MINISTERE DE LA SANTE

REGION LORRAINE

INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE

DE NANCY

STIMULATION ELECTRIQUE ET HEMIPLEGIE

SES APPLICATIONS AU MEMBRE SUPERIEUR

REVUE DE LA LITTERATURE

Mémoire présenté par **Anne Catherine STARK**

étudiante en 3ème année de Masso-kinésithérapie

en vue de l'obtention du Diplôme d'état

de Masseur-kinésithérapeute.

2010-2011.

SOMMAIRE

RESUME

1 . INTRODUCTION. 1
2 . RAPPELS SUR L'ELECTRO-STIMULATION. 2
2.1. Historique de la stimulation électrique fonctionnelle. 2
2.2. Principes et effets concernant le membre supérieur. 3
2.2.1. Principes. 3
2.2.2. Effets recherchés au niveau du membre supérieur chez l'hémiplégique. 4
2.3. Études par imagerie de la répercussion de la stimulation électrique. 5
2.3.1. Phénomène de plasticité cérébrale. 5
2.3.2. Électrothérapie et plasticité cérébrale vue par imagerie. 5
2.3.2.1. Chez le sujet sain. 5
2.3.2.2. Chez le patient hémiplégique. 6
3 . METHODE. 7
3.1. Objectif de l'étude. 7
3.2. Méthode de recherche. 7
3.2.1. Bases de données consultées. 7
3.2.2. Recherche manuelle. 7
3.2.3. Mots clefs utilisés. 7
3.2.4. Critères d'inclusion des études. 8
4 . RESULTATS 8
4.1. Stimulation au niveau de l'épaule. 9
4.1.1. Effets de la subluxation. 10
4.1.2. Etude de la motricité, de la dextérité, de la coordination bimanuelle. 11
4.2. Stimulation au niveau du poignet et des doigts. 12
4.2.1. Evaluations appréciant la qualité du mouvement. [ANNEXE V] 13
4.2.1.1. Box and Blocks test. 13
4.2.1.2. Jebsen Taylor Test. [34] 14
4.2.1.3. Test de Fugl-Meyer. [34] [35] 15
4.2.1.4. Action Research Arm test. 16
4.2.2. Evaluation fonctionnelle du membre supérieur. [ANNEXE V] 17
4.3. Stimulation au niveau du membre supérieur. 17

5 . DISCUSSION 20
5.1. Difficultés rencontrées 20
5.2. Les différents biais des études incluses. 20
5.3. Les différents protocoles de stimulation. 22
5.3.1. Durée des études. 22
5.3.2. Durée et nombre de séances. 22
5.3.3. Modalité de déclenchement de la stimulation. 23
5.3.4. Muscles cibles 23
5.3.5. Paramètres de la stimulation. 24
5.4. La population choisie. 25
5.5. Efficacité de la stimulation électrique dans le temps. 26
5.6. Autres revues de la littérature. 26
6 . CONCLUSION. 29

BIBLIOGRAPHIE

POUR EN SAVOIR PLUS

ANNEXES

RESUME

L'utilisation de la stimulation électrique à des fins thérapeutiques est proposée depuis de nombreuses années. En neurologie, ses applications pour le membre inférieur sont connues pour améliorer les séquences de marche déficitaires.

Pour le membre supérieur, les courants excitomoteurs ont aussi leurs indications mais leurs applications pour améliorer la stabilité de l'épaule ou guider la récupération motrice restent limitées.

Ce mémoire se construit autour d'une recherche bibliographique reprenant les différentes études publiées sur ce sujet ces 13 dernières années.

Les résultats en ressortant mettent en évidence une amélioration de la force musculaire, mais son efficacité au niveau de la fonctionnalité du membre supérieur dans les activités de la vie quotidienne n'est pas démontrée.

Mots clefs : Hémiplégie, stimulation électrique, membre supérieur, récupération motrice.

I - INTRODUCTION.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.), une attaque cérébrale survient toutes les cinq secondes dans le monde. En France, 150 000 personnes sont concernées chaque année par cette affection. Dans les pays occidentaux, l'A.V.C. est la première cause de handicap de l'adulte, la deuxième cause de démence après la maladie d'Alzheimer (30 % des démences sont entièrement ou en partie dues à des A.V.C.) et la troisième cause de mortalité (H.A.S.). Un quart de la population atteinte d'A.V.C. à moins de 65 ans. 70 à 83% des survivants réapprennent à marcher, alors que seulement 25 à 45% récupèrent un membre supérieur fonctionnel pour les activités de la vie quotidienne [1]. Les concepts en rééducation du patient hémiplégique ont largement évolués depuis plusieurs années [2]. Différentes approches rééducatives : Bobath, Perfetti, les thérapies contraintes induites, l'imagerie mentale, le réentrainement à l'effort, l'électrothérapie, et bien d'autres existent.

Ce travail s'intéresse à l'électrothérapie et plus précisément à l'électrostimulation proposée au niveau du membre supérieur, afin de favoriser la récupération motrice et fonctionnelle des patients hémiplégiques. Un des premiers à l'utiliser à des fins fonctionnelles est Liberson [2]. Le mouvement électro-stimulé est décrit ainsi : «utilisation de la stimulation électrique dans le but d'obtenir des mouvements effectifs qui sont paralysés par atteinte du motoneurone central [...] chez les patients hémiplégiques [...] de telle sorte qu'au moment de la stimulation, la contraction musculaire ait un rôle fonctionnel, que ce soit dans la marche ou dans la préhension ou dans une autre activité musculaire».

Après un rappel sur l'utilisation des courants excitomoteurs pour le membre supérieur hémiplégique, une revue de la littérature de ces 13 dernières années étudiant ses effets vous est proposée.

2. RAPPELS SUR L'ELECTRO-STIMULATION.

2.1. Historique de la stimulation électrique fonctionnelle.

Les hommes s'intéressent depuis l'antiquité au traitement de maladies par l'électricité [3]. L'utilisation de courants électriques pour engendrer une contraction musculaire débute au XIIIe siècle avec le physicien genevois Jallabert [4]. Il constate que l'électrisation des muscles en des points précis est capable de produire des ***contractions isolées***.

Au 19ème siècle, Duchenne de Boulogne s'intéresse à ***l'électro-acupuncture***. Il implante une aiguille dans le muscle et/ou le nerf ciblé, puis délivre un courant électrique afin d'obtenir une contraction musculaire. Il reprend ensuite ses expériences en mettant au point des électrodes percutanées sur des points musculaires précis, car l'électro-acupuncture était trop douloureuse. Il créa ainsi ***l'électrothérapie moderne***.

En 1831, Faraday invente de nombreux systèmes utilisés en électrothérapie, utilisant le courant faradique. Il s'agit d'un courant alternatif, induit dans un fil métallique bobiné dans un champ magnétique.

Au début du 20ème siècle, Lepicque définit la ***rhéobase***, seuil d'excitation, et la ***chronaxie***, temps de passage minimal du courant nécessaire pour exciter un nerf avec une intensité double de la rhéobase. Bergonié, quant à lui, va utiliser l'électrostimulation afin de traiter des patients pour restaurer un potentiel musculaire déficient [4].

Grâce à une meilleure compréhension de la stimulation électrique et aux progrès de la technologie, les chercheurs s'orientèrent vers le traitement des maladies par l'électrothérapie.

Piper créa ***l'électromyographie moderne*** [5], puis Adrian mis au point l'aiguille coaxiale [6] qui rendait possible la détection du potentiel développé par une seule unité motrice.

La stimulation électrique fonctionnelle (S.E.F.), au départ développée en Slovénie, fut reprise en France par l'école de Nancy [2] [7]. Elle fut utilisée chez les sujets hémiplégiques pour son ***effet inhibiteur*** sur l'activité musculaire réflexe dans un premier temps. Elle a ensuite été proposée pour restaurer la marche des personnes atteintes d'A.V.C., en l'utilisant comme ***compensation*** afin d'améliorer les séquences de marche déficitaires.

Plus tard, la S.E.F. s'est orientée vers des objectifs plus fonctionnels, comme la ***facilitation à la marche ou la préhension*** [4].

En 1950, la relation existant entre la richesse du tracé électromyographique et la force de contraction musculaire était mise en évidence.

D'autres chercheurs comme Kabat et Lévine [8] utilisent l'électrothérapie dans les lésions neurologiques centrales et en 1952, ils stimulent les muscles antagonistes des muscles spastiques dans le but ***d'inhiber cette spasticité***.

Au départ, les appareils n'étaient pas portables, puis grâce à la miniaturisation des composants, des stimulateurs portatifs sont créés.

Grâce à des électrodes de surface positionnées sur les muscles du membre supérieur, ces stimulateurs électriques permettent d'obtenir un mouvement ciblé comme l'***extension*** du poignet ou des doigts aidant à la préhension d'un objet chez des sujets hémiplégiques. La S.E.F. de surface à plusieurs canaux a fait l'objet de travaux et il faut citer ceux de Merletti en 1975 [9] pour la S.E.F. à deux et à trois canaux appliquée au membre supérieur.

2.2. Principes et effets concernant le membre supérieur.

2.2.1. Principes.

Chez le patient hémiplégique, les applications de courant électrique concernent

préférentiellement les muscles *extenseurs des doigts et du poignet*, ainsi que le *supra-épineux* et le *deltoïde* [10]. Pour que cette stimulation soit considérée comme fonctionnelle, elle doit être accompagnée d'une activité correspondant à celles réalisées dans la vie de tous les jours, que cette dernière soit effectuée en partie volontairement ou non [2].

La S.E.F. a pour objectif de stimuler, assister, voire remplacer la contraction volontaire pour faciliter la fonction, la force et les mouvements pendant les activités fonctionnelles comme la préhension [4].

2.2.2. Effets recherchés au niveau du membre supérieur chez l'hémiplégique.

Chez l'hémiplégique, au niveau du membre supérieur, la ***paralysie*** prédomine sur les muscles extenseurs et la ***spasticité*** sur les muscles fléchisseurs [11]. De plus, il existe chez le patient hémiplégique une ***altération de la coordination épaule-coude*** dans la phase de transport avec perte de précision de la trajectoire [10]. Très souvent, lorsqu'il existe une récupération de la motricité volontaire du membre supérieur, celle-ci est incomplète et l'extension du poignet et des doigts, indispensable lors de la préhension, reste faible ou totalement absente. C'est pourquoi la plupart des tests trouvés dans la littérature sont effectués sur ces groupes musculaires (*fléchisseurs et extenseurs*) au niveau du poignet et des doigts, très proches l'un de l'autre et suffisamment superficiels pour être facilement accessibles à la stimulation. Les autres muscles du membre supérieur dont la contraction peut être évoquée par la S.E.F. sont le *deltoïde*, le *supra-épineux*, le *triceps brachial*, le *biceps* et certains *muscles intrinsèques de la main*. Tous ces muscles sont sollicités afin d'obtenir une possible ***stabilisation de l'épaule***, un ***évitement du schéma préférentiel en flexion d'épaule***, une

amélioration de la préhension et de la dextérité.

2.3. Études par imagerie de la répercussion de la stimulation électrique.

2.3.1. Phénomène de plasticité cérébrale.

Qu'est-ce que la plasticité cérébrale?

La neuroplasticité cérébrale peut se définir comme la propriété que possèdent les cellules nerveuses et les ensembles neuronaux de pouvoir modifier leur aspect structural, leur réseau de connectivité et/ou leur mode de fonctionnement, en réponse à des changements intrinsèques (facteurs génétiques, lésions) ou extrinsèques (modification environnementale) [12].

2.3.2. Électrothérapie et plasticité cérébrale vue par imagerie.

2.3.2.1. Chez le sujet sain.

De nombreux auteurs ont étudié la réorganisation corticale dans les suites de stimulation électrique du nerf médian. Différents auteurs (Spiegel [13], Backes [14], Kampe [15]), à la lumière des IRMf, ont démontré qu'il y avait une augmentation de l'activation controlatérale à la lésion du cortex sensorimoteur (aires corticales sensitive et motrice primaire S1 et M1) chez les sujets en bonne santé. De plus, une augmentation de la fréquence [15] et de l'amplitude [14] du courant amplifie ces changements au sein du cortex vu par l'IRMf.

2.3.2.2. Chez le patient hémiplégique.

Abo [16] a étudié l'effet de la stimulation électrique sur des rats atteint d'accident vasculaire cérébral. Son étude consistait à stimuler les pattes arrières de ces animaux puis de voir les changements au niveau du cortex par l'IRMf, ce qui lui a permis de découvrir une augmentation de l'activation de l'hémisphère ipsilatéral (hémisphère non atteint).

A partir des recherches effectuées, une seule référence bibliographique a été trouvée sur les répercussions de l'électrostimulation vu par IRMf chez des humains ayant eu un AVC.

En 2004, Kimberley [16] entreprend une étude incluant 16 patients afin d'observer les changements au niveau cortical chez des sujets hémiplégiques en phase chronique. Sur 3 semaines, l'auteur stimule intensivement les muscles extenseurs de l'avant-bras (60h) pour faciliter l'ouverture de la main paralysée. La stimulation est appliquée 6 heures par jour, pendant 10 jours répartis sur les 3 semaines de test. Les paramètres de la stimulation sont reportés dans le tableau I (tab. I). A l'issue du traitement, Kimberley observe à l'aide de l'IRMf une augmentation de l'intensité dans le gyrus post-central ipsilatéral à la main paralysée. Elle en conclut que la stimulation électrique peut avoir un rôle important dans la stimulation d'aires corticales sensorielles permettant l'amélioration de la fonction motrice.

Tableau I : paramètres de la stimulation électrique appliquée dans l'étude de Kimberley

Type de stimulation	Stimulation neuromusculaire associée à une contraction musculaire volontaire afin de déclencher la stimulation.
Intensité	200 microsecondes
Fréquence	50 Hertz
Muscles cibles	Extenseurs de poignet et doigts
Durée du train d'impulsion	5 secondes de stimulation / 15 secondes de repos

3. METHODE.

3.1. Objectif de l'étude.

Répondre à la question suivante : quel(s) rôle(s) joue(nt) la stimulation électrique dans la récupération motrice et fonctionnelle?

3.2. Méthode de recherche.

3.2.1. Bases de données consultées.

Nous avons effectué nos recherches sur les sites Medline, Pubmed, Cochran Collaboration Library database of Systematic Reviews, PEDro, KINEDOC, Kinésithérapie scientifique. [Annexe I]

3.2.2. Recherche manuelle.

La recherche a été complétée par les bibliographies des articles sélectionnés pour la revue (non systématique)

3.2.3. Mots clefs utilisés.

Les mots clefs dont nous nous sommes servis pour ces recherches sont : Stroke, electrical stimulation, upper extremity, motor recovery. Leur traduction française a également été utilisée, mais aucune étude dans cette langue n'a été trouvée. Le détail de cette recherche est annexé [ANNEXE I]. Au final, une cinquantaine d'articles, dont 11 ont retenu notre

attention ont été sélectionnés ainsi que 4 méta-analyses.

3.2.4. Critères d'inclusion des études.

Les études ont d'abord été retenues sur la pertinence du titre par rapport à la question posée. Si la lecture du résumé puis de l'intégralité du texte confirme les critères d'inclusion, l'étude est incluse.

Critères d'inclusion :

- Hémiplégie d'origine vasculaire.
- Electrostimulation de surface appliquée sur le membre supérieur paralysé.
- Evaluations des déficiences par des mesures spécifiques du contrôle moteur.
- Études contrôlées et/ou randomisées.
- Etudes étant en libre accès.

Au vu du faible nombre d'études trouvées dans la littérature répondant à ces critères d'inclusion, seules les études de grade A et B selon le guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations de l'H.A.S. ont été incluses [ANNEXE II].

Un descriptif précis des différents textes de la littérature inclus est annexé [ANNEXE III], ainsi qu'un tableau récapitulatif. [ANNEXE IV]

4. RESULTATS

Nous avons retenu 11 articles répondant aux critères d'inclusion. Le nombre total de patients hémiplégiques est de 433 répartis en groupe expérimental (240) et témoin (193). Le

premier groupe a reçu un traitement avec stimulation électrique fonctionnelle et le deuxième a bénéficié uniquement d'un traitement par thérapie conventionnelle ou d'un placebo.

6 articles ont été exclus de l'étude.

- Chantraine [17] ne décrit pas le placement des électrodes, ni certains paramètres de stimulation comme : la durée du train d'impulsion, le type de stimulation électrique (si déclenchement automatique ou par un mouvement volontaire). De plus, 19 patients sur les 120 hémiplégiques ont également un traumatisme crânien, ce qui induit un biais important dans les résultats obtenus.

- Wang [18] utilise une fréquence qu'il dit de tétanisation des muscles supra-épineux et deltoïde postérieur entre 10 et 14 hertz.

- Dans certaines études (Wang [18], Baker [19], Faghri [20]), nous ne retrouvons pas les évaluations permettant d'objectiver les modifications observées au niveau des performances motrices.

- Les études de Knutson [21] et de Gristenko [22] sont des études de cas.

- Popovic [23] ne communique quasiment aucune information sur les paramètres de la stimulation électrique.

4.1. Stimulation au niveau de l'épaule.

Trois études sont répertoriées :

- Linn [24] met en évidence à court et à long terme les effets de la stimulation électrique sur la subluxation de l'épaule chez un patient hémiplégique atteint depuis moins de 6 mois.

- Church [25] évalue les effets de la stimulation électrique après un AVC au stade

chronique (> 6 mois depuis l'AVC), car il constate que les données actuelles sur son efficacité ne sont pas concluantes.

- Kobayashi [26] cherche à différencier les effets de la stimulation électrique appliquée sur les muscles stabilisateurs de l'épaule : le supra-épineux et le deltoïde.

4.1.1. Effets de la subluxation.

Deux études sur trois mesurent la subluxation d'épaule avant et après traitement. Linn procède par simple observation/palpation et par une radiologie, tout comme Kobayashi qui complète son étude par l'électromyogramme.

Pour mesurer la subluxation, Linn utilise la radiologie comme outil, en traçant au départ une ligne rejoignant les extrémités supérieure et inférieure de la glène. Elle trace ensuite une ligne horizontale passant par le milieu de la première ligne et enfin mesure la distance entre la ligne horizontale et le point supérieur de la tête humérale (fig. 1).

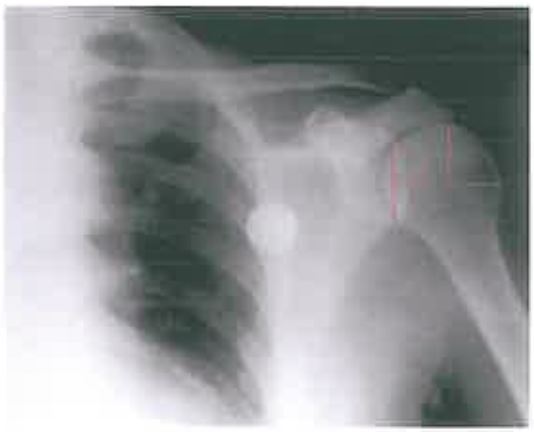

Figure 1 : mesure de la subluxation selon Linn.

L'auteur utilise également un grade de subluxation, méthode décrite par Van Langenberghe and Hogan [27]. Elle n'effectue ses mesures que sur le membre supérieur paralysé.

Pour Kobayashi, deux mesures sont effectuées, l'une avec le membre supérieur au

repos, et l'autre avec un poids lesté de 3,5 kilos au bout du membre supérieur. Pour objectiver la subluxation, il mesure la distance entre le bord inférieur de la glène et le bord inférieur du col anatomique de la tête humérale.

Les deux études semblent d'accord sur une amélioration significative de la subluxation inférieure de la tête humérale pendant la période de traitement. Linn trouve que le groupe contrôle présente une subluxation plus importante au cours du traitement ($\rho=0,06$) que le groupe expérimental, mais cette différence est annulée à la fin du traitement. De plus, à la fin du suivi total de 3 mois, Linn démontre qu'il n'y a plus de différence significative entre les deux groupes. Elle en conclut que la stimulation à un effet sur la subluxation, mais que cela ne dure pas dans le temps. Kobayashi, quant à lui, trouve une diminution significative ($\rho=0,05$) de la subluxation – le test se faisant avec le poids de 3,5 kilos – dans les deux groupes ayant reçu la stimulation électrique par rapport au groupe témoin. De plus, en comparant les deux groupes stimulés, il en conclut qu'il ne s'agit que d'une tendance à la diminution dans le groupe avec la stimulation électrique située au niveau du supra-épineux (diminution de 2,8±3,6mm) ($\rho=0,11$), alors qu'il s'agit d'une diminution significative dans le groupe ayant eu la stimulation électrique au niveau du deltoïde (diminution de 2,8±2,5mm) ($\rho<0,05$). Sans contrainte, Kobayashi ne détecte pas de différences dans la diminution de la subluxation d'épaule quel que soit le groupe, ces écarts étant insignifiants.

4.1.2. Etude de la motricité, de la dextérité, de la coordination bimanuelle.

Linn propose le Motor Assessment Scale (M.A.S.), qui se repose sur certains gestes de la vie quotidienne. Elle utilise les items qui cotent de 0 à 6 l'utilisation du membre supérieur.

Church mesure à l'aide de l'Action Research Arm test (A.R.A.) la motricité proximale et les différents types de prises, fines ou grossières, utilisées en vie quotidienne. Le Frenchay Arm test, mesurant la motricité proximale, la dextérité manuelle et la coordination bimanuelle complète ses évaluations. Enfin, il se sert de l'index de motricité, permettant d'évaluer les mouvements actifs. Kobayashi, quant à lui, fait intervenir l'électromyogramme et le Maximum Abduction Force. [ANNEXE V]

Les résultats sont contradictoires. Linn et Church ne trouvent aucune évolution, voire même une amélioration plus importante des sujets non stimulés, alors que Kobayashi trouve une plus grande augmentation de l'activité musculaire chez les patients stimulés, ainsi qu'une amélioration de la force maximale d'abduction. Il ne s'agit que d'une tendance chez les patients stimulés au niveau du supra-épineux ($\rho=0.07$), mais l'amélioration est significative chez les patients stimulés au niveau du deltoïde ($\rho<0.05$). Il rajoute même avec l'aide de l'imagerie par résonance magnétique, que 4 patients sur 12 dans les groupes avec la stimulation électrique fonctionnelle, présentent un arrachement incomplet de la coiffe des rotateurs.

4.2. Stimulation au niveau du poignet et des doigts.

6 études ressortent et mesurent les effets de la stimulation électrique sur la fonction motrice du poignet et de la main.

Francisco [28], Chae [29], Alon [30] évaluent chacun l'efficacité de la stimulation dans l'amélioration de la motricité du membre supérieur et la récupération fonctionnelle chez des patients hémiplégiques en phase aigüe.

Cauraugh [31] a les mêmes objectifs que les trois précédents auteurs, mais son test est effectué sur des patients ayant eu un A.V.C. depuis un an minimum.

De Kroon [32] veut comparer deux méthodes de stimulation électrique au niveau de la main. Il ne précise pas si ses sujets sont en phase aigüe ou chronique.

Powell [33] étudie les effets de la stimulation électrique appliquée aux extenseurs de poignet. Il veut observer les déficiences fonctionnelles du poignet et le handicap des membres supérieurs qui en résulte chez des patients hémiplégiques en cours de rééducation, leur A.V.C. étant survenu moins de 6 mois avant le début de l'étude.

4.2.1. Evaluations appréciant la qualité du mouvement. [ANNEXE V]

4.2.1.1. Box and Blocks test.

Ce test non validé chez l'hémiplégique [34] est utilisé afin de mesurer la vitesse d'exécution de déplacement. Il s'agit de compter le nombre de cubes de 2,54 cm de large déplacés d'un coté à l'autre d'une boite séparée en deux par une cloison en 60 secondes.

Figure 2 : box and blocks test.

Pour Alon, le test est effectué 3 fois et le meilleur résultat de ces 3 reprises est retenu. En ce qui concerne Cauraugh, le nombre de répétition du test n'est pas spécifié. (fig. 2)

Les deux auteurs trouvent un résultat similaire avec une augmentation significative du nombre de blocs déplacés. Ils comparent les résultats obtenus au début et à la fin du traitement, ainsi que les différences entre le groupe expérimental et le groupe témoin.

Alon : Début du traitement : 5.9 ± 6.0 blocs pour le groupe expérimental et 5.3 ± 6.2 blocs pour le groupe contrôle.

Fin du traitement : 42.3 ± 16.6 blocs pour le groupe expérimental et 26.3 ± 11.0 blocs pour le groupe contrôle.

Cauraugh trouve effectivement une amélioration, mais précise qu'il existe encore une grosse différence entre les membres supérieurs paralysés et les non atteints (16 blocs pour le membre paralysé contre 71 blocs déplacés pour le membre sain). (fig. 3)

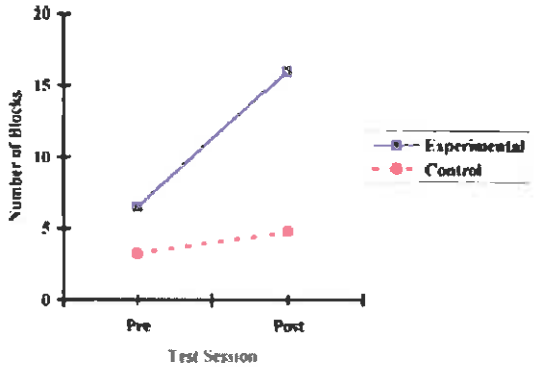

Figure 3 : nombre moyen de blocs déplacés lors du Box and Blocks test selon l'étude de Cauraugh.

4.2.1.2. Jebsen Taylor Test. [34]

Une seule étude utilise ce test. Celui-ci comprend 7 tâches chronométrées représentant des activités manuelles en référence à des gestes quotidiens. Ces tâches sont réalisées avec chaque main séparément. Cet outil étudie plusieurs types de prises et lâchers d'objets de différentes tailles, ainsi que leur manipulation. Son temps de passation court permet son utilisation en pratique clinique.

Alon constate une meilleure qualité de préhension dans le groupe stimulé (F.E.S.) en comparant les résultats obtenus au début et à la fin du traitement (ρ=0,001), ainsi qu'au groupe témoin (ρ=0,049).

Résultats obtenus au début : 47,5 ± 21,3 secondes pour le groupe stimulé et 50,9 ± 17,6

secondes pour le groupe témoin.

Résultats obtenus à la fin : 6,7 ± 2,9 secondes pour le groupe stimulé et 11,8 ± 5,4 secondes pour le groupe témoin.

Pourtant, la vitesse d'exécution du membre paralysé est toujours plus lente comparée à celle du membre supérieur sain. La différence est significative (ρ=0,037) entre les deux groupes de patients, avec un temps supérieur par rapport au membre sain de 1,6 ± 0,06 secondes pour le groupe stimulé, et 2,2 ± 0,9 secondes pour le groupe témoin. Les temps mesurés au niveau des membres sains sont de 4,2 ± 0,7 secondes dans le groupe F.E.S., et 4,9 ± 0,8 secondes dans le groupe témoin.

L'auteur précise que le groupe témoin à une majoration de temps du membre paralysé par rapport au membre sain de minimum 34,1%, alors que pour le groupe stimulé, il n'est que de 12,2% au minimum.

4.2.1.3. Test de Fugl-Meyer. [34] [35]

4 études mesurent la motricité du membre supérieur à l'aide du test de Fugl-Meyer.

3 études sur 4 montrent une amélioration significative de la motricité chez les patients stimulés. Francisco trouve un gain significatif (p=0,05) par rapport au groupe témoin. (fig. 4)

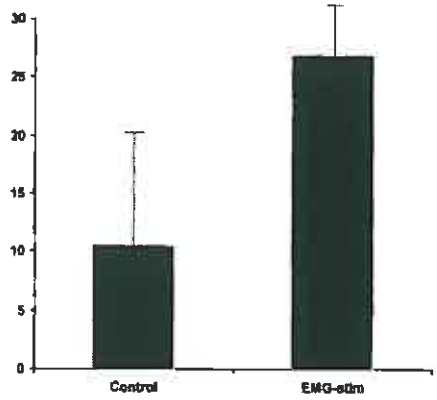

Figure 4 : histogramme représentant les gains d'après le test de Fugl-Meyer selon l'étude de Francisco.

Chae révèle une amélioration motrice significative à 4 semaines (p=0,05) comme à 12

semaines (p=0,06). Alon adapte et modifie le test de Fugl-Meyer afin de pouvoir filmer les mouvements du membre supérieur et que seuls ces mouvements soient mesurés. Il entreprend cette démarche dans l'objectif d'être le plus reproductible possible. Il n'inclut pas l'item A correspondant à l'activité réflexe, et l'item D correspondant à la coordination et la vitesse, mais sélectionne les item B correspondant au poignet, et C correspond à la main. Une amélioration significative à 12 semaines (p=0,042) est plus importante dans le groupe stimulé (49,0±5,1 points) que dans le groupe témoin (40,6±8,2 points). Il rajoute un rapport calculant la déficience restante au niveau du membre paralysé, en comparant ce dernier au membre sain. Le résultat significatif montre (p=0,042) une perte résiduelle de 7,7% ± 9,4% chez les patients stimulés, et 27,0% ± 15,2% chez les patients témoins.

Cauraugh, quant à lui, ne constate aucune amélioration en comparant les deux groupes et les résultats de début et fin de test.

4.2.1.4. Action Research Arm test.

Powell et De Kroon utilisent ce test.

Les résultats présentent des similitudes. Powell constate une amélioration plus importante dans le groupe stimulé à la 8ème semaine pour les items "Saisir" et "Tenir" (ρ=0,013 et ρ=0,02 respectivement) comparé au groupe témoin. Mais la différence d'amélioration des deux groupes ne se maintient pas au-delà de 32 semaines. Aucune différence significative n'a été observée pour les items "Pincer" et "Mouvements globaux". De Kroon, à la fin de son étude, trouve une augmentation de 3,3 points pour le groupe B (groupe ayant une stimulation exclusivement centrée sur les extenseurs de poignet et doigts), et 1,0 dans le groupe A (recevant une stimulation alternée sur les fléchisseurs et extenseurs du poignet et des doigts). Les différences entre les deux groupes sont non significatives à la fin du traitement (ρ=0,25),

comme à la fin du suivi total (12 semaines après avoir débuté le traitement) (ρ=0,39). Il rajoute que 4/15 patients du groupe B ont une amélioration significative de 5,7 points à l'A.R.A. Dans le groupe A, 1/13 patient augmente de 7 points son résultat. Les performances motrices pour le groupe B ayant bénéficié d'une stimulation centrée sur les extenseurs de poignet et doigts sont globalement 3,4 fois plus élevées que pour le groupe A.

4.2.2. Evaluation fonctionnelle du membre supérieur. [ANNEXE V]

Francisco et Chae utilisent la Mesure d'Indépendance Fonctionnelle (M.I.F.), et Powell l'indice de Bartel et le score de Rankin.

Les trois auteurs trouvent des résultats contradictoires. Francisco montre un gain significativement plus important (ρ=0,02) dans le groupe expérimental, comparé au groupe témoin, alors que Chae n'en trouve pas (ρ>0,10). Quant à Powell, il ne détecte aucune différence entre les deux groupes quel que soit le temps de traitement déjà effectué.

4.3. Stimulation au niveau du membre supérieur.

Seules deux études trouvées dans la littérature font référence à la stimulation électrique fonctionnelle sur l'ensemble du membre supérieur. Trasher [36] veut établir l'efficacité de la stimulation électrique fonctionnelle afin d'améliorer la fonction d'exploration et de préhension de la main après un A.V.C. Mann [37] quant à lui, veut mesurer les effets de la stimulation neuromusculaire sur l'avant-bras, l'extension du coude et sur la fonction de la main après A.V.C.

Ces deux auteurs se servent de tests différents. Mann n'utilise que l'A.R.A., alors que Trasher use du Fugl-Meyer, de la Mesure de l'Indépendance fonctionnelle, de l'indice de Barthel, du Chedoke-McMaster Stages of Motor Recovery (C.M.S.M.R.) et du Rehabilitation Engineering Laboratory Hand Function Test (R.E.L.H.F.T.). [ANNEXE V]

Mann effectue ses mesures à 0, 12 et 24 semaines. Il compare les résultats entre le groupe de traitement par stimulation électrique et le groupe témoin, en prenant en compte les résultats obtenus à la semaine 0, pour la comparaison des résultats à la 12ème et 24ème semaine. Il existent des différences significatives concernant l'amélioration de la préhension avec une meilleure récupération dans le groupe stimulé pour les items "Tenir" et "Pincer", mais pas pour les items "Saisir" et "les mouvements globaux". (tab. II)

Tableau II : Tableau représentant les différents résultats mesurés à l'aide de l'A.R.A. selon Mann.

		Moyenne des résultats Semaine 0	Moyenne des résultats ajustés Semaine 12	Moyenne des résultats ajustés Semaine 24
SAISIR	Groupe de Traitement	7,4	11,2	10,5
	Groupe Témoin	4,6	8,2	8,6
		ρ= 0,34	ρ= 0,074	ρ= 0,278
TENIR	Groupe de traitement	4,6	8,0	8,3
	Groupe témoin	2,8	5,2	5,5
		ρ= 0,26	ρ= 0,003	ρ= 0,016
PINCER	Groupe de traitement	2,7	8,6	8,8
	Groupe témoin	2,4	4,5	4,2
		ρ= 0,65	ρ= 0,011	ρ= 0,007
MOUVEMENT GLOBAUX	Groupe de traitement	5,6	7,0	7,3
	Groupe témoin	4,6	6,3	6,4
		ρ= 0,45	ρ= 0,313	ρ= 0,108

En ce qui concerne Trasher, les résultats montrent une amélioration de la motricité globale du membre supérieur dans le groupe stimulé. En effet, en comparant les deux groupes, l'auteur trouve une amélioration plus importante dans le groupe stimulé en ce qui concerne l'indice de Barthel, le Fugl-Meyer et le C.M.S.M.R. ($\rho<0,05$). (fig. 5)

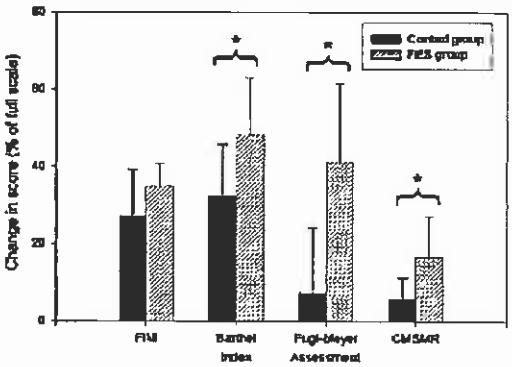

Figure 5 : Histogramme représentant les changements dans l'indépendance en termes d'activités de la vie quotidienne et des évaluations de la récupération motrice aiguë pour les sujets hémiplégiques en phase aigüe. Les astérisques (*) indiquent des différences significatives entre le traitement et les groupes témoins (P <.05). La valeur moyenne est donnée avec les barres d'erreurs représentant 1 écart-type.

De plus, à l'aide du R.E.L.H.F.T., l'amélioration significative ($\rho<0,05$) dans le groupe stimulé en ce qui concerne la prise d'objet, le serrage et la force de préhension existe, mais pas dans le port de blocs et la pause. (fig. 6)

En ce qui concerne les sujets du groupe en phase chronique, il ne s'agit que d'une tendance à l'amélioration après traitement par électrostimulation quand il compare les résultats au début et à la fin du traitement.

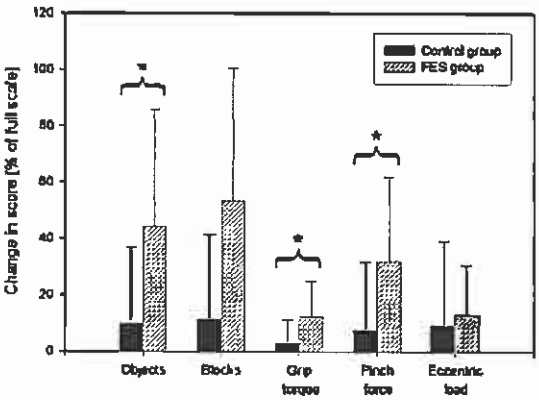

Figure 6 : Histogramme représentant le changement de préhension mesuré par le R.E.H.L.F.T. Les astérisques (*) représentent les différences significatives entre les groupes stimulé et contrôle. La valeur moyenne est donnée avec les barres d'erreurs représentant 1 écart-type.

5. DISCUSSION

5.1. Difficultés rencontrées

Toutes les études concernant la stimulation électrique appliquée au membre supérieur paralysé de l'hémiplégique sont publiées en langue anglaise. De nombreuses lectures ont dû être effectuées avant de retranscrire et comprendre correctement la méthode de réalisation des études ainsi que pouvoir intégrer de façon fidèle leurs résultats.

Chaque étude utilise un protocole particulier, avec des mesures réalisées dans des délais différents, ce qui rend difficile la généralisation des résultats.

Cette revue de la littérature n'inclut que des textes étant en libre accès, ce qui en a restreint le nombre.

5.2. Les différents biais des études incluses.

Les différentes études ont été gradées et répertoriées [ANNEXE II]. Nous constatons que 4 études sont de grade A, 7 de grade B.

Nous avons considéré certaines études comme étant de grade A, car elles regroupent une population randomisée suffisante, sans biais majeur. Seule la distribution aléatoire dans les différents groupes n'est pas explicite.

Seulement 11 études ont donc été répertoriées, incluant un nombre total de patient stimulé de 240. 3 études ont moins de 20 patients (Francisco, Alon, Cauraugh). Une étude n'a pas de groupe contrôle (De Kroon).

Pour chaque étude, les biais sont décrits ci-dessous :

Kobayashi : le groupe contrôle est constitué de personnes refusant l'électrostimulation, donc l'étude n'est pas totalement randomisée. En ce qui concerne le groupe expérimental, les stimulations durent 5 minutes au départ, ce qui nous paraît être une durée de stimulation insuffisante.

Francisco : l'effectif est réduit (9 patients). La durée du traitement correspond à la durée des séjours en réadaptation de chaque patient. Les résultats étant évalués à la sortie de ces derniers, les mesures finales sont donc effectuées à des périodes différentes en fonction du temps de séjour.

De Kroon n'a pas de groupe contrôle, il stimule des muscles cibles différents en fonction du groupe dans lequel il inclut le patient. Le groupe A reçoit la stimulation sur les muscles extenseurs et fléchisseurs du poignet et des doigts alternativement. Le groupe B reçoit la stimulation uniquement au niveau des extenseurs de poignet et des doigts. De plus, il existe des différences significatives entre les deux groupes au départ de l'étude en ce qui concerne le test A.R.A. La valeur moyenne de ce test est de 28,6 pour le groupe A et de 28,9 pour le groupe B, la différence entre les deux groupes est donc non significative (p =0,10)

Chae utilise le Fugl-Meyer, où il existe déjà des différences significatives entre les deux groupes au début de l'étude.

Cauraugh ne fait participer à son étude que 11 patients. Les critères d'inclusion/exclusion sont insuffisamment précisés (il manque par exemple l'absence ou non d'antécédent(s) traumatique(s) au membre supérieur).

Trasher : le groupe de patient en phase chronique n'a pas été randomisé. Ce groupe n'est pas comparé à un groupe témoin étant également au phase chronique. De plus, il ne précise pas les muscles stimulés.

Alon n'inclus que 15 patients. D'autre part, il ne spécifie pas la latéralité/localisation de l'atteinte.

5.3. Les différents protocoles de stimulation.

Les auteurs se servent tous d'un protocole de stimulation différent, ce qui rend l'analyse, la comparaison et le regroupement des résultats complexes. Les différentes modalités de l'électrostimulation ainsi que les descriptions de la population étudiée font l'objet d'un tableau annexé [ANNEXE IV].

5.3.1. Durée des études.

Elle diffère d'un auteur à un autre :

- Trasher et Alon effectuent leur étude sur 12 à 16 semaines
- Powell sur 8 semaines
- Kobayashi et De Kroon sur 6 semaines
- Linn et Church sur 4 semaines
- Cauraugh sur 2 semaines
- Chae sur 15 sessions.
- Deux auteurs (Francisco, Mann) ne précisent pas le nombre total de semaines.

5.3.2. Durée et nombre de séances.

Certains auteurs (Francisco, Kobayashi, Trasher) précisent que le traitement est effectué

5 fois par semaine.

Le nombre de sessions par jour ainsi que le temps de ces sessions varient :

Francisco, Mann, Cauraugh et Kobayashi appliquent la stimulation 2 fois par jour. Les 3 premiers à raison de 30 minutes par session et le dernier durant 5 à 15 minutes.

3 auteurs stimulent les muscles cibles 3 fois par jour :

- De Kroon à raison de 20 minutes au début du traitement, en augmentant progressivement la durée jusqu'à 1h à la fin de l'étude.
- Church à raison d'une heure pendant toute la durée de l'étude.
- Powell 30 minutes pendant les 8 semaines de traitement.

Linn et Alon stimulent les muscles 4 fois par jour, ce dernier précisant que le temps passe progressivement de 10 minutes à 1h par session.

5.3.3. Modalité de déclenchement de la stimulation.

Deux auteurs (Francisco, Cauraugh) couplent l'EMG de surface et l'électrostimulation. Ils proposent le déclenchement de la stimulation électrique par contraction volontaire des muscles cibles. Les autres sollicitent directement les muscles sans faire précéder la stimulation d'une contraction volontaire.

5.3.4. Muscles cibles

Les muscles cibles sont différents en fonction de la zone du membre supérieur stimulée. (tab. III).

Tableau III : tableau représentant les muscles cibles en fonction des auteurs.

	Auteurs	Muscles cibles
Epaule	Linn Church	Supra-épineux, deltoïde postérieur
	Kobayashi	Supra-épineux, deltoïde moyen.
Poignet et doigts	Francisco	Extenseurs radiaux du carpe
	Alon	Extenseurs des doigts Court extenseur du pouce Fléchisseurs superficiels des doigts Long fléchisseur du pouce Muscles thénariens
	Chae	Extenseurs des doigts Extenseurs radiaux du carpe
	De Kroon	Soit extenseur de poignet et doigts seul ou associés au fléchisseur du poignet et des doigts
	Powell	Extenseurs radiaux du carpe Extenseur ulnaire du carpe Extenseurs des doigts
	Cauraugh	Extenseurs des doigts Extenseur ulnaire du carpe
Ensemble du membre supérieur	Mann	Triceps brachial Extenseurs radiaux du carpe Extenseur commun des doigts Long extenseur du pouce

5.3.5. Paramètres de la stimulation.

La fréquence utilisée par tous les auteurs présente une marge comprise entre 20 et 50 hertz, que la stimulation se fasse au niveau de l'épaule, du poignet ou de la main. Seul Francisco admet une marge plus large (entre 20 et 100 hertz), mais précise que la fréquence est ajustée en fonction du confort du patient.

En ce qui concerne l'amplitude, elle est comprise entre 200 et 300 microsecondes. Seuls Alon, De Kroon, Church et Cauraugh ne la précise pas.

Selon les études, le rapport entre le temps de stimulation et le temps de repos est différent.

- pour l'épaule : le temps de stimulation/repos est le même pour les 3 études : 15"/15".

- pour le poignet et les doigts : le temps de stimulation/repos est de 5"/5" pour Francisco, 7"/7" pour Alon, 10"/10" pour Chae. Powell, quant à lui, réduit son temps de repos au fur et à mesure de l'étude. Il passe d'un ratio 5"/20", à 5"/15", puis 5"/10" pour finir à 5"/5". Aucune durée des trains d'impulsion n'est précisée dans l'étude de Cauraugh et De Kroon.

5.4. La population choisie.

Dans aucune étude, les effets de la stimulation électrique en phase aigüe ne sont comparés à ceux obtenus en phase chronique.

Trasher ne trouve aucune amélioration dans le groupe chronique alors qu'il en trouve dans les deux groupes en phase aigüe.

Cauraugh, dans son étude avec des sujets en phase chronique, ne décèle aucun progrès à l'aide du test de Fugl-Meyer, alors que Chae, Francisco et Alon, utilisant ce même test sur des patients en phase aïgue, notent une performance significative de la motricité globale.

En ce qui concerne le Box and Blocks test, Alon observe une augmentation du nombre de blocs déplacés (42 en moyenne). Pour Cauraugh, concernant les patients en phase chronique, le nombre de cubes déplacés est de 16 au terme de l'étude. Au regard des résultats

comparés de ces deux dernières études, les performances semblent meilleures pour les patients stimulés en phase aigüe.

Ce dernier étant le seul à mesurer l'efficacité de la stimulation électrique au niveau de sujet en phase chronique, et qu'en plus, il utilise un protocole de stimulation différent des autres, nous ne pouvons en tirer des conclusions.

Au vue de toutes les études, la stimulation électrique a un meilleur effet quand elle est appliquée chez des patients se trouvant en phase aigüe.

5.5. Efficacité de la stimulation électrique dans le temps.

Les résultats sont aléatoires en fonction des tests utilisés dans les études sélectionnées. Qu'en est-il des résultats obtenus à long terme ?

6 études mesurent l'efficacité de la stimulation électrique à long terme : le suivi varie de 3 mois (Linn, Chae, Alon) à 8 mois (Powell). Tous les groupes de patients stimulés ont gardés des bénéfices de cet entrainement spécifique, mais les gains obtenus sur le plan moteur de ce groupe sont rejoint, dans le temps, par ceux des groupes témoins.

5.6. Autres revues de la littérature.

4 méta-analyses entre 2002 et 2009 ont été proposées (De Kroon [38] en 2005, Bolton [39] en 2004, Pomeroy [40] en 2009, Ada [41] en 2002). Cette dernière ne concerne que la stimulation effectuée au niveau de l'épaule.

La revue de Pomeroy est une revue Cochrane et répond à des normes très précises.

Incluant 24 études contrôlées et randomisées, elle prend en compte la stimulation effectuée au niveau du membre supérieur mais également au membre inférieur. L'auteur conclut que la stimulation électrique fonctionnelle appliquée au membre supérieur engendre de meilleurs résultats en ce qui concerne la dextérité motrice, le contrôle moteur et la normalité du mouvement comparée à des traitements comme la thérapie conventionnelle, le traitement placebo ou à aucun traitement.

Pomeroy précise qu'à l'heure actuelle, il n'existe pas suffisamment de données fiables pour permettre une utilisation clinique de l'électrostimulation dans le cadre d'un réentraînement neuromusculaire. D'après lui, des recherches sont nécessaires pour répondre aux questions précises sur le type d'électrostimulation le plus efficace, sur le rythme des séances à proposer et sur les délais d'inclusion des patients à respecter pour une efficacité optimale.

La revue de De Kroon inclut 19 études avec un total de 392 patients stimulés. Le but de son étude est d'explorer les relations entre les différentes caractéristiques de la stimulation électrique et les effets de celle-ci dans la récupération du contrôle moteur du membre supérieur après AVC.

Bases de données : Medline, Embase, Cochrane.

Mots clefs : cerebrovascular disorders, hemiplegia, hemiparesis, arm, upper extremity, electric stimulation therapy, electric stimulation, neuromuscular electrical nerve stimulation et transcutaneous electrical nerve stimulation.

Langues : Anglaise, allemande, française et néerlandaise.

Années : de janvier 1966 à décembre 2003.

Conclusion de l'étude : De Kroon conclut que la stimulation électrique accompagnée

d'une contraction volontaire pour déclencher cette stimulation serait plus efficace qu'une stimulation sans contraction volontaire. Cela faciliterait la récupération motrice du membre supérieur après AVC.

La revue de Ada inclut 7 études. Elle évalue les effets de la stimulation électrique dans la prévention et la réduction de la subluxation d'épaule après AVC.

Bases de données : Medline, CINAHL, AMED, Embase, Cochrane.

Mots clefs : stroke, electrical stimulation and shoulder disorders.

Langue : Aucune restriction.

Années : 1966 à 2002.

Conclusion de l'étude : l'analyse montre une diminution de la subluxation. Il n'en résulte aucun écart significatif sur la réduction de la subluxation, que les auteurs référencés utilisent la stimulation électrique ou une thérapie conventionnelle. La stimulation électrique utilisée dans la prévention de la subluxation de l'épaule chez un patient hémiplégique en phase aigüe est efficace. Ses effets sur la réduction de la subluxation lorsque le patient a dépassé ce stade et que la subluxation est déjà installée sont plus aléatoires.

La revue de Bolton inclut 5 études, avec un nombre total de 47 patients dans les groupes stimulés, et 39 patients dans les groupes témoins. Les effets de la stimulation électrique associée à une contraction musculaire volontaire provoquant le déclenchement de la stimulation lors du dépassement du seuil d'excitation sur la fonction motrice du membre supérieur sont analysés.

Bases de données : Pubmed, Cochrane, recherches manuelles

Mots clefs : stroke, cerebrovascular accident, EMG-triggered stimulation, active

neuromuscular stimulation, functional electrical stimulation, motor recovery, upper extremity, physical therapy, occupational therapy, rehabilitation.

Années : 1970 à 2003

Langues : Anglaise

Conclusion de l'étude : au vu du faible nombre d'études incluses, l'auteur de se donne pas le droit de tirer de véritables conclusions.

6. CONCLUSION.

14 études répondant aux critères d'inclusion retenus dans ce mémoire ont été sélectionnées. Des conclusions précises ne peuvent être énoncées concernant les effets de la stimulation électrique sur l'amélioration de la motricité du membre supérieur.

Toutefois, il apparaît que cette stimulation engendre une diminution de la subluxation au niveau de l'épaule. Il existe également une amélioration de la préhension autant dans sa dextérité que dans la vitesse d'exécution du mouvement quand la stimulation est appliquée sur les muscles extenseurs et fléchisseurs du poignet et des doigts.

Les divers résultats concernant l'utilisation fonctionnelle du membre supérieur ne permettent pas de conclure à des bénéfices objectivés dans les activités de la vie quotidienne.

Il semble également que la stimulation électrique appliquée chez des sujets en phase aigüe entraîne une amélioration de la motricité plus importante comparée à celle effectuée chez des patients en phase chronique.

Les paramètres de stimulation variant d'une étude à l'autre, il est difficile de préciser de quelle façon ces derniers influent sur les résultats.

Il faut tout de même souligner que la stimulation électrique fonctionnelle n'est pas une

alternative à la rééducation classique. Elle ne doit en aucun cas faire négliger les principes et les méthodes de base de la rééducation de l'A.V.C.

Bibliographie

[1]. PELISSIER J., BENAIM C., ARMINGAUD Ph, VILLY J. – Techniques électrophysiologiques de rééducation de la préhension chez l'hémiplégique. – PELISSIER J., BENAIM C., ENJALBERT M. – Préhension et hémiplégie vasculaire. – Paris : Masson, 2002. – p. 89-94.

[2]. YELNIK A.- Évolution des concepts en rééducation du patient hémiplégique. - Annales de réadaptation et de médecine physique, 2005, 48 ; p. 270–277.

[3]. BORVON G. – Histoire de l'électricité de l'ambre à l'électron. – Vuilbert, 2009. – 266p.

[4]. SINEY H., CHERGUI N., BOVARD M., BELMAHFOUD R., BOFFA J-F. – Place de la stimulation électrique fonctionnelle dans la rééducation de l'accident vasculaire cérébral en 2010. – YELNIK A., DANIEL F., GRIFFON A. – Actualités dans la prise en charge de l'accident vasculaire cérébral. – Sauramps médical, 2010 ; p. 171-181.

[5] PIPER H. - Electrophysiologie menschlicher Muskeln. – Berlin: Springer-Verlag, 1912 ; 126p.

[6]. ADRIAN ED., BRONK DW. – The discharge of impulses in motor nerve fibres. – J. Physiol, 1928 ; 66 ; p81-101.

[7] ANDRE JM., CHOMIKI R., Albert A., BRUGEROLLES B., XENARD J., BESSOT MT.,et al. - La stimulation électrique fonctionnelle de surface en tant qu'orthèse de marche.- Ann Readapt Med Phys, 1987;30 ; p.387–94.

[8]. ROQUES C-F. - Pratique de l'électrothérapie : électrophysiothérapie pratique appliquée à la médecine physique et à la masso-kinésithérapie. – Berlin : Springer, 1997 ; 281p.

[9] MERLETTI R., AEIMOVIE R., GROBELNIK S., and CYILAK G. - Electrophysiological orthosis for the upper extremity in hemiplegia: feasibility study. Arch. Phys. Med. Rehabil. 1975, **56**(12): p507–513.

[10]. OUJAMAA L., MOTTET D., BENAIM C., PELISSIER J. – Evaluation instrumentalisée de la préhension. – FRAGER, PELISSIER J. – Rééducation instumentalisée après cérébrolésion vasculaire. –Paris : Masson, 2008. – p. 18-26.

[11]. DE MORAN A. - Pratique de la rééducation neurologique : le patient hémiplégique.- Paris : Masson, 2010, p. 1-100).

[12]. DIDIER J-P. – Plasticité de la fonction motrice. – Berlin : Springer, 2004. – 476p. – Académie européenne de médecin.

[13]. SPIEGEL J., TINTERA J., GAWEHN J., STOETER P., TREEDE R. – Functional MRI of human primary somatosensory and motor cortex during median nerve stimulation. – Clin Neurophysiol, 1999, 100, p.47-52.

[14]. BACKES WH., MESS WH., VAN KRANEN-MASTENBROEK V., REULEN JPH. – Somatosensory cortex responses to median nerve stimulation: fMRI effect of current amplitude and selective attention. – Clin Neurophysiol, 2000, 111.- p.1738-1744.

[15]. KAMPE K., JONES R. AUER D. – Frequency dependence of the functional MRI response after electrical median nerve stimulation. – Hum Brain Mapp, 2000, 9. – p.106-114.

[16]. KIMBERLEY T., LEWIS S., AUERBACH E., DORSEY L., LOJOVICH J., CAREY J. – Electrical stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke. – Exp Brain Res, 2004, 154. – p.450-460.

[17]. CALLAUTTI C., BARON JC. - Functional neuroimaging studies of motor recovery after stroke in adults-a review. – Stroke, 2003, 34.- p.1553-1566.

[18]. CHANTRAINE A., BARIBEAULT A., UEBELHART D., GREMION G. – Shoulder pain and dysfunction in hemiplegia: effects of functional electrical stimulation. – Arch Phys Med Rehabil, 1999 80. – p 328-331.

[19]. WANG RY., YANG YR., TSAI MW., WANG WTJ., CHAN RC. – Effects of functional electric stimulation on upper limb motor function and shoulder range of motion in hemiplegic patient. – Am J Phys Med Rehabil, 2002 81. – p283-290.

[20]. BAKER LL., PARKER K. – Neuromuscular electrical stimulation of the muscles surrounding the shoulder. – Physical Therapy, 1986, 12. – p.1930-1937.

[21]. KNUTSON JS., HARLEY MY., HISEL TZ., CHAE J. – Improving hand function in stroke survivors: a pilot study of contralaterally controlled functional electric stimulation in chronic hemiplegia. – Arch Phys Med Rehabil, 2007 88.- p 513-520.

[22]. GRITSENKO V., PROCHAZKA A. - A Functional Electric Stimulation–Assisted Exercise Therapy System for Hemiplegic Hand Function. – Arch Phys Med Rehabil, 2004 85. – p881-885.

[23]. POPOVIC MB., POPOVIC DB., SCHWIRTLICH L., SINKJAER T. – Functional electrical therapy: clinical trial in chronic hemiplegic subjects. – Neuromodulation, 2004 7. – p 133-140.

[24]. LINN SL., GRANAT MH., LEES KR. – Prevention of shoulder subluxation after stroke with electrical stimulation. –Stroke, 1999, 30. – p.963-968.

[25]. CHURCH C., PRICE C, PANDYAN AD., HUNTLEY S., CURLESS R., RODGERS H. – Randomized controlled trial to evaluate the effect of surface neuromuscular electrical stimulation to the shoulder after acute stroke. – Stroke, 2006, 37. – p.2995-3001.

[26]. KOBAYASHI H., ONISHI H., IHASHI K., YAGI R., HANDA Y. – Reduction in subluxation and improved muscle function of the hemiplegic shoulder joint after therapeutic electrical stimulation. – Journal of Electromyography and Kinesiology, 1999, 9. – p.327-336.

[27]. VAN LANGENBERGHE HVK., HOGAN BM. - Degree and grade of subluxation in the painful hemiplegic shoulder. - Scand J Rehabil Med, 1988, 20. - p161–166

[28]. FRANCISCO G, CHAE J., CHAWLA H., KIRSHBLUM S., ZOROWITZ R., LEWIS G., et al. – Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: a randomized pilot study. – Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1998, 79. – p570-575.

[29]. CHAE J., BETHOUX F., BOHINC T., DOBOS L., DAVIS T., FRIEDL A. – Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and functional recovery in acute hemiplegia. – Stroke, 1998, 29. – p.975-979.

[30]. ALON G. – Use of neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation: a challenge to all. – Journal of Rehabilitation Research and Development, 2003, 40. – p.ix-xii.

[31]. CAURAUGH J., LIGHT K., KIM S., THIGPEN M., BEHRMAN A. – Chronic motor dysfunction after stroke. Recovering wrist and finger extension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation. Stroke, 2000, 31. – p1360-1364.

[32]. DE KROON JR., IJZERMAN MJ., LANKHORST GJ., ZILVOLD G. – Electrical stimulation of the upper limb in stroke: stimulation of the extensors of the hand vs alternate stimulation of flexors and extensors. – American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2004, 83. – p592-600.

[33]. POWELL J., PANDYAN AD., GRANAT M., CAMERON M., STOTT DJ. – Electrical stimulation of wrist extensors in poststroke hemiplegia. –Stroke, 1999, 30. – p.1384-1389.

[34]. GELLEZ-LEMAN M-C., COLLE F., BONAN I., BRADAI N., YELNIK A. – Evaluation des incapacités fonctionnelles chez le patient hémiplégique : mise au point. – Annales de réadaptation et de médecine physique, 2005, 48. – p361-368.

[35]. SANFORD J., MORELAND J., SWANSON LR., STRATFORD PW., GOWIAND C. – Reliability of the Fugl-Meyer Assessment for testing motor performance in patients following stroke. - Physical Therapy, 1993, 73;7. – p447-454.

[36]. TRASHER A., ZIVANOVIC V., McILROY W., POPOVIC M. – Rehabilitation of reaching and grasping function in severe hemiplegic patients using functional electrical stimulation therapy. - Neurorehabil Neural Repair, 2008, 22. – p706-714.

[37]. MANN G., BURRIDGE J., MALONE L-J., STRIKE P-W. – A pilot study to investigate the effects of electrical stimulation on recovery of hand function and sensation in subacute stroke patients. – Neuromodulation, 2005, Volume 8, Number 3. – p 193-202.

[38]. DE KROON JR., IJZERMAN MJ., CHAE J., LANKHORST GJ., ZILVOLD G. – Relation between stimulation characteristics and clinical outcome in studies using electrical stimulation to improve motor control of the upper extremity in stroke. – J Rehabil Med, 2005 37. – p65-74.

[39]. BOLTON D., CAURAUGH JH., HAUSENBLAS HA. – Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and stroke motor recovery of arm/hand functions: a meta-analysis. – Journal of the Neurological Sciences, 2004 223. – p121-127.

[40]. POMEROY VM., KING LM., POLLOCK A., BAILY-HALLAM A. – Electrostimulation for promoting recovery of movement or functional ability after stroke. – The Cochrane Collaboration, 2009. – 71p.

[41]. ADA L., FOONGCHOMCHEAY A. – Efficacy of electrical stimulation in preventing or reducing subluxation of the shoulder after stroke: a meta analysis. – Australian Journal of Physiotherapy, 2002 48. – p257-267.

POUR EN SAVOIR PLUS:

http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_272517/evaluation-fonctionnelle-de-l-avc-et-kinesitherapie?xtmc=avc&xtcr=8

http://stroke.ahajournals.org/

ANNEXES

ANNEXE I :
Historique de recherche : mots clefs et nombre de résultats

Sites de recherche	**Mots clefs utilisés**	**Nombre de publications**	**Nombre d'articles retenus**	**Nombre d'articles inclus dans l'étude**
Pedro	Physiotherapy, stroke	164	5	1
	Electric, stimulation, therapy, stroke	46	1	0
	Electrical stimulation, stroke, upper limb motor	27	7	4
	Electrical stimulation, arm, motor recovery	17	4	1
Pubmed, MEDLINE	Electric, stimulation, hemiplegia, motor function	153	9	3
KINEDOC	Hémiplégie, physiothérapie	2	1	0
	Electro-stimulation, hémiplégie	0		
Cochran Collaboration Library database of Systematic Reviews	Electrostimulation, stroke	19	1	1
	Electrostimulation, stroke, motor recovery	12	1	1
Archives of Physical Medicine and Rehabilitation	Stroke, electrical stimulation	83	6	1
	Stroke, electrical stimulation, motor recovery	36	4	1
Kinésithérapie scientifique	Hémiplégie, stimulation électrique	0		
	Hémiplégie, électro-stimulation	0		
	Accident vasculaire cérébral	19	1	0
	Accident vasculaire cérébral, stimulation électrique	0		

ANNEXE II :
Descriptif de la gradation des différentes études de la littérature.

TEXTES	GRADE
Prevention of Shoulder Subluxation After Stroke With Electrical stimulation. [24]	A
Randomized Controlled Trial to Evaluate the Effect of Surface Neuromuscular Electrical Stimulation to the Shoulder After Acute Stroke.[25]	A
Reduction in subluxation and improved muscle function of the hemiplegic shoulder joint after therapeutic electrical stimulation.[26]	B
Electromyogramm-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors : a randomized pilot study.[28]	B
Neuromuscular Stimulation for Upper Extremity Motor and Functional Recovery in Acute Hemiplegia.[29]	B
Electrical Stimulation of Wrist Extensors in Poststroke Hemiplegia.[33]	A
Functional Electrical Stimulation Enhancement of Upper Extremity Functional Recovery During Stroke Rehabilitation : A Pilot Study.[30]	B
Chronic Motor Dysfunction After Stroke : Recovering Wrist and Finger Extension by Electromyography-Triggered Neuromuscular Stimulation.[31]	B
Electrical Stimulation of the Extensors of the Hand vs. Alternate Stimulation of Flexors and Extensors.[32]	B
A pilot study to investigate the effects of electrical stimulation on recovery of hand function and sensation in subacute stroke patient.[37]	A
Rehabilitation of reaching and grasping function in severe hemiplegic patients with functional electrical stimulation therapy.[36]	B
Relation between stimulation characteristics and clinical outcome in studies using electrical stimulation to improve motor control of the upper extremity in stroke. [38]	A
Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and stroke motor recovery of arm/hand functions : a meta-analysis.[39]	C
Electrostimulation for promoting recovery of movement or functional ability after stroke. [40]	A
Efficacy of electrical stimulation in preventing or reducing subluxation of the shoulder after stroke : a meta-analysis. [41]	A

ANNEXE III :
Description des études.

Titre : *Prevention of Shoulder Subluxation After Stroke With Electrical stimulation.[24]*
Auteur : Linn SL., Granat MH., Lees KR.
Année de publication : 1999

Objectifs de l'étude	Déterminer si la stimulation électrique peut empêcher la subluxation à court et long terme.
Description de la population étudiée	40 patients au total - le groupe expérimental : 20 hémiplégiques, dont 8 hommes, âge moyen de 71 ans. - le groupe contrôle : 20 hémiplégiques, dont 10 hommes, âge moyen de 73 ans.
Critères d'exclusion	- déficit musculaire supérieur à 2 par rapport au test manuel de force musculaire. - antécédent de pathologie au niveau de l'épaule - incapacité de donner des informations sur sa douleur - pacemaker - femme en âge de procréer Toutes les mesures doivent être effectuées et le traitement a commencé 48h après l'admission.
Paramètres de stimulation	- durée du traitement : 4 semaines - durée d'une séance de stimulation : 3 à 4 heures par jour - placement des électrodes : muscles deltoïde postérieur et supra-épineux - fréquence : 30 Hz - temps de stimulation contraction/repos : 15 secondes, espacées d'un temps de repos identique
Traitement du groupe témoin	Thérapie conventionnelle
Outils de mesures et résultats	- radiologie de l'épaule - Motor Assessment Scale.

Titre : *Randomized Controlled Trial to Evaluate the Effect of Surface Neuromuscular Electrical Stimulation to the Shoulder After Acute Stroke.[25]*
Auteur : Church C., Price C.,Pandyan AD., Huntley S., Curless R., Rodgers H.
Année de publication : 2006

Objectifs de l'étude	Evaluer la stimulation électrique après un AVC, car il constate que les données actuelles sur son efficacité ne sont pas concluantes.
Description de la population étudiée	176 patients - groupe expérimental, comprenant 90 hémiplégiques, dont 42 hommes. - groupe contrôle, comprenant 86 hémiplégiques, dont 47 hommes Critères d'exclusions : - antécédent de pathologie au niveau de l'épaule - trouble du langage/ cognitif probable d'influencer les évaluations - autre diagnostic probable de se heurter à la réadaptation - contre-indication à la stimulation électrique neuro-musculaire.
Paramètres de stimulation	- durée du traitement : 4 semaines - durée d'une séance de stimulation : 3 à 4 heures par jour - placement des électrodes : muscles deltoïde postérieur et supra-épineux - fréquence : 30 Hz - temps de stimulation contraction/repos : 15 secondes, espacées d'un temps de repos identique
Traitement du groupe témoin	- Traitement placebo à l'aide d'un stimulateur identique au groupe expérimental, mais ne délivrant aucun courant - Thérapie conventionnelle.
Outils de mesure	- Action Research Arm Test (A.R.A.) - Index Moteur du membre supérieur - Frenchay Arm Test

Titre : *Reduction in subluxation and improved muscle function of the hemiplegic shoulder joint after therapeutic electrical stimulation.[26]*
Auteur : Kobayashi H., Onishi H., Ihashi K., Yagi R., Handa Y.
Année de publication : 1999

Objectifs de l'étude :	Confirmer les effets du traitement par la stimulation électrique pour la réduction de subluxation et identifier lequel de ces deux muscles majeurs (supra-épineux ou muscle deltoïde moyen) est le plus efficace dans l'amélioration de la subluxation et de la fonction de l'épaule.
Description de la population étudiée :	- groupe témoin : 5 patients. - groupe expérimental S : 6 patients, la stimulation électrique est située au niveau du muscle supra-épineux. - groupe expérimental D : 6 patients également, la stimulation électrique est située au niveau du muscle deltoïde moyen. - l'âge moyen est de 53,2, 59,3 et 69,3ans respectivement. Critères d'exclusion : - sujets ayant reçu la thérapie électrique sur l'épaule avant cette étude - sujets ayant eu une histoire passée de maladie de l'articulation de l'épaule - sujets incapables de suivre des instructions pour l'examen - sujets n'ayant aucun mouvement volontaire de l'épaule.
Paramètres de stimulation :	- durée du traitement : 6 semaines - séances par semaine : 5 fois par semaine, deux fois par jour - durée d'une séance de stimulation : Le temps total de traitement a augmenté de deux minutes chaque jour au cours de la première semaine. Le traitement a duré 15 minutes au commencement de la deuxième semaine. - fréquence : 20 Hz - amplitude : 300 microsecondes - temps de stimulation contraction/repos : 15 secondes dont 3 secondes de pente ON et 2 secondes de pente OFF. Temps de repos équivalent.
Traitement du groupe témoin	Thérapie conventionnelle incluant la facilitation neuromusculaire, la mobilisation et les étirements des muscles d'épaule
Outils de mesures	- Radiologie - E.V.A. - E.M.G. - I.R.M. - Maximum abduction force

Titre : *Electromyogramm-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors : a randomized pilot study.[28]*
Auteur : Francisco G., Chae J., Chawla H., Kirshblum S., Zorowitz R., Lewis G.
Année de publication : 1998

Objectifs de l'étude	Evaluer l'efficacité de la stimulation dans l'amélioration de la motricité du membre supérieur et la récupération fonctionnelle chez des patients hémiplégiques en phase aigüe.
Description de la population étudiée :	9 patients au total : - 4 dans le groupe expérimental • Deux femmes • Age moyen : 60,3 ans • 1 hémiplégie gauche. - 5 dans le groupe témoin • 3 femmes • Age moyen : 69,6 ans • 5 hémiplégies gauches Critères d'exclusion : - hémorragie identifiée sur la tomographie ou l'IRM - lésion multiple - l'extension volontaire de poignet supérieure à 3/5 - comorbidité neurologique ayant détérioré la force dans l'extrémité supérieure affectée - médication ayant détérioré la performance neuromusculaire - pacemaker - femme enceinte - perte de sensibilité au niveau du membre supérieur.
Paramètres de stimulation :	- durée du traitement : temps des séjours en réadaptation de chaque patient - nombre de séances par semaine : 5 - durée d'une séance de stimulation : 2x30 minutes par jour. - placement des électrodes : extenseurs radiaux du carpe, le court et le long étant indissociables. - fréquence : 20 à 100 hertz - intensité : 0 à 60 mA - amplitude : 200 microsecondes - temps de stimulation contraction/repos : 5 secondes chacun Les patients doivent activer volontairement leur extension de poignet, afin qu'un détecteur le ressente, et envoi les impulsions nécessaires à une extension complète. La sensibilité du détecteur EMG s'étend entre 5 et 80 microvolts
Traitement du groupe témoin	Thérapie standard
Outils de mesures	- Fugl Meyer - M.I.F.

Titre : *Neuromuscular Stimulation for Upper Extremity Motor and Functional Recovery in Acute Hemiplegia.[29]*
Auteur : Chae J., Bethoux F., Bohinc T., Dobos L., Davis T., Friedl A.
Année de publication : 1998

Objectifs de l'étude :	Evaluer l'efficacité de la stimulation dans l'amélioration de la motricité du membre supérieur et la récupération fonctionnelle chez des patients hémiplégiques aigüe.
Description de la population étudiée :	- groupe expérimental : 14 patients • 7% de femmes • Age moyen : 59,4 jours • 5% d'hémiplégie droite • Temps après AVC : 13,6 jours - groupe témoin : 14 patients • 8% de femmes • Age moyen : 60 jours • 8% d'hémiplégie droite • Temps après AVC : 17,8 jours Admission des patients dans les 4 premières semaines qui suivent l'AVC. Critères d'exclusion : - âgés de moins de 18 ans - pathologie ou risque cardiaque - pacemaker - AVC antérieur - dystrophie reflexe - lésion du membre supérieur paralysé - blessure de moelle épinière - lésion cérébrale traumatique - SEP, ou Parkinson - instable niveau médicamentation - incapacité de continuer le traitement à la maison
Paramètres de stimulation :	- durée du traitement : 15 sessions - durée d'une séance de stimulation : 1 heure par jour - placement des électrodes : extenseurs communs des doigts et extenseurs radiaux du carpe. - fréquence : entre 25 et 50 Hertz - intensité : entre 0 et 60 mA - amplitude : 300 microsecondes - temps de stimulation contraction/repos : 10 secondes chacun.
Traitement du groupe témoin :	Placebo, à l'aide d'un même stimulateur, qui ne produit aucune activation motrice Thérapie conventionnelle.
Outils de mesures	Fugl-Meyer M.I.F.

Titre : *Electrical Stimulation of Wrist Extensors in Poststroke Hemiplegia.[33]*
Auteur : Powell J., Pandyan AD., Granat M., Cameron M., Stott DJ.
Année de publication : 1999

Objectifs de l'étude :	Etudier les effets de la stimulation électrique des extenseurs de poignet sur la déficience de la fonction du poignet ainsi que le handicap des membres supérieurs chez des patients hémiplégiques en cours de rééducation.
Description de la population étudiée :	60 patients au total - groupe expérimental : 30 patients, dont 16 femmes et 18 hémiplégiques gauche • Age moyen : 69 ans • Temps post-AVC : 23,9 jours - groupe témoin : 30 dont 16 femmes et 20 hémiplégiques gauche • Age moyen : 66,4 ans • Temps post –AVC : 22,9 jours
Paramètres de stimulation :	- durée du traitement : 8 semaines - durée d'une séance de stimulation : 3x30 minutes par jour - placement des électrodes : longs et court extenseurs radiaux du carpe, l'extenseur ulnaire du carpe, l'extenseur des doigts. - fréquence : 20 hertz - amplitude : 300 microsecondes - temps de stimulation contraction/repos : 5/20 secondes jusqu'à 5/5 au cours du traitement. Il faut que le patient ait achevé la dernière période de 30 minutes sans fatigue musculaire pendant 3 jours consécutif pour diminuer le temps de repos.
Traitement du groupe témoin :	Thérapie standard
Outils de mesures	- Indice de Bartel - Action Research Arm Test - Force isométrique

Titre : *Functional Electrical Stimulation Enhancement of Upper Extremity Functional Recovery During Stroke Rehabilitation : A Pilot Study.[30]*
Auteur : Alon G.
Année de publication : 2007

Objectifs de l'étude :	Tester la stimulation électrique fonctionnelle pour voir si elle peut améliorer la récupération de la fonction du membre supérieur au cours de la réhabilitation après un AVC précoce.
Description de la population étudiée :	15 patients au total : – groupe FES (n = 7) – groupe témoin (n = 8) **Critères d'inclusion :** - avoir eu un simple accident vasculaire cérébral ischémique unilatéral qui a eu lieu entre 2 et 4 semaines avant le début de l'étude (médicalement stable). - parésie du membre supérieur - score Fugl-Meyer entre 11 et 40 - aucun signe clinique de limitation d'amplitude articulaire passive du mouvement - âge entre 20 et 90 ans - admis pendant au moins 1 semaine et activement engagée dans la rééducation - l'avant-bras et la taille de la main compatible avec l'utilisation du système de stimulation H-200 ™ - au moins 60% de la flexion complète des doigts et une réponse à la stimulation des extenseurs (seulement le groupe stimulé) - capables et désireux de participer à une étude de 12 semaines - communication adéquate **Critères d'exclusion :** - implantation de stimulation électronique ou dispositif de défibrillation, des signes vitaux instables ou potentiellement mortelle, arythmie cardiaque. - réflexe actif ou faiblesse résiduelle attribuable à la diminution du neurone moteur du membre supérieur - incapacité à rester assis sur une chaise sans attelles pendant 30 minutes - comorbidité - manifestations cliniques de la subluxation de l'épaule (largeur d'un doigt ou plus) - refus d'être filmé - Mini Mental Status Examination : score de 21 ou moins.
Paramètres de stimulation :	- durée du traitement : 12 semaines - durée d'une séance de stimulation : Au départ, 10minutes 4x par jour avec deux sessions dans le cadre de la séance d'entraînement de 30 minutes et les deux autres sans exercices. Au jour 11, comme augmentation progressive, le temps de stimulation est de 4x 1h par jour. Toujours avec 30 minutes d'exercice par session, et le reste du temps, stimulation seulement - placement des électrodes : Extenseur des doigts, Court Extenseur du Pouce, Fléchisseurs Superficiel des Doigts, Long Fléchisseur Palmaire, et muscles thénariens. - Fréquence : 36 hertz - temps de stimulation contraction/repos : 7 secondes chacun
Traitement du groupe témoin :	Thérapie standard
Outils de mesures	- Box and block test - Fugl-Meyer - Jebsen-Taylor Light Object Lift Test

Titre : *Chronic Motor Dysfunction After Stroke : Recovering Wrist and Finger Extension by Electromyography-Triggered Neuromuscular Stimulation.[31]*
Auteur : Cauraugh J., Light K., Kim S., Thigpen M., Behrman A.
Année de publication : 2000

Objectifs de l'étude	Son objectif est le même que celui de Francisco ou Chae, mais son test est effectué sur des patients ayant eu un AVC depuis un an minimum.
Description de la population étudiée :	- groupe expérimental : 7 patients - groupe témoin : 4 patients Ces groupes comprennent 6 femmes, 10 hémiplégies droites. L'âge moyen des patients est de 61,64 ans Temps moyen après AVC est de 3,49 ans **Critères d'exclusion :** - contrôle moteur au-dessus de 75% par rapport au membre supérieur sain - troubles cognitifs altérant la compréhension du sujet - incapable d'étendre le poignet jusqu'à 20° d'extension en partant d'une position de 90° de flexion.
Paramètres de stimulation	- durée du traitement : 2 semaines - nombre de séances par semaine : 3 fois par semaine - durée d'une séance de stimulation : 2x30 minutes par jour - placement des électrodes : extenseurs commun des doigts, extenseur ulnaire du carpe - fréquence : 50 hertz - intensité : 14 et 29 mA - temps de stimulation contraction/repos : Le temps de stimulation est de 5 secondes. Il faut que le patient active volontairement son extension de poignet et doigts, afin que l'EMG le détecte et puisse envoyer la stimulation électrique afin d'avoir une extension complète, tout comme pour l'étude de Francisco.
Traitement du groupe témoin	Thérapie standard
Outils de mesures	- Box and Block test - Fugl-meyer - Motor Assessment Scale

Titre : *Electrical Stimulation of the Extensors of the Hand vs. Alternate Stimulation of Flexors and Extensors.[32]*
Auteur : De Kroon JR., Ijzerman MJ., Lankhorst GJ., Zilvold G.
Année de publication : 2004

Objectifs de l'étude	Veut comparer deux méthodes de stimulation électrique au niveau de la main
Description de la population étudiée	28 patients au total - groupe A : 13 patients • âge moyen : 58 ans Ces patients reçoivent la stimulation sur les muscles extenseurs et fléchisseurs du poignet et des doigts alternativement. - groupe B : 15 patients • âge moyen : 61,7 ans **Critères d'inclusion :** - AVC au niveau de l'artère cérébrale moyenne depuis minimum 6 mois. - avoir entre 18 et 80 ans - force musculaire détériorée - détérioration de la fonction du membre supérieur en raison de la paralysie spastique (spasticité a été défini comme un modèle de mouvement synergique avec un score d'Échelle d'Ashworth supérieur ou égale à 1; paralysie a été défini avec la force du poignet à 4/5 ou moins) - extension volontaire de poignet (d'au moins 10 degrés en partant de la position de repos) et des doigts - statut d'état général stable. **Critères d'exclusion :** - pacemaker - épilepsie (même 6 mois avant) - implant métallique dans la main paralysée - limitation fonctionnelle existant avant l'AVC - sérieuses contractures de l'épaule, coude ou poignet - problème important niveau cognitif, aphasie, qui ne permettrait pas une bonne compréhension de l'étude - circonférence du poignet trop important pour l'ajustement correcte de l'appareil de stimulation - aucune réaction pendant la stimulation - ayant eu un traitement intensif à base d'ES avant le test.
Paramètres de stimulation :	- durée du traitement : 6 semaines - durée d'une séance de stimulation : 3x par jour avec une session par jour de 20 minutes pendant les 10 premiers jours, puis 1 heure par session - placement des électrodes : extenseurs du poignet et des doigts
Outils de mesures	Action Research Arm Test

Titre : *A pilot study to investigate the effects of electrical stimulation on recovery of hand function and sensation in subacute stroke patient. [37]*
Auteur : Mann G., Burridge J., Malone LJ., Strike PW.
Année de publication : 2005

Objectifs de l'étude	Comparer les effets de la stimulation neuromusculaire sur l'avant-bras, l'extension du coude à l'aide d'exercices passifs sur la fonction de la main et ses sensations après AVC.
Description de la population étudiée	22 sujets au total – 11 dans le groupe stimulé – 10 dans le groupe témoin **Critères d'inclusion :** - patient admit lors des 12 premiers mois après l'A.V.C. - médicalement stable - avoir au moins 18 ans - capable de porter la main à la bouche - sensibilité au niveau de la main - pas d'antécédent de pathologie au niveau du membre supérieur - pas de pacemaker - capable de continuer la procédure du traitement **Critères d'exclusion :** Problèmes d'ordre cognitif ou psychiatrique
Paramètres de stimulation :	- durée du traitement : 24 semaines, dont 12 avec stimulation, et 12 sans stimulation. - durée d'une séance de stimulation : La période de stimulation a été augmentée de 10 à 30 minutes deux fois par jour pendant une semaine. - placement des électrodes : Une chaine sur triceps brachial pour l'extension du coude. La deuxième chaine sur les extenseurs poignets et doigts par l'ERC, ECD et si possible le long extenseur du pouce - fréquence : 40 hertz - amplitude : 300 microsecondes - intensité : faire en sorte qu'il n'y ait aucun inconfort - temps de stimulation contraction/repos : 8 secondes ON, 8s OFF
Traitement du groupe témoin	Exercices passifs d'extension du coude, du poignet et des doigts, à pratiquer pendant les mêmes périodes tous les jours. Un entrainement thérapeutique a supervisé le traitement des sujets durant leur séjour à l'hôpital.
Outils de mesures	A.R.A.

Titre : *Rehabilitation of reaching and grasping function in severe hemiplegic patients with functional electrical stimulation therapy.[36]*
Auteur : Trasher A., Zinanovic V., McIlroy W., Popovic M.
Année de publication : 2008

Objectifs de l'étude	Etablir l'efficacité d'une intervention thérapeutique basée sur la stimulation électrique fonctionnelle dans le but d'améliorer la fonction de recherche et de préhension après un AVC.
Description de la population étudiée	21 au total, dont 8 femmes - groupe FES : 10 âge moyen : 57 ans, Temps après AVC : 29,9 jours. - groupe contrôle : 11, âge moyen : 58 ans, temps après AVC : 28,5 jours. - groupe chronique : (non randomisé) 7 au total, dont 3 femmes, âge moyen 56 ans, temps après AVC : 2,7 ans. Critères d'inclusion : - avoir un score de 1 ou 2 (bras et main) selon Chedocke Macmaster Stages of Motor Recovery. (pararylisie spastique ou flasque du bras et de la main, avec peu ou pas de mouvement volontaire). - temps entre AVC et le début du protocole est de 2 à 7 semaines. - aucun œdème, aucune éruption cutanée, aucune allergie ou de blessures au niveau du placement des électrodes. - pour le groupe 3 : score de 2 ou 3 sur CMSMR (=peu ou pas de mouvement volontaire), plus même critères que pour les deux autres groupes.
Paramètres de stimulation :	- durée du traitement : 12-16 semaines - nombre de séance par semaine : 5x/semaines (3 fois par semaine pour le groupe chronique) - durée d'une séance de stimulation : 45 minutes - placement des électrodes : Non spécifiée - fréquence : 40 Hz - intensité : 10 à 50 mA - amplitude : 0 à 300 microsecondes - temps de stimulation contraction/repos : 8 minutes de stimulation, 5 minutes de repos
Outils de mesures	- Rehabilitation Engineering Laboratory Hand Function Test - Indice de Barthel - Fugl-Meyer - C.M.S.M.R. - M.I.F.

ANNEXE IV :
Tableau récapitulatif des différentes études incluses.

TEXTES	POPULATION				MODALITES DE L'ELECTRO-STIMULATION						
	Nombre	Age moyen	Localisation de l'atteinte	Temps après AVC	Types	Nombre de séance	Amplitude (µs)	Intensité (mA)	Fréquence (hz)	Muscles cibles	Durée du train d'impulsion
Francisco (1998) *Electromyogramm-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: a randomized pilot study [28]*	E= 4 T=5	60,3 ans 69,6 ans	1 HG 5 HG		EMG-stim	2x30 minutes 5x par semaine	200	0 à 60	20 à 100 , ajusté en fonction du confort du patient	Extenseur radiaux du carpe	5 secondes ON 5 secondes OFF
Linn (1999) *Prevention of shoulder subluxation after stroke with electrical stimulation [24]*	40 patients E= 20 T=20	71 ans 73 ans			SE	4 semaines 4x par jour	300		30	Supra-épineux et deltoïde postérieur	15 secondes ON (ramp up 3s, down 3s) 15 secondes OFF
Kobayashi (1999) *Reduction in subluxation and improved muscle function of the hemiplegic[26]*	17 patients S=6 D=6 T=5	59,3 ans 53,2 ans			SE	De 5 à 15 minutes 2x par jour 5x par semaine Total de 6 semaines	300		20	Supra-épineux (S) Deltoïde moyen (D)	15 secondes ON 15 secondes OFF
Trasher (2008) *Rehabilitation of reaching and grasping function in severe hemiplegic patients with functional electrical stimulation therapy [36]*	21 patients E=10 T=11 C=7	57 ans 58 ans 56 ans		29,9 jours 28,5 jours 2,7 ans	SE	5x par semaine Total 12-16 semaines 45 minutes	0 à 300	10 à 50	40		8 minutes ON 5 minutes OFF
Mann (2005) *A pilot study to investigate the effects of electrostimulation on recovery[37]*	21 E=11 T=10				SE	Augmentation de 10 à 30 minutes 2x par jour	300		40	Triceps brachial Extenseurs poignet et doigts (ERC, ECD, long extenseur du pouce)	8 secondes ON 8 secondes OFF
Alon (2007) *Functional electrical stimulation Enhancement of upper extremity functional recovery* during stroke rehabilitation [30]	15 patients E=7 T=8				SE	Total 12 semaines De 10 minutes x 4 par jour, à 1h x 4 par jour			36	ED, CEP, FSD, LFP, muscles thénariens	7 secondes ON 7 secondes OFF

E: groupe experimental ; T: groupe témoin ; C : groupe chronique ; A : groupe stimulé au niveau des fléchisseurs et extenseurs alternativement ; B : groupe stimulé au niveau des extenseurs uniquement ; S : groupe stimulé au niveau du supra-épineux ; D : groupe stimulé au niveau du deltoïde ; HG : hémiplégie gauche ; HD, hémiplégie droite ;

ANNEXE IV (SUITE)

Chae (1998) *Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and functionnal recovery in acute stroke[29]*	E=14 T=14	59,4 ans 60 ans	5% HD 8% HD	13,6 jours 17,8 jours	SE	1h par jour 15 sessions	300	Entre 0 et 60	Entre 25 et 50	ECD, ERC	10 secondes ON 10 secondes OFF
De Kroon (2004) *Electrical stimulation of the upper limb in stroke [32]*	28 A= 13 B= 15	58 ans 61,7 ans			SE	Total 6 semaines 3x par jour De 20 minutes à 1h			36	F et E poignet et doigts (A) E poignet et doigts (B)	
Powell (1999) Electrical stimulation of wrist extensors in postroke hemiplegia [33]	60 patients E= 30 T=30	69 ans 66,4 ans	18 HG 20 HG	23,9 jours 22,9 jours	SE	8 semaines 3x30 minutes par jour	300	Intensité minimale pour produire une extension complète	20	ERC, EUC, extenseurs des doigts	5/20 => 5/15 =>5/10=>5/5
Church (2006) *Randomized controlled trial to evaluate the effect of surface neuromuscular electrical stimulation to the shoulder after acute stroke [25]*	176 patients E = 90 T = 86				SE	4 semaines 3x1h par jour			30	Supra-épineux et deltoïde postérieur	15 secondes ON
Cauraugh (2000) *Chronic motor dysfunction after stroke: recovering wrist and finger ectension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation [31]*	Total 11 E=7 T=4	61,64 ans	10 hémiplégies droites au totale	3,49	EMG-stim	Deux semaines 3x par semaine 2x30 minutes par jour		Entre 14 et 29	50	ECD, EUC	

E: groupe experimental ; T: groupe témoin ; C : groupe chronique ; A : groupe stimulé au niveau des fléchisseurs et extenseurs alternativement ; B : groupe stimulé au niveau des extenseurs uniquement ; S : groupe stimulé au niveau du supra-épineux ; D : groupe stimulé au niveau du deltoïde ; HG : hémiplégie gauche ; HD, hémiplégie droite ;

ANNEXE V :
Descriptifs des tests utilisés dans les différents textes de la littérature.

(9) Frenchay arm test

Réf : Heller A, Wade DT, Wood VA, Sunderland A, Langton-Hewer R, Ward E. Arm function after stroke : measurement and recovery after the first three months. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1987 ; 50 : 714-9

Présentation

Cette évaluation de l'extrémité supérieure permet de vérifier l'utilisation du bras. Associer amplitudes passives, tonus musculaire, examen de la douleur, dynamométrie de la pince pouce-index.

Évolution du score

Total de 5 points – score 1 si réussi, 0 si incapable de réaliser l'action

Matériel nécessaire

- Crayon en graphite ou stylo, règle, feuille de papier ;
- Cylindre (12 mm x 5 cm) ;
- Gobelet ;
- Pince à linge à ressort ; bâton de 10 mm de diamètre ;
- Peigne à cheveux.

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

(1) Action Research Arm test (ARA)

Traduction d'après :

***Réf :** Lyle RC. A performance test for assessment of upper limb function in physical rehabilitation treatment and research. Internat J Rehabil Res. 1981 ; 4 : 483-92.*

Score/57. Chaque item réussi vaut 3 points.

DISPOSITIF :

Table de 83 cm de haut et une tablette (93 cm x 10 cm) positionnée à 37 cm au-dessus de la table.
Chacun des objets des items SAISIR et PINCER (bloc de bois, balle, pierre, billes de 6 mm et de 1,5 cm) devra être soulevé depuis la table jusqu'à la tablette (à 37 cm au-dessus).
L'item SAISIR requiert :

- le déplacement de tubes (en métal) depuis un emplacement vers un autre, horizontalement sur la surface de la table ;
- le placement d'une rondelle au-dessus d'un boulon.

Il n'y a pas d'emplacement précis pour chaque tâche : les objets sont placés préférentiellement du côté testé (droit ou gauche en fonction du côté hémiplégique).
Dans tous les cas, le patient est assis sur une chaise à 44 cm du sol, la table devant sa chaise.

Le test :

SAISIR =/18

1 : SAISIR : un bloc de bois de 10 cm cube (si le test est réussi le score = 3, le total = 18 et passer à TENIR)
2 : SAISIR : un bloc de bois de 2,5 cm cube (si le test est manqué le score = 0, le total = 0 et passer à TENIR)
3 : SAISIR : un bloc de bois de 5 cm cube
4 : SAISIR : un bloc de bois de 7,5 cm cube
5 : SAISIR : une balle (cricket) de 7,5 cm de diamètre
6 : SAISIR : une pierre de 10 x 2,5 x 1 cm

TENIR =/12

1 : TENIR : un verre d'eau et transvaser l'eau dans un autre verre (si le test est réussi le score = 3, le total = 12 et passer à PINCER)
2 : TENIR : un tube de 2,25 cm de diamètre et 11,5 cm de long (si le test est manqué le score = 0, le total = 0 et passer à PINCER)
3 : TENIR : un tube de 1 cm de diamètre et de 16 cm de long
4 : TENIR : une rondelle (3,5 de diamètre) au-dessus d'un boulon

PINCER =/18

1 : PINCER : une petite bille de 6 mm de diamètre entre le pouce et l'annulaire (si le test est réussi le score = 3, le total = 18 et passer à MOUVEMENTS GLOBAUX)
2 : PINCER : une bille de 1,5 cm de diamètre entre le pouce et l'index (si le test est manqué le score = 0, le total = 0 et passer à MOUVEMENTS GLOBAUX)
3 : PINCER : une petite bille de 6 mm de diamètre entre le pouce et le majeur
4 : PINCER : une petite bille de 6 mm de diamètre entre le pouce et l'index
5 : PINCER : une bille de 1,5 cm de diamètre entre le pouce et l'annulaire
6 : PINCER : une bille de 1,5 cm de diamètre entre le pouce et le majeur

MOUVEMENTS GLOBAUX =/9

1 : Placer la main derrière la tête (si le test est réussi le score = 3, le total = 9 et TERMINER) (si le test est manqué le score = 0, le total = 0 et TERMINER)
2 : Placer la main sur le dessus de la tête
3 : Mettre la main à la bouche

Cotation :
0 : **Ne peut exécuter aucune partie de l'épreuve.**
1 : Peut exécuter une partie de l'épreuve.
2 : Peut exécuter l'épreuve mais en temps anormalement long ou avec une grande difficulté.
3 : Exécute l'épreuve normalement.

(10) Index de motricité de Demeurisse

Réf : Demeurisse G, Demol O, Robaye E. Motor evaluation in vascular hemiplegia. Eur Neurol 1980 ; 19 : 382-9.
Collin C, Wade DT. Assessing motor impairment after stroke : a pilot reliability study. J Neurol Neurosurg Psychiatry 1990 ; 53 : 576-9.

TESTS (En position assise) :

Membre Supérieur :
1. Prise « en pince » ; Cube de 2,5 m entre le pouce et l'index.
2. Flexion du coude ; Depuis 90 degrés, contraction/mouvement volontaire.
3. Abduction de l'épaule ; Depuis la position coude au corps.

Membre Inférieur :
4. Dorsiflexion de cheville ; depuis la position de flexion plantaire.
5. Extension de genou ; Contraction/mouvement volontaire depuis 90 degrés.
6. Flexion de hanche ; Habituellement depuis 90 degrés.

SCORES :

Test 1 (prise en pince) :
0. Pas de mouvement.
11. Début de préhension (quelconque mouvement de l'index ou du pouce).
19. Prise du cube, mais incapable de le tenir contre la pesanteur.
22. Prise du cube, pris contre la pesanteur, mais pas contre une faible résistance (le MK tente de lui retirer le cube).
26. Prise du cube contre résistance, mais plus faible que de l'autre côté.
33. Prise en pince normale.

Tests 2 à 6 :
0. Pas de mouvement.
9. Contraction du muscle palpable, mais pas de mouvement.
14. Mouvement vu, mais pas sur toute la distance/pas contre la pesanteur.
19. Mouvement sur toute la distance contre pesanteur, pas contre résistance.
25. Mouvement contre résistance, mais plus faible que de l'autre côté.
33. Force normale.

Score Membre Sup = scores (1) + (2) + (3) + 1 (/100)
Score Membre Inf = scores (4) + (5) + (6) + 1 (/100)
Score de l'hémicorps = (Mbre sup + Mbre inf)/2

EXPLICATIONS :

Le patient doit être assis sur une chaise ou sur le côté du lit mais peu rester allongé si nécessaire.

Pince
Demander au patient d'attraper un objet de 2,5 cm (cube) entre son pouce et son index. L'objet doit être sur une surface plate (par exemple, un livre).
19 = L'examinateur doit tenir le poignet.
22 = L'objet est soulevé en l'air mais il se déloge facilement.

Flexion du coude
Le coude est fléchi à 90° avant-bras horizontal et bras vertical.
Il est demandé au patient de plier le bras jusqu'à ce que la main touche l'épaule. L'examinateur résiste avec la main au niveau du poignet du patient. Le biceps est palpé.
14 : si aucun mouvement n'est vu dans cette position, mais il existe un mouvement lorsque l'épaule est soutenue de telle façon que le bras soit horizontal.

Abduction d'épaule
Avec le coude au corps et complètement fléchi, il est demandé au patient d'écarter le bras. La contraction du deltoïde est palpée. Les mouvements de la ceinture scapulaire ne comptent pas, le mouvement doit être au niveau de la glénohumérale.
19 = Abduction de plus de 90° (dépassant la position horizontale)

Dorsiflexion de cheville
Le pied est relâché en position de flexion plantaire. Il est demandé au patient une dorsi-flexion du pied (« comme si vous mettiez sur les talons »). Le tibial antérieur est palpé.
14 = Moins de toute l'amplitude de l'amplitude de flexion dorsale.

Flexion de hanche
Assis, hanches fléchies à 90°. Il est demandé au patient d'étendre (en rectitude le genou pour toucher la main de l'examinateur maintenue devant le genou du patient). La contraction du quadriceps est palpée.
14 = Moins de 50 % de l'extension complète.
19 = Genou tendu complètement, mais peut être fléchi facilement.

(13) Index de Barthel

Réf : Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation : The Barthel index. Md State Med J 1965 ; 14 : 61-5.
Réf : Khaoulani N, Calmels P. Evaluation fonctionnelle par l'indice de Barthel. Ann Med Phys Réadapt 1991 ; 34 : 129-36

L'évolution du score pendant un séjour, ou au décours d'une série de traitements, permet de mettre en valeur les progrès accomplis dans le domaine de l'autonomie.
La valeur 0 indique une dépendance totale du patient.
La valeur 100 correspond à une complète autonomie

Item	*Description*	*Score*	*Dates*	
1.Alimentation	Autonome. Capable de se servir des instruments nécessaires. Prend ses repas en un temps raisonnable	10		
	A besoin d'aide, par exemple pour couper	5		
2.Bain	Possible sans aide	5		
3.Continence rectale	Aucun accident : capable de s'administrer un lavement ou un suppositoire si nécessaire	10		
	Accidents occasionnels : a besoin d'aide pour s'administrer un lavement ou un suppositoire	5		
4.Continence urinaire	Aucun accident : capable de prendre soin de l'appareillage si sondé	10		
	Accidents occasionnels : si sondé a besoin d'aide pour l'appareillage	5		
5.Déplacements	N'a pas besoin de fauteuil roulant. Autonome sur une distance de 50 m, éventuellement avec des cannes	15		
	Peut faire 50 mètres avec aide	10		
	Autonome dans un fauteuil roulant, si incapable de marcher sur 50 m	5		
6.Escaliers	Autonome. Peut se servir de cannes	10		
	A besoin d'aide et de surveillance	5		
7.Habillement	Autonome. Attache ses chaussures. Attache ses boutons. Met ses bretelles	10		
	A besoin d'aide, mais fait au moins la moitié de la tâche dans un temps raisonnable	5		
8.Soins personnels	Se lave le visage, se coiffe, se brosse les dents, se rase. Peut brancher un rasoir électrique	5		
9.Usage des WC	Autonome. Se sert seul du papier hygiénique, de la chasse d'eau	10		
	A besoin d'aide pour l'équilibre, pour ajuster ses vêtements et se servir du papier hygiénique	5		
10.Transfert du lit au fauteuil	Autonome, y compris pour faire fonctionner un fauteuil roulant	15		
	Surveillance ou aide minime	10		
	Capable de s'asseoir, mais a besoin d'une aide maximum pour le transfert	5		

Score :

(14) Mesure d'Indépendance Fonctionnelle

Réf : Minaire P. La mesure de l'indépendance fonctionnelle (MIF) : Historique, présentation, perspectives. J Réadaptat Méd 1991 ; 11 : 168-74.

NIVEAUX		
7.	Indépendance complète (appropriée aux circonstances et sans danger)	SANS AIDE
6.	Indépendance modifiée (appareil)	
5.	Dépendance modifiée Surveillance	AVEC AIDE
4.	Aide minimale (autonomie = 75 %+)	
3.	Aide moyenne (autonomie = 50 %+)	
2.	Dépendance complète Aide maximale (autonomie = 25 %+)	
1.	Aide totale (autonomie = 0 %+)	

		ENTRÉE	SORTIE	SUIVI
	Soins personnels			
A.	Alimentation			
B.	Soins de l'apparence			
C.	Toilette			
D.	Habillage – partie supérieure			
E.	Habillage – partie inférieur			
F.	Utilisation des toilettes			
	Contrôle des sphincters			
G.	Vessie			
H.	Intestins			
	Mobilité dans les transferts			
I.	Lit, chaise, fauteuil roulant			
J.	WC			
L.	Baignoire, douche			
	Locomotion			
L.	Marche *, fauteuil roulant *			
M.	Escalier			
	Communication			
N.	Compréhension **			
O.	Expression ***			
	Conscience du monde extérieur			
P.	Interaction sociale			
Q.	Résolution des problèmes			
R.	Mémoire			
	TOTAL			

*M = Marche **A : Auditive ***V : Verbal
*F = Fauteuil roulant **V : Visuelle ***N : Non verbal

Remarque : si un élément n'est pas vérifiable, cocher niveau 1

(15) Motor Assessment Scale (MAS) (Traduction libre)

Réf : Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L, Lynne D. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. Phys Ther 1985 ; 65 (2) : 175-80.

Score de 0 à 6 de 9 items

Transfert allongé sur le dos à sur le côté sain

1 : se tire lui-même sur le côté (position de départ doit être allongé sur le dos, les genoux non fléchis. Le patient se tire lui-même avec le bras sain, déplace la jambe atteinte avec la jambe saine).

2 : déplace les jambes activement et la moitié inférieure du corps suit (même position de départ que dessus. Le bras est laissé en arrière).

3 : le bras est levé au-dessus du corps avec l'autre bras. Les jambes sont mobilisées activement et le corps suit en bloque (position de départ comme au-dessus).

4 : déplace les bras activement à travers le corps et le reste du corps suit en bloque (position de départ comme au-dessus).

5 : déplace les bras et les jambes et roule sur le côté mais va au-delà (position de départ comme au-dessus. Les épaules enroulées vers l'avant et les bras fléchis vers l'avant).

6 : roule sur le côté en 3 secondes (position de départ comme au-dessus. Ne doit pas utiliser les mains).

Transfert allongé/assis sur le côté du lit

1 : allongé sur le côté, soulève la tête sur le côté mais ne peut pas s'asseoir (patient assisté pour se mettre sur le côté).

2 : transfert allongé sur le côté/assis sur le côté du lit (le thérapeute assiste le patient pour les mouvements. Patient contrôle la position de la tête pendant les mouvements).

3 : Transfert allongé sur le côté/assis sur le côté du lit (le thérapeute donne des aides pour se maintenir (voir annexe suivant) en aidant le déplacement des jambes sur le côté du lit).

4 : Transfert allongé sur le côté/assis sur le côté du lit (sans aide de maintien).

5 : Transfert allongé/assis sur le côté du lit (sans aide de maintien).

6 : Transfert allongé/assis sur le côté du lit en moins de 10 secondes (sans aide de maintien).

Équilibre assis

1 : s'assoit uniquement avec un dossier (le thérapeute doit aider le patient à s'asseoir).

2 : s'assoit sans appui pendant 10 secondes (sans se tenir, genoux et pieds joints, pied éventuellement en appui sur le sol).

3 : s'assoit sans appui avec le poids bien équilibré vers l'avant et bien réparti (le poids doit être en avant des hanches, tête et rachis thoracique en extension, poids bien réparti sur les 2 côtés).

4 : s'assoit sans appui, tourne la tête et le tronc pour regarder derrière (pieds joints et en appui. Ne pas laisser partir les jambes en abduction ou les pieds bouger. Laisser les mains sur les cuisses, ne pas laisser les mains saisir les accoudoirs).

5 : s'assoit sans appui, se penche vers l'avant pour toucher le sol, et revient dans la position de départ (pieds en appui sur le sol. Ne pas permettre au patient de se tenir. Ne pas permettre aux jambes et aux pieds de bouger, soutenir le bras atteint si nécessaire. Les mains doivent toucher le sol à au moins 10 cm en avant des pieds).

6 : s'assoit sur un tabouret sans appui, arrive à toucher de chaque côté le sol, et revient dans la position de départ (pieds en appui sur le sol. Ne pas permettre au patient de se tenir. Ne pas

permettre aux jambes et aux pieds de bouger, soutenir le bras atteint si nécessaire. Le patient doit atteindre chaque côté pas vers l'avant).

Transfert assis/debout

1 : arrive à se lever avec l'aide du thérapeute (n'importe quelle méthode).
2 : arrive à se lever avec une aide à maintenir la position debout (poids mal réparti, utilise les mains sur les appuis).
3 : arrive à se lever (ne pas permettre une mauvaise distribution du poids ou une aide des mains)
4 : arrive à se lever et reste debout pendant 5 secondes avec les hanches et les genoux tendus (ne pas permettre une mauvaise distribution du poids).
5 : arrive à se lever sans aide et à tenir la station debout (ne pas permettre une mauvaise distribution du poids. Extension complète des hanches et des genoux).
6 : arrive à se lever sans aide et à tenir la station debout 3 fois de suite en 10 secondes (ne pas permettre une mauvaise distribution du poids).

Marche

1 : reste debout sur la jambe atteinte et fait un pas vers l'avant avec l'autre jambe (la hanche supportant l'appui doit être tendue. Le thérapeute peut donner des aides pour se maintenir).
2 : marche avec une aide de maintien debout d'une personne.
3 : marche 3 mètres seul ou avec une aide technique mais sans aide de maintien.
4 : marche 5 mètres sans aide en 15 secondes.
5 : marche 10 mètres sans aide, fait demi-tour, ramasse un petit sac de sable sur le sol, et revient en 25 secondes (peut utiliser n'importe quelle main).
6 : monte et descend 4 marches avec ou sans aide technique mais sans tenir la rampe plus de 3 fois en 35 secondes.

Fonction du membre supérieur

1 : couché, enroule la ceinture scapulaire le bras en élévation (le thérapeute place le bras en position et maintien le coude en extension).
2 : couché, maintien le bras en élévation pendant 2 secondes (le kinésithérapeute doit placer le bras en position et le patient doit maintenir la position avec une légère rotation externe. Le coude doit être maintenu entre 20° et l'extension complète).
3 : flexion et extension du coude pour amener la paume sur le devant de la tête, bras en position 2 (le thérapeute peut aider la supination de l'avant-bras).
4 : assis, maintien le coude en extension lors de la flexion antérieure de 90° pendant 2 secondes (le thérapeute peut placer le bras dans la position et le patient doit maintenir la position avec un peu de rotation externe et le coude en extension. Ne pas permettre une élévation excessive de l'épaule).
5 : assis, le patient lève le bras dans la position ci-dessus, le maintien 10 secondes, et le redescend (le patient doit maintenir la position avec un peu de rotation externe. Ne pas permettre la pronation).
6 : debout, main contre un mur. Maintenir la position du bras pendant que le corps tourne vers le mur (le bras en abduction à 90° avec la paume à plat contre le mur).

Mouvements de la main

1 : assis, extension du poignet (le thérapeute doit avoir le patient assis à côté d'une table avec l'avant-bras posé dessus. Le thérapeute place des objets cylindriques dans la paume du patient. Il est demandé au patient de lever les objets au-dessus de la table en réalisant une extension du poignet. Ne pas permettre d'extension du coude).

2 : assis, inclinaison latérale du poignet (le thérapeute doit placer l'avant-bras en semi-pronation, c'est-à-dire l'ulna sur la table et le pouce dans le prolongement de l'avant-bras et le poignet en extension, les doigts autour d'un objet cylindrique. Il est demandé au patient de lever la main de la table. Ne pas permettre la flexion du coude ou la pronation).

3 : assis, coude au corps. Pronation et supination (coude sans appui et à angle droit. Trois quarts de l'amplitude accepté).

4 : atteindre vers l'avant, attraper une balle large de 14 cm de diamètre avec les 2 mains et la poser par terre (la balle est posée sur une table devant le patient à une distance telle qu'il doit tendre complètement le bras pour l'atteindre. Les épaules doivent être enroulées vers l'avant, les coudes en extension, le poignet en position neutre ou en extension. Les paumes doivent garder le contact avec la balle).

5 : ramasser un verre en polystyrène d'une table et le poser sur la table de l'autre côté latéralement au corps.

6 : réaliser des oppositions du pouce avec les doigts de la main de manière continue plus de 14 fois en 10 secondes (chaque doigt à tour de rôle touche le pouce, commencer par l'index. Ne pas laisser le pouce glisser d'un doigt à l'autre, ou revenir en arrière).

Activités avancées de la main

1 : retirer le capuchon d'un stylo et le remettre (le patient étire les bras devant, retire le capuchon, et le relâche sur la table proche de lui).

2 : retirer une dragée d'une tasse à thé et la placer dans une autre tasse (une tasse à thé contient 8 dragées. Les deux coupes doivent être à longueur de bras. La main gauche prend les dragées de la tasse de droite pour l'amener à gauche).

3 : dessiner une ligne horizontale et s'arrêter à une ligne verticale, 10 fois en 20 secondes (au moins 5 lignes doivent s'arrêter et toucher la ligne verticale).

4 : tenir un crayon, écrire rapidement des points consécutifs sur une feuille de papier (le patient doit réaliser 2 points à la seconde pendant 5 secondes. Le patient prend le crayon sans assistance. Le patient doit tenir le crayon comme pour écrire. Le patient doit réaliser un point pas un trait).

5 : amener une cuillère à dessert de liquide à la bouche (ne pas permettre à la tête de se pencher vers la cuillère. Ne pas permettre au liquide de couler).

6. tenir un peigne et se peigner les cheveux à l'arrière de la tête.

Tonus général

1 : flasque, mou, pas de résistance quand des parties du corps sont manœuvrées.

2 : quelques réponses sont senties quand des parties du corps sont bougées.

3 : variable, parfois flasque, parfois bon tonus, parfois hypertonique.

4 : réponse uniformément normale.

5 : hypertonique 50 pour cent du temps.

6 : hypertonique tout le temps.

(17) Rankin Handicap Scale : Échelle d'évaluation du handicap après AVC de Rankin (traduction libre)

Réf : Rankin J. Cerebral vascular accidents in patients over the age of 60 II. Prognosis. Scott Med J 1957 ; 2 : 200-15.

0	Pas de symptômes
1	Symptômes mineurs qui n'interfèrent pas avec le mode de vie
2	Handicap mineur : symptômes qui conduisent à une certaine restriction du mode de vie mais qui n'interfèrent pas avec la capacité du patient à s'occuper de lui-même
3	Handicap modéré : symptômes qui restreignent significativement le mode de vie et empêchent une existence totalement indépendante
4	Handicap modérément sévère : symptômes qui empêchent clairement le patient de mener une existence indépendante, mais nécessiter une attention constante
5	Handicap sévère : patient totalement dépendant qui requiert une attention constante jour et nuit

(17 bis) Échelle de Rankin modifiée (traduction libre)

Réf : Bonita R, Beaglehole R. Modification of Rankin Scale : Recovery of motor function after stroke. Stroke 1988 ; 19 (12) : 1497-1500.

0	Asymptomatique, aucun handicap
1	Symptômes minimes, handicap très peu important • activités usuelles possibles
2	Handicap minime • restriction de certaines activités antérieures • mais activités de la vie quotidienne non limitées ou très peu
3	Handicap modéré • activités antérieures notablement limitées • marche, transferts et toilette sans aide : aide partielle nécessaire pour d'autres activités (habillage, bain, alimentation, etc.)
4	Handicap modérément sévère • marche et activités de la vie quotidienne impossible sans aide • incapable de s'occuper soi-même sans assistance
5	Handicap sévère • patient grabataire ou incapable de sortir du fauteuil • nécessité d'une supervision permanente
6	Inconscient ou état comateux
X	Handicap dû à d'autres facteurs • évaluation impossible

Blocs rectangulaire en bois.
Dimension de 40mm x 40mm x 120mm.
Trois pèsent 100 grammes, 3 autres 200 grammes et les trois derniers 300g.
Dans chaque groupe de 3 blocs, les surfaces sont différentes : un bloc avec une surface glissante, un bloc en bois poli et un avec une surface non glissante.

Chacun des neufs blocs doivent être placés sur un bureau, 20-30 cm devant le sujet.
Le sujet doit essayer de prendre chacun des blocs et de les conserver plus de 20 à 30 secondes.
Résultat : 0 si le sujet ne peut pas tenir un cube.
1 : si le sujet peut tenir le bloc pendant quelques secondes avant de tomber.
2 : si le sujet peut maintenir le bloc plus de 20 à 30 secondes.

Cylindre :
30 mm de diamètre.
Surface en bois poli.
Dynamomètre accroché à une des extrémités.
Ce test vise à évaluer la force utilisée pour saisir l'objet.
Permet de voir si le patient peut saisir et utiliser des objets comme un couteau, une brosse à dent, une brosse à cheveux, un rasoir…

Le sujet doit tenir le cylindre à l'aide d'une prise palmaire. La force à noter est celle qu'il faut afin que le cylindre commence à tourner dans la main.

Carte de crédit et dynamomètre :
Ce test permet d'évaluer la force de préhension à l'aide de la face palmaire ou latérale des doigts.

Le sujet doit maintenir la carte de crédit en utilisant les faces palmaires ou latérales. Le testeur doit appliquer une force jusqu'à ce que la carte glisse des doigts. Noter la force nécessaire pour retirer la carte.

Barre en bois :
Section transversale elliptique avec un diamètre de 35 et 40 mm, une longueur de 800 mm et le poids étant de 600g. La barre est graduée tous les cm.
La gradation 0 est située au milieu.
Ce test évalue la prise palmaire d'un objet dans la manipulation de charges excentrées.
Ce test est important car il traite le port d'objet comme un marteau, un bol, une poêle ou une canne à pêche.

Le sujet doit tenir la barre en son milieu avec une prise palmaire. Le testeur doit pousser lentement la barre dans une direction jusqu'à ce que l'excentricité de la barre induise son relâchement. On note le moment à partir duquel la barre n'est plus horizontale.
Puis on fait le test avec la poussé opposée.

Echelle de FUGL-MEYER

NOM - PRENOM :							
Dates							
A. Epaule/Coude/avant bras en position assise							
1. Reflexes	Bicipital						
	Tricipital						
	Fléchisseur des doigts						
Total		0	0	0	0	0	0
2. Motricité volontaire en synergie							
Synergie en flexion							
Epaule	Rétropulsion						
	Elévation						
	Abduction						
	Rotation externe						
Coude	Flexion						
Avant-bras	Supination						
Synergie en extension							
Epaule	Adduction/rot. Interne						
Coude	Extension						
Avant-bras	Pronation						
Total		0	0	0	0	0	0
3. Motricité volontaire associant des synergies en flexion et en extension							
Main/lombes							
Flexion de l'épaule de 0° à 90°							
Prono-supination de l'avant-bras							
Total		0	0	0	0	0	0
4. Motricité volontaire avec peu ou pas de synergie							

Abduction de l'épaule de 0° à 90°						
Flexion de l'épaule de 90° à 180°						
Prono-supination de l'avant-bras						
Total	0	0	0	0	0	0
5. Intensité des reflexes						
B. Poignet						
Stabilité du poignet (sans flexion d'épaule)						
Flexion/extension de poignet (sans flexion d'épaule)						
Stabilité de poignet (avec flexion d'épaule)						
Flexion/extension de poignet (avec flexion d'épaule)						
Circombduction						
Total	0	0	0	0	0	0
C. Main						
Flexion globale						
Extension globale						
Préhension A (préhension en crochet)						
Préhension B (préhension radiale)						
Préhension C (pince pouce/index)						
Préhension D (cylindre)						
Préhension E (préhension sphérique)						
Total	0	0	0	0	0	0
D. Coordination/vitesse (Doigt/nez rapidement)						
Tremblement						
Dysmétrie						
Vitesse						
Total	0	0	0	0	0	0
Total membre supérieur (max 68)	0	0	0	0	0	0