexe 11).

Mesure d'indépendance fonctionnelle

Dans le groupe transfert du deltoïde, nous retrouvons une amélioration des scores en postopératoire (6-12 mois) portant sur quatre items, les soins d'apparence, la toilette, l'habillement du haut du corps et le contrôle vésical. Seuls trois items, les soins d'apparence, la toilette et le contrôle vésical semblaient cliniquement pertinents, cependant sans significativité statistique.

Dans le groupe transfert du biceps, nous ne retrouvons pas d'amélioration des scores aux différents items de la MIF entre l'évaluation pré et postopératoire (Annexe 12).

Mesure Canadienne du Rendement Occupationnel

Dix patients étaient évalués en préopératoire sur les principales limitations d'activités en lien avec une déficience motrice du triceps brachial et pouvant potentiellement être améliorées par un programme de réanimation d'extension du coude. Une pondération de la performance et de la satisfaction à la réalisation de ces différentes activités était évaluée en

préopératoire et à 6-12m postopératoire. Huit patients (4 du groupes transfert du deltoïde et 4 du groupe transfert du biceps) étaient finalement étudiés car bénéficiant d'une évaluation pré et postopératoire. Une différence de performance et de satisfaction à respectivement 3,5 et 3,4 points dans le groupe deltoïde et 4 et 4.4 points dans le groupe biceps était retrouvée entre l'évaluation préopératoire et à 6-12 mois (Annexe 13).

Echelle de satisfaction

Dans le groupe transfert du deltoïde postérieur au triceps, 72,6% des patients étaient satisfaits de la chirurgie, 74,2 % considéraient que la chirurgie avait eu un impact positif dans leur vie, pour 72,6 % des patients la chirurgie avait amélioré leurs capacités dans les activités de la vie quotidienne, 60,5 % des patients rapportaient un impact positif de la chirurgie sur leur autonomie, l'apparence du membre supérieur était améliorée ou inchangée chez 87 % des sujets. 66 % des patients considéraient que leur membre supérieur « fonctionnait » aussi bien qu'en postopératoire, enfin 77 % des patients considéraient que la rééducation postopératoire avait été bénéfique (Annexe 14).

Dans le groupe transfert du biceps au triceps, 92 % des patients étaient satisfaits de la chirurgie, 95 % considéraient que la chirurgie avait eu un impact positif dans leur vie, pour 84 % des patients la chirurgie avait amélioré leurs capacités dans les activités de la vie quotidienne, 70 % des patients rapportaient un impact positif de la chirurgie sur leur autonomie, l'apparence du membre supérieur était améliorée ou inchangée chez 40 % des sujets. Enfin tous les patients considéraient que leur membre supérieur « fonctionnait » aussi bien qu'en postopératoire et que la rééducation postopératoire avait été bénéfique (Annexe 15).

Lorsqu'il était demandé aux patients s'ils referaient l'opération, la réponse était positive dans 66% des cas dans le groupe transfert du deltoïde postérieur et chez tous les patients du groupe biceps.

Les questions relatives à la performance au travail étaient retirées de l'analyse du fait de l'absence d'activité professionnelle des patients interrogés.

DISCUSSION

L'objectif principal de notre étude était d'analyser la récupération de la force musculaire des néo-triceps, à 6-12 mois postopératoire et au plus long terme, après réanimation de l'extension du coude.

Après transfert tendineux selon la technique de Möberg modifiée ou de Zancolli, une amélioration significative de la force d'extension du coude était retrouvée. A 6-12 mois, nous retrouvons une médiane de force des néo-triceps à 3 sur 5, selon l'échelle MRC, dans les deux groupes étudiés. 57 % des sujets du groupe transfert du biceps et 72 % des sujets du groupe transferts du deltoïde étaient capables de produire une extension de coude contre la gravité. Des résultats comparables étaient retrouvés par Koch-Borner et al, qui rapportaient une médiane de force d'extension du coude à 3 (MRC) à un suivi de 12 mois de 53 transferts du deltoïde postérieur (38).

Cette capacité de production d'une force antigravitaire concernait, à court terme dans plusieurs études, environ 70 % des transferts du biceps et près de 60 à 65 % des transferts du deltoïde postérieur (38,39).

Dans la littérature, la plupart des évaluations étaient réalisées à court et moyen terme, classiquement jusqu'à 24 mois postopératoire. Passé ce délai, très peu d'informations sont retrouvées.

Avec un suivi moyen de 87 mois pour les transferts du biceps et 128 mois pour les transferts du deltoïde postérieur, notre étude retrouvait des résultats bénéfiques en terme de récupération de la force d'extension sur le plus long terme. En effet, nous retrouvons une

amélioration significative de la force musculaire dans les deux groupes, en comparaison à l'évaluation préopératoire, avec une médiane de force à 4 sur 5 après transfert du biceps et 2 sur 5 après transfert du deltoïde postérieur. Après exclusion des patients présentant une perte de force de leurs néo-triceps en lien avec le développement d'une cavité syringomyélique ou encore une rupture de transplânt, les médianes de force retrouvées à 6-12 mois et au plus long terme étaient inchangées.

Sur le plan fonctionnel, des résultats favorables étaient remarqués après transfert tendineux au triceps. A 6-12 mois, 32 % des patients du groupe deltoïde postérieur et 48 % au dernier suivi, réalisaient des transferts en autonomie, complète ou aidée d'une planche de transfert, alors que cela concernait moins de 10 % des sujets en préopératoire. Dans le groupe transfert du biceps, à 6-12 mois, 90% des sujets nécessitaient le recours au lève malade puis 70 % au dernier suivi (parmi les 30% restants, deux patients avaient bénéficié d'une réanimation d'extension bilatérale du coude ainsi que des réanimations plus distales, à types de « Key-grip » passives).

Le déplacement avec notamment la capacité de propulsion du fauteuil roulant manuel est bien souvent l'un des objectifs prioritaires des transferts tendineux. Après transfert tendineux, une plus grande proportion de sujets utilisait la propulsion manuelle dans leurs déplacements. Cela concernait à 6-12 mois, 56 % des sujets du groupe deltoïde postérieur et 30 % des sujets du groupe transfert du biceps. Au dernier suivi, la proportion de sujets utilisant ce mode de propulsion dans le groupe deltoïde n'était pas celle attendue. Cela peut s'expliquer par une perte de force musculaire du néo-triceps au plus long terme dans ce groupe de patient rendant moins évident les déplacements au quotidien.

Quant au mode mictionnel, une plus grande autonomie à la réalisation des autosondages était retrouvée dans les deux groupes à l'étude, représentant 68% des patients du groupe transfert du deltoïde et un patient sur deux du groupe transfert du biceps au dernier suivi. Le mode mictionnel n'est habituellement pas considéré comme un objectif prioritaire dans le cadre des réanimations d'extension du coude. Un certains nombres d'autres facteurs doivent être appréhendés, en particulier chez les patients qui ont pu bénéficier de réanimations distales associées, plus susceptibles d'être à l'origine d'une amélioration de la fonction.

La mesure d'indépendance fonctionnelle (MIF) est une échelle fonctionnelle largement utilisée et validée dans la population de blessés médullaires. A l'issue du programme chirurgical et rééducatif, trois items de la MIF présentaient une amélioration pertinente de leurs scores dans le groupe transfert du deltoïde. Les soins d'apparence, la toilette et le contrôle vésical. Bien qu'il n'existait pas de différence significative entre l'évaluation préopératoire et à 6-12 mois, le gain fonctionnel dans ces différentes activités nous semble cliniquement intéressant. Dunkerley et al, publiaient des résultats comparables après chirurgie de transferts du deltoïde postérieur. Deux domaines d'activités, les soins d'apparence et l'habillement présentaient des scores plus élevés bien que non significatifs (34).

Incontestablement, l'apport fonctionnel de la réanimation d'extension du coude était bel et bien confirmé par la MCRO. Il était retrouvé un changement significatif de performance et de satisfaction aux objectifs identifiés en préopératoire. Avec un score de changement de 3,5 et de 4 points sur la performance et de 3,4 et 4,4 points sur la satisfaction aux objectifs identifiés dans le groupe transfert du deltoïde et du biceps.

Les patients participant à un programme de réanimation du triceps étaient globalement très satisfaits par la chirurgie. Les résultats semblaient être meilleurs dans le groupe de transfert du biceps, où l'ensemble des patients se disaient prêts à refaire la chirurgie si c'était à refaire. Nous pensons que ces résultats peuvent s'expliquer par des attentes fonctionnelles différentes en fonction du niveau neurologique des patients (37).

Certaines précisions sont cependant nécessaires à apporter. Du fait de populations différentes, aucune comparaison entre les deux groupes de transferts n'a pu être effectuée. Alors que les patients du groupe transfert du deltoïde postérieur présentaient majoritairement un niveau moteur C6, il était C5 dans plus de 70 % des cas dans le groupe transfert du biceps. Egalement, la répartition des niveaux de tétraplégie selon la classification internationale de GIENS était différente entre les deux groupes. Les patients du groupe transfert du biceps appartenaient majoritairement au groupe 0 et 1, alors qu'ils étaient majoritairement du groupe 2, 3 et 4 chez ceux bénéficiant d'un transfert du deltoïde.

Ceci peut s'expliquer par l'un des prérequis chirurgicaux. Le faisceau claviculaire du grand pectoral devait être actif pour envisager un transfert du deltoïde postérieur (à l'exception près de deux patients bénéficiant de chirurgies de médialisations du deltoïde antérieur). Le grand pectoral, innervé par le nerf pectoral latéral est issu de C5-C6 et C7. Ceci explique le niveau moteur plus distal de la plupart des patients du groupe de transfert du deltoïde par rapport au groupe transfert du biceps.

Le muscle grand dorsal a également un rôle déterminant chez le patient tétraplégique. Avec une innervation provenant essentiellement de C6 (C7-C8), il est le muscle clé pour la

réalisation des transferts. Il permet, chez le sujet présentant un niveau moteur inférieur ou égal à C6, la stabilisation du tronc et participe à la réalisation des transferts. En l'absence de triceps, les transferts sont en bien souvent possibles chez ces patients, par compensations et verrouillage des deux coudes en recurvatum. Ceci explique encore une fois la plus grande autonomie, notamment aux transferts, des patients bénéficiant d'une réanimation de l'extension du coude par transfert du deltoïde postérieur au triceps.

Plusieurs complications étaient rapportées dans notre étude. Trois patients du groupe deltoïde postérieur ont présenté un sepsis responsable d'une rupture de transplank, et nécessitant leurs ablations. Les trois sepsis sont survenus à des périodes très différentes allant de 3 semaines à 6 ans postopératoires. Cinq membres supérieurs ont présenté une perte de force de leurs néo-triceps au cours du suivi en lien avec une détente du transplank et quatre en lien avec le développement d'une cavité syringomyélique à plus de 12 mois postopératoire. Dans le groupe transfert du biceps, trois détentes tendineuses étaient rapportées. Aucune lésion nerveuse radiale n'était rapportée dans notre étude. A l'exception d'un seul transfert, tous les transferts du biceps ont été médialisés. La description dans la littérature d'atteinte radiale lors de la latéralisation des transferts tendineux a conduit à une évolution de notre pratique vers une médialisation systématique du transplank (12,40,41).

La détente tendineuse et la rupture de transplank sont des complications régulièrement décrites après transfert du deltoïde (42,43). Deux détentes tendineuses sur vingt transferts du deltoïde postérieur étaient rapportées par De Benedetti et al (44). Une rupture tendineuse sur un suivi moyen de 27 mois de 16 transferts tendineux par Lacey et al, et 5

ruptures survenant dans le suivi de 34 transferts du deltoïde par Mohammed et al (43,45). Ces complications plus largement décrites après transfert du deltoïde postérieur peuvent s'expliquer par la technicité du geste chirurgical en lien avec la nécessité d'une greffe d'interposition rendant également plus complexe le réglage en tension du greffon, et ainsi plus à risque de détente ou rupture tendineuse (45,46). Friden et al, rapportaient après transfert du deltoïde postérieur, une élongation moyenne de 23 mm qui se produisait majoritairement à l'attache proximale du greffon et survenant dans 60% des cas au cours des six premières semaines (47).

La perte de flexion du coude après transfert du biceps est l'une des principales complications décrite dans la littérature. Revol et al, ainsi que Mulcahey et al rapportaient une réduction de force de flexion de coude de 47 à 52 % après transfert bicipital, cependant sans retentissement clinique (48,49). Dans notre étude, nous n'objectivions pas de différence de force des fléchisseurs du coude après réanimation de l'extension du coude par transfert du biceps mais l'évaluation a été faite uniquement sur la base du testing MRC.

Plus récemment, les transferts nerveux ou neurotisations ont fait l'objet de plusieurs publications. Développés initialement dans les chirurgies du plexus brachial puis adaptés à la chirurgie de réanimation du membre supérieur chez le patient tétraplégique, ils apparaissent comme une alternative intéressante aux transferts tendineux. Cette technique repose sur le transfert d'un nerf ayant une fonction motrice sus-lésionnel, à un nerf innervant un muscle lésionnel ou sous lésionnel, en particulier dans la réanimation du triceps brachial, au nerf radial. Deux types de transferts nerveux peuvent être employés pour la réanimation du triceps brachial, le transfert du nerf du petit rond (provenant du nerf

axillaire) ou de la branche motrice du deltoïde (nerf axillaire postérieur) (50,51). Pour un résultat optimal, la chirurgie doit être précoce, habituellement dans les 12-18 mois, mais idéalement dans les 6-12 premiers mois et en particulier lorsque le muscle à réanimer se situe en zone lésionnelle, en raison d'une dénervation précoce et potentiellement irréversible (51–53).

Les résultats des études les plus récentes semblent comparables à ceux des transferts tendineux. Van Zyl et al, rapportaient une médiane de force des néo-triceps évaluée à 3 sur 5 (MRC) sur 18 chirurgies de transferts nerveux et à un suivi de 24 mois. Le point fort de cette technique semble être le postopératoire avec une durée d'immobilisation considérablement raccourcie, de l'ordre de 10 à 15 jours, en l'absence de gestes tendineux associés (51).

Plusieurs limites à notre étude peuvent être rapportées. Il s'agissait d'une étude rétrospective avec un certain nombre de données manquantes. Aucun appariement n'a pu être réalisé entre les deux groupes de transfert du fait de populations différentes. Aucune comparaison des deux types de techniques n'a pu être réalisée. Le manque d'uniformisation des données nous conduit à proposer une évaluation « idéale » qui serait une aide à l'évaluation des résultats des transferts tendineux, tant sur le plan de l'analyse de la force musculaire que sur les améliorations fonctionnelles.

L'évaluation de la force du néo-triceps porte classiquement sur la cotation musculaire selon l'échelle MRC. Des études récentes, se sont intéressées à l'exploration électromyographique du recrutement musculaire généré lors du mouvement de flexion/extension du coude et introduisant la notion d'activation volontaire musculaire. L'étude des différences

d'activations musculaires volontaires permettraient d'expliquer la variabilité des résultats postopératoire en fonction du type de transferts tendineux réalisés(54). Egalement, l'exploration électromyographique a été employée pour l'analyse des synergies musculaires s'exerçant lors des mouvements de flexion/extension du coude après transfert tendineux, apportant une nouvelle fois des éléments objectifs et quantitatifs complémentaire de l'évaluation clinique (26). Remy-Neris et al, rapportaient des résultats intéressants de l'évaluation cinématique du membre supérieur après transfert tendineux, en objectivant une augmentation de la vitesse de flexion et d'extension du coude après transfert tendineux au triceps, mais également de la vitesse de flexion et de rétropulsion d'épaule (55). D'autres études ont également porté sur l'évaluation dynamométrique isocinétique après transfert tendineux. Il s'agit encore une fois d'un moyen d'évaluation objectif de la force d'extension du coude, permettant la mesure du couple de flexion et d'extension maximal du coude (56). Une évaluation idéale de la force musculaire pourrait comprendre en complément de l'évaluation clinique de la force musculaire selon l'échelle MRC, une exploration électromyographique du recrutement musculaire du muscle transféré ainsi qu'une évaluation objective de force musculaire par mesure isocinétique. Une évaluation cinématique du membre supérieur pourrait permettre une analyse précise des secteurs angulaires, d'évaluer l'espace de capture et les vitesses d'exécution du mouvement.

Sur le plan fonctionnel, plusieurs échelles d'évaluations ou questionnaires portant sur l'évaluation au maniement du fauteuil roulant manuel sont décrites. Le « Wheelchair Skills Test » est certainement l'un des tests les plus utilisés dans l'évaluation des capacités de propulsion du fauteuil roulant dans les actes de la vie quotidienne. Jugé comme fiable et reproductible, il repose sur l'évaluation de compétences au maniement du fauteuil roulant,

et permet le calcul d'un score exprimé en pourcentage (57). Différentes compétences sont évaluées comme la capacité de monter ou descendre une pente, dépasser un obstacle, descendre d'un trottoir, réaliser des push-up, réaliser un transfert. Un score est attribué à chaque épreuve, allant de 0 lorsque le patient n'est pas mesure de remplir les critères de d'évaluation à 3 lorsque le patient exécute de façon parfaitement autonome la tâche demandée (Annexe 16).

Enfin en complément de la MIF, l'échelle SCIM (Spinal Cord Independence Measure) semble intéressante. Actuellement dans sa troisième version (SCIM III), elle correspond également à une échelle d'évaluation des limitations d'activités présentée comme étant plus sensible et plus pertinente aux changements que la MIF, en particulier dans le domaine de la mobilité. Cette échelle comprend 19 items, répartis en quatre domaines, les soins personnels, la respiration et le contrôle sphinctérien, la mobilité en chambre et dans les toilettes (incluant les transferts lit-fauteuil roulant) et enfin la mobilité à l'intérieur et à l'extérieur.

CONCLUSION

Sur notre expérience de cinquante réanimations d'extension du coude, notre étude a démontré l'impact significatif de la chirurgie par transfert du deltoïde postérieur et du biceps brachial au triceps sur la récupération de force musculaire, évaluée à 6-12 mois et au dernier suivi.

L'impact fonctionnel était également intéressant et cliniquement pertinent après transfert tendineux. Les résultats des deux types de chirurgies réalisées sont à considérer en fonction du tableau neurologique des patients, présentant majoritairement un niveau neurologique plus haut dans le groupe biceps et ayant des déficiences et limitations d'activités plus importantes.

L'utilisation de transfert nerveux pourrait être une alternative prometteuse aux techniques de transfert tendineux.

REFERENCES

1. The Tetrafigap group, Albert T, Ravaud J-F. Rehabilitation of spinal cord injury in France: a nationwide multicentre study of incidence and regional disparities. *Spinal Cord*. juin 2005;43(6):357-65.
2. Perrouin-Verbe B. Évolution épidémiologique des lésions médullaires. /data/revues/18770657/v55sS1/S1877065712005118/ [Internet]. 8 sept 2012 [cité 19 mai 2018]; Disponible sur: <http://www.em-consulte.com/en/article/749660>
3. Bonds CW, James MA. Posterior deltoid-to-triceps tendon transfer to restore active elbow extension in patients with tetraplegia. *Tech Hand Up Extrem Surg*. juin 2009;13(2):94-7.
4. Ditunno JF, Young W, Donovan WH, Creasey G. The International Standards Booklet for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. *Spinal Cord*. févr 1994;32(2):70-80.
5. Perrouin-Verbe B. HAS Guide - Affection de longue durée Paraplégie (Lésions médullaires). HAS; 2007.
6. Peterson CL, Bednar MS, Bryden AM, Keith MW, Perreault EJ, Murray WM. Voluntary activation of biceps-to-triceps and deltoid-to-triceps transfers in quadriplegia. *PLOS ONE*. 2 mars 2017;12(3):e0171141.
7. DeBenedetti M. Restoration of elbow extension power in the tetraplegic patient using the Moberg technique. *J Hand Surg Am*. janv 1979;4(1):86-9.
8. Anderson KD. Targeting Recovery: Priorities of the Spinal Cord-Injured Population. *Journal of Neurotrauma*. oct 2004;21(10):1371-83.
9. Moberg E. Surgical treatment for absent single-hand grip and elbow extension in quadriplegia. Principles and preliminary experience. *J Bone Joint Surg Am*. mars 1975;57(2):196-206.
10. Friedenbergs ZB. Transposition of the biceps brachii for triceps weakness. *J Bone Joint Surg Am*. juin 1954;36(A(3)):656-8.
11. Fridén J, Ejeskär A, Dahlgren A, Lieber RL. Protection of the deltoid to triceps tendon transfer repair sites. *J Hand Surg Am*. janv 2000;25(1):144-9.
12. Ejeskär A, Dahllöf A. Results of reconstructive surgery in the upper limb of tetraplegic patients. *Spinal Cord*. juin 1988;26(3):204-8.

13. Bunketorp-Käll L, Reinholdt C, Fridén J, Wangdell J. Essential gains and health after upper-limb tetraplegia surgery identified by the International classification of functioning, disability and health (ICF). *Spinal Cord*. sept 2017;55(9):857-63.
14. Genêt F, Denormandie P, Keenan MA. Orthopaedic surgery for patients with central nervous system lesions: Concepts and techniques. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. juill 2019;62(4):225-33.
15. Kozin SH, D'Addesi L, Chafetz RS, Ashworth S, Mulcahey MJ. Biceps-to-triceps transfer for elbow extension in persons with tetraplegia. *J Hand Surg Am*. juin 2010;35(6):968-75.
16. Medina J, Marcos-García A, Jiménez I, Muratore G, Méndez-Suárez JL. Biceps to Triceps Transfer in Tetraplegic Patients: Our Experience and Review of the Literature. *Hand (N Y)*. 2017;12(1):85-90.
17. Allieu Y, Teissier J, Triki F, Mailhe D, Asencio G, Gomis R, et al. [Restoration of elbow extension in the tetraplegic by transplantation of the posterior deltoid. Study of 21 cases]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1985;71(3):195-200.
18. Allieu Y, Benichou M, Teissier J, Desbonnet P, Lussiez B. [Restoration of the upper limb in tetraplegic patients by tendon transfers]. *Chirurgie*. 1986;112(10):736-42.
19. Allieu Y, Coulet B, Chammas M. Functional Surgery of the Upper Limb in High-level Tetraplegia: Part I. *Tech Hand Up Extrem Surg*. mars 2000;4(1):50-63.
20. Allieu Y, Coulet B, Chammas M. Functional Surgery of the Upper Limb in High-level Tetraplegia: Part II. *Tech Hand Up Extrem Surg*. mars 2000;4(1):64-8.
21. Allieu Y, Bénichou M, Ohanna F, Rabischong E, Benoit P. [Functional surgery of the upper limbs in tetraplegic patients. Current trends after 10 years of experience at the Propara Center]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1993;79(2):79-88.
22. Filipetti P, Teissier J. Reconstructive surgery on the upper limb of tetraplegics. *Annales de réadaptation et de médecine physique*. 1990;121-41.
23. McDowell CL, Moberg EA, Smith AG. International conference on surgical rehabilitation of the upper limb in tetraplegia. *J Hand Surg Am*. juill 1979;4(4):387-90.
24. Perrouin-Verbe B, Rome J, Touchais S. Chirurgie de réanimation du membre supérieur du tétraplégique: quelle évaluation ? *Lett Med Phys Readapt*. sept 2008;24(3):99-102.
25. Leclercq C, Hentz VR, Kozin SH, Mulcahey MJ. Reconstruction of Elbow Extension. *Hand Clinics*. mai 2008;24(2):185-201.

26. Sarcher A, Perrouin-Verbe B, Touchais S, Gadbled G, Gahier M, Brochard S, et al. Reorganization of muscle synergies in 2 individuals with C5 and C6 tetraplegia after biceps-triceps and posterior deltoid-triceps tendon transfers. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. mars 2019;62(2):128-31.
27. Johnstone BR, Jordan CJ, Buntine JA. A review of surgical rehabilitation of the upper limb in quadriplegia. *Spinal Cord*. oct 1988;26(5):317-39.
28. Ballas R, Fattal C, Teissier J. Anterior Glenohumeral Joint Stabilization in Tetraplegic Patients by Medializing the Anterior Head of Deltoid Muscle. *The Journal of Hand Surgery*. janv 2015;40(1):148-51.
29. Endress RD, Hentz VR. Biceps-to-triceps transfer technique. *J Hand Surg Am*. avr 2011;36(4):716-21.
30. Netscher DT, Sandvall BK. Surgical Technique: Posterior Deltoid-to-Triceps Transfer in Tetraplegic Patients. *The Journal of Hand Surgery*. avr 2011;36(4):711-5.
31. Hall KM, Cohen ME, Wright J, Call M, Werner P. Characteristics of the functional independence measure in traumatic spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. nov 1999;80(11):1471-6.
32. Grey N, Kennedy P. The Functional Independence Measure: a comparative study of clinician and self ratings. *Spinal Cord*. juill 1993;31(7):457-61.
33. Saltychev M, Lähdesmäki J, Jokinen P, Laimi K. Pre- and post-intervention factor structure of functional independence measure (Fim®) in patients with spinal cord injury. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. juill 2018;61:e233.
34. Dunkerley A, Ashburn A, Stack E. Deltoid triceps transfer and functional independence of people with tetraplegia. *Spinal Cord*. juill 2000;38(7):435-41.
35. Law M, Baptiste S, McColl M, Opzoomer A, Polatajko H, Pollock N. The Canadian Occupational Performance Measure: An Outcome Measure for Occupational Therapy. *Can J Occup Ther*. avr 1990;57(2):82-7.
36. McColl MA, Paterson M, Davies D, Doubt L, Law M. Validity and Community Utility of the Canadian Occupational Performance Measure. *Can J Occup Ther*. févr 2000;67(1):22-30.
37. Carswell A, McColl MA, Baptiste S, Law M, Polatajko H, Pollock N. The Canadian Occupational Performance Measure: A Research and Clinical Literature Review. *Can J Occup Ther*. oct 2004;71(4):210-22.
38. Koch-Borner S, Dunn JA, Fridén J, Wangdell J. Rehabilitation After Posterior Deltoid to Triceps Transfer in Tetraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. juin 2016;97(6):S126-35.

39. Kozin SH, D'Addesi L, Chafetz RS, Ashworth S, Mulcahey MJ. Biceps-to-triceps transfer for elbow extension in persons with tetraplegia. *J Hand Surg Am.* juin 2010;35(6):968-75.
40. Wangdell J, Fridén J. Activity gains after reconstructions of elbow extension in patients with tetraplegia. *J Hand Surg Am.* mai 2012;37(5):1003-10.
41. Kuz JE, Van Heest AE, House JH. Biceps-to-triceps transfer in tetraplegic patients: report of the medial routing technique and follow-up of three cases. *J Hand Surg Am.* janv 1999;24(1):161-72.
42. Bonds CW, James MA. Posterior deltoid-to-triceps tendon transfer to restore active elbow extension in patients with tetraplegia. *Tech Hand Up Extrem Surg.* juin 2009;13(2):94-7.
43. Mohammed KD, Rothwell AG, Sinclair SW, Willems SM, Bean AR. Upper-limb surgery for tetraplegia. *J Bone Joint Surg Br.* nov 1992;74(6):873-9.
44. DeBenedetti M. Restoration of elbow extension power in the tetraplegic patient using the Moberg technique. *The Journal of Hand Surgery.* janv 1979;4(1):86-9.
45. Lacey SH, Wilber RG, Peckham PH, Freehafer AA. The posterior deltoid to triceps transfer: A clinical and biomechanical assessment. *The Journal of Hand Surgery.* juill 1986;11(4):542-7.
46. Mulcahey MJ, Lutz C, Kozin SH, Betz RR. Prospective evaluation of biceps to triceps and deltoid to triceps for elbow extension in tetraplegia. *J Hand Surg Am.* nov 2003;28(6):964-71.
47. Fridén J, Ejeskär A, Dahlgren A, Lieber RL. Protection of the deltoid to triceps tendon transfer repair sites. *The Journal of Hand Surgery.* janv 2000;25(1):144-9.
48. Mulcahey MJ, Lutz C, Kozin SH, Betz RR. Évaluation prospective des biceps triceps et deltoïde à triceps pour l'extension du coude dans la tétraplégie. :8.
49. Revol M, Briand E, Servant JM. Biceps-to-triceps transfer in tetraplegia. The medial route. *J Hand Surg Br.* avr 1999;24(2):235-7.
50. Fridén J, Gohritz A. Tetraplegia Management Update. *J Hand Surg Am.* déc 2015;40(12):2489-500.
51. van Zyl N, Hill B, Cooper C, Hahn J, Galea MP. Expanding traditional tendon-based techniques with nerve transfers for the restoration of upper limb function in tetraplegia: a prospective case series. *The Lancet.* août 2019;394(10198):565-75.
52. Titolo P, Fusini F, Arrigoni C, Isoardo G, Conforti L, Artiaco S, et al. Combining nerve and tendon transfers in tetraplegia: a proposal of a new surgical strategy based on literature review. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* avr 2019;29(3):521-30.

53. Hill EJR, Fox IK. Nerve transfers to restore upper limb function in tetraplegia. *Lancet*. 17 2019;394(10198):543-4.
54. Peterson CL, Bednar MS, Bryden AM, Keith MW, Perreault EJ, Murray WM. Voluntary activation of biceps-to-triceps and deltoid-to-triceps transfers in quadriplegia. *PLoS ONE*. 2017;12(3):e0171141.
55. Remy-Neris O, Milcamps J, Chikhi-Keromest R, Thevenon A, Bouttens D, Bouilland S. Improved kinematics of unrestrained arm raising in C5–C6 tetraplegic subjects after deltoid-to-triceps transfer. *Spinal Cord*. août 2003;41(8):435-45.
56. Bottero L, Houssin B, Cormerais A, Revol M, Servant JM. [Isokinetic dynamometric evaluation of rehabilitation results of elbow extension in tetraplegic patients]. *Ann Chir Plast Esthet*. août 2000;45(4):419-24.
57. Yeo S, Kwon J. Wheelchair Skills Training for Functional Activity in Adults with Cervical Spinal Cord Injury. *Int J Sports Med*. nov 2018;39(12):924-8.

- Annexes -

Groupe – Score de Giens	Muscles actifs (> 4 MRC)
0	Pas de muscle actif au-dessous du coude
1	Brachio-radial
2	Long extenseur radial du carpe
3	Court extenseur radial du carpe
4	Rond pronateur
5	Fléchisseur radial du carpe
6	Extenseur commun des doigts
7	Extenseur propre du pouce
8	Fléchisseur commun profond des doigts
9	Fléchisseur commun superficiel des doigts
10	Atypies

Annexe 1 : Classification Internationale du membre supérieur du tétraplégique de GIENS

MRC : Medical Research Council

Score	Description musculaire
0	Absence de contraction musculaire
1	Contraction musculaire sans mouvement
2	Mouvement sans pesanteur
3	Mouvement contre pesanteur
4	Mouvement contre résistance
5	Force musculaire complète

Annexe 2 : Evaluation de la force musculaire selon l'échelle MRC

MRC : Médical Research Council

Mesure de l'indépendance fonctionnelle (MIF)

Indépendance

7 : indépendance complète (appropriée aux circonstances et sans danger)

6 : indépendance modifiée (appareil, adaptation)

Dépendance modifiée

5 : surveillance

4 : aide minimale (autonomie = 75 % +)

3 : aide moyenne (autonomie = 50 % +).

Dépendance complète

2 : aide maximale (autonomie = 25 % +)

1 : aide totale (autonomie = 0 % +)

	Entrée	Séjour	Sortie	Suivi
Soins personnels				
A Alimentation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B Soins de l'apparence	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C Toilette	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D Habillage - partie supérieure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E Habillage - partie inférieure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F Utilisation des toilettes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G Vessie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H Intestins	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mobilité, transferts				
I Lit, chaise, fauteuil roulant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J W.C.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K Baignoire, douche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Locomotion				
L Marche*	M <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>
Fauteuil roulant*	F <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/>	F <input type="checkbox"/>
M Escaliers				
Communication				
N Compréhension**	A <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/>	A <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/>
O Expression***	V <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	V <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	V <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>	V <input type="checkbox"/> N <input type="checkbox"/>
Conscience du monde extérieur				
P Interactions sociales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q Résolution des problèmes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
R Mémoire	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Total	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Annexe 3 : Echelle de Mesure d'Indépendance Fonctionnelle

Source : COFEMER

Satisfaction globale	<p>Q1 : Je recommanderais la chirurgie de réanimation de l'extension aux patients C5-C6 ?</p> <p>Q2 : Je referais l'opération ?</p> <p>Q3 : Je suis satisfait de la chirurgie ?</p> <p>Q4 : Je serais prêt à financer la chirurgie, s'il était nécessaire ?</p> <p>Q5 : La chirurgie a répondu à mes attentes ?</p>
Impact en vie quotidienne	<p>Q1 : J'ai « bénéficié » du geste chirurgical ?</p> <p>Q2 : La chirurgie a eu un impact négatif sur ma vie ?</p> <p>Q3 : La chirurgie a eu un impact positif sur ma vie ?</p> <p>Q4 : La chirurgie a amélioré ma qualité de vie ?</p>
Activités de la vie quotidienne	<p>Q1 : Je peux effectuer plus d'activités ?</p> <p>Q2 : Je me sens plus confiant dans la réalisation de mes activités ?</p> <p>Q3 : Les activités sont plus faciles à exécuter ?</p> <p>Q4 : Je réalise des activités plus rapidement ?</p> <p>Q5 : Je réalise des activités plus « facilement » ?</p>
Autonomie	<p>Q1 : Je suis plus autonome ?</p> <p>Q2 : J'utilise du matériel moins adaptatif ?</p> <p>Q3 : J'ai besoin de moins d'aides extérieures ?</p> <p>Q4 : Je suis plus à l'aise dans mon environnement ?</p>
Apparence	<p>Q1 : L'apparence de mon coude s'est améliorée ?</p>
Fiabilité	<p>Q1 : Les résultats sont aussi bons maintenant qu'en postopératoire ?</p>
Thérapie	<p>Q1 : La rééducation, après ma chirurgie, m'a aidé fonctionnellement ?</p>

Annexe 4 : Echelle de satisfaction adaptée à la réanimation de l'extension du coude

	Deltoïde postérieur	Biceps brachial
Nombre de transferts	36	14
Sexe		
- Homme	20 (80%)	10 (100%)
- Femme	5 (20%)	0 (0%)
Niveau moteur		
- C5	7	7 (70%)
- C6	18 (72%)	3
Grade AIS		
- A	18	9
- B	3	1
- C	4	-
Âge à la survenue de la lésion médullaire	25 (12-45)	25, 5 (18-58)
Age à la chirurgie	29,5 (18-47)	30,6 (20-60)
Circonstance de la lésion médullaire		
- Accident de la circulation	14 (56%)	6 (60%)
- Accident de plongeon	7 (28%)	3 (30%)
- Chute	2 (8%)	0 (0%)
- Tumeur bénigne (épendymome)	0 (0%)	1 (10%)
- Inflammatoire (myélite)	1 (4%)	0 (0%)
- Rupture vasculaire (MAV)	1 (4%)	0 (0%)

Annexe 5 : Caractéristiques démographique des deux populations

Age de survenue de la lésion médullaire : moyenne (étendue) en année

Age à la chirurgie : moyenne (étendue) en année

	Deltoïde post- Triceps	Biceps-Triceps
Classification GIENS		
0	1	1
1	13	12
2	5	-
3	15	1
4	2	-
5	-	-

Annexe 6 : Classification internationale du membre supérieur du tétraplégique de GIENS dans les deux groupes à l'étude

	Deltoïde post- Triceps			Biceps-Triceps		
	< 6 m	6-12 m	> 12 m	< 6 m	6-12 m	> 12 m
<u>Peropératoire</u>						
Lésions vasculaires	-	-	-	1	-	-
<u>Postopératoire</u>						
Hématome	3	-	-	2	-	-
Escarre olécranien	1	-	-	-	-	-
Désunion cicatricielle	1	-	-	1	-	-
Rupture sur sepsis	1	1	1	-	-	-
Fracture Olécrane	1	-	-	-	-	-
Flexum	4	-	-	2	-	-
<u>Perte de force du néo-triceps</u>						
Détente tendineuse	1	2	2	2	-	1
Syringomyélie	-	-	4	-	-	-

Annexe 7 : Complications survenues en peropératoire, à moins de 6 mois, 6-12 mois et plus de 12 mois postopératoire dans les deux groupes de transfert

Force de flexion du coude	Biceps-Triceps	
	Pré-op	6-12 mois
	5 (4-5)	5 (4-5)
0	-	-
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	2	3
5	8	7

Annexe 8 : Evaluation de la force de flexion de coude en préopératoire et à 6-12 mois dans le groupe transfert du biceps brachial

Médiane (étendue)

		Nombre de transfert		MRC	
		Préopératoire	6-12 mois	Dernier suivi	
Biceps-Triceps (Zancolli)					87 m (15-277)
		14	0	3 (2-3)* {2.7}	4 (2-4)** {2.8}
Triceps MRC	0		14	-	-
	1		-	1	1
	2		-	5	4
	3		-	5	1
	4		-	3	5
	5		-	-	3
	≥ 3/5		0 (0%)	8 (57%)	8 (57%)
Deltoïde post – Triceps (Möberg)					128 mois (16-275)
		36	0 (0-1)	3 (2-3)* {3}	2 (2-3)** {2.2}
Triceps MRC	0		28	1	3
	1		7	0	7
	2		1	9	12
	3		-	18	7
	4		-	7	7
	5		-	1	0
	≥ 3/5		0 (0%)	26 (72%)	14 (39%)

Annexe 9 : Evaluation grade MRC du triceps en préopératoire, à 6-12 mois et au dernier suivi

Médiane (intervalle interquartile)

{Moyenne}

* *p-value* < 0,0025 (pré-op/6-12 mois)

***p-value* < 0,0025 (pré-op/dernier suivi)

		Nombre de transfert	MRC		
			Préopératoire	6-12 mois	Dernier suivi
Deltoïde post – Triceps (Möberg)		29	0 (0-1)	3 (2-3) {3}	112 mois (16-271)
Triceps	0		28	0	0
	1		7	0	4
	2		1	6	11
	3		-	16	7
	MRC	4	-	6	7
	5		-	1	0
	≥ 3/5		0 (0%)	23 (79%)	14 (48%)

Annexe 10 : Analyse en sous-groupe : Evaluation grade MRC du triceps en préopératoire, à 6-12 mois et au dernier suivi après transfert du deltoïde, après exclusion des ablations de transplants et de perte de force en lien avec une cavité syringomyélique.

Médiane (intervalle interquartile)

{Moyenne}

	Deltoïde post- Triceps			Biceps-Triceps		
	Initial	6-12 m	Dernier suivi	Initial	6-12 m	Dernier suivi
Mode mictionnel						
ASIP	5 (20%)	14 (56%)	17 (68%)	3 (30%)	4 (40%)	5 (50%)
HSIP	13 (52%)	5 (20%)	1 (4%)	3 (30%)	1 (10%)	-
Réflexe	5	3	1	4	5	4
Brindley	1	1	2	-	-	-
Bricker	-	1	3	-	-	1
SAD	1	1	1	-	-	-
Transferts						
Autonome	1 (4%)	5 (20%)	6 (24%)	-	-	-
Planche	1 (4%)	3 (12%)	6 (24%)	-	-	-
Aide humaine	5 (20%)	8 (32%)	2 (8%)	1 (10%)	1 (10%)	3 (30%)
Lève-malade	18 (72%)	9 (36%)	11 (44%)	9 (90%)	9 (90%)	7 (70%)
Fauteuil roulant						
Manuel	8 (32%)	14 (56%)	11 (44%)	1 (10%)	3 (30%)	4 (40%)
Electrique	17 (68%)	11 (44%)	14 (56%)	9 (90%)	7 (70%)	6 (60%)

Annexe 11 : Paramètres fonctionnels : Technique des transferts lit-fauteuil – Propulsion du fauteuil roulant – Mode mictionnel

	Deltoïde post- Triceps			Biceps-Triceps		
	Préopératoire	6-12 mois	p	Préopératoire	6-12 mois	p
<u>Effectif</u>	4	4		3	3	
Score total	61,3	67,8	-	51,3	54	-
Alimentation	7 (6-7)	7 (6-7)	-	1 (1)	1 (1-3)	-
Soin d'apparence	1 (1-5)	4,5 (1-7)	0,18	1 (1)	1 (1)	-
Toilette	1 (1)	2 (1-3)	0,18	1 (1)	1 (1)	-
Habillage H	1 (1-5)	1,5 (1-4)	-	1 (1)	1 (1)	-
Habillage B	1 (1)	1 (1)	-	1 (1)	1 (1)	-
Utilisation toilettes	1 (1)	1 (1)	-	1 (1)	1 (1)	-
Fauteuil	6 (6)	6 (6)	-	6 (1-6)	6 (5-6)	-
Escalier	1 (1)	1 (1)	-	1 (1)	1 (1)	-
Lit-Chaise-Faut	1 (1)	1 (1)	-	1 (1)	1 (1)	-
Transfert WC	1 (1)	1 (1)	-	1 (1)	1 (1)	-
Bain/Douche	1 (1)	1 (1)	-	1 (1)	1 (1)	-
Vessie	1 (1-2)	5,5 (1-6)	0,17	1 (1)	1 (1-3)	-
Intestin	1 (1-2)	1 (1-2)	-	1 (1)	1 (1)	-
Communication	7 (7)	7 (7)	-	7 (7)	7 (7)	-
Conscience du monde extérieur	7 (7)	7 (7)	-	7 (7)	7 (7)	-

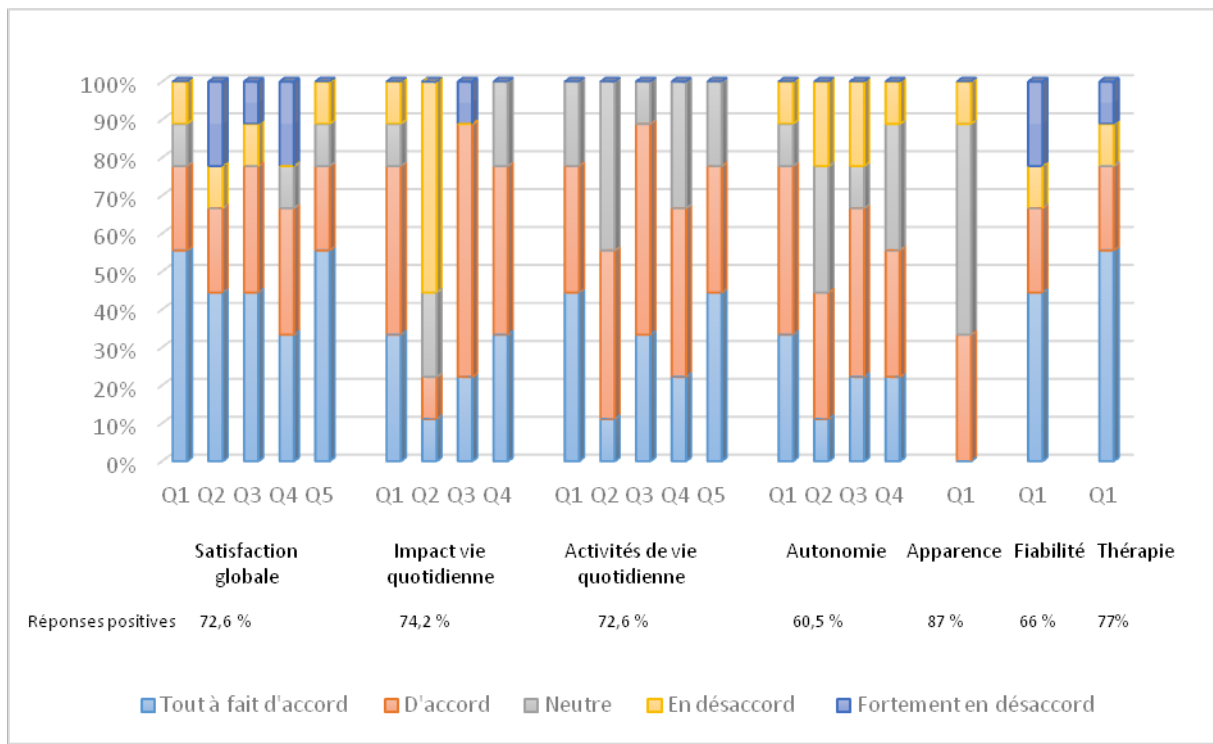
Annexe 12 : Evolution du score de la Mesure d'Indépendance Fonctionnelle

Moyenne (étendue) - *p <0,05

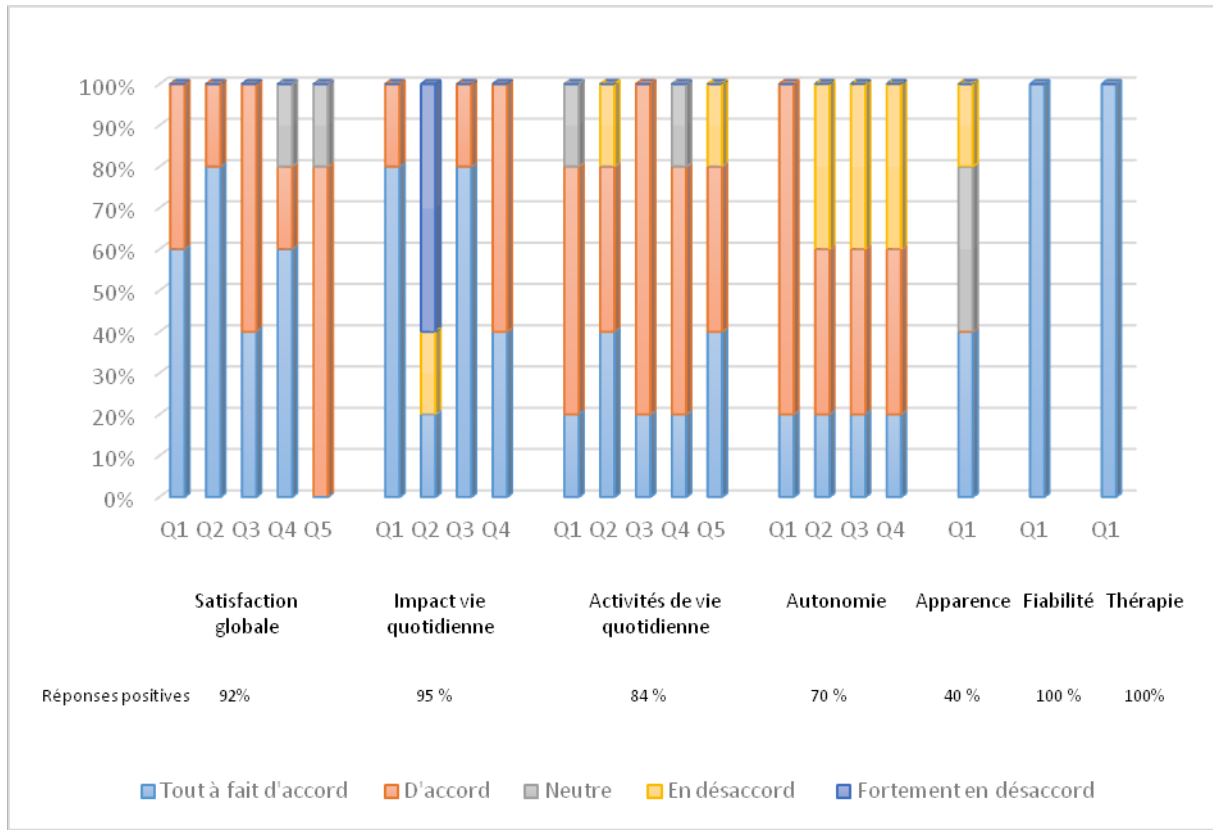
		Performance		Satisfaction	
		Pré-op	Post-op	Pré-op	Post-op
Deltoïde post- Triceps		2,5 (± 0,46)	6 (± 1,5)	2,4 (± 0,45)	5,8 (± 1,5)
	1	2,7	4,5	3,2	4,5
	2	1,7	5	2,2	5,5
	3	2,8	6	2	5
	4	2,8	8,4	2,4	8,4
		1,8 (± 0,81)	5,8 (± 2,35)	1,7 (± 0,51)	6,1 (± 2,26)
Biceps-Triceps	1	2,8	9,5	1,8	9
	2	1	5	2	5,3
	3	2,4	3	2,2	3
	4	1	5,6	1	7,3

**Annexe 13 : Evolution du Rendement pré et postopératoire selon la Mesure du
Rendement Occupationnel Canadien (MCRO)**

Moyenne (± Variance)



Annexe 14 : Echelle de satisfaction après transfert du deltoïde au triceps



Annexe 15 : Echelle de satisfaction après transfert du biceps au triceps

#	Individual Skill	Capacity (0-3)*	Comments
1	Rolls forward short distance and stops		
2	Rolls longer distance		
3	Rolls backward short distance and stops		
4	Turns in place		
5	Turns while moving forward		
6	Turns while moving backward		
7	Maneuvers sideways		
8	Picks objects from floor		
9	Relieves weight from buttocks		
10	Performs level transfers		
11	Folds and unfolds wheelchair		
12	Performs ground transfers		
13	Gets through hinged door		
14	Ascends slight incline		
15	Descends slight incline and stops		
16	Ascends steep incline		
17	Descends steep incline and stops		
18	Rolls across side-slope		
19	Rolls on soft surface		
20	Gets over obstacle		
21	Gets over gap		
22	Ascends low curb		
23	Descends low curb		
24	Ascends high curb		
25	Descends high curb		
26	Performs stationary wheelie		
27	Turns in place in wheelie position		
28	Rolls forward and backward in wheelie position		
29	Descends high curb in wheelie position		
30	Descends steep incline in wheelie position and stops		
31	Ascends stairs		
32	Descends stairs		
Total score:**		%	Total testing time (minutes):

Annexe 16 : Wheelchair Skills Test (WST) Version 5.1 Form Manual Wheelchairs

Vu, le Président du Jury,



Professeur Brigitte PERROUIN-VERBE

Vu, le Directeur de Thèse,



Professeur Brigitte PERROUIN-VERBE

Vu, le Doyen de la Faculté,



Professeur Pascale JOLLIET

NOM : COMBES

PRENOM : Philippe

Titre de Thèse :

La réanimation chirurgicale de l'extension du coude chez le patient tétraplégique.

Bilan et évaluation à moyen et long terme. A propos de 50 réanimations d'extension.

RESUME

Les sujets présentant une tétraplégie de niveau neurologique supérieur ou égal à C6 ont une extension active du coude déficitaire ou absente. Différentes techniques chirurgicales de réanimation d'extension du coude ont été développées afin de restaurer l'extension active du coude, souvent dans un objectif de préhension, de déplacement, ou encore d'aide aux transferts.

L'objectif de notre étude était d'évaluer les résultats de la récupération de force musculaire du néo-triceps selon les deux types de transferts tendineux réalisés au CHU de Nantes, du deltoïde postérieur au triceps brachial (chirurgie de Möberg modifiée), et du biceps-brachial au triceps brachial (chirurgie de Zancolli), chez le patient tétraplégique de niveau C5-C6.

Notre étude démontre l'impact significatif de la chirurgie fonctionnelle de l'extension du coude chez le patient tétraplégique C5-C6, aussi bien sur la récupération de la force musculaire que sur des paramètres plus fonctionnels.

MOTS-CLES

Tétraplégie, Transfert tendineux, Zancolli, Möberg, Extension, Coude