



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation
Pays de la Loire

54 rue de la Baugerie – 44 230 SAINT-SEBASTIEN SUR LOIRE

**Intérêt de l'imagerie motrice au service des patients tétraplégiques
de niveau C5/C6 suite à la chirurgie de réanimation d'extension du
coude de Möberg**
Étude pilote

Mélanie DINH

Mémoire UE28

Semestre 10

Année scolaire : 2021-2022

REGION DES PAYS DE LA LOIRE



AVERTISSEMENT

Les mémoires des étudiants de l'Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation sont réalisés au cours de la dernière année de formation MK.

Ils réclament une lecture critique. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs. Ces travaux ne peuvent faire l'objet d'une publication, en tout ou partie, sans l'accord des auteurs et de l'IFM3R.

Remerciements

Tout d'abord je tiens à remercier mon directeur de mémoire qui m'a accompagné durant tout le processus d'élaboration et de rédaction de ce travail de fin d'étude.

A la cadre du pôle MPR du CHU Saint-Jacques, ainsi qu'à l'équipe du 1^{er} Nord pour leur temps et leur aide dans ce projet.

Je remercie mes parents et mes tantes pour leur soutien infaillible durant toutes mes années d'études.

Merci à mes deux petites sœurs qui ont toujours été là, à leur façon, pour me motiver et me donner confiance en moi.

A L, pour m'avoir accompagné dans les bons comme les mauvais moments ces sept dernières années de ma vie, merci d'être à mes côtés.

A mes amies chères, avec lesquelles nous avons passé des heures au téléphone, par messages, au restaurant ou encore au bar en imaginant ce que nous pourrions bien écrire sur cette page.

Une pensée particulière à ma grand-mère qui n'aura pas la chance de célébrer, avec moi, ce nouveau chapitre.

Résumé

La lésion de la moelle dont souffrent les blessés médullaires affecte non seulement les systèmes moteurs et sensitifs mais également tous les organes situés en dessous du niveau d'atteinte neurologique. La qualité de vie de ces patients nécessite une prise en charge multidisciplinaire. Afin d'améliorer la fonction du membre supérieur du patient tétraplégique C5/C6, une chirurgie est proposée. La chirurgie de Möberg consiste en un transfert du tendon du deltoïde postérieur sur le tendon du triceps brachial pour retrouver l'extension du coude. Cette intervention implique un protocole postopératoire où le rôle du kinésithérapeute est essentiel. Dans son arsenal thérapeutique, nous retrouvons l'imagerie motrice. Cette technique consiste à imaginer un mouvement sans le réaliser.

Le but de ce travail d'initiation à la recherche est : « L'intérêt de l'imagerie motrice chez les patients tétraplégiques C5/C6 durant la rééducation postopératoire de la réanimation du coude de Möberg ». Pour répondre à notre problématique nous avons cherché dans la littérature. Cependant, peu d'articles ont été trouvés et peu de kinésithérapeutes utilisent l'imagerie motrice en rééducation. L'étude pilote est donc le moyen le plus approprié pour répondre à notre sujet. Cette étude à petite échelle cherche à démontrer que l'imagerie motrice peut être utilisée afin de respecter les délais postopératoires.

Dans un premier temps, le cadre conceptuel est développé, suivi de la problématisation et des hypothèses qui en découlent. Enfin, la méthode statistique est présentée sans résultats chiffrés. Toutefois, différentes perspectives professionnelles permettant d'améliorer nos compétences pratiques sont proposées.

Mots-clés

- Imagerie motrice
- Réanimation du coude
- Rééducation
- Tétraplégie C5/C6

Abstract

Spinal Cord Injury (SCI) is characterized by the lesion of the spinal cord. It affects motor, sensory system and all the organs located below this neurological level of injury. The quality of life of these patients is really impacted and requires a multidisciplinary care. In order to improve the upper limb, a tendon transfer surgery can be realized. Moberg surgery consists to transfer posterior deltoid tendon to triceps brachial tendon to recover the elbow extension. This surgery involves a long postoperative rehabilitation where the role of the physiotherapist is crucial. Among the physiotherapist arsenal, there is motor imagery. This technique consists in imagining a movement without realizing it.

The aim of this introductory research work is to demonstrate the value of motor imagery on quadriplegics during the post Moberg rehabilitation. In order to approach this subject, we have searched the literature for studies, meta-analysis or systematic reviews. However, we didn't find enough articles and only few physiotherapists use moto imagery during their rehabilitative care. Thus, the most appropriate way to respond to the aim is to conduct a pilot study. This small-scale study seeks to demonstrate that motor imagery can be used for the benefit of postoperative delays.

Our work develops, in the first instance the conceptual framework, then all the problematization and the hypotheses which result from it. To finish, the statistics methods is presented without the numerical results because we didn't carry out the study in its entirety. However, with the literature and our research protocol, we can offer various professional perspectives.

Key Words

- Elbow extension
- Motor Imagery
- Quadriplegia C5/C6
- Rehabilitation

Sommaire

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCTION | 1 |
| 2 | CADRE CONCEPTUEL | 2 |
| 2.1 | LES BLESSES MEDULLAIRES | 2 |
| 2.2 | PHYSIOPATHOLOGIE DE LA LESION MEDULLAIRE | 3 |
| 2.3 | LA LESION MEDULLAIRE DE NIVEAU C5 ET DE NIVEAU C6 | 7 |
| 2.4 | LA CHIRURGIE DE TRANSFERT TENDINEUX | 9 |
| 2.5 | IMAGERIE MOTRICE | 14 |
| 3 | L'IMAGERIE MOTRICE AU SERVICE DE LA REEDUCATION DES PATIENTS BLESSES MEDULLAIRES | 21 |
| 3.1 | PROBLEMATISATION | 21 |
| 3.2 | CHOIX DE LA METHODE | 22 |
| 3.3 | JUSTIFICATIF DE L'ETUDE..... | 23 |
| 3.4 | OBJECTIFS | 25 |
| 3.5 | POPULATION ETUDIEE | 26 |
| 4 | DESIGN DE L'ETUDE PILOTE | 27 |
| 4.1 | METHODOLOGIE GENERALE..... | 27 |
| 4.2 | PLAN EXPERIMENTAL | 28 |
| 4.3 | L'INTEGRATION DE L'IMAGERIE MOTRICE AU PROTOCOLE | 31 |
| 4.4 | MATERIEL UTILISE POUR EVALUER LA PROGRESSION..... | 35 |
| 4.5 | DATA MANAGMENT ET STATISTIQUES | 36 |
| 4.6 | VIGILANCE ET GESTION DES EVENEMENTS INDESIRABLES | 39 |
| 4.7 | ASPECTS ADMINISTRATIFS ET REGLEMENTAIRES | 39 |
| 5 | RESULTATS | 40 |
| 6 | DISCUSSION | 40 |
| 7 | CONCLUSION | 43 |

Références bibliographiques et autres sources

Annexes 1 à 4

I à VII

Index des abréviations

AIS : Asia Impairment Scale

AQM : Analyse Quantifiée du Mouvement

ASIA : American Spinal Injury Association

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CIF : Classification Internationale du Fonctionnement, du Handicap et de la Santé

EBP : Evidence-Based Practice

G1 : Groupe 1

G2 : Groupe 2

IM : Imagerie Motrice

ISNCSCI : International Standards for Neurological Classification of SCI

KVIQ : Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire

MIF : Mesure de l'Indépendance Fonctionnelle

MPR : Médecine Physique Réadaptative

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PP : Pratique Physique

SCI : Spinal Cord Injury

SCIM III : Spinal Cord Independence Measure III

TDMI : Time Dependent Motor Imagery

Index des figures et tableaux

| | |
|---|----|
| Figure 1: Cartographie des dermatomes (7)..... | 6 |
| Figure 2 : Les dix muscles clés et les racines associées (7) | 7 |
| Figure 3 : L'organisation longitudinale de la moelle épinière (2) | 8 |
| Figure 4 : Schématisation du transfert tendineux de Möberg (29) | 10 |
| Figure 5 : Schématisation des zones cérébrales activées lors de l'IM (47)..... | 16 |
| Figure 6 : Images retrouvées lors du test de latéralité (65)..... | 20 |
| Figure 7 : Schéma du protocole avec IM | 28 |
| Figure 8 : Schématisation de la tâche motrice à réaliser par le patient, issue du Clinically Oriented Anatomy (1999)..... | 32 |
| Figure 9 : Frise chronologique du déroulement du protocole..... | 35 |
| Figure 10 : Arbre décisionnel sur le choix du test statistique (82) | 38 |
| | |
| Tableau I : Termes PICO de notre problématique | 22 |
| Tableau II : Synthèse des données recueillies sur la conception d'un programme d'IM..... | 29 |
| Tableau III : PETTLEP du protocole | 30 |
| Tableau IV : Données à recueillir pour tous les patients du protocole..... | 36 |

1 Introduction

La formation en masso-kinésithérapie est ponctuée de différents stages cliniques. Ces temps de formation offrent l'opportunité aux étudiants de découvrir différents champs d'activité de la kinésithérapie. Un stage réalisé lors de notre quatrième année dans le service d'unité spinale de Médecine Physique et de Réadaptation (MPR) neurologique du centre hospitalier universitaire (CHU) de Nantes nous a permis de trouver une perspective de recherche dans le cadre de notre mémoire. Le pôle MPR de cet hôpital est reconnu comme étant l'un des centres de référence pour l'accompagnement rééducatif des patients atteints de maladies neurologiques ou avec une lésion médullaire.

Suite à une lésion de la moelle épinière, les personnes se retrouvent dépourvus de motricité de leurs membres inférieurs et dans certaines atteintes de leurs membres supérieurs. La vie quotidienne de ces individus se retrouve alors impactée et nécessite un suivi précis, adapté et multidisciplinaire. En effet, une réorganisation complète des activités, de la profession, de la vie de famille de la personne est à prévoir et demande un accompagnement de l'équipe médicale et paramédicale. Les modalités de prise en charge de ces patients dans leur parcours rééducatif sont nombreuses (chirurgie, traitements médicamenteux, rééducation...) afin d'améliorer leur qualité de vie. Dans le cas des patients tétraplégiques, un des objectifs principaux de la prise en charge est de permettre de compenser ou de retrouver le plus de fonctions manuelles des membres supérieurs atteints. Au quotidien, selon l'atteinte de la personne tétraplégique, il peut utiliser sa main pour se nourrir, se déplacer avec son fauteuil et communiquer. Il est donc important pour les soignants de mettre en place des traitements dans le but d'optimiser la fonction du membre supérieur. La chirurgie de transfert tendineux est une technique utilisée par certains chirurgiens afin de réaliser la réanimation du coude chez les patients tétraplégiques de niveau C5/C6. Les individus bénéficiant de cette chirurgie sont suivis dans un centre de rééducation à l'aide d'un protocole postopératoire.

L'imagerie motrice (IM) est un moyen de rééducation qui permet à un individu d'imaginer un mouvement sans que celui-ci ne le réalise réellement. Cette technique a été évoquée lors de notre formation à l'institut car les bénéfices de son utilisation sont prouvés dans le domaine neurologique. Cependant elle reste encore méconnue de nombreux kinésithérapeutes et n'est donc peu utilisée.

Notre mémoire s'intéresse à l'intérêt d'intégrer l'IM dans le protocole postopératoire de la réanimation du coude de Möberg pour les patients tétraplégiques C5/C6.

Afin de répondre à ce sujet, nous définirons notre cadre conceptuel qui mène à notre problématisation. Notre travail d'initiation à la recherche, sous forme d'une étude pilote, présente nos hypothèses et nos objectifs et les résultats attendus afin de pouvoir fournir des perspectives pratiques en lien avec nos compétences kinésithérapiques.

2 Cadre conceptuel

2.1 Les blessés médullaires

Les blessés médullaires sont une population de patients avec une lésion au niveau de la moelle épinière. Cette lésion médullaire se caractérise par un déficit moteur, sensitif et végétatif sous un niveau lésionnel neurologique. Cette pathologie affecte donc les organes, les voies sensorielles et motrices sous le niveau de la lésion. On la définit comme une pathologie complexe et multi-systémique (1). L'atteinte médullaire a différentes origines : traumatique dans plus de 80% des cas (accidents de voie publique, chute et activités sportives ou de loisirs) ou non traumatiques (vasculaire, tumorale, infectieuse, malformative ou métabolique) (2)(3). L'atteinte de ces différents systèmes nécessite une prise en charge multidisciplinaire dans un centre spécialisé de lésion médullaire. A Nantes, le pôle MPR du CHU accueille les blessés médullaires dans l'unité spinale. Dans cette population de patients, nous différencions les personnes tétraplégiques (perte motrice et/ou sensitive des quatre membres, du tronc et des organes pelviens) et les personnes paraplégiques (atteinte motrice et/ou sensitive des membres inférieurs associée ou non à une atteinte du tronc) selon le niveau de la lésion (4).

2.1.1 Épidémiologie

Dans le monde, la prévalence des lésions médullaires est estimée entre 250 000 et 500 000 personnes (2). L'incidence annuelle mondiale est estimée de 40 à 80 nouveaux cas par million d'habitants (1). Elle était estimée à 50 000 cas en 2007 en France. Concernant l'incidence des lésions traumatiques, elle est de l'ordre de 1 200 nouveaux cas par an (3). En l'absence de registre national, il n'existe pas de données actualisées. Selon une étude finlandaise, la mortalité touche davantage les patients avec une atteinte complète. Le risque est doublé chez les paraplégiques complets et triplé pour les tétraplégiques complets (5).

2.2 Physiopathologie de la lésion médullaire

2.2.1 La moelle épinière

La moelle épinière ou spinale est définie comme une entité qui transmet les informations de l'encéphale aux muscles et aux organes de tout l'organisme pour la motricité mais également les messages afférents par les récepteurs pour le versant sensitif. Elle est composée de la substance grise (avec les corps cellulaires : se trouvant au centre de la moelle et dans les cornes) et de la substance blanche périphérique (faisceaux d'axones montants et descendants). Elle fait partie intégrante du système nerveux central (6). Située dans le canal rachidien, elle reçoit les signaux sensoriels de ces régions du corps et des organes car elle possède un rôle dans le système nerveux autonome, sympathique et parasympathique (2)(6). Il existe deux voies de conduction : une voie ascendante sensitive et une voie descendante motrice (6). La connaissance du fonctionnement de la moelle est essentielle pour interpréter et comprendre les conséquences d'une lésion médullaire. Cela permet de mettre en lien les signes et symptômes cliniques. Elle est composée de trente et un segments (huit cervicaux, douze thoraciques, cinq lombaires, cinq sacrés et un coccygien) qui donnent des racines nerveuses pour les membres (2). Le métamère est une unité qui comporte un secteur nerveux avec ses ganglions, un secteur cutané et des dérivés viscéraux, musculaires, appelés somites. Le myotome est un ensemble de fibres musculaires innervées par les axones moteurs de chaque racine. Il existe donc un muscle clé pour chaque racine. Le dermatome est une zone de peau innervée par les axones sensitifs de chaque racine (6). Les termes définis précédemment permettent de cerner la sémiologie de la lésion ainsi que la détermination du score American Spinal Injury Association (ASIA) (1)(7) (*Annexe 1*). La moelle sert de centre de relai pour les commandes en provenance des centres supérieurs mais également un centre d'intégration des informations sensorielles.

2.2.2 La Classification Internationale du Fonctionnement, du Handicap et de la Santé (CIF)

Afin de pouvoir analyser les différents domaines dans lesquels l'individu blessé médullaire évolue, nous utilisons la CIF. Cette classification internationale proposée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) permet d'adopter un langage uniformisé et normalisé. La

description à travers cette classification permet d'obtenir un profil au regard du fonctionnement et du handicap du patient (8).

2.2.2.1 Déficits de structure et de fonction

Une section de la moelle peut atteindre les voies motrices descendantes, les voies sensitives ascendantes ou les deux. Le tractus cortico-spinal, la voie principale de la motricité volontaire, peut être touché et provoquer un syndrome pyramidal qui entraîne une parésie (diminution quantitative et temporelle du recrutement des unités motrices) et de l'hypertonie musculaire (spasticité, dystonie, co-contractions spastiques). Les tractus sensitifs ascendants qui sont les voies lemniscale et extra lemniscale peuvent également être atteints, cela engendre une perte de sensibilité. La spasticité est présente chez 70% des patients blessés médullaires (9). Elle est définie comme un trouble du contrôle sensori-moteur résultant d'une lésion des motoneurones supérieurs, se présentant sous forme de mouvements involontaires intermittents ou soutenus (10). La spasticité interfère dans certaines activités de la vie quotidienne mais également lors de la marche ou des transferts. Elle peut cependant être aidante même si les effets positifs sont moins reportés dans la littérature (10).

La lésion médullaire étant une pathologie multi-systèmes, selon le niveau de l'atteinte, son caractère complet ou incomplet, des troubles non-moteurs peuvent également être présents (1)(2)(3) :

- Respiratoires (syndrome restrictif principalement) ;
- Cardio-vasculaires (troubles de régulation de la tension de type hypotension orthostatique ou hyper-réflexie autonome) ;
- Douleurs mécaniques (syndrome de l'épaule locomotrice) et neurologiques ;
- Vésicosphinctériennes (syndrome de la vessie neurologique) et sexuelles ;
- Etc.

Les complications suite à la lésion sont multiples. Notamment les escarres, du fait de la perte de sensibilité des individus. Une escarre est définie comme « une lésion cutanée localisée d'origine ischémique provoquée par la compression des tissus mous entre un plan dur et les saillies osseuses ». Elle peut-être causée par l'appui prolongé sur une zone où la sensibilité est perturbée (11). Les escarres touchent une grande partie des blessés médullaires (2)(3)(12). Le risque d'escarre est d'autant plus important que la lésion de la moelle est haute et complète (13). Les troubles neuro-orthopédiques font également partie des complications

fréquemment retrouvées. Ils sont favorisés par les troubles moteurs (parésie et hyperactivités musculaires) et l'immobilisation. Ils sont présents sur les membres supérieurs comme les membres inférieurs. Pour limiter ces troubles orthopédiques, la prévention est primordiale à l'aide des bottes anti-équin, une bonne installation au lit et au fauteuil (14).

2.2.2.2 Limitations d'activités et restrictions de participation

La lésion médullaire impacte le corps de l'individu mais également sa vie quotidienne. Cet impact peut être évalué à l'aide de la Mesure de l'Indépendance Fonctionnelle (MIF). Cet outil d'évaluation valide est réalisé par le soignant afin d'avoir un score qui donne le niveau d'incapacité du patient (15). Cependant, la MIF reste peu adaptée pour la population des blessés médullaires par le manque d'items sur l'utilisation du fauteuil roulant ou encore les déplacements. La Spinal Cord Independence Measure III (SCIM III) est plus adaptée pour cette population. Elle est validée, reproductible et spécifique (16). Les limitations d'activités sont très dépendantes du niveau de la lésion. Elles se retrouvent essentiellement dans les déplacements en intérieur et en extérieur avec le fauteuil roulant manuel ou électrique, les transferts à réaliser avec une sécurité ou une aide matérielle et l'autonomie à la maison (toilette, cuisiner, s'alimenter...). Le fait de devoir se déplacer avec un fauteuil, de dépendre plus ou moins d'une tierce personne provoque un désavantage social et professionnel non négligeable. L'atteinte psychologique est également à prendre en compte et peut dépendre de l'âge du patient (15).

2.2.3 Évaluation de la lésion médullaire

Afin de pouvoir nommer précisément la lésion médullaire des patients ainsi que sa gravité, il faut se baser sur l'International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI) (17). Cette classification permet d'observer la gravité ainsi que les changements (récupération ou détérioration) au cours du temps (1). Cette méthode standardisée détermine l'état neurologique et prédit les facteurs de pronostic de la récupération après une lésion médullaire. En suivant cette classification, la catégorisation de la gravité de la lésion se fait selon l'échelle Asia Impairment Scale (AIS) (7) (*Annexe 1*). La cotation AIS va de la lésion complète (grade A) à une récupération totale (grade E), elle permet de classer le degré de déficience (7) (17). Le bilan neurologique repose sur différents examens qui doivent être

réalisés par le médecin ou le kinésithérapeute. Il comprend le bilan de la sensibilité et le bilan moteur permettant la détermination du niveau neurologique de la lésion. L'évaluation du patient oriente la prise en charge et fournit un moyen de suivi dans le temps. Elle est réalisée selon les normes internationales pour la classification neurologique des lésions médullaires (15)(18). Pour évaluer la sensibilité superficielle du patient, il faut tester les sensibilités tactile et thermo-algique. Cette évaluation repose sur les points clés des différents métamères (nommés dermatomes) et l'utilisation d'une épingle à nourrice (15) (Figure 1). Le niveau sensitif de la lésion correspond au dernier niveau sain à la pique et au toucher.

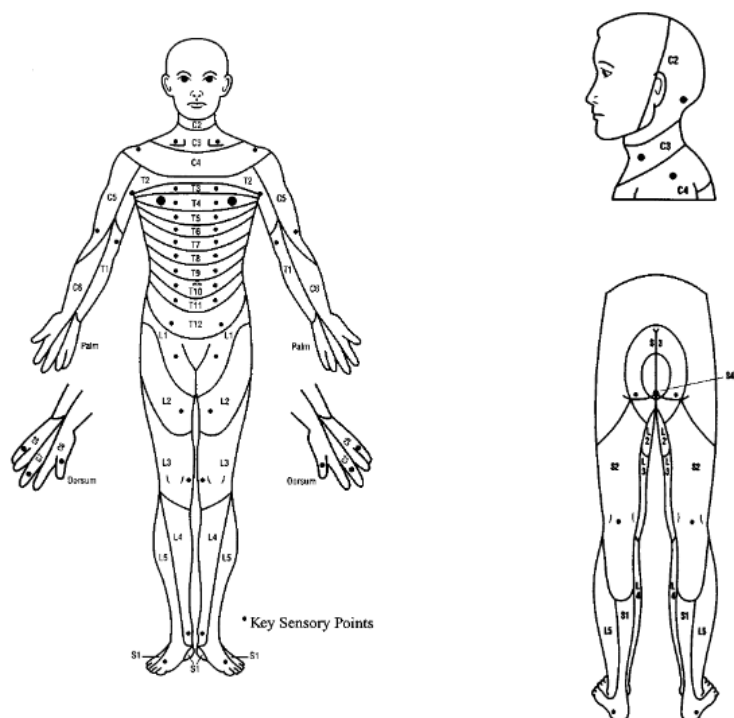


Figure 1: Cartographie des dermatomes (7)

Le bilan moteur se fait par l'évaluation motrice des dix muscles clés des membres supérieurs et inférieurs en décubitus dorsal (1) (Figure 2). L'évaluation motrice se fait par le Testing musculaire manuel qui permet de déterminer individuellement la force des muscles selon une cotation allant de 0 (paralysie totale) à 5 (mouvement normal dans l'amplitude complète, contre résistance complète) (7)(15). Le niveau moteur est le dernier muscle clé côté au moins à 3 avec les niveaux sous-jacents côtés à 5. L'examen de la région sacrée (sensibilité et contraction) est important afin de déterminer si la lésion est complète ou incomplète. Une lésion complète est définie comme l'absence de contraction et de sensibilité des segments sacrés S4-S5 et une lésion incomplète est définie comme une conservation motrice et/ou

sensitive de ces segments (1). Le niveau neurologique se détermine comme étant le dernier métamère sain (notation supérieure ou égale à 3) aux tests de sensibilité (pique et touche) et moteur.

| | | | |
|-----------|--|-----------|--|
| C5 | Flechisseur du coude – Biceps Brachial | L2 | Fléchisseur de hanche – Ilio Psoas |
| C6 | Extenseur du carpe - LERC | L3 | Extenseur du Genou- Quadriceps |
| C7 | Extenseur du coude- Triceps Brachial | L4 | Fléchisseurs dorsaux de cheville- Tibial antérieur |
| C8 | Fléchisseurs des doigts – FCP du III | L5 | Extenseur de l’Hallux |
| T1 | Abducteur du V | S1 | Fléchisseurs plantaires de cheville- Triceps sural |

Figure 2 : Les dix muscles clés et les racines associées (7)

2.2.4 Prise en charge de la lésion médullaire

La prise en charge du blessé médullaire est globale et comprend l’attention sur tous les systèmes vitaux du corps humain. L’objectif de cette prise en charge est d’acquérir une autonomie maximale selon le niveau lésionnel afin de retrouver une vie productive et satisfaisante pour le patient (18). Cela repose sur la restauration des fonctions lésées, la mise en place d’actions pour compenser et vivre avec le handicap mais également prévenir les complications. Toute cette rééducation repose sur la pluridisciplinarité de l’équipe médicale et paramédicale. Par conséquent, une prise en charge dans un centre de référence spécialisé dans cette pathologie est préconisée (3). Les kinésithérapeutes ont une place importante dans l’équipe paramédicale. Durant la phase de réadaptation, le but est d’entretenir ou récupérer les tâches motrices (marcher, utiliser le fauteuil roulant, transferts et utiliser les membres supérieurs...) et limiter une aggravation de la lésion médullaire (18).

2.3 La lésion médullaire de niveau C5 et de niveau C6

2.3.1 Généralités sur la tétraplégie

La tétraplégie est définie par une perte des fonctions motrices et/ou sensibles des quatre membres par l’atteinte des segments médullaires cervicaux secondaires à une lésion des éléments du système nerveux intrarachidien (4). Elle comprend l’atteinte de tout ou une partie des membres supérieurs, du tronc, des deux membres inférieurs et des organes

pelviens (19). Les patients tétraplégiques voient leur autonomie diminuée. Les objectifs seront différents selon l'atteinte médullaire car celle-ci conditionne les limitations d'activités.

2.3.2 Déficits de fonctions propres à cette lésion

Une atteinte au niveau de C5 et au-dessus entraîne un patient dépendant, il nécessite des aides pour pouvoir se déplacer (fauteuil roulant électrique) et se nourrir avec l'aide d'une tierce personne. Ce niveau d'atteinte permet à l'individu de conserver le maintien et les mouvements cervicaux (flexion, extension, rotations et inclinaisons) car les muscles trapèzes, sternocléidomastoïdiens, érecteurs du rachis et rhomboïdes sont préservés (Figure 3). La préhension est possible qu'avec des moyens (prise buccale, thoracobrachiale ou bi-manuelle) (20). Pour le patient de niveau C5, les muscles de l'épaule et du coude sont partiellement innervés (subscapulaire, supra-épineux, infra-épineux, petit rond, biceps brachial et brachial). Les racines nerveuses de ces muscles sont C5 et C6. Les patients peuvent au niveau de la gléno-humérale, effectuer l'abduction et les rotations mais la flexion et l'extension restent endommagées. Au niveau du coude, le seul mouvement préservé est la flexion. La stabilité articulaire de l'épaule et du coude repose essentiellement sur les éléments capsulo-ligamentaires.

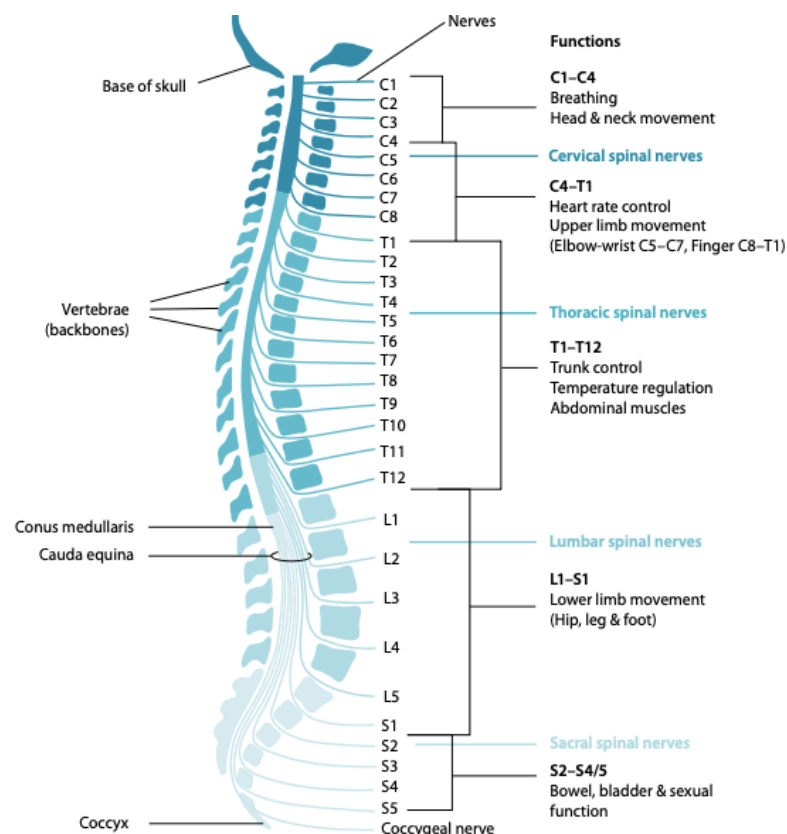


Figure 3 : L'organisation longitudinale de la moelle épinière (2)

Une atteinte au niveau de C6 et au-dessous entraîne un patient partiellement autonome. Les mouvements cités au-dessus sont préservés et l'innervation des muscles de l'épaule est complète. Ils peuvent se déplacer en fauteuil roulant électrique ou manuel, l'alimentation sans tierce personne est possible avec des orthèses adaptées (bracelet métacarpien...) et certains transferts peuvent être réalisés à l'aide de la planche de transfert. Ce niveau d'atteinte permet de conserver les mouvements de l'atteinte de niveau C5 et d'avoir l'effet ténodèse qui sera très utile pour l'autonomie du patient. Cet effet ténodèse permet une préhension uni-manuelle possible par l'extension du poignet qui provoque une flexion passive digitale (20) (Figure 3).

2.3.3 Moyens de prise en charge pour autonomiser le patient

Les objectifs sont définis par l'équipe médicale et paramédicale selon le niveau de la lésion en lien avec les attentes de la personne. La rééducation est réalisée selon les objectifs spécifiques, réalistes et fonctionnels de l'individu (18)(21). Afin de faciliter son autonomie, le personnel soignant propose des aides comme par exemple une orthèse pour la main dominante pour maintenir le poignet lors de l'alimentation ou encore une planche pour les transferts. Le réentraînement à l'effort, de manière variée, est utile pour de maintenir la motivation du patient mais également de renforcer les muscles fonctionnels restants (22). Pour les tétraplégiques de niveau C5/C6, une chirurgie de réanimation du coude peut être proposée selon le dossier médical et les objectifs du patient. L'étude d'Anderson et al. montre que pour la plupart des blessés médullaires, la qualité de vie est améliorée quand les fonctions du bras et de la main sont en partie restituées (23).

2.4 La chirurgie de transfert tendineux

2.4.1 Indications de la chirurgie

Les chirurgies de transfert tendineux sont décrites dans la littérature de la chirurgie de la main (24)(25). L'opération consiste à transférer un muscle sain sur un muscle paralysé afin de restaurer une fonction. Les indications sont diverses selon le type de chirurgie : augmenter la fonction d'exploration spatiale (chirurgie de réanimation de l'extension du coude) ou favoriser la préhension (chirurgies de réanimation de la main ou du poignet) (25). Afin de bénéficier de ce transfert tendineux, les patients sont soumis à une évaluation musculaire en se basant sur

la classification de Giens (26) (*Annexe 2*). Cette classification permet de déterminer le potentiel musculaire restant. Cette chirurgie n'est réalisée que sur demande précise et réfléchie du tétraplégique, elle nécessite l'accord du patient et de l'équipe médicale. La récupération de la fonction du membre supérieur est l'une des grandes priorités de l'individu tétraplégique (18)(27). L'état neurologique du patient doit être stable (avec six mois de recul) et un état orthopédique optimal. La chirurgie de réanimation de l'extension du coude ne permet pas un regain fonctionnel cependant elle est indispensable et sert de prérequis pour la chirurgie de réanimation distale pour l'amélioration de la préhension (poignet-main).

2.4.2 La réanimation de l'extension du coude : la technique de Möberg

Erik Möberg est un chirurgien reconnu comme l'un des pionniers de la chirurgie de la main en Suède et en Scandinavie (28). Il est à l'origine des techniques chirurgicales de la restauration de l'extension du coude et de la prise en clé (key-grip) (28) Le contrôle du membre supérieur est recherché et non la puissance (29). La technique de Möberg consiste à la désinsertion de la partie postérieure du deltoïde sur son insertion humérale afin d'être reliée à l'aponévrose du triceps brachial (Figure 4). L'espace d'insertion entre le deltoïde et le triceps est d'environ dix-sept centimètres, il est comblé par une greffe de tendon libre (30). Ce greffon est prélevé de la bandelette du tenseur du fascia lata et un morceau de tendon artificiel.

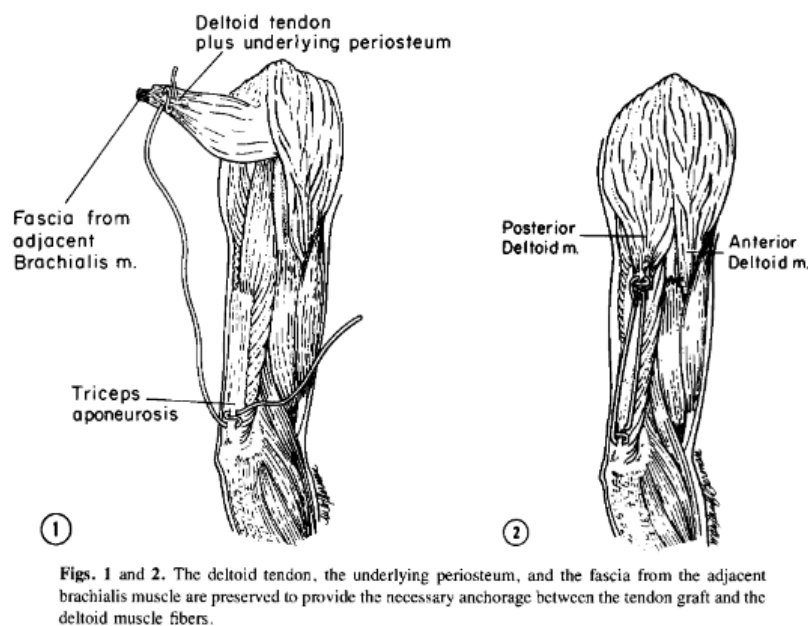


Figure 4 : Schématisation du transfert tendineux de Möberg (29)

Il existe également la technique de Zancolli qui consiste au transfert du tendon du biceps brachial sur le muscle triceps brachial. Cependant, la technique de Möberg est préférentiellement utilisée car celle de Zancolli est moins fiable (29). L'intégration de cette nouvelle fonction est plus facile car le deltoïde et le triceps brachial travaillent en synergie contrairement au biceps brachial avec le triceps brachial.

Cette technique a montré son efficacité, cependant la moitié des patients tétraplégiques ne bénéficient pas de cette chirurgie du membre supérieur (23). Il existe plusieurs causes : le fait que les chirurgiens ne sont pas tous familiers face à ces techniques, que dans certains centres la chirurgie n'est pas proposée ou encore le fait que celle-ci puisse échouer par manque de sensibilisation du patient (23)(31).

2.4.3 Principes généraux de la prise en charge pré et postopératoire

En préopératoire, plusieurs principes doivent être respectés. En premier lieu, la réanimation de la préhension doit toujours être précédée par la chirurgie de réanimation du coude sauf si cette fonction est préservée. Après l'évaluation motrice des deux membres supérieurs, le choix revient au chirurgien de choisir d'opérer en premier le côté dominant ou le côté avec un meilleur niveau moteur. L'avis du patient sera également pris en compte. Dans un second temps, il faut établir un contrat entre le patient et l'équipe médicale lors de la consultation neuro-orthopédique. La prescription d'une prise en charge préopératoire est nécessaire. Le renforcement intensif des muscles transférables doit se faire au moins trois semaines avant l'opération. Il faut s'assurer que les amplitudes obtenues permettent le positionnement prévu en postopératoire. Pour le bon déroulement de l'immobilisation juste après la chirurgie, la confection d'attelle est nécessaire et doit être validée par l'équipe médicale. Afin de pouvoir suivre la progression de la prise en charge, il faut réaliser une évaluation initiale avec principalement un bilan articulaire, moteur, sensitif et d'autonomie.

En postopératoire, il existe deux phases distinctes. La première est la phase d'immobilisation stricte en position courte, elle dure trois semaines et permet au transplant de ne pas se détendre. Lors de cette phase, aucun mouvement n'est réalisé. Aucune flexion d'épaule n'est possible, le coude est en extension complète. Après les trois semaines d'immobilisation, il faut passer à la rééducation. Cette phase annonce le début d'un travail actif ce qui va permettre un éveil musculaire. Deux principes restent de vigueur : le respect des positions d'immobilisation et un travail toujours actif (gain maximum de 15° de flexion du coude par

semaine) afin de protéger les sutures et le transfert tendineux. La progression en gain d'amplitude n'est acceptée que lorsque l'extension active du coude est obtenue dans toute l'amplitude sans pesanteur et sans compensation. Une évaluation finale est réalisée avec les mêmes examens qu'à l'évaluation initiale. Un questionnaire de satisfaction est à remplir par le patient afin de recueillir son ressenti suite à cette prise en charge.

Les principes de prise en charge durant ces douze semaines sont le travail en infra-douloureux, le respect des contraintes (sutures, pansements, attelles...), le travail concentrique dès que cela est possible, favoriser la prise de gros objets lors d'exercices pour travailler le poignet et toujours penser la rééducation en intégration fonctionnelle pour l'amélioration des tâches quotidiennes.

2.4.4 Le protocole de rééducation postopératoire

2.4.4.1 Évaluation initiale

L'évaluation initiale se fait en deux parties. Une partie réalisée par l'équipe des kinésithérapeutes. Celle-ci réalise différents bilans sur le membre supérieur (articulaire, moteur et sensitif) et fait l'état des lieux sur l'hypertonie des membres. Les grilles d'évaluations SCIM III et MIF sont incluses pour avoir un avant et un après sur l'autonomie du patient dans les activités de vie quotidienne (15). Une autre partie de l'évaluation est faite par les ergothérapeutes. Elle inclut l'Échelle de Capacités Motrices (ECM), la Mesure Canadienne du Rendement Occupationnel (MCRO), ainsi que le bilan de la force de maintien. Ce versant de l'évaluation vise à évaluer les capacités fonctionnelles du membre supérieur qui va être opéré.

Le protocole prévoit une évaluation préopératoire au laboratoire du mouvement où sont réalisées des Analyses Quantifiées du Mouvement (AQM). Trois autres rendez-vous seront à prévoir à 3 mois, 6 mois et 12 mois postopératoire.

2.4.4.2 Phase préopératoire

La rééducation préopératoire repose essentiellement sur le renforcement musculaire dissocié des trois faisceaux du deltoïde et du grand pectoral néanmoins tous les muscles du membre supérieur sont à travailler. Le kinésithérapeute travaille également sur la prise de conscience avec un mode de contraction isométrique et du feed-back visuel. L'entretien des amplitudes articulaires est nécessaire pour prévenir au mieux les troubles orthopédiques possibles

comme le flessum du coude. Les prérequis de la chirurgie sont que les trois faisceaux du muscle deltoïde soient côtés à au moins 4 selon le Testing international.

2.4.4.3 Phase d'immobilisation

Durant la période d'immobilisation, le membre opéré se retrouve dans une position d'immobilisation stricte c'est-à-dire une épaule en légère extension (10°), une légère abduction est possible mais limité à 30° pour l'installation au fauteuil. Les mouvements de flexion et d'adduction d'épaule sont interdits suite à la chirurgie de Möberg. Le coude est en extension maximale, aucune flexion n'est autorisée, l'avant-bras est en position neutre et le poignet et la main sont libres. Les trois premiers jours (J1 J2 et J3), l'équipe médicale surveille attentivement les pansements, l'attelle et le bon positionnement du membre lors des transferts. Le premier lever est également réalisé avec le lève-personne à J2. Les kinésithérapeutes doivent effectuer un drainage manuel de l'ensemble du membre supérieur ainsi qu'un massage cicatriciel dès l'ablation des fils. Permettre la mobilité des articulations distales (poignet et doigts) est utile afin d'entretenir le retour veineux. L'entretien orthopédique des membres inférieurs est non négligeable afin d'éviter des raideurs ou déformations articulaires. Lors de la première semaine postopératoire (S1), nous laissons le patient s'habituer au port de l'attelle permanent. Ainsi, nous rappelons les consignes postopératoires : aucune contraction isométrique autorisée dans l'attelle et pas d'utilisation du membre opéré.

2.4.4.4 Phase rééducative active

Après ces trois semaines, la partie rééducative (travail actif) laisse place à au moins deux séances de kinésithérapie par jour. Le protocole reste cependant indicatif et la progression dépend de l'avis du médecin sénior selon l'état du patient. Les objectifs de prise en charge sont ajustés chaque semaine. Les principes de cette deuxième partie de rééducation sont le respect des positions d'immobilisation et un travail actif en protection des sutures. Pour cela, la progression tolérée pour chaque semaine est de 15° de flexion du coude. Le gain en flexion n'est possible que si l'extension active du coude est réalisée sans pesanteur et sans rotation externe d'épaule. L'extension du coude est toujours évaluée en décubitus latéral. Dès la quatrième semaine postopératoire (S4), une phase de travail exclusivement actif de flexion et d'extension du coude commence. A J22, la flexion active du coude réalisée par le patient sera

l'angulation maximale à ne pas dépasser durant S4, cette flexion ne doit pas dépasser 20°. Toutes les mesures angulaires sont réalisées avec un goniomètre, afin de pouvoir suivre l'avancé et permettre de les noter dans le calendrier de suivi (*Annexe 3*). Le kinésithérapeute commence à stimuler la contraction musculaire statique du muscle transféré en position neutre ou en pronation de l'avant-bras.

Si à S7, la flexion du coude atteint 60°, l'abduction d'épaule est autorisée progressivement jusqu'à 30° maximum. Cela permet de libérer le patient de son attelle précocement car cela ne se produit normalement qu'à S8, sous conditions que la flexion du coude dépasse 60°. L'attelle enlevée en journée permet au patient de pouvoir mettre sa main sur ses genoux lorsqu'il est au fauteuil. Un des buts est d'obtenir, dès que possible, les 60° de flexion du coude afin de ne pas prendre de retard sur le reste de la rééducation. Entre S7 et S12, il est possible que la flexion stagne et que le patient n'arrive plus à gagner 15° par semaine. Faire du passif pour atteindre cet objectif hebdomadaire n'est pas accepté, le gain d'amplitude n'est possible qu'avec un travail actif de flexion du coude.

A S10, le kinésithérapeute propose des exercices fonctionnels afin d'améliorer le quotidien du patient. Seuls la prescription médicale et l'avis du médecin sénior permettent d'enlever l'attelle la nuit. La reprise du fauteuil roulant manuel et les transferts ne sont autorisés qu'à partir de S12 avec avis médical. A la fin de S13, le patient réalise l'abduction d'épaule à 90° et l'extension maximale du coude opéré. A la fin de la rééducation, le patient effectue une première AQM au laboratoire du mouvement.

2.5 Imagerie motrice

2.5.1 Définitions

L'imagerie motrice (IM) se définit comme « l'imagination d'une action sans son exécution physique ; c'est un processus actif au cours duquel la représentation d'une action est reproduite en interne dans la mémoire du travail sans aucune sortie manifeste » (32). Cette technique est un processus de visualisation conscient d'un mouvement et fait partie de l'imagerie mentale.

L'imagerie mentale se définit comme une « représentation figurative d'une chose, d'un acte ou d'une abstraction, dans l'esprit d'un individu. Cette organisation spatiale des connaissances dans la mémoire permet de projeter mentalement un référentiel, exact ou non,

qui structure et guide les processus cognitifs et les adaptations psychomotrices» (33). La pratique de l'IM nécessite de la répétition de mouvement imaginé avec une intention d'améliorer l'exécution physique de ce mouvement (34).

2.5.2 Fondements de l'imagerie motrice

La compréhension de l'imagerie motrice se base sur les études neurophysiologiques et des imageries cérébrales qui mettent en évidence les similitudes entre les activités réalisées et imaginées (35).

2.5.2.1 La théorie de la simulation

L'IM se base en partie sur la théorie de la simulation. Elle se fonde sur l'existence d'une étape qui précède l'action qu'on appelle aussi phase invisible ou anticipation. Chaque mouvement exécuté implique cette anticipation alors qu'une phase invisible n'implique pas forcément une action (36). La théorie stipule que la phase d'anticipation comporte toutes les caractéristiques de la phase exécutée sans avoir à produire un mouvement. Ces phases cachées sont des actions simulées par le cerveau. Les zones cérébrales qui s'activent pour effectuer le mouvement sont identiques à certaines zones activées lors de l'anticipation du mouvement (36). Le processus qui produit l'IM est le même processus qui est utilisé dans le contrôle moteur réel (37). La similarité des caractéristiques (structurale et fonctionnelle) entre les deux phases permet d'améliorer la performance exécutée à l'aide de la pratique imagée (38).

2.5.2.2 La loi de Fitts

L'IM se repose également sur la loi de Fitts que nous retrouvons dans l'isochronie. L'isochronie se définit comme une adéquation entre la durée d'action simulée mentalement et celle de l'action physiquement exécutée, donc entre l'IM et la pratique physique (PP). La durée du mouvement imagé lors de la phase d'anticipation correspond au temps de réalisation de ce mouvement (39). La loi de Fitts correspond à l'intégration à la fois de la distance et de la largeur d'une cible, elle se présente sous forme mathématique. Cette loi est respectée dans la pratique mentale et considère l'intégration des contraintes physiques. Cependant, il persiste une différence entre les durées actives et mentales entre les personnes âgées (moyenne d'âge de 73,4 ans) et une population jeune (moyenne d'âge de 22,5 ans) (40).

2.5.2.3 La plasticité cérébrale

La plasticité cérébrale est définie comme « la capacité du système nerveux à modifier sa structure de connectivité. Elle correspond à des caractéristiques dynamiques du système nerveux à un changement structural et fonctionnel » ou encore comme « la capacité à réaliser de nouvelles fonctions en transformant de manière durable et sous la contrainte de l'environnement, soit les éléments qui constituent le cerveau soit le réseau de connectivité qui les unit » (41)(42). L'imagerie cérébrale par résonance magnétique ou tomographie à émission de positrons ont montrés que dès lors de l'exécution d'un mouvement ou lors de l'utilisation de l'IM, les réseaux corticaux et sous-corticaux activés sont les mêmes (43)(44)(45)(46). Les aires cérébrales activées lors d'un mouvement imaginé ou exécutée sont : le cervelet, les noyaux gris centraux et l'aire motrice supplémentaire et prémotrice (43)(47)(48) (Figure 5). L'étude de Di Rienzo et al. démontre l'existence d'une neuroplasticité compensatoire présent chez les patients atteints d'une lésion médullaire. L'IM a une action dans les cortex moteurs et somatosensoriels primaires en restaurant des schémas d'activités spécifiques (effet ténodèse dans cette étude) aux muscles effecteurs (49)(50).

Il existe un haut niveau d'interaction entre l'imagerie visuelle et les fonctions cognitives ce qui place l'imagerie mentale dans la plupart des activités cognitives humaines (45).

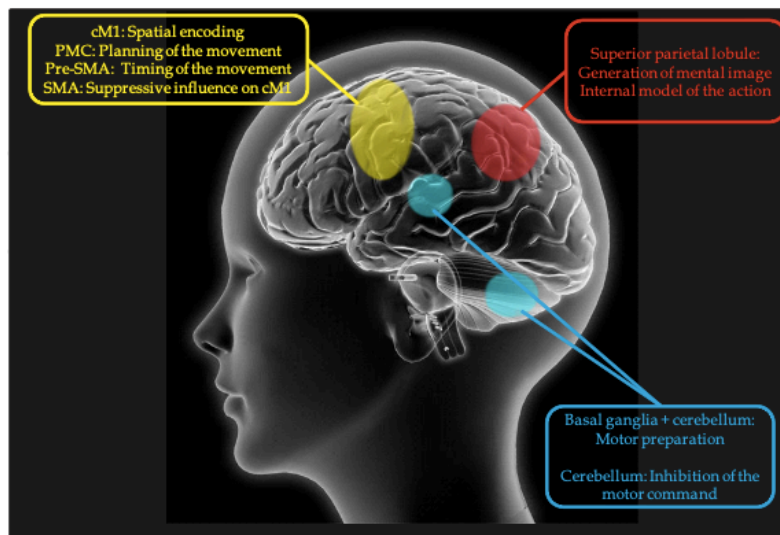


Figure 5 : Schématisation des zones cérébrales activées lors de l'IM (47)

2.5.3 Applications pratiques

Les améliorations motrices montrent que la technique d'IM est d'un grand intérêt dans la pratique kinésithérapique. Elle est simple d'utilisation car ne nécessite aucun matériel et

possède par conséquent un faible coût. L'IM peut facilement être intégrée dans l'arsenal thérapeutique du kinésithérapeute (38). Cependant, il reste un faible niveau de preuve scientifique même si plusieurs écrits sont retrouvés dans la littérature. Les effets positifs perçus suite à l'intégration de l'IM sont difficilement attribuables à la technique seule, il existe différents biais comme la fréquence d'entraînement, le moment d'introduction de l'IM dans la rééducation ou encore le contrôle qualité du travail imaginé (42).

2.5.4 Indications et contre-indications

D'après la littérature, l'IM a montré son efficacité sur des pathologies de neurologie centrale comme les accidents vasculaires cérébraux (AVC) avec des patients hémiparétiques et patients hémiparétiques pour la rééducation des membres supérieurs (51)(52). En phase aiguë, des résultats sont perçus sur l'équilibre, la vitesse de marche et l'endurance (53)(54). En phase chronique, l'amélioration des capacités fonctionnelles est visible comme la restauration des fonctions motrices du membre supérieur ou encore le renforcement moteur et rééducation de la marche (55)(56). L'imagerie mentale et motrice se retrouvent dans les recommandations de prise en charge des patients atteints d'AVC (57).

L'IM peut améliorer la guérison des blessures en améliorant la mobilité fonctionnelle mais également avoir un impact sur la douleur perçue et l'auto-efficacité du patient (58). Durant sa période d'arrêt, à défaut de pratiquer physiquement, le sportif peut continuer à pratiquer mentalement et permettre par la suite de reprendre confiance en ne perdant pas le schéma moteur de son activité.

Cette technique de rééducation possède donc un grand champ de rééducation possible, cependant il reste des contre-indications relatives. L'IM peut provoquer une prise de risque par la mise en place d'une hyper-confiance du patient (38)(59).

Dans la littérature, l'IM semble être un moyen de rééducation intéressant pour diverses populations de patients. Cependant, elle n'est utilisée qu'en complément d'une rééducation classique et ne peut être décrite comme complètement performante seule sans d'autres études à ce sujet (38).

2.5.5 Critères de bonnes pratiques

Les conditions pour assurer une bonne pratique de l'IM sont multiples. Les auteurs Braun et al. proposent un cadre d'action en cinq étapes : évaluer les capacités du patient à suivre un

programme d'IM, expliquer l'IM afin de pouvoir l'enseigner au patient, incorporer le traitement par IM dans la rééducation du patient et développer l'autonomie du patient afin qu'il puisse en faire seul (60). La compréhension de la nature de ce moyen de rééducation reste primordiale pour que le patient trouve un intérêt.

D'autres auteurs tels que Schuster et al. ont déterminés, dans une méta-analyse, dix-sept paramètres pour assurer l'efficacité d'une séance d'IM (61). Tous ces paramètres reposent sur l'approche PETTLEP (Physical, Environment, Timing, Task, Learning, Emotion and Perspective), ces éléments permettent au patient de mieux aborder l'IM et de voir l'intérêt de l'utiliser dans sa prise en charge. Ce modèle basé sur sept composantes a permis d'améliorer la création d'une trame de rééducation pour les sportifs (62). Sur les dix-sept paramètres évoqués par Schuster et al., nous citerons les plus pertinents pour la suite de notre écrit : l'IM est plus efficace lorsque l'environnement, durant la pratique mentale, est spécifique à la tâche (par exemple : les nageurs à la piscine ou encore les basketteurs sur un terrain de basket), la détermination des objectifs (cognitif, moteur, force) avec le patient est nécessaire, les séances individuelles sont préférables et l'IM semble être plus efficace les yeux fermés, en perspective interne (imagination à la première personne) et lorsqu'elle sollicite la modalité kinesthésique (perception du mouvement) (61).

2.5.6 Évaluation

L'évaluation est nécessaire pour savoir si l'individu est capable de pratiquer l'imagerie mentale. La personne doit être attentif et comprendre les consignes. L'évaluation se construit sur deux tests essentiellement : la chronométrie mentale et les questionnaires. La rotation mentale (ou test de latéralité) peut également être effectuée cependant ce test n'a pas montré d'intérêt pour l'apprentissage moteur. Il faut combiner différents tests afin de prédire l'éligibilité du patient à effectuer de la pratique mentale (50).

2.5.6.1 Chronométrie mentale

La chronométrie mentale est basée sur l'isochronie, elle est évaluée par le TDMI (Time Dependant Motor Imagery) (63). Ce test permet de déterminer les capacités de l'individu à imaginer une tâche motrice. Il consiste à imaginer un mouvement et compter les répétitions que le patient fait dans sa tête pendant trois durées imposées (15, 25 et 45 secondes). Cette pratique mentale améliore la performance réelle en sollicitant sur les aires spécifiques du

mouvement et en construisant des associations parmi les différentes aires impliquées dans le processus (64). Le TDMI vérifie également si la personne est capable de comprendre une consigne avec une tâche simple pour produire une image mentale. L'objectif du test est de mesurer la progression des répétitions du mouvement produit dans chaque cas, qui est supposée être linéaire avec l'augmentation du temps. Les évaluateurs ne peuvent évaluer correctement la qualité de du mouvement imaginé. Il n'existe pas de normes pour des mouvements spécifiques, ce qui rend difficile l'interprétation d'un résultat (38).

2.5.6.2 Questionnaires – KVIQ

Les questionnaires KVIQ (Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire) évaluent les capacités d'IM du patient et ont deux versions distinctes, le KVIQ 10 et le KVIQ 20 (*Annexe 4*). Les séries de questions respectent un schéma de quatre étapes qui sont la position de départ, la réalisation physique du mouvement imagé, imaginer ce même mouvement et pour finir l'individu doit évaluer sur une échelle croissante de 1 à 5 la clarté visuelle de l'image formée (V1 à V5) ou l'intensité de la sensation de cette même image (K1 à K5). L'échelle est présentée verbalement ou visuellement selon les capacités du patient, il répond aux questions en perspective interne. D'après Malouin et al., les deux versions possèdent les mêmes qualités métrologiques mais le KVIQ 10 semble être un meilleur choix pour l'évaluation des troubles de motricité (65). Le KVIQ 20 cible les articulations droite et gauche et est donc plus long à réaliser. Dans le KVIQ 10, cinq mouvements sont demandés et le patient évalue en premier la sensation visuelle et ensuite la sensation kinesthésique, le côté dominant et non dominant sont à prendre en compte dans l'évaluation. Le patient doit réaliser et imaginer la flexion/extension de la tête, le haussement des épaules, l'élévation du bras à la verticale, la flexion du coude, la flexion antérieure du tronc, l'extension du genou, l'abduction de la jambe, taper du pied et réaliser une rotation externe du pied (65). Ce test reste basé sur des résultats subjectifs mais il permet de déterminer la modalité préférentielle (visuelle ou kinesthésique) du patient afin de pouvoir mieux adapter la rééducation (38).

2.5.6.3 Le test de latéralité

Le test de latéralité (pour la main ou le pied) consiste à la visualisation de photographies de segments corporels dans différents angles de rotations horaire ou antihoraire (0°, 40° ou encore 180°) afin que l'individu détermine la latéralité du membre (droite ou gauche) (33) (66)

(Figure 6). Ce test repose sur la rotation mentale qui est définie comme « une capacité qui consiste à faire tourner mentalement une image en deux ou trois dimensions » (67). Le test permet d'évaluer les capacités sensorimotrices de la personne en stimulant des zones cérébrales spécifiques (68). Au-delà d'une évaluation pure de l'IM, ce test est considéré comme une forme particulière d'imagerie mentale. Le test est réalisé en trois étapes : une phase d'apparition et de reconnaissance du stimulus (photo présentée à l'écran) qui permet l'encodage, une phase de rotation mentale où le patient effectue une manipulation mentale pour faire revenir le membre dans une position canonique et une dernière phase de comparaison avec référence afin de déterminer la latéralité.

Le nombre de bonnes réponses, ainsi que la vitesse de réponse sont recueillis afin de pouvoir les analyser. Un temps plus élevé à répondre peut-être le signe de perturbations périphériques ou de l'engagement du patient à adopter une stratégie afin de réaliser la tâche demandée. Le test est reproductible et ne tient pas compte de l'opérateur car le patient n'est pas interpellé par le soignant. Néanmoins, il existe un effet d'apprentissage à ce test et une diminution du temps de réponse. La capacité de test-retest est perturbée (69). L'effet d'apprentissage est positif dans la prise en charge, cela permet une amélioration dans la réalisation de tâches motrices où une bonne représentation spatiale est nécessaire (38)(67).

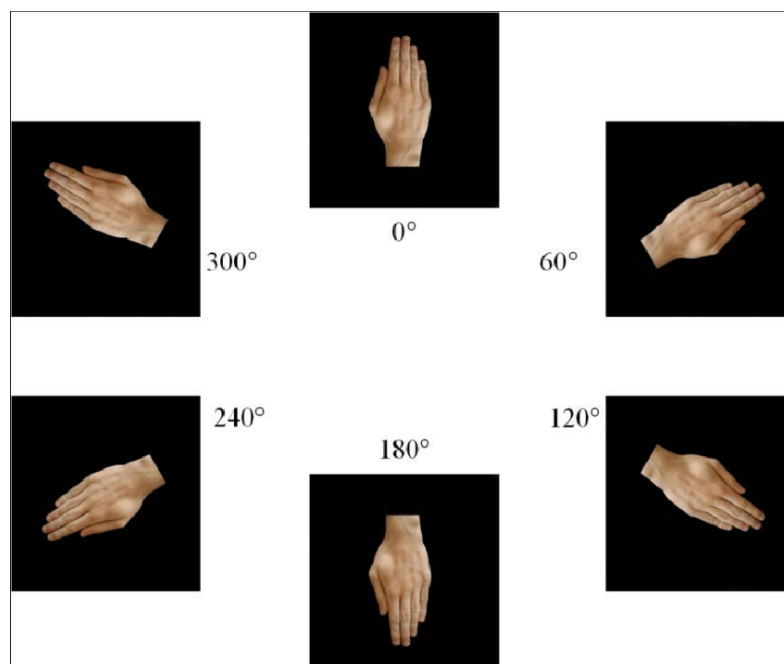


Figure 6 : Images retrouvées lors du test de latéralité (65)

3 L'imagerie motrice au service de la rééducation des patients blessés médullaires

3.1 Problématisation

L'équipe paramédicale suit un protocole précis rédigé par l'équipe médicale et paramédicale du service pour définir des objectifs à atteindre dans des délais précis. Les points clés du protocole sont la contraction isométrique et concentrique pour l'extension du coude, le gain en flexion du coude de 15° par semaine dès la phase active et les mouvements combinés (abduction d'épaule et extension du coude) sont possibles à partir de S8.

Après une rencontre avec l'équipe de l'unité spinale du CHU de Saint-Jacques, nous avons relevé différentes contraintes qui se présentent à eux lors de cette prise en charge spécifique. Certains patients n'arrivent pas à avoir l'extension complète à la fin des trois semaines et sans celle-ci le travail de flexion du coude n'est pas possible et cela provoque un retard pour les prochaines semaines. Le deuxième problème relevé est la réalisation des mouvements combinés, l'extension du coude contre pesanteur combinée à une abduction d'épaule (30°, 60°, 90°...) est difficile pour le patient. Ces contraintes impactent le calendrier de prise en charge postopératoire. Un retard dans la rééducation post-chirurgie du coude entraîne un recul des opérations suivantes (rétablissement de l'extension du poignet et une chirurgie de réanimation de la main) qui ont des objectifs fonctionnels et un impact important dans la vie quotidienne du patient.

La pratique mentale couplée à la rééducation motrice semble être un adjuvant dans cette prise en charge afin de favoriser l'apprentissage moteur et la neuroplasticité (42)(70). La pratique de l'IM peut se faire en autonomie et permet au patient de pouvoir être un acteur de sa rééducation. La pratique mentale des mouvements est suivie de la pratique physique ce qui permet au sujet d'anticiper les prochaines tâches motrices attendues.

D'après l'étude de Grangeon et al., réalisée sur un individu tétraplégique de niveau C6 AIS A après un transfert tendineux du biceps brachial sur le triceps brachial (intervention de Zancolli), les résultats montrent la pertinence d'intégrer l'IM à la rééducation motrice habituelle (71).

Dans l'intérêt de notre mémoire, il est plus judicieux d'étudier la réanimation du coude de Möberg car le deltoïde postérieur et le triceps brachial travaillent déjà en synergie. Tandis que celle de Zancolli implique la création d'un nouveau schéma musculaire car le biceps brachial, initialement fléchisseur devient extenseur du coude (71). De plus la technique de Zancolli est

moins pratiquée au CHU de Saint-Jacques. Nous avons décrit les principes de prise en charge d'un patient blessé médullaire de niveau C5/C6 avant et après opération, ainsi que les effets reconnus de l'IM dans diverses pathologies. Il est donc pertinent de s'interroger sur l'intérêt d'intégrer l'IM dans le protocole postopératoire d'une chirurgie de Möberg d'un patient tétraplégique de niveau C5/C6. La création de notre problématique repose sur le modèle PICO (Tableau I).

Tableau I : Termes PICO de notre problématique

| | |
|--------------|---------------------------------|
| Population | Tétraplégique de niveau C5/C6 |
| Intervention | Réanimation du coude de Moberg |
| Comparaison | Rééducation sans IM |
| Outcome | Respect des délais du protocole |

3.2 Choix de la méthode

Les recherches sur l'IM au service des patients opérés d'une chirurgie de Möberg n'ont rien donné. Aucune méta-analyse récente n'a été retrouvée sur la prise en charge postopératoire d'une chirurgie de Möberg. Une seule étude a été publiée à ce jour sur les effets de ce moyen de rééducation au service de la prise en charge postopératoire suite à l'intervention Zancolli. De plus, la littérature trouvée sur les effets de la pratique mentale chez des patients blessés médullaires reste rare et conclut seulement sur un possible effet positif sur la rééducation. Les articles publiés sur l'IM au service de la rééducation neurologique sont nombreux mais sont essentiellement centrés sur les patients atteints d'un AVC. L'apport de connaissances sur ce sujet nécessite une approche lors de la formation kinésithérapique, lors de congrès professionnels ou encore avec la littérature scientifique (68). Nous avons fait le choix de ne pas faire d'entretiens ou de questionnaires car trop peu de soignants sont formés à l'IM et la prise en charge spécifique des blessés médullaires. Devant l'absence de résultats dans la littérature, la seule option afin de répondre à la problématique de l'intérêt de l'IM dans la rééducation des chirurgies de réanimation du membre supérieur chez le patient tétraplégique est de proposer un protocole de recherche. Le protocole de recherche que nous réalisons prend la forme d'une étude pilote.

3.2.1 Étude pilote

L'étude pilote est définie comme une étude de faisabilité à petite échelle conçue pour examiner les différents aspects des méthodes prévues pour une enquête à plus grande échelle plus rigoureuse (72). Elle simule l'étude réelle mais ne doit pas durer plus de deux ans. L'étude permet de savoir si le sujet de recherche (traitement, outil de mesure...) peut être intégré dans la rééducation ou comment cela peut être fait en pratique (73). Les pré-données obtenues permettent de donner une tendance afin de se lancer ou non dans une étude multicentrique (74). Cette élaboration joue un rôle de pivot dans la planification des recherches et permet d'estimer si la réalisation de l'étude est coûteuse. Les critères d'inclusion et d'exclusion des patients sont définis. Les objectifs sont de construire les procédures du protocole relatives à l'évaluation du patient, les prérequis pour l'équipe médicale, déterminer les outils de mesures et vérifier la collecte des données. Examiner les perspectives et gérer les risques tout au long du protocole sont nécessaires au bon déroulement de l'étude. Les études pilotes peuvent également estimer de l'effet et de la variation pour calculer la taille d'échantillon de l'étude (75).

3.3 Justificatif de l'étude

3.3.1 Intérêt

La capacité à réaliser des images motrices reste intacte pour les blessés médullaires ce qui fait de l'IM une stratégie au service de la récupération motrice (71)(76). Suite à la lésion de la moelle, ce moyen de rééducation permet de modifier l'organisation corticale lors de tentatives de mouvement par la plasticité corticale spontanée (71)(77). L'intégrer au protocole pourrait favoriser un travail ciblé au niveau des zones cérébrales activées lors de l'imagination du mouvement et ainsi améliorer la réalisation du mouvement car ce sont les mêmes aires motrices qui sont stimulées (46). La plasticité cérébrale associée à l'imagerie permettrait de solidifier les processus d'apprentissage moteur et de favoriser la récupération motrice (71). L'activation répétée de ces zones motrices permet de stimuler le système cérébral du patient dès la deuxième semaine d'immobilisation. Les attendus à chaque fin de semaine pourraient être respectés afin de ne pas allonger le protocole. Notre étude cherche à répondre à cette question : « **L'imagerie motrice permet-elle de mieux respecter les délais postopératoires préconisés dans le protocole par-rapport à une rééducation classique ?** »

3.3.2 Hypothèses

D'après les recherches effectuées, l'imagerie motrice semble être un moyen pertinent pour améliorer les bénéfices de l'opération ainsi que l'autonomie de l'individu.

La première hypothèse est que l'utilisation de l'imagerie motrice permettrait au patient d'atteindre l'amplitude de flexion du coude avant le début de S7 afin de se libérer de l'attelle en journée. Atteindre les degrés attendus dans les temps permet de passer aux étapes suivantes et par conséquent de bénéficier par la suite des chirurgies suivantes pour le poignet et la main.

La deuxième hypothèse est que le patient réalise plus facilement les mouvements combinés d'extension du coude et d'abduction d'épaule en travaillant avec l'IM. Cette aisance de mouvement peut permettre au patient d'utiliser son membre opéré dans un plus grand espace et augmenter sa mobilité. L'IM permettrait d'avoir une meilleure assimilation du muscle transféré.

3.3.3 Bénéfices/risques

Le bénéfice attendu est une progression plus rapide des capacités du patient par rapport à un patient ne bénéficiant pas d'IM. Pour l'individu opéré, intégrer l'IM dans le protocole lui permet d'avoir un temps de travail en autonomie. L'IM doit permettre au patient de travailler de son côté lorsqu'il n'a pas de séances de kinésithérapie ou d'ergothérapie pour favoriser un maintien de la commande cérébrale qui est encore efficiente. Toutefois, le risque que le patient gagne en confiance et mette la chirurgie en danger est présent (contractions isométriques dans l'attelle, effectuer des mouvements actifs dès que l'attelle est enlevée pour les soins, vouloir faire plus d'amplitude que ce qui n'est autorisé...). Suite à la chirurgie, l'individu n'est pas en mesure d'utiliser son membre opéré durant la période d'immobilisation. Tous les mouvements réalisés doivent être contrôlés et dirigés par un membre de l'équipe soignante. Il faut donc bien expliquer au patient les dangers d'une hyperconfiance liée à l'IM et la différence notable entre ce qu'il imagine faire et ce qu'il est capable de faire après l'intervention.

Au vu des bénéfices escomptés et de la possibilité de contrôler les risques, la balance bénéfices/risques semble favorable dans le cadre de notre étude.

3.4 Objectifs

3.4.1 Objectif principal

L'objectif premier est de montrer que la flexion du coude atteint au moins 60° au début de la (S7) pour les patients qui utilisent l'IM. Selon l'équipe de kinésithérapeutes de l'unité spinale de centre, ce critère est rarement atteint au début de S7 ce qui impose au patient de garder le bras dans l'attelle jusqu'à fin de S8. Selon le protocole, plus vite la flexion du coude est atteinte, plus vite le patient se libère de son attelle en journée. L'impact sur sa vie est non négligeable et son membre opéré peut être posé sur ses genoux. La chirurgie de réanimation du coude est à visée fonctionnelle (augmentation de l'espace de capture, utilisation du FRM...) cependant l'évaluation du coude seul reste difficile. Les objectifs restent dépendants des souhaits du patients et cette intervention est préalable aux chirurgies du poignet de la main, où les échelles d'évaluations fonctionnelles sont plus nombreuses.

3.4.2 Objectifs secondaires

Nous cherchons également à montrer que les délais atteints pour obtenir l'extension du coude avec différents degrés d'abduction d'épaule à 30° (S9), 60° (S11) et 90° (S13) dans un protocole avec IM sont respectés. Dès que la flexion du coude dépasse 60° (normalement à S7), l'abduction d'épaule est autorisée progressivement à raison de 15° par semaine. Les mouvements combinés se réalisent en premier par l'abduction d'épaule et ensuite l'extension du coude. Ce sont les tâches motrices les plus difficiles du protocole et par conséquent les plus longues à travailler. Effectuer une extension complète dans différents plans est contraignant pour le néo-triceps brachial. Cependant, ces mouvements associés permettent de mobiliser le membre supérieur opéré dans le secteur haut, ce qui est nécessaire au gain d'autonomie du patient.

3.4.3 Critères de jugements

Afin de pouvoir déterminer si les objectifs sont atteints, nous mettons en place des critères de jugements.

- Critère d'évaluation principal : amplitude de flexion du coude active maximale possible à S7 (en degrés).

- Critère d'évaluation secondaire : semaine lors de laquelle l'amplitude d'extension du coude maximale est atteinte pour une abduction d'épaule de 30°, 60° et 90° (mouvements combinés).

3.5 Population étudiée

3.5.1 Description

La population que nous avons choisi d'étudier regroupe les patients tétraplégiques de niveau C5 et C6. Ces niveaux d'atteintes permettent aux patients de bénéficier d'une intervention de réanimation de l'extension du coude de type Möberg.

3.5.2 Critères d'inclusion

Les patients bénévoles sont éligibles au protocole seulement si leur équivalence fonctionnelle est préservée (50). Aucune norme dans les évaluations de l'IM n'est proposée. L'inclusion des participants repose sur le fait qu'ils puissent réaliser les tests, ainsi l'évaluateur (le kinésithérapeute qui prend en charge le patient) juge de la capacité de l'individu selon les résultats obtenus. Ils doivent bénéficier de la chirurgie de réanimation de l'extension du coude par transfert du deltoïde postérieur sur le triceps brachial au CHU de Saint-Jacques. L'âge des patients est compris entre 18 et 65 ans. Les hommes comme les femmes sont acceptés dans le protocole car aucune étude a permis de montrer une différence significative lors de l'utilisation de l'IM ou dans les résultats de cette chirurgie. La latéralité de la personne n'est pas à prendre en compte car dans la littérature, nous ne retrouvons pas d'efficacité majeure sur le membre dominant du patient. Les participants bénévoles doivent être majeurs et libres d'accepter de participer au protocole par leur consentement.

3.5.3 Critères d'exclusion

Les patients bénéficiant de la chirurgie de Möberg et du Buntime sont exclus car cette dernière implique l'interdiction du mouvement d'abduction d'épaule. Des individus avec des troubles cognitifs et/ou des troubles du comportement ne peuvent intégrer l'étude. Les personnes pour qui la langue française ou anglaise est difficile, en termes de compréhension et de communication doivent être exclus car l'IM repose sur la compréhension du patient afin de réaliser correctement le protocole. Dans la littérature, l'IM accentue les douleurs chez les sujets souffrant d'un syndrome douloureux régional complexe et les amputés avec des

douleurs fantômes (38). De ce fait, ils ne peuvent donc pas être inclus dans le protocole. Les personnes mineures ou les individus sous tutelle ou curatelle sont exclus. Les sujets âgés de plus de 65 ans ne peuvent être admis dans le protocole car les représentations d'actions deviennent fragiles avec le temps et entravent donc la réalisation du mouvement (40).

4 Design de l'étude pilote

4.1 Méthodologie générale

Les données issues du présent protocole seront comparées à des données rétrospectives issues des dossiers médicaux concernant les patients qui ont bénéficiés du protocole postopératoire de Möberg. Les éléments que nous récupérerons sont dans les tableaux appelés calendriers de suivi. Toutes les amplitudes articulaires de flexion et d'extension du coude ou abduction d'épaule sont notées à chaque fin de semaine de S1 à la fin de S12. Les données issues des dossiers médicaux seront appariées par âge, sexe et niveau lésionnel avec les patients du protocole. Nous fixons une durée maximale de deux ans pour recueillir les valeurs. Cette étude estime les paramètres analysés et permet de calculer la taille de l'échantillon cependant elle ne valide pas les résultats de manière significative au regard des statistiques (74).

4.1.1 Règles d'arrêt de la participation d'une personne

Les raisons d'arrêt prématurés de la participation d'un patient dans l'étude sont : un retrait de consentement, une annulation de la chirurgie, un décès, une apparition de troubles de compréhension ou cognitifs, une déviation au protocole empêchant la poursuite de l'étude et la survenue d'un évènement indésirable grave empêchant la poursuite de l'étude. Les sorties de l'étude ne peuvent être effectives qu'après confirmation de l'investigateur de l'étude et sont toujours définitives. En cas de report de date d'intervention chirurgicale, une procédure est mise en place afin que le patient puisse réintégrer le protocole si son consentement est préservé.

4.1.2 Modalités de prise en charge fin de recherche

A la fin du protocole postopératoire avec IM, les patients continuent d'être suivis dans le service MPR neurologie – unité spinale. La poursuite de la rééducation habituelle se fait en

accord avec le patient, l'équipe médicale et le médecin responsable de l'unité d'hospitalisation.

4.2 Plan expérimental

4.2.1 Schéma de l'étude (Figure7)

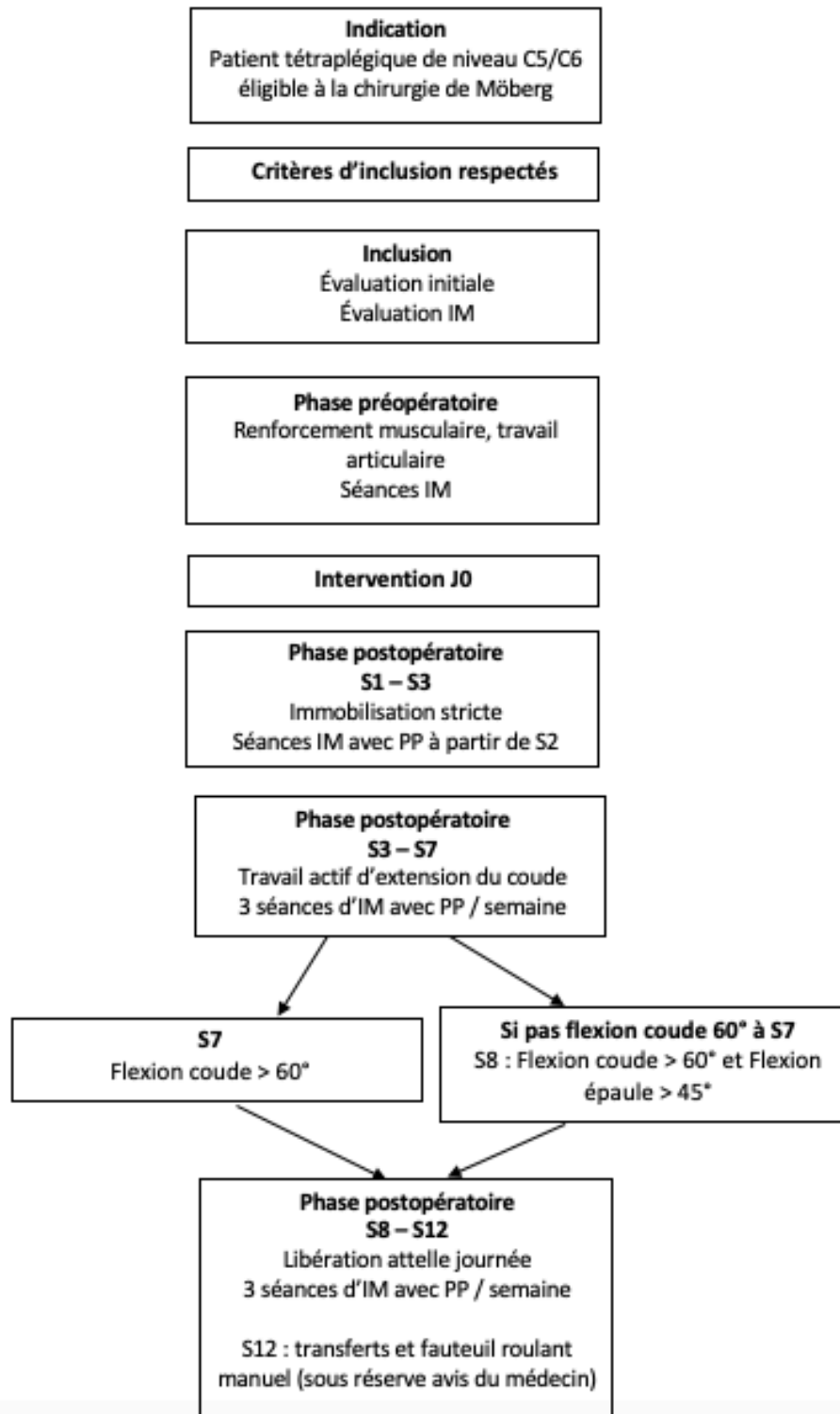


Figure 7 : Schéma du protocole avec IM

4.2.2 Les modalités à respecter

A l'aide d'un tableau, nous regroupons les données retrouvées dans la littérature concernant la conception d'un programme d'IM (Tableau II).

Selon l'article publié par Schuster et al., les recommandations de bonnes pratiques de l'IM sont des séances individuelles avec une supervision. La durée moyenne d'une séance est de dix-sept minutes et il ne faut pas faire plus de deux essais d'imagerie dans la minute, ce qui limite à trente-quatre essais pour une séance (61).

D'après Di Rienzo et al., trois séances de pré-test doivent être réalisées pour donner un niveau de référence. Les séances doivent se dérouler dans un lieu calme. Le ratio IM et pratique physique (PP) augmente à travers les semaines de rééducation (49).

Dans l'étude menée par Grangeon et al., le patient tétraplégique a suivi une intervention de Zancolli où seuls le nombre de séances d'IM et leur durée sont communiqués (71).

Dans une autre étude de cas réalisée par Grangeon et al., le ratio entre IM et PP progresse également mais il dépend de la charge mentale du patient. La notion d'un lieu calme est retrouvée et le patient doit fermer les yeux pour favoriser la concentration et la précision de son imagerie mentale. Nous retrouvons également la notion de pré-test et de post-test avec la rédaction d'un journal de bord à chaque fin de séance d'IM (78).

Tableau II : Synthèse des données recueillies sur la conception d'un programme d'IM

| Étude | Nombre de séances par semaine | Durée de la séance | Ratio IM/PP | Pré/post test |
|------------------|-------------------------------|--------------------|-------------|------------------|
| Schuster et al. | 3 | 17 min | 5/1 | Non Précisé (NP) |
| Di Rienzo et al. | 3 | 45 min | 5/1 9/1 | Oui |
| Grangeon et al. | 5 | 30 min | NP | NP |
| Grangeon et al. | 3 | 45 min | 5/1 10/1 | Oui |

D'après l'approche de Holmes et al., l'imagerie motrice doit s'intégrer selon sept critères afin d'atteindre des résultats positifs (Tableau III).

Tableau III : PETTLEP du protocole

| | |
|---|---|
| Physical : position du mouvement réel | Le patient est assis dans son fauteuil |
| Environnement du mouvement | Dans sa chambre au début puis dans la salle de rééducation |
| Task : perspective globale | Le patient comprend l'intérêt d'obtenir la flexion du coude et es mouvements combinés |
| Timing : temps proche de la pratique réelle | Environ 3 secondes car personne dépendant |
| Learning : apprentissage ludique | Planche photos |
| Emotion | Contrôle de l'état du patient (stress, fatigue...) avant et après et IM |
| Perspectives | Mouvements simples et courts à des mouvements combinés |

Malouin et al. présente un cadre de travail pour intégrer l'IM dans une rééducation basé sur trois étapes (54) :

1. L'introduction à un entraînement d'IM

La première étape est de promouvoir un apprentissage de l'IM sous forme d'entraînement mental à l'aide de script audio ou encore de support visuel. Le but de cette première étape est de faire gagner en confiance sur ces performances d'imagerie. Pour cela, il est demandé d'imaginer des mouvements courts qui sont simples à réaliser. Il n'y a aucune PP durant cette étape. Pour Lotze et al., afin de conserver une homogénéité du mouvement à effectuer, la compréhension de la tâche est primordiale. Une phase d'observation du mouvement est possible avant de l'imaginer mentalement. Plus la tâche à réaliser est décrite et analysée par le patient, plus l'imaginer est facile (79).

2. L'IM combinée à la PP dans la rééducation

La PP n'intervient qu'à ce stade et s'effectue par des répétitions mentales de mouvements que nous proposons. Le kinésithérapeute est présent et permet de guider le patient sur les répétitions et sur la qualité de son imagerie mentale (stimulus auditifs, consignes...). L'échange entre le patient et le kinésithérapeute permet un retour simultané. Cette étape vise à stimuler la vivacité du mouvement en lien avec les répétitions mentales effectuées.

Nous commençons par proposer un petit ratio de cinq IM pour une PP (5 IM/1 PP) et par la suite proposer (10 IM/1 PP). Le patient imagine cinq mouvements et réalise ensuite un seul mouvement. Cela favorise l'apprentissage moteur, améliore la qualité et structure le temps de l'IM (20).

3. L'auto-pratique qui tend pour augmenter le nombre de répétitions

Cette auto-pratique est possible uniquement si le patient arrive à effectuer un nombre de répétitions élevées et une réalisation de mouvement correcte. Cela repose sur la vérification du mouvement effectué par le kinésithérapeute afin de contrôler la conformité de son imagerie mentale. Cette dernière étape est essentielle pour le patient, la réalisation en autonomie de ses séances lui permet de retravailler seul les différents mouvements.

Dans l'article, nous ne retrouvons aucune notion temporelle liée aux étapes. Nous supposons que cela dépend du protocole et du patient.

4.2.3 Les principes de la prise en charge

Concernant l'IM, la capacité mentale du patient doit toujours être prise en compte et contrôlée par le kinésithérapeute. Plus le patient exerce une pratique mentale, plus il risque d'altérer sa visualisation mentale. Nous devons porter attention à cette qualité de l'image imaginée via des questions et un suivi hebdomadaire du patient.

4.3 L'intégration de l'imagerie motrice au protocole

La prise en charge du patient est effectuée par les kinésithérapeutes du service, qui auront préalablement suivi une formation à l'utilisation de l'IM. Celle-ci comprend la connaissance des évaluations, des principes et des modalités de prise en charge. La connaissance des principes de l'IM est essentielle au bon déroulement de l'étude.

4.3.1 Évaluation initiale

Dans le protocole avec l'IM intégré, l'approche vers le patient sera nécessaire afin de pouvoir expliquer la démarche de cette étude. Le patient doit répondre aux critères d'inclusion et ne présenter aucune contre-indication. Afin de respecter les cinq conditions d'une bonne pratique d'IM, il faudra que le patient comprenne l'intérêt de ce moyen de rééducation.

L'éligibilité du patient ne se réfère pas aux normes des bilans réalisés mais davantage au ressenti du patient et au discernement du kinésithérapeute responsable de la prise en charge. La chronométrie mentale, les questionnaires et la rotation mentale sont effectués par le kinésithérapeute. L'investigateur responsable de l'étude accompagne le kinésithérapeute dans les différentes évaluations.

La chronométrie mentale est réalisée en premier à l'aide du TDMI, le patient imagine et compte le nombre de fois qu'il réalise mentalement le mouvement de flexion du coude en partant de l'extension complète du coude (Figure 8). Dans le cas du patient tétraplégique de niveau C5/C6, le kinésithérapeute réalise le mouvement (extension vers la flexion maximale du coude) une seule fois. Le patient est assis dans son fauteuil, ferme les yeux et imagine la réalisation de ce mouvement avec le bras qui va être opéré.

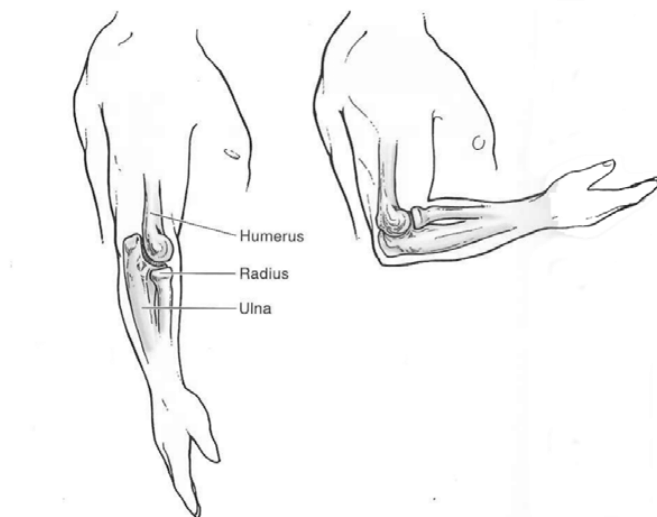


Figure 8 : Schématisation de la tâche motrice à réaliser par le patient, issue du Clinically Oriented Anatomy (1999)

Le patient compte les répétitions pour un premier essai de 15 secondes puis 25 secondes et pour finir 45 secondes. Le kinésithérapeute note le nombre de répétitions effectuées mentalement. Il n'existe pas de normes car elles varient en fonction du mouvement demandé. L'interprétation des résultats obtenus se base sur la concordance du nombre de répétitions à des temps différents. La perception du patient est également recueillie (compréhension du test, facilité de l'exercice, difficultés ressenties...).

Dans un deuxième temps, nous réalisons le KVIQ 10 (Annexe 4). Ce questionnaire permet d'évaluer la facilité du patient à se faire des images et d'apprécier les sensations qu'il ressent durant l'imagination des mouvements demandés. Ici, les tâches demandées sont prédéfinies.

Pour terminer et valider la capacité du patient à effectuer de l'IM, le patient réalise le test de la latéralité. Une cinquantaine d'images de pieds ou de mains défilent sur un écran face au patient et il indique à voix haute la latéralité du membre présenté. Le temps et le nombre de bonnes réponses sont recueillis. La rotation mentale cerne la vitesse du système sensorimoteur et cela aide à établir si le patient est éligible à imaginer correctement un mouvement.

Les données des trois bilans effectués concernant l'IM sont notées dans le dossier médical cependant elles ne permettent pas de suivre l'évolution du patient dans le temps. La capacité à imaginer un mouvement précis est propre à un moment t. De plus, les auto-questionnaires sont remis en cause du fait de la part subjective des réponses (54)(80). Cela rend l'interprétation de ces résultats difficile.

Dans le cas où le ressenti du patient ainsi que celui du kinésithérapeute semblent évoquer un doute à propos de l'imagination mentale, le sujet est exclu de l'étude. Il reprend la rééducation postopératoire classique.

4.3.2 Phase préopératoire

Durant cette phase préopératoire, il faut préparer des planches photos où le patient pose dans les différentes positions que nous allons travailler (flexion, extension du coude avec le bras le long du corps et ensuite extension du coude avec abduction d'épaule à 30°, 60° et 90°). Le kinésithérapeute aide le patient à positionner le bras prochainement opéré.

L'IM est plus efficace en perspective interne donc il est préférable de préparer des photos avec le membre du patient. Cette phase correspond déjà à la première étape décrite par l'équipe de Malouin. L'intégration de l'IM se fait progressivement afin que le patient puisse comprendre et être acteur de la prise en charge.

Deux séances essais sont réalisées la semaine précédant l'intervention. Le kinésithérapeute réalise le mouvement une seule fois (pour montrer le geste attendu) et guide le patient lors de l'imagination de ce geste. Le sujet est assis dans son fauteuil roulant et ferme les yeux. Le kinésithérapeute l'accompagne auditivement dans l'exécution de l'imagination de la tâche par des consignes auditives. La position de départ du patient est le bras est tendu le long du corps. « Il faut imaginer que votre triceps brachial est contracté, ensuite le triceps se relâche et le coude commence à se fléchir, le biceps brachial se contracte et l'avant-bras rejoint la face antérieure du bras, le poignet et le coude se déplacent également ».

Le patient réalise au maximum deux imageries par minute ce qui fait au maximum trente imageries en une séance d'une quinzaine de minutes. Nous ne demandons aucune pratique physique (PP) à ce stade-là.

4.3.3 Phase d'immobilisation

Les planches de photos sont affichées dans la chambre uniquement à S2 afin d'éviter que le patient ne réalise de l'IM pendant S1. Dès S2 et durant S3, la phase d'intégration d'IM continue et nous sollicitons le patient deux séances par semaine en raison de trente minutes par séances. Ces sessions d'IM sont réalisées en plus de la rééducation postopératoire initiale par le kinésithérapeute. Le patient réalise le même type de session qu'en préopératoire. En plus de la stimulation auditive par le kinésithérapeute, la planche de photos sert de support visuel et permet au patient de visualiser son bras. Nous insistons bien sur la contraction imaginée du triceps pour atteindre l'extension maximale du coude pour ensuite réaliser mentalement une flexion du coude.

4.3.4 Phase rééducative active

A ce stade de la rééducation, nous réalisons désormais trois séances d'IM d'une durée de trente minutes par semaine, ces séances sont réalisées en plus des séances de kinésithérapie prévues dans le protocole initial (Figure 9). Le patient continue de travailler mentalement l'extension maximale du coude pour aller à la flexion du coude. Le mouvement imaginé peut désormais se réaliser à S4. Nous demandons un ratio de 10 IM / 1 PP. A chaque fin des répétitions mentales, il effectue réellement l'extension active du coude et fléchit jusqu'à sa flexion limite de S4 à S6. Entre S4 et S6, la flexion du coude du patient varie de 15° maximum par semaine donc une augmentation de 30° de flexion maximum est respectée.

Progressivement, les mouvements de l'épaule et du coude vont se combiner. Afin de les anticiper, nous intégrons une nouvelle tâche à imaginer (abduction d'épaule à 30° et extension du coude) dès S6. Le ratio pour ce mouvement est de 5 IM / 1PP. Les consignes restent auditives : le patient assis au fauteuil, imagine faire une abduction d'épaule de 30° et ensuite une extension maximale du coude. Le patient s'aide des planches photos qui lui permet d'avoir une aide visuelle. Le kinésithérapeute effectue encore trois séances d'IM qu'il peut rajouter ou combiner avec la rééducation initiale.

A S6, le patient doit imaginer deux mouvements, la flexion du coude et le premier mouvement combiné. Dans chaque séance de trente minutes, dix minutes sont consacrées au nouveau mouvement intégré : l'abduction d'épaule à 30° et l'extension maximale du coude.

A S8, le mouvement combiné évolue et la tâche motrice change : une abduction d'épaule à 60° associée à l'extension du coude maximale. Le ratio demandé est de 10 IM / 1 PP mais cela dépend fortement de la capacité mentale du patient. Si le patient trouve cela trop difficile, nous gardons un ratio de 5 IM / 1PP. L'imagination de la flexion du coude n'est plus demandée car à S8, quelle que soit la flexion du coude, l'attelle est enlevée le jour. A la fin de S9, le patient est capable de réaliser l'abduction d'épaule à 30° et l'extension du coude.

A S10, le sujet passe donc à la dernière tâche motrice à imaginer : l'abduction d'épaule à 90° et l'extension complète du coude contre pesanteur. Le ratio est de 10 IM / 1 PP.

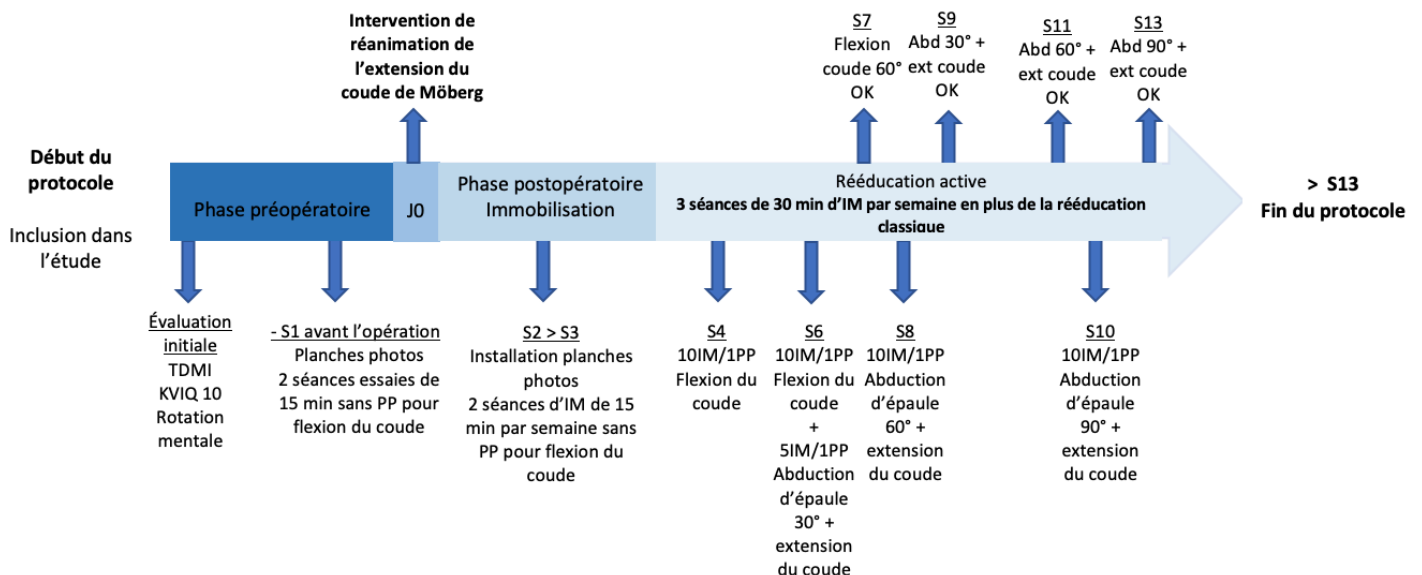


Figure 9 : Frise chronologique du déroulement du protocole

4.4 Matériel utilisé pour évaluer la progression

Dans ce protocole, le seul matériel utilisé est le goniomètre. Celui-ci permet de mesurer l'angle entre le bras et l'avant-bras avec des repères anatomiques précis. Cet outil indique une amplitude qui permet de chiffrer l'amplitude articulaire à un moment t. Dans notre protocole, il est utilisé sur les articulations de l'épaule et du coude. Selon la littérature, les fiabilités inter-opérateurs et intra-opérateurs sont jugés correctes même s'il persiste des limites (81)(82). Aucune évaluation n'est possible afin de valider la clarté et la bonne exécution du geste

imaginé. L'imagerie mentale est subjective et correspond à une tâche complexe ce qui rend la création d'une classification standard difficile (61). Proposer des stimulus auditifs et visuels permet au patient de se corriger et d'améliorer sa capacité d'imagerie. L'AQM et les évaluations préopératoires sont également des outils utilisés dans ce protocole cependant ils ne permettent pas de répondre aux objectifs définis au début de l'étude.

4.5 Data management et statistiques

4.5.1 Recueil des données

Comme dit précédemment, il y a deux types de recueil de données. Le recueil est rétrospectif pour les données des patients récupérées dans les dossiers médicaux (G1). Pour le groupe de l'étude (G2), il est prospectif. Nous récupérerons les amplitudes de flexion du coude atteintes à la fin de S6 pour les cinq patients du G1. A l'aide du tableau de suivi, nous pouvons extraire les semaines où les amplitudes de flexion du coude, d'extension complète du coude et d'abduction d'épaule dans les trois plans étudiés. Nous avons donc besoin de quatre données distinctes pour chaque patient (Tableau IV).

Tableau IV : Données à recueillir pour tous les patients du protocole

| | |
|------------|---|
| Donnée n°1 | Degré de flexion à la fin de S6 |
| Donnée n°2 | Semaine lors de laquelle le patient réalise l'extension complète du coude et l'abduction à 30° d'épaule |
| Donnée n°3 | Semaine lors de laquelle le patient réalise l'extension complète du coude et l'abduction à 60° d'épaule |
| Donnée n°4 | Semaine lors de laquelle le patient réalise l'extension complète du coude et l'abduction à 90° d'épaule |

Après avoir récupéré les informations pour chaque patient de G1 et G2, nous effectuons un calcul de moyenne. Nous avons donc quatre moyennes par groupe de patients.

- Moyenne 1 : moyenne de flexion des cinq patients G1 et G2 à S6(MF G1 / MF G2)

- Moyenne 2 : moyenne des semaines pour 30° d'abduction d'épaule (M30 G1 / M30 G2)
- Moyenne 3 : moyenne des semaines pour 60° d'abduction d'épaule (M60 G1 / M60 G2)
- Moyenne 4 : moyenne des semaines pour 90° d'abduction d'épaule (M90 G1 / M90 G2)

Nous devons également récupérer à partir du dossier médical :

- Les caractéristiques des patients : âge, sexe, latéralité du membre supérieur, antécédents médicaux, traitements pharmacologiques.
- Les informations propres à l'intervention de Möberg : la date de l'intervention, bilan préopératoire et postopératoire pour suivre l'évolution de leur qualité de vie, leur activité musculaire et également l'atteinte ou non des objectifs fixés.
- Durée d'hospitalisation depuis l'intervention avec les caractéristiques (cicatrisation, état de l'attelle, installation au lit et au fauteuil...) car nous devons avoir connaissances des causes qui peuvent entraîner un retard sur les délais.

Ces informations restent dans le cadre de l'étude afin de pouvoir déterminer les caractéristiques individuelles des sujets de l'étude.

4.5.2 Analyse statistique

Ici, nous comparons deux moyennes de deux groupes non appariés, avec des données quantitatives et des échantillons de groupe inférieurs à trente sujets. Notre étude repose sur des variables quantitatives continues avec une distribution non normale donc il faut un test non paramétrique. Le test statistique approprié est le test de Wilcoxon Rank-Sum aussi appelé Mann-Whitney U Test (83) (Figure 10).

Le test réalisé va permettre de pouvoir comparer G1 versus G2 sur les quatre valeurs (la flexion à S7 et les trois semaines où l'extension complète et l'abduction d'épaule à 30°, 60° et 90° sont possibles). Afin d'effectuer les calculs, il faut effectuer quatre moyennes (une par groupe de donnée) pour les cinq patients du protocole classique et les cinq patients du protocole d'imagerie.

Si le résultat trouvé suite au test est considéré comme statistiquement significatif, nous pourrions conclure que les deux populations G1 et G2 ne sont pas identiques. Pour supposer de la supériorité de G2 par rapport à G1, nous étudions le résultat du test en fonction du risque beta. Néanmoins, l'échantillon de l'étude est petit ce qui rend difficile d'interpréter à l'échelle de la population.

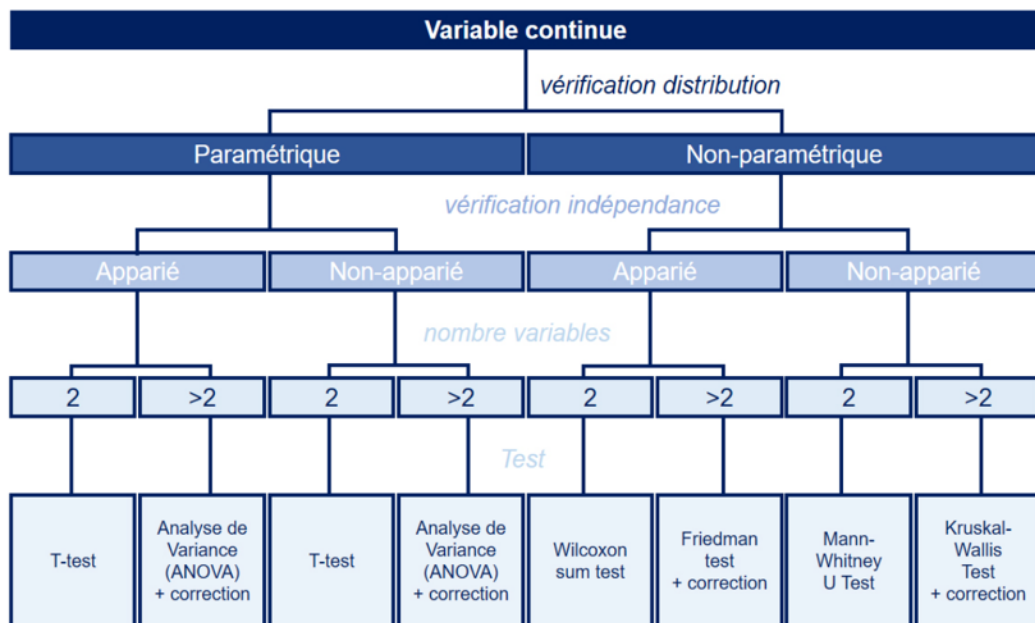


Figure 10 : Arbre décisionnel sur le choix du test statistique (82)

4.5.3 Degré de significativité statistique prévue

Nous déterminons une différence clinique minimale de 10° entre G1 et G2 pour le premier critère de jugement (flexion du coude à S7). Cela signifie que pour valider l'hypothèse que l'IM permet au patient d'atteindre les 60° à S7 plus rapidement que sans IM, il faut une différence minimale de 10° entre la moyenne des deux groupes.

Pour cette étude, le risque de première espèce nommé alpha est fixé à 5%, donc une valeur $p < \text{ou égale à } 0,05$ est considérée comme statistiquement significative. Le risque de seconde espèce nommé beta ou puissance du test est fixé à 80%.

A l'aide de ces données, nous avons calculé le nombre de sujets nécessaires pour cette étude pilote. Avec un écart-type commun de 5, le nombre de sujets nécessaire est de 8 patients pour l'étude donc 4 dans le G1 et 4 dans le G2. Avec un écart-type commun de 10, le nombre de sujets nécessaire est de 32 patients pour l'étude (16 dans G1 et 16 dans G2).

4.6 Vigilance et gestion des évènements indésirables

4.6.1 Liste des effets indésirables attendus

Les effets peuvent être propres à :

- La prise en charge postopératoire : élongation du transplant, mauvaise cicatrisation...
- L'imagerie motrice : hyper-confiance, apparition ou aggravation de douleur (neuropathiques, neurogènes, nociceptives...)
- État général du patient : fatigue, mauvaise compréhension ce qui induit une mauvaise pratique mentale

4.6.2 Gestion et modalités de suivi

Les effets indésirables cités au-dessus sont notifiés dans le dossier médical et lors des réunions inter-soignants. Cependant, les effets qui n'impactent pas la bonne réalisation du protocole ne doivent pas être cités. Les évènements indésirables survenus suite au protocole doivent être suivis jusqu'à ce qu'ils soient rétablis.

4.7 Aspects administratifs et réglementaires

4.7.1 Le droit des données et confidentialité

Les données sur l'état de santé du patient ne sont révélées qu'à l'investigateur de l'étude, au kinésithérapeute responsable de la rééducation ainsi qu'au médecin sénior. La confidentialité des données de l'individu doit absolument être gardée. Des précautions sont alors nécessaires, particulièrement sur l'identité et les résultats obtenus suite à la prise en charge. Le secret professionnel doit être respecté selon les conditions définies par les articles 226-13 du Code Pénal.

4.7.2 Considérations éthiques

Tous les sujets sont bénévoles et ont donné leur consentement pour intégrer le protocole. Le consentement du patient est éclairé et écrit et respecte les principes de la Déclaration d'Helsinki.

5 Résultats

Dans le cadre du mémoire, nous ne pouvons réaliser l'étude dans sa totalité. Il nous manque les données prospectives des patients qui bénéficient de l'intervention de Möberg et de la rééducation selon notre protocole.

A l'aide du test de comparaison de deux groupes (Wilcoxon Rank-Sum), les résultats trouvés pour MF, M30, M60 et M90 permettent de déterminer s'il n'y a pas de différence entre le G1 et G2 en considérant le risque alpha. Ce test unilatéral permet également de déterminer une supériorité ou une infériorité de moyenne du groupe G1 versus G2.

Dans le sens de notre étude, nous attendons d'observer un résultat du test qui oriente vers une supériorité de MF G2 par rapport à MF G1. Le paramètre de flexion du coude à la fin de S6 permet d'avoir une première tendance sur l'intérêt de l'IM comme adjuvant dans la rééducation.

Le fait de combiner deux mouvements (abduction d'épaule et extension du coude) peut entraîner une difficulté pour le patient d'imaginer. Nous émettons l'hypothèse que le test montrera une supériorité de moyenne significative pour M60 G2 et M90 G2 par rapport à M60 G1 et M90 G2.

Concernant M30 G1 et M30 G2, nous attendons seulement à voir une différence car une supériorité statistique semble difficile à avoir au vu du changement de la tâche motrice demandée. Néanmoins, il est intéressant de garder cette donnée pour pouvoir apprécier le temps d'efficacité de l'IM.

Les résultats statistiques permettent d'avoir une idée de l'efficacité du traitement utilisé. En revanche, ils ne permettent pas d'établir une conclusion à l'échelle de la population. Une analyse du résultat obtenu d'un point de vue clinique est essentielle, il se fait par la mesure du d de Cohen ou encore la différence clinique minimale pertinente. Cette analyse du résultat permet de justifier l'application de l'IM au service des patients tétraplégiques C5/C6 suite à une chirurgie de Möberg.

6 Discussion

Notre étude pilote ne permet pas de fournir des résultats chiffrés exploitables. Cependant, il reste intéressant de prendre du recul sur tout le processus mené afin d'aboutir à ce protocole de recherche.

Nous avons trouvé plusieurs revues, articles ou encore études sur la population étudiée. Néanmoins, il a fallu trier les résultats obtenus pour ne garder que ce qui était pertinent dans le cadre de notre sujet. Tous les articles cités dans ce mémoire, évoquant la chirurgie de Möberg, datent de plus de trente ans montrent qu'il y a peu de réactualisation dans la littérature depuis. Cela évoque également l'émergence de nouvelles pratiques comme le transfert nerveux au service de la réanimation du membre supérieur.

La place du kinésithérapeute est souvent décrite mais elle reste essentiellement axée sur des soins articulaires, musculaires, vasculaires et cutanés. Peu d'écrits évoquent la place du kinésithérapeute dans des techniques impliquant la fonction cérébrale du patient. Pourtant, nous savons que dans les pathologies neurologiques, il est primordial de stimuler ce qui reste fonctionnel. Dans le cas des blessés médullaires, le cerveau et les muscles effecteurs continuent d'effectuer leurs rôles mais la moelle épinière, qui a un rôle de relai, est lésée. Travailler mentalement est une piste alors privilégiée quant à la prise en charge de ces patients.

Les recherches concernant l'IM au service des tétraplégiques à la suite d'une réanimation de l'extension du coude ont été difficiles. L'association de ce moyen de rééducation appliqué à cette population spécifique des blessés médullaires ne fait ressortir aucune étude ou méta-analyse. D'autre part, aucun MeSH Terms n'est associé à l'imagerie motrice, l'imagerie mentale est donc utilisée comme un terme parapluie afin d'être plus généralisé dans les recherches. Nous avons dû élargir notre population de recherche afin de trouver de meilleurs résultats concernant l'imagerie motrice comme un adjuvant à la rééducation. L'IM est souvent décrite comme une technique efficace pour certaines populations (AVC, sportifs, personnes âgées) mais pour d'autres, elle semble avoir peu d'efficacité sur les capacités motrices. Les études que nous avons pu lire évoquent un effet neutre ou une tendance positive après son utilisation. Nous n'avons retrouvé aucune étude qui conclut à un effet négatif ou une perte d'efficacité chez des sujets. Cela interroge sur la publication de toutes les études réalisées, dont celles qui révèlent un effet non bénéfique.

Les études à haut niveau de preuve sont les essais cliniques randomisés, avec dans la plupart du temps un grand échantillon et la présence d'un seuil clinique minimal. Pourtant, dans les études retrouvées sur l'IM et les blessés médullaires, l'échantillon reste inférieur à trente sujets et aucun seuil clinique n'est déterminé. Des études à plus grande échelle sont

nécessaires afin de définir l'efficacité réelle de ce moyen de rééducation chez les blessés médullaires.

Nous retrouvons également souvent les mêmes auteurs à l'origine des écrits sur l'utilisation de l'IM, tel que Malouin, Grangeon ou encore Collet. Nous supposons que ces auteurs sont des spécialistes de cette technique mais cela révèle, d'autre part, un biais important dans la littérature. De plus, les évaluations de pré-intervention sont subjectives, elles reposent entièrement sur le ressenti du patient et non sur la qualité d'évaluation du kinésithérapeute. Cela engendre un biais de sélection et entraîne une prise en compte dans l'analyse des résultats. Il semble que ce point-là doit être un sujet de recherche afin d'affirmer l'éligibilité du patient par des valeurs normées.

Cette étude permet de rendre compte de l'intérêt de l'IM comme un adjuvant dans ce protocole. En effet, le rapport bénéfice/risque évoqué plus haut montre que cette technique, à faible coût et accessible à tous professionnels de santé, est favorable à son utilisation en prenant en considération la gestion des risques liés.

Concernant le rapport coût/efficacité du protocole, il est difficile de pouvoir l'estimer car nous ne pouvons attester de son efficacité. Cependant le protocole proposé se base essentiellement sur les mêmes ressources que celui proposé par le CHU. Un budget peut être demandé pour la création des planches photos, la rémunération de l'investigateur et des heures supplémentaires pour le kinésithérapeute. Il faut également prendre en compte tout ce qui est en lien avec l'étude : l'assurance, l'archivage, la direction de recherche et l'analyse de données.

Les études pilotes sont très souvent utilisées afin de répondre à des problématiques de recherche. Elles permettent de fournir des données préalables et sont à l'origine d'études de plus grande échelle. Les informations fournies dans ce protocole peuvent être reprises dans le cadre d'une plus grande étude mais également pour d'autres projets. Notre étude pilote, à l'échelle du mémoire, reste une esquisse de ce qui peut être proposé au CHU de Saint-Jacques. Nous devons tout de même garder en tête qu'une étude est réalisée sur un échantillon issu de la population réelle étudiée. Cela implique de considérer avec précaution les résultats et les conclusions qui en découlent.

L'émergence de ces techniques rééducatives mentales doit favoriser leur intégration à des protocoles. Plus des études seront réalisées sur l'efficacité et les moyens d'intégrer l'IM au

service des patients blessés médullaires, plus nous aurons d'éléments pour justifier son intérêt.

De plus, il n'existe pas encore de recommandation de bonnes pratiques concernant l'IM en termes de durée, de répétitions et de ratio. Nous supposons que cela dépend de la pathologie dans laquelle elle peut être utilisée. Néanmoins, il semble pertinent de travailler sur les modalités de pratique de l'IM afin de pouvoir l'inclure dans la prise en charge rééducative des patients.

7 Conclusion

A l'aide des éléments trouvés dans la littérature et l'expérience clinique de la prise en charge des patients opérés de Möberg, l'élaboration de notre étude pilote a été possible. Afin d'orienter notre prise en charge avec l'IM, il semble nécessaire de réaliser des études plus rigoureuses. Notre étude montre la possibilité d'intégrer l'IM au sein de divers protocoles postopératoires déjà existants mais également sur des populations spécifiques. Faire l'état des bonnes pratiques de cette technique permettra de faciliter l'accès, aux kinésithérapeutes, pour leur rééducation.

L'IM fait travailler la fonction cérébrale du sujet et demande par conséquent une capacité de concentration ainsi qu'une volonté de réaliser correctement les tâches motrices. Ce moyen met davantage en avant la place d'acteur majeur du patient dans cette relation de soin. Il se voit alors participer activement à sa rééducation et cela dépend en grande partie de son investissement. Un de nos rôles est d'accompagner le patient afin de l'autonomiser. Notre activité repose sur cette relation soignant/soigné mais également sur la rigueur de la science. Tout cela s'inscrit dans l'Evidence Based Practice (EBP) où les trois piliers sont : l'expertise du thérapeute (expériences et compétences), l'état bio-psycho-social et préférences du patient et les données de la recherche.

Analyser, évaluer et faire évoluer sa pratique professionnelle font partie du champ de compétences du kinésithérapeute. Ce mémoire d'initiation à la recherche nous a permis de découvrir le processus de production des savoirs sur lesquels repose notre activité. Il faut également savoir sélectionner les données que nous trouvons. Ce travail de recherche nous donne l'opportunité de questionner nos pratiques mais également sur ce que nous lisons dans la littérature. Cela favorise et oriente notre regard critique sur les nouvelles données publiées au sujet de notre profession.

La problématisation a été une étape cruciale afin de définir notre sujet ainsi que notre méthode de recherche. Se questionner sur les bénéfices d'une technique, qui a déjà montré son efficacité dans d'autres champs d'activités, sur une autre population nous pousse à avoir une pratique raisonnée et justifiée. La réalisation de cette étude pilote nous a poussé à nous projeter en tant que futurs professionnels de santé. Le mémoire étant un écrit de fin d'étude fournit les outils et le recul nécessaires pour se rendre compte de l'importance de la formation continue des kinésithérapeutes et cela même après le diplôme d'État.

Pour conclure, les éléments cités ci-dessus nous permettent de nous positionner favorablement à la mise en place de l'IM dans notre pratique rééducative chez les blessés médullaires. Son utilisation doit être réfléchi (rapport bénéfices/risques, coût/efficacité...), adaptée au patient (selon les capacités, l'atteinte médullaire...) et au kinésithérapeute (en fonction de ses connaissances et de son expérience sur le sujet).

Références bibliographiques et autres sources

1. Perrouin-Verbe B, Lefevre C, Kieny P, Gross R, Reiss B, Le Fort M. Spinal cord injury: A multisystem physiological impairment/dysfunction. *Revue Neurologique*. mai 2021;177(5):594-605.
2. Biering-Sørensen F, Bickenbach JE, El Masry WS, Officer A, von Groote PM. ISCoS–WHO collaboration. *International Perspectives of Spinal Cord Injury (IPSCI) report*. *Spinal Cord*. juin 2011;49(6):679-83.
3. HAS.GuideParaplégie.2007.
4. Maynard FM, Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF, Donovan WH, Ducker B, et al. *International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury*. :9.
5. Ahoniemi E, Pohjolainen T, Kautiainen H. Survival after spinal cord injury in Finland. *J Rehabil Med*. 2011;43(6):481-5.
6. Bican O, Minagar A, Pruitt AA. *The Spinal Cord*. *Neurologic Clinics*. févr 2013;31(1):1-18.
7. ASIA-ISNCSCI-Final-French-Version-Jan-2019.pdf.
8. Weltgesundheitsorganisation, éditeur. *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé: CIF*. Genève; 2001. 304 p.
9. Finnerup NB. Neuropathic pain and spasticity: intricate consequences of spinal cord injury. *Spinal Cord*. déc 2017;55(12):1046-50.
10. Tibbett JA, Field-Fote EC, Thomas CK, Widerström-Noga EG. Spasticity and Pain after Spinal Cord Injury: Impact on Daily Life and the Influence of Psychological Factors. *PM&R*. févr 2020;12(2):119-29.
11. Thaler F, Esteban C. ESCARRES DE DÉCUBITUS EN RÉANIMATION. :5.
12. Sleight AG, Cogan AM, Hill VA, Pyatak EA, Díaz J, Floríndez LI, et al. Factors Protecting Against Pressure Injuries in Medically Underserved Adults With Spinal Cord Injury: A Qualitative Study. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*. janv 2019;25(1):31-40.
13. Barrois B, Colin D, Allaert FA, Nicolas B. Épidémiologie des escarres en France. *Revue Francophone de Cicatrisation*. juill 2017;1(3):10-4.
14. Bouchot-Marchal B, Hameau S, Halfen S, Latcher C, Roman F, Ucieda C, et al. Lésions médullaires acquises de l'adulte : rééducation des paraplégies complètes. 2016;31.

15. Alexander MS, Anderson KD, Biering-Sorensen F, Blight AR, Brannon R, Bryce TN, et al. Outcome measures in spinal cord injury: recent assessments and recommendations for future directions. *Spinal Cord*. août 2009;47(8):582-91.
16. Bouchot-Marchal B, Hameau S, Diaz CU, Halfen S, Colom G, Frémont S, et al. Les outils de mesure pour l'évaluation fonctionnelle du blessé médullaire. *Kinésithérapie, la Revue*. juin 2011;11(114):19-32.
17. Kirshblum S, Snider B, Rupp R, Read MS. Updates of the International Standards for Neurologic Classification of Spinal Cord Injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. août 2020;31(3):319-30.
18. Harvey LA. Physiotherapy rehabilitation for people with spinal cord injuries. *Journal of Physiotherapy*. janv 2016;62(1):4-11.
19. 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.
20. Mateo S. Analyse cinématique de la préhension après tétraplégie: bases neurales et impact de l'imagerie motrice. :177.
21. Zlotolow - 2011 - The Role of the Upper Extremity Surgeon in the Man.pdf.
22. Devillard X, Rimaud D, Roche F, Calmels P. Les effets du réentraînement à l'effort chez le blessé médullaire. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*. juill 2007;50(6):480-9.
23. Anderson KD, Fridén J, Lieber RL. Acceptable benefits and risks associated with surgically improving arm function in individuals living with cervical spinal cord injury. *Spinal Cord*. avr 2009;47(4):334-8.
24. Fox IK, Miller AK, Curtin CM. Nerve and Tendon Transfer Surgery in Cervical Spinal Cord Injury: Individualized Choices to Optimize Function. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*. juin 2018;24(3):275-87.
25. Biering-Sørensen F, Bryden A, Curt A, Fridén J, Harvey LA, Mulcahey MJ, et al. International Spinal Cord Injury Upper Extremity Basic Data Set. *Spinal Cord*. sept 2014;52(9):652-7.
26. Moberg E, L. McDowell C, H. House J. Third International conference on Surgical Rehabilitation of the upper limb in tetraplegia (quadriplegia). *The Journal of Hand Surgery*. nov 1989;14(6):1064-6.

27. Snoek GJ, IJzerman MJ, Hermens HJ, Maxwell D, Biering-Sorensen F. Survey of the needs of patients with spinal cord injury: impact and priority for improvement in hand function in tetraplegics. *Spinal Cord*. sept 2004;42(9):526-32.
28. Hagert CGör. Erik Moberg: 1905–1993. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. janv 1993;64(6):717-24.
29. Moberg E. Surgical rehabilitation of the upper limb in tetraplegia. *Spinal Cord*. juin 1990;28(5):330-4.
30. 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.
31. Zlotolow DA. The Role of the Upper Extremity Surgeon in the Management of Tetraplegia. *The Journal of Hand Surgery*. mai 2011;36(5):929-35.
32. Malouin F, Richards CL. Mental Practice for Relearning Locomotor Skills. *Physical Therapy*. 1 févr 2010;90(2):240-51.
33. Klencklen G, Després O, Dufour A. What do we know about aging and spatial cognition? Reviews and perspectives. *Ageing Research Reviews*. janv 2012;11(1):123-35.
34. Jackson PL, Lafleur MF, Malouin F, Richards C, Doyon J. Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. août 2001;82(8):1133-41.
35. Malouin F, Richards CL. Mental Practice for Relearning Locomotor Skills. *Physical Therapy*. 1 févr 2010;90(2):240-51.
36. Jeannerod M. Neural Simulation of Action: A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage*. juill 2001;14(1):S103-9.
37. Decety J, Jeannerod M. Mentally simulated movements in virtual reality: does Fitts's law hold in motor imagery? *Behavioural Brain Research*. 1996;8.
38. Rulleau T, Toussaint L. L'imagerie motrice en rééducation. *Kinésithérapie, la Revue*. avr 2014;14(148):51-4.
39. Munzert J, Lorey B, Zentgraf K. Cognitive motor processes: The role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Research Reviews*. mai 2009;60(2):306-26.
40. Skoura X, Papaxanthis C, Vinter A, Pozzo T. Mentally represented motor actions in normal aging. Age effects on the temporal features of overt and covert execution of actions. *Behavioural Brain Research*. 7 déc 2005;165(2):229-39.

41. Stiles J. Neural plasticity and cognitive development. *Dev Neuropsychol.* 2000;18(2):237-72.
42. Grangeon M. Effets de l'imagerie motrice dans la rééducation de lésions du système nerveux central et des atteintes musculo-articulaires. *Science & Motricité.* 2009;(67):9-38.
43. Decety J, Perani D, Jeannerod M, Bettinardi V, Tadary B, Woods R, et al. Mapping motor representations with positron emission tomography. *Nature.* oct 1994;371(6498):600-2.
44. Roth et al. Possible Involvement of Primary Cortex in Mentally Simulated Movement - A functional magnetic resonance imaging study. 1996.
45. Mellet E, Petit L, Mazoyer B, Denis M, Tzourio N. Reopening the Mental Imagery Debate: Lessons from Functional Anatomy. *NeuroImage.* août 1998;8(2):129-39.
46. Guillot A, Di Rienzo F, Collet C. The Neurofunctional Architecture of Motor Imagery. In: Papageorgiou TD, Christopoulos GI, Smirnakis SM, éditeurs. *Advanced Brain Neuroimaging Topics in Health and Disease - Methods and Applications* [Internet]. InTech; 2014 [cité 22 mars 2022]. Disponible sur: <http://www.intechopen.com/books/advanced-brain-neuroimaging-topics-in-health-and-disease-methods-and-applications/the-neurofunctional-architecture-of-motor-imagery>
47. Lebon F. Imagerie motrice et activité électromyographique. *Science & Motricité.* 2008;(64):11-34.
48. Collet C, Di Rienzo F, Hoyek N, Guillot A. Corrélats neurophysiologiques de l'imagerie motrice. *Mov Sport Sci/Sci Mot.* 2013;(82):7-19.
49. Di Rienzo F, Guillot A, Mateo S, Daligault S, Delpuech C, Rode G, et al. Neuroplasticity of prehensile neural networks after quadriplegia. *Neuroscience.* août 2014;274:82-92.
50. Di Rienzo F, Collet C, Hoyek N, Guillot A. Impact of Neurologic Deficits on Motor Imagery: A Systematic Review of Clinical Evaluations. *Neuropsychol Rev.* juin 2014;24(2):116-47.
51. Malouin F, Belleville S, Richards CL, Desrosiers J, Doyon J. Working memory and mental practice outcomes after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* févr 2004;85(2):177-83.
52. Dijkerman HC, Ietswaart M, Johnston M, MacWalter RS. Does motor imagery training improve hand function in chronic stroke patients? A pilot study. *Clin Rehabil.* août 2004;18(5):538-49.

53. Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, Mayo NE. A New Approach to Retrain Gait in Stroke Patients Through Body Weight Support and Treadmill Stimulation. *Stroke*. juin 1998;29(6):1122-8.
54. Malouin F, Jackson PL, Richards CL. Towards the integration of mental practice in rehabilitation programs. A critical review. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 2013 [cité 22 mars 2022];7. Disponible sur: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2013.00576/abstract>
55. Stevens JA, Stoykov MEP. Using Motor Imagery in the Rehabilitation of Hemiparesis
11No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit on the authors or on any organization with which the authors are associated. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. juill 2003;84(7):1090-2.
56. Dickstein R, Dunsky A, Marcovitz E. Motor imagery for gait rehabilitation in post-stroke hemiparesis. *Phys Ther*. déc 2004;84(12):1167-77.
57. HAS.AVC-Recommandation-bonne-pratique-Synthèse.2012.
58. Zach S, Dobersek U, Filho E, Inglis V, Tenenbaum G. A meta-analysis of mental imagery effects on post-injury functional mobility, perceived pain, and self-efficacy. *Psychology of Sport and Exercise*. janv 2018;34:79-87.
59. Moseley GL. Imagined movements cause pain and swelling in a patient with complex regional pain syndrome. *Neurology*. 11 mai 2004;62(9):1644.
60. Braun S, Kleynen M, Schols J, Schack T, Beurskens A, Wade D. Using mental practice in stroke rehabilitation: a framework. *Clin Rehabil*. juill 2008;22(7):579-91.
61. Schuster C, Hilfiker R, Amft O, Scheidhauer A, Andrews B, Butler J, et al. Best practice for motor imagery: a systematic literature review on motor imagery training elements in five different disciplines. *BMC Med*. déc 2011;9(1):75.
62. Holmes PS, Collins DJ. The PETTLEP Approach to Motor Imagery: A Functional Equivalence Model for Sport Psychologists. *Journal of Applied Sport Psychology*. janv 2001;13(1):60-83.
63. Malouin F, Richards CL, Durand A, Doyon J. Clinical Assessment of Motor Imagery After Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. juill 2008;22(4):330-40.
64. Guillot A, Collet C, éditeurs. *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery*. Oxford ; New York: Oxford University Press; 2010. 297 p.

65. Malouin F, Richards CL, Jackson PL, Lafleur MF, Durand A, Doyon J. The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for Assessing Motor Imagery in Persons with Physical Disabilities: A Reliability and Construct Validity Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. mars 2007;31(1):20-9.
66. Corveleyn X. Liage sensoriel par l'action : rôle des modèles internes et approche diagnostique dans le cadre de la maladie d'Alzheimer. :258.
67. Hoyek N, Collet C, Guillot A. Représentation mentale et processus moteur : le cas de la rotation mentale. *Science & Motricité*. 2010;(71):29-39.
68. Rulleau T. Application clinique de l'imagerie motrice en rééducation. :184.
69. Boonstra N, Klaassen R, Sytema S, Marshall M, De Haan L, Wunderink L, et al. Duration of untreated psychosis and negative symptoms--a systematic review and meta-analysis of individual patient data. *Schizophr Res*. déc 2012;142(1-3):12-9.
70. Rienzo FD. Plasticité cérébrale et corrélats neurofonctionnels de l'imagerie motrice après lésion médullaire: étude magnétoencéphalographique et applications en rééducation. :455.
71. Grangeon M, Guillot A, Sancho PO, Picot M, Revol P, Rode G, et al. Rehabilitation of the Elbow Extension With Motor Imagery in a Patient With Quadriplegia After Tendon Transfer. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. juill 2010;91(7):1143-6.
72. In J. Introduction of a pilot study. *Korean J Anesthesiol*. 2017;70(6):601.
73. Lowe NK. What Is a Pilot Study? *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*. mars 2019;48(2):117-8.
74. Indrayan A, Malhotra RK. *Medical Biostatistics, Fourth Edition*. :759.
75. Brooks D, Stratford P. Pilot Studies and Their Suitability for Publication in *Physiotherapy Canada*. *Physiotherapy Canada*. avr 2009;61(2):66-66.
76. Decety J, Boisson D. Effect of brain and spinal cord injuries on motor imagery. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*. sept 1990;240(1):39-43.
77. Cramer SC, Orr ELR, Cohen MJ, Lacourse MG. Effects of motor imagery training after chronic, complete spinal cord injury. *Exp Brain Res*. 7 févr 2007;177(2):233-42.
78. Grangeon M, Revol P, Guillot A, Rode G, Collet C. Could motor imagery be effective in upper limb rehabilitation of individuals with spinal cord injury? A case study. *Spinal Cord*. oct 2012;50(10):766-71.

79. Lotze M, Halsband U. Motor imagery. Journal of Physiology-Paris. juin 2006;99(4-6):386-95.
80. Lotze et Halsband - 2006 - Motor imagery.pdf.
81. Correll S, Field J, Hutchinson H, Mickevicius G, Fitzsimmons A, Smoot B. RELIABILITY AND VALIDITY OF THE HALO DIGITAL GONIOMETER FOR SHOULDER RANGE OF MOTION IN HEALTHY SUBJECTS. Int J Sports Phys Ther. août 2018;13(4):707-14.
82. van Rijn SF, Zwerus EL, Koenraadt KL, Jacobs WC, van den Bekerom MP, Eygendaal D. The reliability and validity of goniometric elbow measurements in adults: A systematic review of the literature. Shoulder & Elbow. oct 2018;10(4):274-84.
83. Cours.Pratique Clinique Factuelle(EBP).LCA(fond).pdf.
84. McDowellC.L.La classification de Giens.1979.pdf.
85. Malouin et al.KVIQ.VF1.2.2007.pdf.

Table des annexes

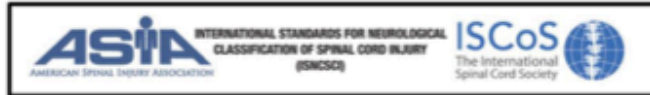
Annexe 1 : Le score ASIA

Annexe 2 : La classification de Giens

Annexe 3 : Le calendrier de suivi du protocole

Annexe 4 : Le KVIQ 10

Annexe 1 (7)



Nom du patient _____ Date / heure de l'examen _____

Nom de l'examineur _____ Signature _____



| DROITE | | MOTEUR MUSCLES CLÉS | | SENSITIF POINTS SENSITIFS CLÉS | | TOUCHER (LTD) PIQÛRE (PPD) | | MOTEUR MUSCLES CLÉS | | GAUCHE | | |
|---|---|---------------------|------|--------------------------------|--|----------------------------|--|-----------------------------------|------|--------------------------------|-----------|--|
| MSD (membre supérieur droit) | Flexion du coude | C5 | | | | | | | | | | |
| | Extension du poignet | C6 | | | | | | | | | | |
| | Extension du coude | C7 | | | | | | | | | | |
| | Flexion du majeur | C8 | | | | | | | | | | |
| | Abduction du 5ème doigt | T1 | | | | | | | | | | |
| | Remarques (Muscle non-clé ? Raison de NT ? Douleur ?) | | | | | | | | | | | |
| | | | T2 | | | | | | | | | |
| | | | T3 | | | | | | | | | |
| | | | T4 | | | | | | | | | |
| | | | T5 | | | | | | | | | |
| | | | T6 | | | | | | | | | |
| | | | T7 | | | | | | | | | |
| | | T8 | | | | | | | | | | |
| | | T9 | | | | | | | | | | |
| | | T10 | | | | | | | | | | |
| | | T11 | | | | | | | | | | |
| | | T12 | | | | | | | | | | |
| | | L1 | | | | | | | | | | |
| MID (membre inférieur droit) | Flexion de la hanche | L2 | | | | | | | | | | |
| | Extension du genou | L3 | | | | | | | | | | |
| | Dorsiflexion de cheville | L4 | | | | | | | | | | |
| | Extension du gros orteil | L5 | | | | | | | | | | |
| | Flexion plantaire de cheville | S1 | | | | | | | | | | |
| (VAC) Contraction Anale Volontaire (Oui / Non) <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | |
| | | S2 | | | | | | | | | | |
| | | S3 | | | | | | | | | | |
| | | S4-5 | | | | | | | | | | |
| TOTAL DROITE | | | | | | | | | | | | |
| (MAXIMUM) | | (50) | (56) | (56) | | | | (56) | (56) | (50) | (MAXIMUM) | |
| SCORES MOTEURS MSD <input type="checkbox"/> + MSG <input type="checkbox"/> = MS TOTAL <input type="checkbox"/> MID <input type="checkbox"/> + MIG <input type="checkbox"/> = MI TOTAL <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | |
| SCORES SENSITIFS LTD <input type="checkbox"/> + LTG <input type="checkbox"/> = LT TOTAL <input type="checkbox"/> PPD <input type="checkbox"/> + PPG <input type="checkbox"/> = PP TOTAL <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | |
| NIVEAUX NEUROLOGIQUES Étape de classification 1 à 5 au verso | | | | | | | | | | | | |
| 1. SENSITIF | | D | G | 3. NIVEAU LÉSIONNEL | | 4. COMPLETE OU INCOMPLETE | | 5. SCORE DE DEFICIENCE ASIA (AIS) | | ZONE DE PRÉSERVATION PARTIELLE | | |
| 2. MOTEUR | | D | G | | | | | | | SENSITIVE MOTRICE | | |
| | | D | G | | | | | | | | | |

Ce formulaire peut être copié librement, mais ne peut pas être modifié dans la permission de l'American Spinal cord Injury Association. Radigue et de Croux, 2018

Classification internationale de Giens

Cette classification répertorie, chez le tétraplégique, les muscles actifs au-dessous du coude, cotés à au moins 4/5 MRC. Elle est, en théorie, complétée d'une information sur les afférences sensitives (Cutaneous Cu + ou Cu -) et visuelles (Ocular O + et O-). Elle s'adresse aux patients tétraplégiques destinés à une chirurgie fonctionnelle du ou des membres supérieurs.

| GROUPE | MUSCLES (≥ 4 MRC*) | | FONCTION |
|--------|---|-------------------------------|----------------------------|
| 0 | Pas de muscle actif au dessous du coude | | |
| 1 | BR <i>(Brachioradialis)</i> | Huméro-stylo-radial | FLEXION DU COUDE |
| 2 | + ECRL <i>(extensor carpi radialis longus)</i> | +1 ^{er} Radial | EXTENSION DU POIGNET |
| 3 | + ECRB <i>(extensor carpi radialis brevis)</i> | +2 ^e Radial | EXTENSION FORTE DU POIGNET |
| 4 | + PT <i>(pronator teres)</i> | + Rond Pronateur | PRONATION DE L'AVANT-BRAS |
| 5 | + FCR <i>(flexor carpi radialis)</i> | + Grand Palmaire | FLEXION DU POIGNET |
| 6 | + EDC <i>(extensor digitorum communis)</i> | + Extenseur commun des doigts | EXTENSION DES DOIGTS |
| 7 | + EPL <i>(extensor pollicis longus)</i> | + Extenseur propre du pouce | EXTENSION DU POUCE |
| 8 | + FDC <i>(flexor digitorum communis)</i> | + Fléchisseurs des doigts | FLEXION FAIBLE DES DOIGTS |
| 9 | Main intrinsèque moins | | FLEXION FORTE DES DOIGTS |
| 10 | Exceptions et Atypies | | |

Annexe 3

CALENDRIER DE SUIVI

| | Remarques : |
|--|-------------|
| J1 jusqu'à fin de 3 ^{ème} semaine révolue | |
| 4 ^{ème} semaine révolue angle de départ : | |
| 5 ^{ème} semaine révolue angle de flexion en fin de semaine | |
| 6 ^{ème} semaine révolue angle de flexion en fin de semaine | |
| 7 ^{ème} semaine révolue angle de flexion en fin de semaine | |
| 8 ^{ème} semaine révolue angle de flexion en fin de semaine | |
| 9 ^{ème} semaine révolue angle de flexion en fin de semaine | |
| 10 ^{ème} semaine révolue angle de flexion en fin de semaine | |
| Fin de 11 ^{ème} semaine révolue angle de flexion en fin de semaine | |
| 12 ^{ème} semaine révolue angle de flexion en fin de semaine | |

Annexe 4 (85)

Version française du KVIQ VF1.2

Malouin et al. 2007

Échelle d'imagerie visuelle



Échelle d'imagerie kinesthésique



| KVIQ-20 | | Mouvements | KVIQ-10 | |
|--|------|----------------------------------|---------|------|
| 1V | 1K | Flexion/extension de la tête | | |
| 2V | 2K | Haussement des épaules | | |
| 3Vnd | 3Knd | Élévation du bras à la verticale | 3Vnd | 3Knd |
| 4Vd | 4Kd | Flexion du coude | | |
| 5Vd | 5Kd | Opposition pouce-doigts | 5Vd | 5Kd |
| <i>*Répétez les gestes #3, #4, #5 du côté opposé*</i> | | | | |
| 6V | 6K | Flexion antérieure du tronc | 6V | 6K |
| 7Vnd | 7Knd | Extension du genou | | |
| 8Vd | 8Kd | Abduction de la jambe | 8Vd | 8Kd |
| 9Vnd | 9Knd | Taper du pied | 9Vnd | 9Knd |
| 10Vd | 10Kd | Rotation externe du pied | | |
| <i>*Répétez les mouvements #7, #8, #9, #10 du côté opposé*</i> | | | | |

d: dominant nd: non-dominant

* Si évaluation bilatérale des gestes des membres

Référence: Malouin F, Richards CL, Jackson PL, Lafleur MF, Durand A, Doyon J. The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for Assessing Motor Imagery in Persons with Physical Disabilities: A reliability and Construct Validity Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy* 2007; 31:20-29.

Échelle d'imagerie visuelle**Item 1V. Flexion/extension de la tête**

1. Demeurez assis, la tête bien droite, les deux mains posées sur vos cuisses.
2. Inclinez votre tête le plus loin possible, d'abord vers l'avant, puis vers l'arrière.
3. Revenez à la position initiale. Maintenant, imaginez ce mouvement. Concentrez-vous sur la clarté de l'image.
4. Indiquez sur l'échelle suivante l'énoncé qualifiant le mieux le mouvement que vous venez de vous imaginer.

Item 2V. Haussement des épaules

1. Demeurez assis, la tête bien droite, les deux mains posées sur vos cuisses.
2. Tout en gardant les bras le long du corps, relevez vos deux épaules le plus haut possible sans bouger la tête.
3. Revenez à la position initiale. Maintenant, imaginez ce mouvement. Concentrez-vous sur la clarté de l'image.
4. Indiquez sur l'échelle suivante l'énoncé qualifiant le mieux le mouvement que vous venez de vous imaginer.

Item 3Vnd. Élévation du bras à la verticale

1. Demeurez assis, la tête bien droite, les deux mains posées sur vos cuisses.
2. Levez votre bras non-dominant (ex: le bras gauche si vous êtes droitier et vice-versa) vers le haut en le gardant tendu et devant vous jusqu'à ce qu'il soit à la verticale.
3. Revenez à la position initiale. Maintenant, imaginez ce mouvement. Concentrez-vous sur la clarté de l'image.
4. Indiquez sur l'échelle suivante l'énoncé qualifiant le mieux le mouvement que vous venez de vous imaginer.

Item 4Vd. Flexion du coude

1. Demeurez assis, la tête bien droite, le bras dominant tendu à l'horizontale vers l'avant, la main ouverte et la paume vers le haut.
2. Pliez votre coude de façon à venir toucher avec la main dominante votre épaule du même côté.
3. Revenez à la position initiale. Maintenant, imaginez le mouvement. Concentrez-vous sur la clarté de l'image.
4. Indiquez sur l'échelle suivante l'énoncé qualifiant le mieux le mouvement que vous venez de vous imaginer.

Échelle d'imagerie visuelle**Item 5Vd. Opposition pouce-doigts**

1. Demeurez assis, la tête bien droite, les deux mains posées sur vos cuisses, les paumes vers le haut.
2. Avec votre main dominante, ramenez chacun de vos doigts en contact avec votre pouce, un par un en commençant par l'index, au rythme de un mouvement par seconde.
3. Revenez à la position initiale. Maintenant, imaginez ce mouvement. Concentrez-vous sur la clarté de l'image.
4. Indiquez sur l'échelle suivante l'énoncé qualifiant le mieux le mouvement que vous venez de vous imaginer.

Item 6V. Flexion antérieure du tronc

1. Demeurez assis, la tête bien droite, les deux mains posées sur vos cuisses.
2. Inclinez votre corps le plus loin possible vers l'avant, puis redressez-vous.
3. Revenez à la position initiale. Maintenant, imaginez ce mouvement. Concentrez-vous sur la clarté de l'image.
4. Indiquez sur l'échelle suivante l'énoncé qualifiant le mieux le mouvement que vous venez de vous imaginer.

Item 7Vnd. Extension du genou

1. Demeurez assis, la tête bien droite, les deux mains posées sur vos cuisses.
2. Relevez votre avant-jambe du côté non-dominant le plus près possible de l'horizontale puis redescendez-la.
3. Revenez à la position initiale. Maintenant, imaginez ce mouvement. Concentrez-vous sur la clarté de l'image.
4. Indiquez sur l'échelle suivante l'énoncé qualifiant le mieux le mouvement que vous venez de vous imaginer.

Item 8Vd. Abduction de la jambe

1. Demeurez assis, la tête bien droite, les deux mains posées sur vos cuisses.
2. Déplacez le pied de votre côté dominant d'environ 30 centimètres (12 pouces) vers l'extérieur puis ramenez-le.
3. Revenez à la position initiale. Maintenant, imaginez le mouvement. Concentrez-vous sur la clarté de l'image.
4. Indiquez sur l'échelle suivante l'énoncé qualifiant le mieux le mouvement que vous venez de vous imaginer.

Échelle d'imagerie visuelle



Item 9Vnd. Taper du pied

1. Demeurez assis, la tête bien droite, les deux mains posées sur vos cuisses.
2. Avec votre jambe non-dominante, tapez du bout du pied trois fois au rythme de un mouvement par seconde tout en gardant le talon en contact avec le sol.
3. Revenez à la position initiale. Maintenant, imaginez le mouvement. Concentrez-vous sur la clarté de l'image.
4. Indiquez sur l'échelle suivante l'énoncé qualifiant le mieux le mouvement que vous venez de vous imaginer.

Item 10Vd. Rotation externe du pied

1. Demeurez assis, la tête bien droite, les deux mains posées sur vos cuisses.
2. Sans bouger le talon, déplacez le bout du pied de votre jambe dominante vers l'extérieur, le plus loin possible.
3. Revenez à la position initiale. Maintenant, imaginez le mouvement. Concentrez-vous sur la clarté de l'image.
4. Indiquez sur l'échelle suivante l'énoncé qualifiant le mieux le mouvement que vous venez de vous imaginer.