



HAL
open science

Efficacité de la Stimulation Électrique Fonctionnelle lors de la marche dans le cas du pied tombant chez le patient hémiparétique à la suite d'un AVC

Léna Frau

► **To cite this version:**

Léna Frau. Efficacité de la Stimulation Électrique Fonctionnelle lors de la marche dans le cas du pied tombant chez le patient hémiparétique à la suite d'un AVC. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03356660

HAL Id: dumas-03356660

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03356660v1>

Submitted on 28 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Efficacité de la Stimulation Electrique Fonctionnelle lors de
la marche dans le cas du pied tombant chez le patient
hémiplégique à la suite d'un AVC**

FRAU Léna

Directeur de mémoire : M. HOUDANT Benjamin

Remerciements

Dans un premier temps, je tiens à remercier mon directeur de mémoire, Benjamin HOUDANT, pour son écoute et ses conseils avisés afin de réaliser au mieux ce mémoire de fin d'étude.

Je remercie également toute l'équipe pédagogique de l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de Marseille pour avoir assuré ma formation durant ces quatre années d'étude.

Je tiens à remercier chaque professionnel que j'ai pu rencontrer lors de mes différents stages tout au long de mon cursus, chacun d'eux ayant participé à ma formation clinique et à mon envie de poursuivre dans cette voie.

Je souhaite remercier tous mes collègues du centre de rééducation Paul Cézanne pour leur aide et leur bienveillance durant mes trois années d'apprentissage.

Je tiens à remercier mes camarades de promotion pour ces quatre années passées ensemble qui ont été riches d'enseignement, de découverte et d'humanité.

Je remercie ma famille et mes proches pour leur soutien infaillible et cela depuis toujours.

Je remercie tout particulièrement ma mère et mon frère pour leurs forces et leur courage, pour leur bonne humeur, pour leur confiance et pour avoir toujours été là. Je témoigne de mon admiration pour leurs ambitions et les remercie profondément de m'avoir toujours soutenu dans ce que j'entreprenais.

Enfin, j'adresse un remerciement particulier à la personne qui partage ma vie pour sa gentillesse quotidienne, son soutien indéniab le et son tendre amour, ce qui a permis de me porter durant ces années.

1. INTRODUCTION	1
1.1. DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE	1
1.1.1. <i>Rappels anatomo-physiologiques : système nerveux central et faisceau pyramidal</i>	1
1.1.2. <i>Définition de l'Accident Vasculaire Cérébral (AVC)</i>	3
1.1.3. <i>Epidémiologie</i>	3
1.1.4. <i>Physiopathologie</i>	4
1.1.4.1. Les accidents vasculaires cérébraux constitués	4
1.1.4.2. Les Accidents Ischémiques Transitoires (AIT).....	5
1.1.5. <i>Sémiologie et diagnostic</i>	5
1.1.6. <i>Gravité et évolution</i>	6
1.1.7. <i>L'hémiplégie et les troubles associés</i>	6
1.1.7.1. L'hémiplégie	6
1.1.7.2. Les troubles des fonctions supérieures.....	7
1.1.7.3. Les troubles de la sensibilité	8
1.1.7.4. Les troubles de la motricité involontaire automatique.....	9
1.1.7.5. Les troubles de la motricité automatique réflexe	9
1.1.7.6. Les déficits fonctionnels	9
1.1.8. <i>Le pied tombant après un AVC</i>	10
1.2. DESCRIPTION DU TRAITEMENT	11
1.2.1. <i>Rééducation à la marche et orthèse de cheville</i>	11
1.2.2. <i>La Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF)</i>	11
1.2.2.1. Historique et définitions.....	11
1.2.2.2. Généralités techniques.....	12
1.2.2.3. Différents systèmes de stimulation.....	12
1.2.2.4. Différents types d'électrodes	12
1.2.2.5. Les canaux de stimulation	13
1.2.2.6. Stimulation Electrique Fonctionnelle et spasticité.....	14
1.2.2.7. Facteurs limitants et contre-indications.....	14
1.2.2.8. Recommandations de l'utilisation de la SEF.....	14
1.3. INTERET DE CETTE REVUE	15
1.3.1. <i>Intérêt pour les professionnels</i>	15
1.3.2. <i>Intérêt pour les patients</i>	15
1.4. OBJECTIFS DE LA REVUE DE LITTERATURE	15
2. METHODE.....	16
2.1. CRITERES D'ELIGIBILITE DES ETUDES.....	16
2.1.1. <i>Types d'études</i>	16
2.1.2. <i>Population</i>	16
2.1.3. <i>Intervention</i>	17
2.1.4. <i>Comparateur</i>	17
2.1.5. <i>Critères de jugement</i>	17
2.2. METHODOLOGIE DE RECHERCHE	18
2.2.1. <i>Ressources documentaires investiguées et recherches préliminaires</i>	18
2.2.2. <i>Equations de recherche</i>	18
2.3. EXTRACTION ET ANALYSE DES DONNEES	19
2.3.1. <i>Sélection des études</i>	19
2.3.2. <i>Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées</i>	20
2.3.3. <i>Extraction des données et méthode de synthèse des résultats</i>	20

3. RESULTATS	21
3.1. DESCRIPTION DES ETUDES.....	21
3.1.1. <i>Diagramme de flux</i>	21
3.1.2. <i>Etudes exclues</i>	22
3.1.3. <i>Etudes incluses</i>	23
3.1.3.1. <i>Dujović et al.</i>	23
3.1.3.2. <i>Hachisuka et al.</i>	24
3.1.3.3. <i>Sabut et al.</i>	25
3.1.3.4. <i>Wilkinson et al.</i>	26
3.2. RISQUES DE BIAIS DES ETUDES INCLUES	28
3.2.1. <i>Grille d'analyse utilisée</i>	28
3.2.2. <i>Synthèse des biais retrouvés</i>	28
3.3. EFFETS DE L'INTERVENTION.....	30
3.3.1. <i>Critère de jugement principal</i>	30
3.3.2. <i>Critères de jugement secondaires</i>	32
4. DISCUSSION	35
4.1. ANALYSE DES PRINCIPAUX RESULTATS	35
4.1.1. <i>La synthèse des résultats du critère de jugement principal</i>	35
4.1.2. <i>La synthèse des résultats des critères de jugement secondaires</i>	37
4.1.3. <i>La synthèse des limites</i>	38
4.2. APPLICABILITE DES RESULTATS EN PRATIQUE CLINIQUE.....	39
4.2.1. <i>La population</i>	39
4.2.2. <i>L'intervention</i>	40
4.2.3. <i>Le comparateur</i>	40
4.2.4. <i>Les critères de jugement</i>	41
4.3. QUALITE DES PREUVES	41
4.4. BIAIS POTENTIELS DE LA REVUE	42
5. CONCLUSION	43
5.1. IMPLICATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE.....	43
5.2. IMPLICATION POUR LA RECHERCHE	44
6. BIBLIOGRAPHIE.....	45

1. Introduction

1.1. Description de la pathologie

1.1.1. Rappels anatomo-physiologiques : système nerveux central et faisceau pyramidal

Le système nerveux central comprend la moelle épinière et l'encéphale contenu dans la boîte crânienne. L'encéphale est constitué du tronc cérébral, du cervelet et du cerveau.

D'un point de vue externe, la morphologie du cerveau est constituée de deux hémisphères cérébraux qui sont séparés par une scissure interhémisphérique. La surface des hémisphères est marquée par des dépressions appelées scissures. Ces scissures subdivisent le cortex en lobes. Concernant la morphologie interne du cerveau, on décrit trois entités majeures qui sont : les cavités ventriculaires, la substance grise et la substance blanche. [1]

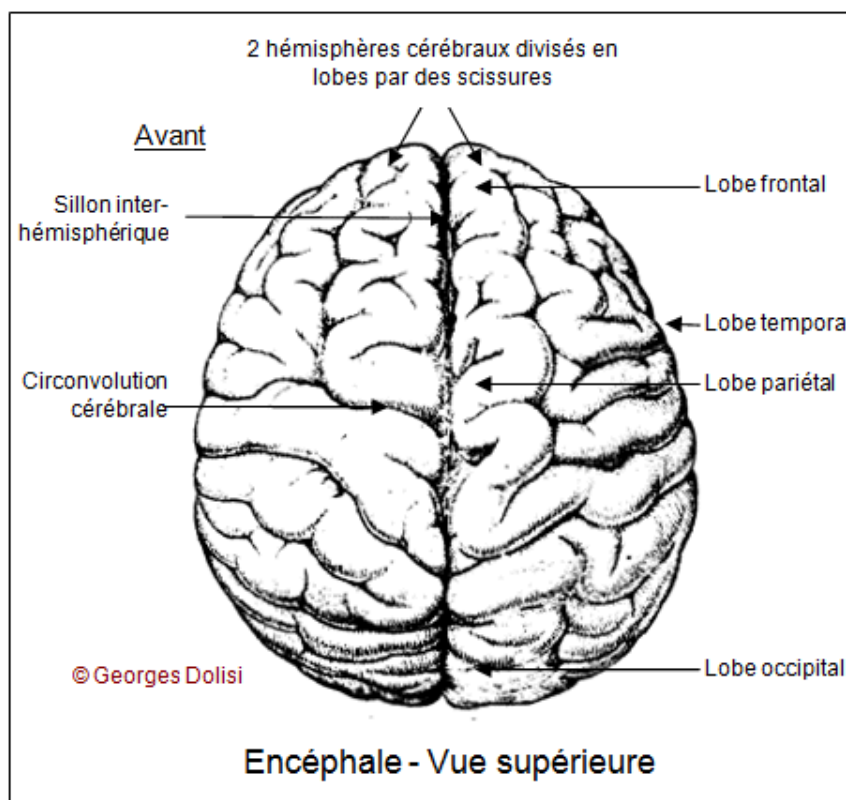


Figure 1 : Morphologie externe de l'encéphale (vue supérieure) [2]

Les artères à l'origine de la vascularisation artérielle de l'encéphale sont les deux artères carotidiennes internes et les deux artères vertébrales.

La **carotide interne** pénètre dans le crâne et se divise en trois branches principales :

- L'artère sylvienne ou artère cérébrale moyenne, elle vascularise la majeure partie de la face externe du cerveau.
- L'artère cérébrale antérieure qui s'unit à son homologue opposée par l'artère communicante antérieure, elle vascularise la partie inférieure des lobes frontal et pariétal.
- L'artère cérébrale postérieure qui s'unit à son homologue de l'autre côté par l'artère communicante postérieure, elle vascularise la partie interne des lobes occipital et temporal.

De plus, la carotide interne donne l'artère ophtalmique et l'artère choroïdienne antérieure.

L'**artère vertébrale** pénètre dans la boîte crânienne par le trou occipital. Elle rejoint l'artère vertébrale du côté opposé au niveau du sillon bulbo-protubérantiel pour former le tronc basilaire. Celui-ci se divise en deux branches terminales qui sont les artères cérébrales postérieures. [1]

L'anastomose entre les branches terminales des deux systèmes carotidien et vertébral forme le **polygone de Willis**. C'est un cercle artériel situé sur la face inférieure du cerveau.

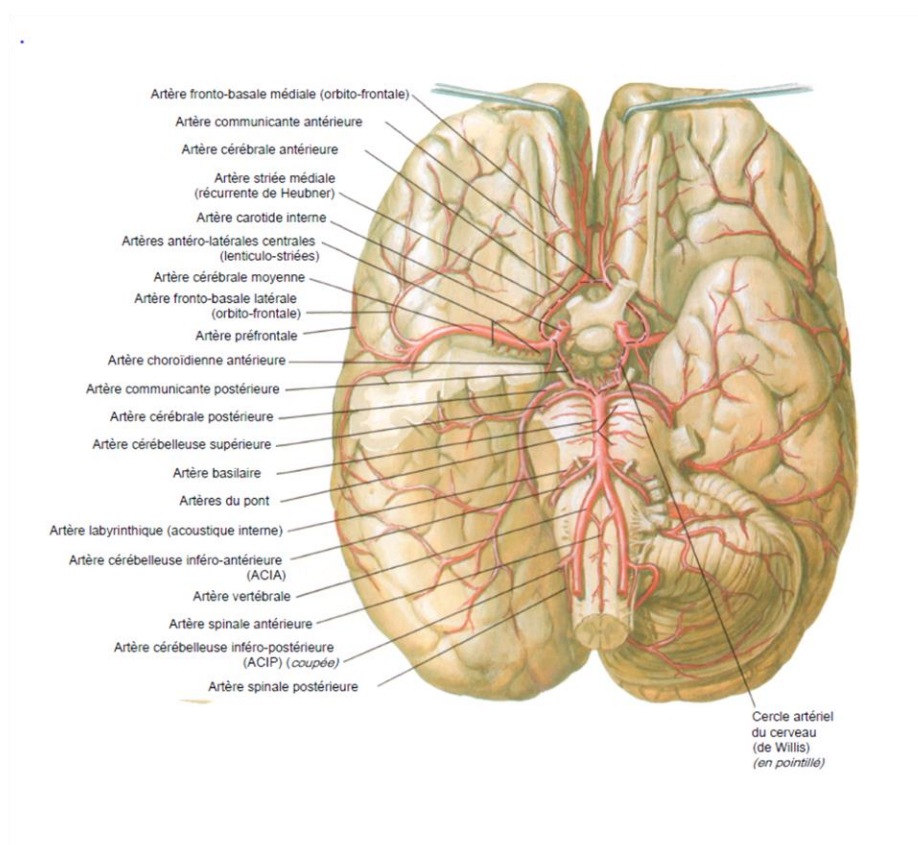


Figure 2 : Vascularisation du cerveau (vue inférieure) [3]

Les **voies pyramidales** partent de l'aire somato-motrice, elles sont responsables de l'exécution des mouvements volontaires. L'aire de la motricité volontaire s'étend sans interruption sur toute la hauteur de la circonvolution frontale ascendante de chaque hémisphère. Chaque territoire est d'autant plus étendu qu'il correspond à un mouvement plus précis. Chaque point de la surface du cortex est en relation avec la motricité d'un muscle ou d'un groupe musculaire. C'est ainsi que l'Homonculus de Penfield cartographie les différents territoires du cortex.

A partir du bulbe, le faisceau pyramidal se sépare en deux voies :

- Une voie qui croise la ligne médiane et poursuit sa trajectoire de l'autre côté, c'est le **faisceau pyramidal croisé**
- Une voie directe, qui ne croise pas la ligne médiane, c'est le **faisceau pyramidal direct**

Toutes les fibres provenant des voies de la motricité volontaire sont croisées. S'il existe une atteinte de la circonvolution frontale ascendante d'un côté, les symptômes moteurs apparaîtront dans l'hémicorps opposé. [1]

1.1.2. Définition de l'Accident Vasculaire Cérébral (AVC)

L'AVC est défini par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme « le résultat d'une interruption de la circulation sanguine dans le cerveau, en général quand un vaisseau sanguin éclate ou est bloqué par un caillot. L'apport en oxygène et en nutriments est stoppé, ce qui endommage les tissus cérébraux ». [4]

Un apport sanguin constant en oxygène et en glucose est nécessaire pour le fonctionnement cérébral. En cas d'absence de réserve de ces deux substrats, une réduction aigüe du flux artériel cérébral sera responsable d'une souffrance du parenchyme cérébral situé en aval de l'occlusion artérielle.

Lors d'un AVC, il existe une zone centrale où la nécrose s'installe qui est responsable des séquelles neurologiques. Il existe également une zone périphérique appelée « zone de pénombre », où les perturbations tissulaires peuvent être réversibles si le débit sanguin est rétabli rapidement, c'est-à-dire dans les premières heures à la suite de l'AVC. La zone périphérique est responsable des symptômes présentés par le patient, elle constitue la cible des traitements d'urgence de l'ischémie cérébrale. [5]

1.1.3. Epidémiologie

En France, plus de 140 000 personnes sont victimes d'AVC chaque année, cela équivaut à un cas toutes les 4 minutes. L'Institut Nationale de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) nous informe que « l'AVC représente la première cause de handicap physique acquis de l'adulte, la deuxième cause de démence (après la maladie d'Alzheimer) et la deuxième cause de mortalité avec 20% des personnes qui décèdent dans l'année suivant l'AVC ». [6]

L'AVC concerne tous les âges. Selon l'INSERM, « l'âge moyen de survenue d'un AVC est de 74 ans, 25% des patients ont moins de 65 ans et 10% ont moins de 45 ans ». Le nombre de personnes jeunes victimes d'AVC a expressément augmenté ces dernières années. [6]

Le risque de récurrences après un premier AVC est estimé entre 30 et 43% dans les cinq ans qui suivent. [7] Environ un quart des AVC sont des récurrences apparaissant chez des personnes ayant un antécédent cérébro-vasculaire. [5]

D'après le ministère des Solidarités et de la Santé, les principaux facteurs de risques sont déterminés par notre mode de vie et sont donc potentiellement modulables. Ces facteurs de risques sont associés à la survenue de 90% des AVC :

- L'hypertension artérielle (HTA), l'antécédant d'HTA contribue à 40% au risque d'AVC
- Le tabagisme, qui triple le risque d'AVC
- L'obésité abdominale, qui contribue à hauteur de 36% au risque d'AVC
- Une alimentation non équilibrée, qui contribue à hauteur de 33% au risque d'AVC
- Le manque d'activité physique
- La consommation d'alcool
- La fibrillation atriale, premier facteur de risque d'origine cardiaque avec un risque multiplié par quatre
- Les facteurs psychosociaux (stress, dépression, isolement social, etc...)
- Le diabète
- L'hypercholestérolémie [8]

1.1.4. Physiopathologie

1.1.4.1. *Les accidents vasculaires cérébraux constitués [6] [7]*

On distingue deux catégories d'AVC :

- **L'AVC ischémique**, qui représente environ 80% des cas, dont 99% dans un territoire artériel. Ce type d'AVC résulte fréquemment de l'occlusion d'une artère cérébrale par un caillot sanguin que l'on nomme thrombus.

Les principales causes sont :

- L'athérosclérose, qui est à l'origine de 20 à 25% des infarctus artériels, par embolie à partir d'une plaque ou par thrombose ;
- L'embolie d'origine cardiaque, qui est à l'origine de 20 à 25% des infarctus artériels ;
- Les autres causes, par exemple des artérites inflammatoires, une dissection carotidienne, ou des anomalies des protéines de coagulation.

- **L'AVC hémorragique**, qui représente environ 20% des cas. Ce type d'AVC résulte de la rupture d'une artère cérébrale au niveau du cortex ou des méninges qui l'entourent.

Les principales étiologies sont :

- L'HTA qui est une cause majeure ;

- Les malformations vasculaires (rupture d'anévrisme) ;
- L'accident hémorragique post-traumatique.

1.1.4.2. *Les Accidents Ischémiques Transitoires (AIT)*

D'après la Haute Autorité de Santé (HAS), un AIT est défini comme « un épisode bref de dysfonction neurologique dû à une ischémie focale cérébrale ou rétinienne, dont les symptômes cliniques durent typiquement moins d'une heure, sans preuve d'infarctus aigu à l'imagerie cérébrale ». [9]

L'AIT est considéré comme un « syndrome de menace cérébrale ». En effet, 30% des infarctus cérébraux sont précédés d'AIT ; 10% des personnes victimes d'AIT sont susceptibles de présenter un accident vasculaire cérébral constitué dans le mois qui suit s'il y a une absence de traitement spécifique.

Le risque de récurrence à court terme après un AIT peut être évalué cliniquement par le score ABCD2, où plus le score est élevé et plus le risque est important. [5] [10]

1.1.5. Sémiologie et diagnostic

La caractéristique de l'AVC est la survenue brutale des symptômes, d'où le terme « d'attaque » cérébrale. L'intensité des symptômes peut être d'emblée maximale, ou s'accroître sur quelques minutes voire quelques heures. Il est parfois possible que certains symptômes surviennent pendant le sommeil. [6]

L'AVC justifie une hospitalisation en urgence en unité neurovasculaire. Le pronostic vital et fonctionnel dépend de la rapidité et de la qualité de cette prise en charge.

Le diagnostic sera dans un premier temps clinique. Les examens des capacités motrices et de la sensibilité de tout le corps orienteront la localisation des lésions.

Les différents symptômes cliniques :

- Troubles de la parole,
- Déficits neuropsychologiques (apraxies, perturbations de la notion de l'espace),
- Troubles du champ visuel,
- Paralysies et troubles de la sensibilité,
- Troubles de la motricité oculaire,
- Anomalie des pupilles,
- Troubles de la coordination, ataxie des extrémités et à la marche,
- Atteintes des nerfs crâniens. [11]

Si l'AVC est diagnostiqué dans les quatre heures, une thrombolyse peut être réalisée. La thrombolyse correspond à la désobstruction de l'artère bouchée. En 24 à 48 heures, les cellules nerveuses nécrosent à la suite de l'ischémie entraînée par l'AVC ischémique ou par l'AVC hémorragique. Le diagnostic sera posé grâce à l'IRM, qui permet de voir la zone nécrosée et la zone de pénombre. [7] Le scanner cérébral permettra de distinguer l'infarctus de l'hémorragie cérébrale.

1.1.6. Gravité et évolution

La gravité d'un AVC est variable, allant de l'AVC sévère conduisant au décès, en passant par l'AVC qui laissera des séquelles définitives plus ou moins lourdes et l'AVC laissant peu voire pas de séquelles. Il est estimé que plus d'un quart des patients victimes d'AVC décèdent un an après l'accident. Parmi les survivants, deux tiers récupèrent une indépendance fonctionnelle et trois quarts peuvent reprendre une activité professionnelle. [12]

Globalement, les accidents hémorragiques sont plus graves que les infarctus cérébraux. Seulement 50% des patients victimes d'AVC hémorragiques survivent et la moitié d'entre eux présente un handicap important. Le pronostic fonctionnel est meilleur si l'âge du patient est jeune, l'infarctus cérébral est de petite taille et/ou peu sévère, si le patient est entouré avec un entourage aidant.

Les séquelles les plus fréquentes et invalidantes sont l'hémiplégie et l'aphasie. L'hémiplégie est définie comme « la perte plus ou moins complète de la motricité volontaire dans une moitié du corps » [6] et l'aphasie correspond aux troubles du langage oral et écrit, affectant l'expression et la compréhension. D'autres risques peuvent se manifester et sont à dépister. Par exemple, la dépression survient chez environ 30% des victimes dans l'année suivant l'AVC. Le déclin cognitif (mineur ou plus sévère) est également multiplié par cinq après un AVC, et la survenue de crises d'épilepsie liées à la cicatrice cérébrale de l'AVC imposent la mise en place d'un traitement spécifique. [6]

A la suite d'un AVC, les séquelles motrices et cognitives feront l'objet d'une rééducation pluridisciplinaire qui commencera dans une unité neurovasculaire et se poursuivra en service de réadaptation.

1.1.7. L'hémiplégie et les troubles associés

1.1.7.1. *L'hémiplégie*

Comme citée précédemment, l'hémiplégie est l'une des séquelles les plus fréquentes à la suite d'un AVC. C'est une atteinte unilatérale de la voie pyramidale. Elle correspond à un syndrome : le syndrome pyramidal. L'hémiplégie se caractérise par un trouble de la commande, accompagné de troubles du tonus (spasticité), et par la présence de mouvements anormaux (syncinésies). L'hémiplégie est rarement isolée et s'accompagne de troubles associés, souvent cognitifs, spécifiques à chaque hémisphère cérébral. L'hémiplégie droite entraînera majoritairement une déficience du langage, du geste et de la communication. L'hémiplégie gauche entraînera des troubles de l'attention et des troubles liés à l'espace. [7] [14]

1.1.7.2. *Les troubles des fonctions supérieures*

▪ **L'aphasie**

L'aphasie est un trouble du langage acquis, secondaire à une lésion cérébrale localisée sur un centre du langage. Elle peut entraîner des difficultés pour parler, comprendre, lire ou écrire.

On distingue deux types d'aphasie :

- L'aphasie de **Broca** : le discours est non fluent (peu fluide), non spontané, mal articulé malgré une bonne compréhension en général.
- L'aphasie de **Wernicke** : trouble de la compréhension orale et écrite, et le discours est fluent voire logorrhéique. [13]

▪ **L'apraxie**

L'apraxie est un trouble acquis du comportement gestuel volontaire. La commande volontaire de certains gestes est altérée sans déficits moteur ou sensitif, ni incoordination, ni troubles majeurs de la compréhension.

On distingue deux types d'apraxies pouvant être associées :

- L'apraxie par **trouble de production** : trouble de la réalisation de l'activité, le patient ne peut pas programmer le geste à produire alors qu'il a connaissance de la représentation de ce geste.
- L'apraxie par **trouble conceptuel** : trouble de la conceptualisation de l'acte, le patient ne sait pas quel geste est adapté. [15]

▪ **L'agnosie**

L'agnosie est l'incapacité de reconnaître des objets, alors qu'il n'existe aucun déficit sensoriel. [16]

Il en existe différents types :

- **Agnosie visuelle** : trouble lors du contrôle de la vue
- **Agnosie spatiale** : trouble de reconnaissance de l'espace visuel
- **Astéréognosie** : trouble lors de la palpation
- **Agnosie auditive** : trouble de l'identification des bruits, de la musique ou des mots
- **Asomatognosie** : trouble de reconnaissance de son propre corps

▪ **L'héminégligence ou négligence spatiale unilatérale (NSU)**

La NSU est un syndrome qui se définit comme « l'impossibilité de décrire verbalement, de répondre et de s'orienter aux stimulations contralatérales à la lésion hémisphérique, sans que ce trouble puisse être attribué à un déficit sensoriel ». [17]

Le patient ignore l'hémi-espace contralatéral à la suite d'une lésion cérébrale. Environ 20 à 30% des patients atteints de lésions vasculaires cérébrales souffrent de NSU.

- **Autres déficits**

15 à 20% des patients victimes d'AVC présentent des troubles de la mémoire ou troubles mnésiques. [18]

1.1.7.3. Les troubles de la sensibilité [19] [20]

Les troubles de la sensibilité peuvent être associés ou non à la douleur.

On distingue :

- Les troubles de la sensibilité **subjective** :
 - L'allodynie : douleur ressentie à la suite d'un stimulus normalement non douloureux
 - La dysesthésie : sensation anormale et désagréable, spontanée ou provoquée
 - L'hyperalgésie : sensibilité exagérée à une stimulation douloureuse
 - La paresthésie : troubles de la sensibilité tactile non douloureuse avec des sensations type fourmillements, peau cartonnée, picotements voire engourdissement
- Les troubles de la sensibilité **objective** :
 - L'anesthésie : perte complète de la sensibilité
 - L'hypoesthésie : diminution de la sensibilité tactile
 - L'hyperesthésie : sensation exagérée

La sensibilité objective est évaluée cliniquement et de façon comparative entre les côtés droit et gauche. Le patient a les yeux fermés tout au long de l'évaluation.

La sensibilité **superficielle** :

- Sensibilité tactile : doigt ou coton promenés sur la peau
- Sensibilité à la douleur : avec une épingle
- Sensibilité thermique : eau chaude ou froide par exemple

La sensibilité **profonde** :

- Sensibilité statesthésique : perception de la position d'un membre
- Sensibilité kinesthésique : perception du mouvement d'un ou plusieurs membres
- Sensibilité vibratoire ou pallesthésie : utilisation d'un diapason

La sensibilité **élaborée** :

- Extinction sensitive : deux stimuli tactiles ou nociceptifs simultanés en deux points symétriques, ici le patient ne perçoit que celle portée du côté sain
- Discrimination tactile : discriminer deux stimuli très proches (compas de Weber)

1.1.7.4. *Les troubles de la motricité involontaire automatique*

Les **syncinésies** sont des mouvements involontaires d'un muscle ou d'un groupe de muscles et qui apparaissent lors de mouvements volontaires d'un autre groupe musculaire. [16]

Il existe différents types de mouvements syncinétiques :

- Les mouvements **syncinétiques d'effort** : les muscles du côté paralysé se contractent pendant que les mouvements sont réalisés du côté sain,
- Les mouvements **syncinétiques de coordination** : il s'agit d'une contraction grossière d'un membre initié sur une contraction volontaire et ciblée, que ce soit en flexion ou en extension
- Les mouvements **syncinétiques d'imitation** : les muscles du côté paralysé essaient d'imiter les mouvements réalisés du côté sain.

1.1.7.5. *Les troubles de la motricité automatique réflexe [18] [21] [22]*

La **spasticité** est un trouble moteur qui résulte d'une contraction dite réflexe, donc involontaire, d'un groupe musculaire à son propre étirement. L'exagération de la contraction réflexe à l'étirement provoque une raideur musculaire. Cette hypertonie se traduit par une augmentation de la résistance à la mobilisation articulaire, dont l'intensité augmente avec la vitesse de mobilisation. Il existe cependant une vitesse seuil au-dessous de laquelle le réflexe d'étirement n'apparaît pas.

L'évaluation des muscles spastiques se fait avec l'échelle d'Ashworth modifiée. [Annexe 1]

Au niveau des membres supérieurs, habituellement la spasticité prédomine sur les muscles adducteurs et rotateurs internes de l'épaule, fléchisseurs du coude, du poignet et des doigts et les muscles pronateurs. Au niveau des membres inférieurs, la spasticité prédomine sur les muscles extenseurs et rotateurs internes de hanche, le quadriceps, le triceps sural, le tibial postérieur et les fléchisseurs des orteils.

Chez le patient hémiparalysé, la spasticité modifie les propriétés des muscles, cela favorise des modifications cérébrales qui conduisent le patient à adopter un certain type de comportement moteur résultant de ses capacités ou de compensations.

1.1.7.6. *Les déficits fonctionnels*

Les différents troubles moteurs, sensitifs et cognitifs associés à l'hémiparésie peuvent entraîner des déficits fonctionnels. En effet, certains troubles de la station couchée, assise ou encore debout auront des répercussions sur les transferts et/ou l'équilibre.

De plus, la marche du patient peut être atteinte avec une plus ou moins grande répercussion dans la vie du patient. Certains déficits peuvent entraîner un périmètre de marche diminué voire une impossibilité de marcher. La marche représente généralement un objectif prioritaire pour le patient ainsi qu'une condition capitale pour son autonomie. De nombreux travaux

montrent que 80% des patients hémiplegiques rééduqués retrouvent une marche indépendante avec ou sans aides techniques. [18]

L'objectif de cette rééducation est d'obtenir une déambulation stable, harmonieuse, sécurisée et efficace fonctionnellement. L'autonomie du patient n'en sera qu'améliorée et cela permettra d'éviter le déconditionnement à l'effort.

Le patient hémiplegique peut présenter différents défauts de marche qui vont s'accroître avec la distance parcourue, du fait que le contrôle de ceux-ci demande au patient un effort de concentration soutenu. Les défauts de positionnement et de contrôle des différentes articulations désorganisent ainsi toute la chaîne cinétique du membre inférieur.

1.1.8. Le pied tombant après un AVC [23] [24] [25] [26]

La chute du pied ou pied tombant est l'une des affections secondaires les plus courantes associée à l'hémiplegie après un AVC. C'est une incapacité à soulever l'avant-pied en raison d'une faiblesse ou d'une paralysie des muscles fléchisseurs dorsaux de la cheville.

Le principal muscle fléchisseur dorsal de la cheville est le muscle **tibial antérieur**. En statique, il soutient la voûte médiale du pied, il contrôle le glissement antérieur du talus et est stabilisateur de l'avancée du talus dans les mouvements de la cheville. En dynamique, il permet la flexion dorsale associée à une adduction et une supination de la cheville. Le tibial antérieur est innervé par le **nerf fibulaire commun** et des rameaux du nerf fibulaire profond.

Les muscles long extenseur commun des orteils, long extenseur de l'hallux et le 3^{ème} fibulaire (muscle inconstant) sont également des muscles fléchisseurs dorsaux de la cheville de la loge antérieure du segment jambier.

Ce déficit musculaire engendre une anomalie de la marche et entraîne une boiterie appelée « **steppage** ». Lors de la marche, pendant la phase oscillante, le patient a la pointe du pied vers le bas et exagère la flexion de hanche et de genou du côté déficitaire. Lors de la phase d'appui, le pied heurte le sol trop rapidement et donne à la démarche un côté bruyant.

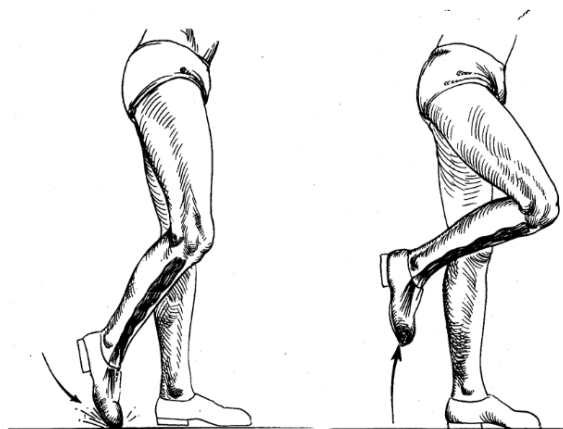


Figure 3 : Boiterie en steppage [27]

Il est possible d'observer une autre boiterie à la marche appelée marche en **fauchage**, dans le cas d'une hypertonie des extenseurs du genou et du triceps sural associée à un déficit des releveurs du pied. Le membre inférieur déficitaire décrit un demi-cercle au sol, une élévation homolatérale du bassin avec une abduction de hanche.

Le déficit des releveurs du pied hémiplégique entraîne donc un défaut de marche créant des suppléances et des compensations. Ces défauts de marche peuvent altérer la vie quotidienne des patients et créer des complications. Ils doivent être corrigés et pris en charge par l'équipe rééducative.

1.2. Description du traitement

1.2.1. Rééducation à la marche et orthèse de cheville

Marcher permet de stimuler l'automatisme de marche, de réentraîner le patient à l'effort et de réaliser un renforcement musculaire global. Une fois que la station debout est stable et que la commande motrice du membre inférieur hémiplégique est possible, le masso-kinésithérapeute (MK) doit inciter le patient à marcher le plus souvent possible. [7]

Au début, la marche peut être réalisée entre des barres parallèles, puis en dehors des barres avec l'appui du MK et des aides de marche.

Il existe trois grandes composantes de la marche qui sont à améliorer : la stabilité, l'efficacité et la vitesse.

Dans le cas d'un déficit des releveurs du pied, plusieurs techniques rééducatives peuvent être mises en jeu. Il est généralement proposé au patient de porter une orthèse de cheville. Celle-ci offre une stabilité au niveau de la cheville pendant la phase d'appui de la marche et améliore la phase d'oscillation du membre inférieur parétique en facilitant le dégagement des orteils et en favorisant l'attaque du talon. L'avantage de l'orthèse de cheville est qu'elle est facile à mettre en place pour le patient, elle fournit un support relativement stable et il s'agit d'un dispositif relativement peu coûteux. Un inconvénient est la limitation de la mobilité de l'articulation de la cheville pendant la marche, ce qui peut empêcher la récupération au long terme. De plus, l'orthèse est souvent décrite comme inconfortable voire inefficaces par certains patients. [28]

Toutefois, une alternative rééducative pour corriger la chute du pied tombant existe, il s'agit de la Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF) que nous allons étudier dans cette revue.

1.2.2. La Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF)

1.2.2.1. Historique et définitions

En 1960, l'américain Wladimir T. Liberson a imaginé, pour un patient hémiplégique adulte présentant un pied tombant, un dispositif stimulant le nerf fibulaire commun provoquant ainsi

la contraction en flexion dorsale de la cheville uniquement durant la phase oscillante du pas. C'est ainsi que la SEF est née. Depuis, de nombreux travaux ont été menés. [29]

La SEF est définie par la HAS comme l'application continue d'un courant électrique sur la peau, au niveau d'un point précis en regard d'un nerf ou d'un muscle pour obtenir une contraction musculaire utile au mouvement. [30]

L'objectif de la SEF dans le cas d'un déficit des releveurs du pied, est d'assister le mouvement fonctionnel de la flexion dorsal du pied lors de la phase oscillante de la marche dans les affections du système nerveux central. Les impulsions électriques sont utilisées pour compenser le déficit des muscles fléchisseurs dorsaux de la cheville ou les effets délétères de la spasticité des muscles antagonistes, comme le triceps sural en flexion plantaire du pied.

1.2.2.2. Généralités techniques

La plupart des appareils employés dans la SEF utilisent des courants excitomoteurs de basse fréquence avec des trains d'impulsion de forme rectangulaire. Il est généralement possible de régler la fréquence, la largeur des impulsions, le voltage de sortie et la durée du train de stimulation. En général, le stimulateur électrique portable délivre un courant de 20 à 250 μS à une fréquence de 30 à 100 Hz au niveau du nerf fibulaire du membre inférieur atteint. [30]

La majorité des appareils utilise la stimulation de surface avec des électrodes placées sur le trajet du nerf fibulaire commun ou sur le corps musculaire du tibial antérieur. Cependant, quelques appareils peuvent transmettre une onde radio à un récepteur sous-cutané qui active ainsi des électrodes implantées à proximité du nerf.

1.2.2.3. Différents systèmes de stimulation

La stimulation peut être déclenchée de façon **manuelle** ou **automatique**.

Lorsqu'elle est déclenchée manuellement, le praticien (ou le patient) utilise un interrupteur sous forme de bouton presseur pour activer ou désactiver la stimulation.

Dans le cas de la SEF automatique, la stimulation est alors déclenchée par un interrupteur avec un capteur de pression qui se trouve dans le talon d'une semelle glissée dans la chaussure. [31]

La transmission du signal de l'interrupteur au stimulateur est assurée par des fils électriques et effectuée par *Bluetooth* dans les nouveaux appareils.

1.2.2.4. Différents types d'électrodes [31]

Il existe deux types d'électrodes.

- **Les électrodes de surface :**

Généralement deux électrodes sont placées sur la peau sur le muscle à exciter. L'une est placée à la partie proximale et l'autre à la partie distale. Plus l'électrode est de petite taille et davantage la stimulation est localisée. L'utilisation d'électrodes de surface nécessite une préparation préalable de la peau avec un gel de conduction permettant un meilleur transfert des charges électriques. L'alignement des électrodes doit être longitudinal, selon la direction des fibres musculaires.

- **Les électrodes percutanées :**

Elles se présentent sous la forme de longues aiguilles qui sont insérées à travers la peau dans le tissu musculaire. Elles sont implantées temporairement et retirées une fois que l'activité est terminée. Les électrodes percutanées, comparées aux électrodes de surface, améliorent la précision de la stimulation d'un muscle donné et permettent d'accéder à des muscles plus profonds. Également, elles consomment moins d'énergie électrique. Cependant, elles restent plus invasives que les électrodes de surface et nécessitent un temps d'installation plus long.



Figure 4 : Placement d'électrodes de surface [31]

1.2.2.5. *Les canaux de stimulation*

La SEF dépend du nombre de canaux de stimulation utilisés. Il est possible d'utiliser la SEF avec un seul canal qui correspond à la stimulation d'un groupe musculaire. Mais depuis les années 1970, il a été introduit la SEF avec de multiples canaux afin de permettre une stimulation à pratiquement tous les déficits observables. Chaque canal peut être réglable indépendamment des autres, en effet certains groupes musculaires seront plus facilement stimulables que d'autres. [32]

1.2.2.6. Stimulation Electrique Fonctionnelle et spasticité

La SEF a un effet connu sur le relâchement de la spasticité. Les travaux de Kabat avaient déjà remarqué le relâchement des muscles antagonistes consécutifs à la stimulation des agonistes. L'utilisation de la SEF peut éliminer la spasticité à moindre mesure, une forte spasticité ne pourra pas être totalement abolie. Par exemple, chez un patient hémiparétique présentant un pied varus équin spastique avec une griffe des orteils, la stimulation du tibia antérieur provoque une flexion dorsale et une éversion du pied pendant la phase oscillante du pas et une abolition du varus de la cheville et de la griffe spastique des orteils pendant la phase portante. [33] [34]

1.2.2.7. Facteurs limitants et contre-indications

L'une des principales limites de la SEF est la fatigue musculaire rapide qu'elle entraîne par le recrutement synchrone des fibres musculaires. Cela limite ainsi la durée maximale de la marche assistée par la SEF. [35]

En fonction du choix des électrodes (de surface ou percutanées), le ciblage musculaire peut être une limite et certains muscles profonds ne pourront pas être atteints.

De plus, il est important de garder à l'esprit que la SEF nécessite que le patient puisse au préalable marcher avec ou sans aide et qu'elle reste associée à la participation active du patient.

Les principales contre-indications à la stimulation électrique sont : les lésions cutanées, la phlébite, la présence d'un pacemaker ainsi que les foyers tumoraux ou infectieux.

1.2.2.8. Recommandations de l'utilisation de la SEF

Selon la HAS, la SEF est recommandée pour améliorer les paramètres de marche avec un grade C d'après le tableau des recommandations de bonnes pratiques. [Annexe 2]

Le grade C correspond à un « faible niveau de preuve », les preuves sont fondées sur des études de moindre niveau de preuve, comme des études cas-témoins (niveau de preuve 3), des études rétrospectives, des séries de cas, des études comparatives comportant des biais importants (niveau de preuve 4).

1.3. Intérêt de cette revue

1.3.1. Intérêt pour les professionnels

Pour un masso-kinésithérapeute il est important de connaître le meilleur traitement pour limiter et corriger la chute du pied tombant lors de la rééducation à la marche du patient hémiparétique.

Bien que la SEF soit apparue il y a de nombreuses années, elle n'est pas le traitement de première intention proposé au patient. En effet, l'utilisation de l'orthèse de cheville reste le dispositif le plus utilisé pour corriger un déficit des releveurs du pied. Cependant, les limites de l'orthèse peuvent se faire ressentir lors de la rééducation par des restrictions de l'amplitude articulaire et de la flexibilité de la cheville et du pied. Le port de l'orthèse peut également susciter une gêne pour les patients. De ce fait, le masso-kinésithérapeute doit être capable de répondre à cette plainte en proposant la méthode rééducative alternative la plus adaptée.

Les premières applications de la SEF datent des années 1960 et malgré les évolutions technologiques dans les domaines de la recherche et de la science ainsi que les études réalisées à ce sujet, le niveau de preuve reste peu élevé. Une synthèse du contenu de la littérature semble pertinent à réaliser.

1.3.2. Intérêt pour les patients

Le déficit des releveurs du pied est largement répandu à la suite d'un AVC chez les patients hémiparétiques et peut entraîner des conséquences fonctionnelles importantes. Cela peut avoir un retentissement dans la vie quotidienne des patients et être lié à une restriction de certaines activités.

Cette revue de littérature a pour but d'analyser le traitement le plus adapté pour lutter contre la chute du pied tombant du patient hémiparétique lors de la marche.

1.4. Objectifs de la revue de littérature

Au travers de la synthèse des éléments scientifiques relevés à propos de la stimulation électrique fonctionnelle, l'objectif est de tenter de déterminer si l'application de celle-ci pourrait avoir un effet thérapeutique positif dans le cas de l'amélioration de la qualité de la marche chez les patients hémiparétiques atteints d'un déficit des releveurs du pied.

Nous nous intéresserons également aux effets qu'elle pourrait avoir sur la vitesse et la distance de marche, les paramètres spatio-temporels de marche et le coût physiologique de la marche.

En tenant compte des thématiques précédemment abordées et au regard de l'objectif de cette revue, il apparaît opportun de s'interroger de la manière suivante :

Quelle est l'efficacité de la stimulation électrique fonctionnelle lors de la marche dans le cas du pied tombant chez le patient hémiparétique à la suite d'un AVC ?

2. Méthode

2.1. Critères d'éligibilité des études

2.1.1. Types d'études

Afin de répondre à la question clinique précédemment évoquée, une revue de littérature systématique a été choisie préférentiellement à une revue narrative. En effet, afin de réaliser cette revue il a fallu suivre une méthode précise avec des objectifs clairement définis et des éléments détaillés et rigoureux.

De plus, les recherches effectuées sont exhaustives et l'approche de la recherche se doit d'être explicite afin d'obtenir la plus grande clarté possible.

La thématique de cette revue systématique est thérapeutique avec un recueil d'études d'essais cliniques randomisés (ECR). L'objectif est d'observer quelle est l'efficacité thérapeutique d'un traitement (préventif ou curatif) par rapport à un autre traitement ou à un placebo.

La sélection se base sur des critères préalablement définis grâce au modèle PICO.

Population	Patients adultes hémiparétiques atteints d'un pied tombant à la suite d'un AVC
Intervention	Utilisation de la SEF lors de la marche
Comparateur	Prise en charge en rééducation conventionnelle à la marche
Outcome	<u>Critère de jugement principal</u> : <ul style="list-style-type: none">○ Vitesse de marche évaluée par le test des 10 mètres de marche (10MWT) <u>Critères de jugements secondaires</u> : <ul style="list-style-type: none">○ Distance de marche évaluée par le test de marche de 6 minutes (6MWT)○ Indice de coût physiologique de marche (PCI)○ Paramètres spatio-temporels de la marche (PST)

2.1.2. Population

La population recherchée pour répondre à la question clinique comprend des patients adultes victimes d'un AVC et présentant une atteinte hémiparétique ou hémiparétique, atteint d'un déficit des releveurs du pied entraînant un pied tombant à la marche.

Il n'a pas été pris en compte la nature de l'AVC, la localisation de l'atteinte au niveau du cerveau ainsi que le stade de l'AVC (phase aiguë ou chronique), ni le sexe du patient.

Il a été exclu les patients ayant un âge inférieur à 18 ans, les patients atteints de troubles cognitifs majeurs empêchant la bonne compréhension de consignes ainsi que du déroulement du traitement et de l'interaction avec le rééducateur. Dans toutes les études, les patients ont donné leur consentement avant d'être assigné à un groupe.

2.1.3. Intervention

Les études utilisant la SEF lors de la rééducation à la marche ont été incluses. La SEF doit être utilisée à *minima* pour la stimulation du nerf fibulaire commun ou du muscle tibial antérieur permettant la flexion dorsale de la cheville afin de lutter contre le pied tombant.

2.1.4. Comparateur

Dans le but de faire une analyse critique, le comparateur recherché est la rééducation à la marche conventionnelle après un AVC. Les patients du groupe contrôle ne recevront pas de traitement à base de SEF.

2.1.5. Critères de jugement

L'objectif de cette revue est d'observer si la SEF permet une amélioration de la qualité de la marche des patients.

Le critère de jugement principal de cette revue est la **vitesse de marche** évaluée par le **test de 10 mètres de marche** (10MWT = *10-Meter Walk Test*), en tant que mesure valide et fiable de la récupération à la marche après un AVC. [37] Toutes les études ayant utilisé ce test comme critère de jugement ont été incluses. Ce test consiste à mesurer le temps requis pour marcher 10 mètres à une vitesse confortable. Le but de ce test est d'évaluer la vitesse de marche, généralement en mètres par seconde (m/s). [36]

Les critères de jugement secondaires de cette revue sont la **distance de marche** évaluée par le **test de marche de 6 minutes** (6MWT = *6-Minute Walk Test*) et l'**indice de coût physiologique** de marche (PCI = *Physiological Cost Index*).

Le **test de marche de 6 minutes** est une évaluation objective des capacités physiques fonctionnelles, il permet de mesurer la distance parcourue par le patient en 6 minutes en marchant rapidement. [51]

L'**indice de coût physiologique** utilise la fréquence cardiaque pour déterminer le coût énergétique de la marche. Pour calculer le PCI, trois éléments sont nécessaires : la fréquence cardiaque au repos, la fréquence cardiaque au travail et la vitesse de marche. [39] Ces mesures

sont obtenues lors du test de marche et utilisées pour le calcul du PCI (battements par mètres) à partir de l'équation suivante :

$$PCI = \frac{\text{(fréquence cardiaque au travail — fréquence cardiaque au repos)}}{\text{vitesse de marche}}$$

Les critères de jugement liés à l'étude des **paramètres spatio-temporels** de la marche seront pris en compte dans l'analyse des résultats de cette revue. Les principaux paramètres spatio-temporels de la marche sont la longueur, la largeur, l'angle du pas ainsi que l'enjambée et la cadence de marche.

2.2. Méthodologie de recherche

2.2.1. Ressources documentaires investiguées et recherches préliminaires

La base de données PubMed a été consultée dans un premier temps avec des mots clés suffisamment larges pour permettre d'obtenir une vision d'ensemble des possibilités de sujets, de se familiariser avec la base de données et d'augmenter les connaissances.

Les bases de données Kinedoc et Google Scholar ont été consultées également au préalable afin d'étayer les connaissances du sujet. Également, des données bibliographiques ont été consultées tout au long de l'investigation de cette étude.

Une liste de mots-clés a été préalablement établie en français ainsi qu'avec la traduction anglaise correspondante, afin de pouvoir réaliser les équations de recherche par la suite avec un vocabulaire cohérent. Les bases de données MeSH ont permis de trouver des synonymes utiles pour les recherches.

Les ressources documentaires ont été trouvées sur les bases de données suivantes : PubMed, PEDro, et Cochrane.

2.2.2. Equations de recherche

Mots en Français	Mots en Anglais
Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF)	<i>Functional Electrical Stimulation (FES)</i>
Pied tombant	<i>Foot drop</i>
AVC	<i>Stroke</i>

Il a été utilisé les opérateurs booléens « AND », « OR » et « NOT » pour affiner les équations.

- **PubMed** :

Sur ce moteur de recherche l'équation utilisée a été (((functional electrical stimulation[Title/Abstract]) OR (FES[Title/Abstract])) AND (foot drop[Title/Abstract])) AND

(stroke[Title/Abstract]). Il a été précisé que les termes devaient forcément être retrouvés dans le titre et/ou l'abstract.

Il a été présenté **50 résultats**.

- **PEDro** :

Sur cette base de données, l'équation de recherche utilisée a été « *functional electrical stimulation foot drop stroke* » en précisant également que les termes devaient être retrouvés dans le titre et/ou l'abstract.

Elle a présenté **11 résultats**.

- **Cochrane** :

L'équation utilisée a été similaire à celle utilisé pour la base de données PubMed : « *functional electrical stimulation* » OR « *FES* » AND « *stroke* » AND « *foot drop* ».

Elle a donné **47 résultats**.

2.3. Extraction et analyse des données

2.3.1. Sélection des études

Les différentes études sélectionnées pour ce mémoire comprennent :

- Des articles incluant des patients adultes de plus de 18 ans
- Des articles incluant des patients hémiplegiques à la suite d'un AVC et présentant un pied tombant à la marche
- Des essais cliniques randomisés, que ce soit en anglais ou en français, datant d'au moins l'année 2001 et ayant une note supérieure ou égale à 5 sur l'échelle PEDro
- Des articles incluant un groupe expérimental ayant reçu comme traitement la SEF ajoutée à la rééducation conventionnelle après un AVC et un groupe contrôle recevant de la rééducation à la marche conventionnelle après un AVC
- Des articles prenant en compte des critères de jugement basés sur la vitesse de marche

Les études présentant les critères suivants ont été exclues :

- Les articles concernant des patients avec d'autres pathologies que l'hémiplégie à la suite d'un AVC
- L'utilisation de la SEF uniquement comparée au port d'orthèses des releveurs du pied
- L'utilisation d'électrodes implantables à la place d'électrodes de surface lors de l'utilisation de la SEF
- Les articles utilisant la SEF dans le but de stimuler d'autres muscles que les muscles fléchisseurs dorsaux de la cheville
- Les articles publiés dans une autre langue que l'anglais ou le français
- Les articles ne prenant pas en compte la vitesse de la marche comme critère de jugement
- Les articles ne suivant pas le schéma d'étude de l'essai clinique randomisé

L'établissement de ces critères est important pour garantir une sélection méthodique et précise des articles de cette revue. Dans un premier temps la sélection des articles se fera par une lecture du titre et de l'abstract de chaque article sur les différentes bases de données sélectionnées. Par la suite, la lecture complète des articles ainsi que l'utilisation de l'échelle PEDro permettra d'affiner la sélection des articles. Un diagramme de flux résumera la sélection et l'exclusion des articles.

2.3.2. Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

L'échelle PEDro a été retenue pour évaluer la qualité méthodologique des études sélectionnées [Annexe 3]. Cette dernière permet d'identifier les articles ayant une bonne validité interne et pouvant avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables. Pour l'utilisation de cette échelle, l'attribution des points se fait uniquement si le critère est explicitement respecté. Si le critère n'est pas clairement exprimé, le point n'est pas attribué. Finalement, une note sur 10 points sera attribuée à chaque article. Ainsi, les articles ayant une note insuffisante seront exclus de l'étude. Afin d'être rigoureux, une note supérieure ou égale à 5 est demandée dans la sélection des articles pour cette revue.

Il est important de préciser que cette échelle ne doit pas être utilisée pour juger de la « validité » des conclusions d'une étude. En effet, un score élevé sur l'échelle PEDro ne signifie pas nécessairement que le traitement clinique appliqué est utile.

2.3.3. Extraction des données et méthode de synthèse des résultats

Les données des articles ont été extraites après la lecture intégrale de ceux-ci et le remplissage de la grille PEDro.

Les données extraites sont :

- Les caractéristiques des études : les auteurs, l'année de publication et la méthode
- La description des participants : conditions de santé, origine des sujets, moyenne d'âge, genre, taille de l'échantillon et critères d'inclusion et d'exclusion
- Le délai depuis la survenue de l'AVC
- La description des protocoles des traitements expérimentaux et groupes contrôles
- La durée et la fréquence de l'intervention
- Les critères de jugement utilisés et les résultats s'y rapportant

Ces informations contenues dans chaque article vont être classées dans un tableau récapitulatif. De plus, un tableau récapitulatif pour chaque article se trouve en annexe. [Annexe 4]

3. Résultats

3.1. Description des études

3.1.1. Diagramme de flux

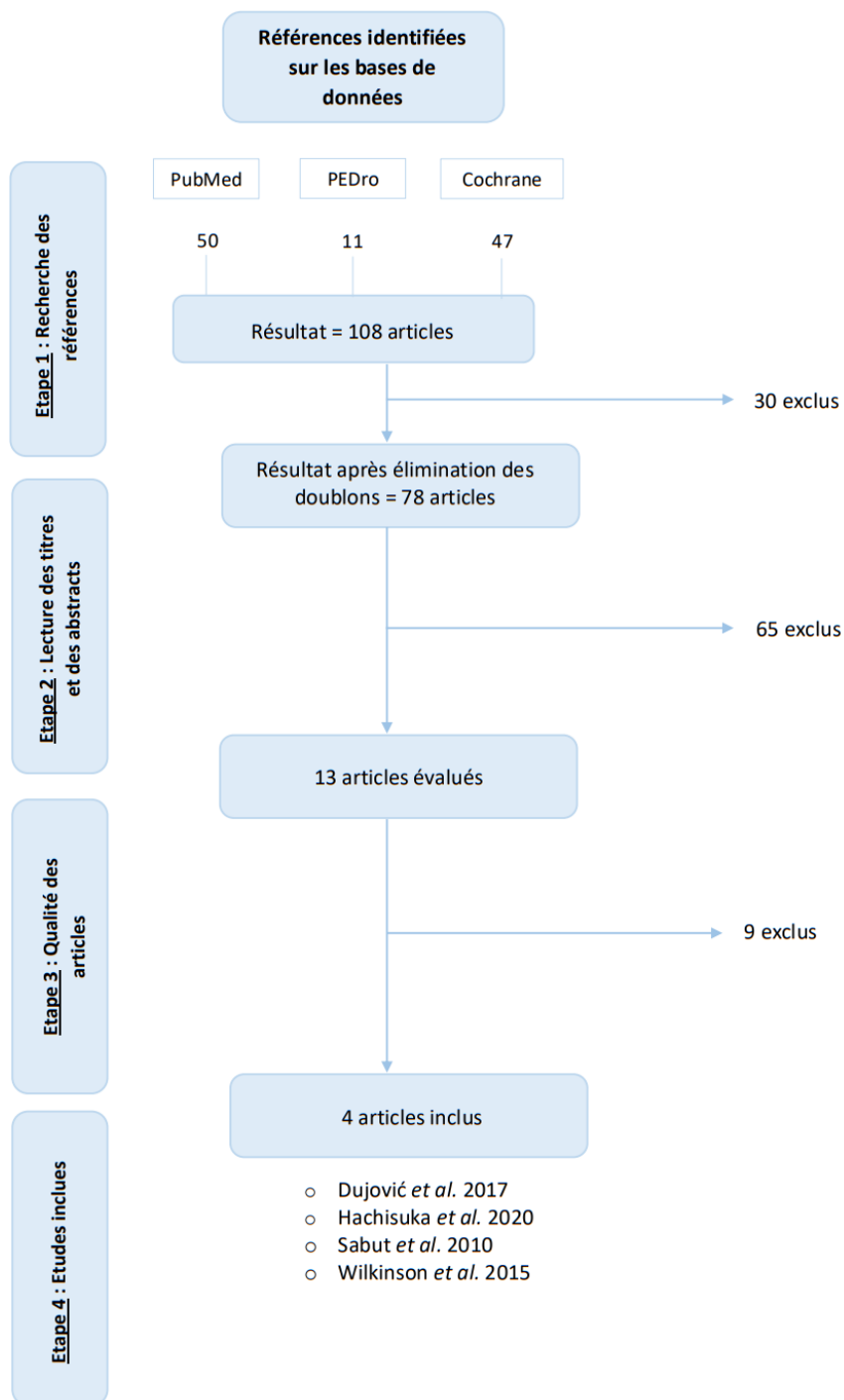


Figure 5 : Diagramme de flux

- Identification des références sur les bases de données :

Parmi les bases de données PEDro, PubMed et Cochrane, 108 articles ont été recueillis au total. Après la suppression de 30 doublons, 78 articles ont été traités.

- Sélection des références :

Les articles ont été triés après la lecture du titre et de l'abstract. Lors de cette étape, 65 articles ont été exclus. Les articles ont été principalement exclus car ils ne répondaient pas à la question clinique. Certains articles ont été exclus en raison de leur date de parution (année antérieure à 2001).

- Eligibilité des références :

Après leur lecture complète, 9 articles ont été exclus.

- 3 articles ne correspondaient pas à des essais cliniques randomisés,
- 1 article présentait un score < 5 sur l'échelle PEDro,
- 2 articles ne comportaient pas le critère de jugement principal de la revue,
- 3 articles ne comportaient pas un comparateur valable pour la revue.

- Inclusion des références :

Au total, 4 articles ont été inclus dans cette étude :

- Dujović *et al.* 2017 [37]
- Hachisuka *et al.* 2020 [38]
- Sabut *et al.* 2010 [39]
- Wilkinson *et al.* 2015 [40]

3.1.2. Etudes exclues

Comme exprimé plus haut, 9 études ont été exclues après une lecture intégrale. Le tableau suivant résume les articles exclus ainsi que les raisons de leur exclusion.

Articles exclus	Raisons de l'exclusion
O'Dell <i>et al.</i> 2014 [41]	Non ECR
Sota <i>et al.</i> 2018 [42]	Non ECR
Sabut <i>et al.</i> 2010 [43]	Non ECR
Sabut <i>et al.</i> 2011 [44]	Score échelle PEDro < 5
Tan <i>et al.</i> 2014 [45]	Critères de jugement non valables
Pilkar <i>et al.</i> 2014 [46]	Critères de jugement non valables
Bethoux <i>et al.</i> 2014 [47]	Comparateurs non valables
Salisbury <i>et al.</i> 2013 [48]	Comparateurs non valables
Bethoux <i>et al.</i> 2015 [49]	Comparateurs non valables

3.1.3. Etudes incluses

Les tableaux récapitulatifs des quatre études incluses sont présents en annexe. [Annexe 4]

3.1.3.1. *Dujović et al.*

Cette première étude est un Essai Clinique Randomisé (ECR). Elle a pour objectif d'évaluer l'efficacité de la SEF ajoutée à la rééducation conventionnelle de la marche et de la récupération motrice des membres inférieurs après un AVC.

Pour se faire, 16 participants avec un tableau clinique présentant une hémiparésie après un seul AVC et une incapacité à la flexion dorsale lors de la phase oscillante de la marche ont été sélectionnés. Pour être inclus dans l'étude, les patients doivent être capables de marcher au moins 10 mètres avec ou sans aides techniques, avec une vitesse de marche < 0,4 m/s. Les participants devaient également marcher de façon autonome avant l'AVC.

Les patients ont été répartis dans deux groupes de huit :

- Groupe contrôle : Rééducation conventionnelle

Dans cette étude, la rééducation conventionnelle après un AVC se base sur l'approche de la facilitation neurodéveloppementale. Les séances sont d'une durée de 60 minutes, cinq jours par semaine, pendant quatre semaines.

- Groupe expérimental : Rééducation conventionnelle + SEF

La stimulation électrique est appliquée à l'aide d'un boîtier portable pour la correction du déficit des fléchisseurs dorsaux. Les électrodes sont placées autour du genou du patient. Lors de la marche, le nerf tibial est stimulé en phase pré-oscillante et le nerf fibulaire commun est stimulé au moment de la phase d'oscillation de la marche. Un étalonnage a été effectué en amont afin d'obtenir un bon calibrage et permettre au système d'être autonome lors de la marche pour déclencher les stimulations électriques au bon moment. L'appareil utilisé est le *FESa* de *Tecnalia R&I*. La fréquence de stimulation est de 40 Hz et la largeur d'impulsion de 400 µs. La première semaine, la durée de la stimulation électrique était de 20 minutes par sessions. Puis, les trois dernières semaines la durée de stimulation était de 30 à 40 minutes par sessions.

Pour cette étude, le critère de jugement principal est la vitesse de marche qui est évaluée par le test de 10 mètres de marche (10MWT) au début et à la fin de l'étude. Les critères de jugement secondaires correspondent à la *Fugl-Meyer Assessment (FMA)*, l'échelle d'équilibre de Berg (BBS) et l'index de Barthel (BI).

La conclusion de cette étude est que l'utilisation du système de SEF combinée à la rééducation conventionnelle après un AVC semble avoir un résultat positif significatif sur la vitesse de marche, la mobilité des membres inférieurs, l'équilibre et les activités de la vie quotidienne comparé à la rééducation conventionnelle seule.

3.1.3.2. Hachisuka et al.

Cette étude est un ECR. Elle a pour but de comparer l'efficacité de l'entraînement à la marche avec la SEF du nerf fibulaire commun et l'entraînement à la marche sans SEF, dans le cas d'une rééducation après un AVC.

Au début de l'intervention, 115 patients ont été inclus dans l'étude avec un tableau clinique présentant une hémiplégié après un AVC datant d'au moins 4 mois avec un pied tombant en phase aigüe de récupération. Afin d'être inclus dans l'étude, les patients doivent présenter une hémiplégié résiduelle du membre inférieur avec un stade ≥ 4 selon l'évolution naturelle de la spasticité de Brunnstrom. Les participants doivent également marcher de manière autonome sur un sol plat avec un score ≥ 5 selon la *Functional Ambulation Classification*. Les patients inclus doivent avoir une amplitude articulaire en flexion dorsale de cheville $\geq 0^\circ$ ainsi qu'une spasticité des muscles fléchisseurs plantaires ≤ 2 selon l'échelle d'Ashworth modifiée.

Ainsi, 115 patients ont été répartis dans deux groupes :

- Groupe contrôle : Rééducation conventionnelle

La rééducation conventionnelle après un AVC a consisté en un entraînement autodirigé de 480 minutes ainsi qu'un entraînement à la marche assistée d'un kinésithérapeute de 260 minutes, cela pendant quatre semaines.

L'entraînement autodirigé comprend un travail de la marche sur sol plat, un travail de l'amplitude des mouvements sur table inclinable et des exercices de renforcement musculaire.

L'entraînement assisté par un kinésithérapeute lors la marche comprend des instructions sur la posture et sur l'oscillation du membre inférieur lors de la marche, un travail de la marche en pente, dans des escaliers ainsi que sur des surfaces irrégulières.

- Groupe expérimental : Rééducation conventionnelle + SEF

Le groupe expérimental a suivi la même rééducation que le groupe contrôle mais la marche assistée par un kinésithérapeute s'est faite avec l'utilisation de l'appareil de SEF. Le kinésithérapeute a expliqué le fonctionnement de l'appareil, a ajusté la stimulation électrique avant de débiter la marche avec l'appareil.

L'utilisation de l'appareil de SEF ne se faisait qu'en centre de rééducation et les patients qui portaient habituellement une orthèse de cheville étaient autorisés à la porter en dehors de la marche avec l'appareil de stimulation électrique.

L'appareil utilisé est le *WalkAide*®, la stimulation électrique du nerf fibulaire commun est déclenchée automatique pendant la phase d'oscillation de la marche.

La distance de marche par le test de marche de 6 minutes (6MWT) ainsi que la vitesse de marche par le 10MWT sont analysés dans cette étude. D'autres critères de jugement sont pris en compte comme la *Fugl-Meyer Assessment* (FMA), la force musculaire des fléchisseurs dorsaux de cheville (MS), l'amplitude articulaire de la flexion dorsale (ROM), la spasticité des

fléchisseurs plantaires de cheville selon l'échelle d'Ashworth modifiée (MAS) et la *Stroke Impact Scale Japanese edition scores* (J-SIS). Les tests ont été effectués au début et à la fin de l'étude.

La conclusion de cette étude est que la vitesse et la distance de marche après l'entraînement à la marche avec un appareil de stimulation du nerf péronier semble inchangées en comparaison aux résultats de la marche sans l'utilisation de l'appareil. L'ajout d'une stimulation électrique du nerf fibulaire commun ne semble pas améliorer les résultats.

3.1.3.3. Sabut et al.

Cette étude est un ECR. Son objectif est d'évaluer l'efficacité clinique de la thérapie par SEF du muscle tibial antérieur sur l'amélioration de la marche et la récupération motrice chez les patients victimes d'un AVC.

Les patients inclus dans cette étude sont des patients de 40 à 65 ans avec un tableau clinique présentant une hémiplégié après un AVC datant d'au moins trois mois avant le début de l'étude.

Pour l'inclusion dans l'étude, les patients doivent être capables de marcher de façon autonome sans aides techniques sur une distance de 10 mètres et ne présenter aucunes contractures sévères au niveau de la cheville, du genou et de la hanche.

Ainsi, 30 participants ont été répartis dans deux groupes :

- Groupe contrôle : Rééducation conventionnelle

La rééducation conventionnelle pour tous les patients est basée sur l'approche de la facilitation neurodéveloppementale. Les séances sont d'une durée de 60 minutes par jour, cinq jours par semaines pendant douze semaines.

- Groupe expérimental : Rééducation conventionnelle + SEF

L'appareil utilisé pour la stimulation électrique est le *EMS* de *CyberMedic Corp.*, celui-ci déclenche une stimulation électrique automatique du muscle tibial antérieur lors de la phase d'oscillation de la marche. La stimulation s'arrête lors de la phase d'appui. La fréquence de stimulation est de 40 Hz et la largeur d'impulsion est de 300 µs. Lors de la première semaine, la durée de stimulation est de 15 minutes par jour, puis pour les semaines suivantes la durée de stimulation est de 30 à 45 minutes par jour.

Dans cette étude, un système d'ordinateur spécifique pour l'analyse de la marche est utilisé pour les différents Paramètres Spatio-Temporels (PST) suivants : la vitesse de marche sur une distance de 10 mètres, la cadence de marche, la longueur du pas, la longueur de foulée ainsi que l'indice de coût physiologique de la marche (PCI). D'autres critères de jugements sont évalués dans cette étude, tels que la *Fugl-Meyer Assessment* (FMA), la spasticité avec l'échelle d'Ashworth modifiée (MAS), l'amplitude articulaire (ROM) et l'analyse électromyographique (EMG) du muscle tibial antérieur.

La conclusion de cette étude est que pour le groupe expérimental il semble y avoir des changements au niveau des différents paramètres de marche. Mais cela ne semble pas significatif comparé au groupe contrôle.

3.1.3.4. *Wilkinson et al.*

Cette étude est un ECR qui a pour objectif d'évaluer l'efficacité de la stimulation électrique combinée à la rééducation conventionnelle pour améliorer la marche après un AVC. Cette étude établit la faisabilité d'utiliser la SEF en ambulatoire chez des patients vivant à domicile et ayant eu un premier AVC il y a moins de six mois.

Les patients inclus doivent être médicalement stables pour participer à la rééducation à la marche, ils doivent également pouvoir se rendre à l'hôpital pour deux sessions hebdomadaires, et avoir un score au *Rivermead Mobility Index* (RMI) entre 6 et 10 et un score au *Mini Mental Test* (MMT) supérieur à 25. Au total, 20 participants ont été enrôlés dans cette étude.

Pour cette étude les mesures de base ont été effectuées à la semaine 1, après cela la randomisation a assigné dix participants dans chaque groupe :

- Groupe contrôle (groupe A) : Rééducation conventionnelle

La rééducation conventionnelle est basée sur l'amélioration de la marche axée sur des objectifs de tâches orientées et de tâches spécifiques.

- Groupe expérimental (groupe B) : Rééducation conventionnelle + SEF

Le groupe expérimental utilise le dispositif de SEF pour la correction du pied tombant lors des exercices pendant les séances. Le dispositif est disponible pour une utilisation à domicile en dehors des séances pendant la période d'intervention. Le dispositif de stimulation électrique utilisé pour la marche est le *Odstock Dropped Foot Stimulator* (ODFSIII). Un appareil de stimulation électrique spécifique pour les exercices cycliques est utilisé lorsqu'il a été prescrit, il s'agit du *Microstim* (MSV2).

Pour tous les participants les séances sont d'une durée de 60 minutes, deux fois par semaines et pendant six semaines. Des exercices à domicile étaient également donnés aux patients. De nouvelles mesures ont été prises à la semaine 8, puis à la semaine 20. Pendant les douze semaines (entre la semaine 8 et semaine 20) les patients ont continué leurs suivis habituels de rééducation et pouvaient utiliser la SEF à domicile s'ils le souhaitaient.

Les critères de jugement évalués dans cette étude sont la vitesse de marche avec le 10MWT et la distance de marche avec le 6MWT ainsi que le *Rivermead Mobility Index* (RMI), la *Rivermead Visual Gait Assessment* (RVGA), *The Canadian Occupational Performance Measure* (COPM), la *Hospital Anxiety and Depression Scale* (HADS) et la *Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale* (PIADS), celle-ci uniquement à la semaine 20.

La conclusion de cette étude est que la vitesse et la distance de marche semblent augmenter mais il n'y a aucune preuve que cela soit dû à la SEF comparé à la rééducation conventionnelle.

Auteurs, années	Participants				Intervention (SEF)	Comparateur (Rééducation conventionnelle)	Fréquence des séances	Outcome
	Groupes	Genre (H/F)	Moyenne d'âge	Conditions de santé				
Dujović, 2017 [37]	Gp E : 8 Gp C : 8 N : 16	Gp E : 3/5 Gp C : 7/1 N : 10/6	<65/>65 ans Gp E : 6/2 Gp C : 6/2	Hémiplégie après un seul AVC	SEF du nerf tibial lors de la phase pré-oscillante + SEF du nerf fibulaire commun lors de la phase oscillante 40 Hz, 400 µs Semaine 1 : 20min/jour Semaines 2 à 4 : 30 à 40min/jour	Rééducation conventionnelle après un AVC basée sur l'approche de la facilitation neurodéveloppementale	60min/jour 5jours/semaine 4 semaines	10MWT FMA BBS BI
Hachisuka, 2020 [38]	Gp E : 56 Gp C : 58 N : 114	Gp E : 36/20 Gp C : 45/13 N : 81/33	(± écart-type) Gp E : 61,1 (± 11,8) Gp C : 58,0 (± 13,6)	Hémiplégie après un AVC > 4 mois	SEF du nerf fibulaire commun lors de la phase oscillante	Entraînement autodirigé : marche sur sol plat, travail de l'amplitude des mouvements, renforcement musculaire + Entraînement à la marche assisté par MK : posture, oscillation du membre inférieur, marche en pente, sur surfaces irrégulières et escaliers	Entraînement autodirigé : 480min + Marche assistée : 260min 4 semaines	6MWT 10MWT FMA MS ROM MAS J-SIS
Sabut, 2010 [39]	Gp E : 16 Gp C : 14 N : 30	Gp E : 12/4 Gp C : 12/2 N : 24/6	(± écart-type) Gp E : 49,5 (± 8,9) Gp C : 47,1 (± 12,4)	Hémiplégie après un AVC > 3 mois	SEF du tibial antérieur et du nerf fibulaire commun lors de la phase oscillante 40 Hz, 300 µs Semaine 1 : 15min/jour Semaines 2 à 12 : 30 à 45min/jour	Rééducation conventionnelle après un AVC basée sur l'approche de la facilitation neurodéveloppementale	60min/jour 5jours/semaine 12 semaines	10MWT PST PCI FMA MAS ROM EMG
Wilkinson, 2015 [40]	Gp E : 10 Gp C : 10 N : 20	Gp E : 6/4 Gp C : 5/5 N : 11/9	(Étendue) Gp E : 65,4 (49–84) Gp C : 64,5 (42–83)	Hémiplégie après un 1 ^{er} AVC < 6 mois	SEF du nerf fibulaire commun lors de la marche	Séances de kinésithérapie individualisées basées sur l'amélioration de la marche et axées sur les objectifs de tâches orientées et tâches spécifiques	60min/jour 2jours/semaine 6 semaines	10MWT 6MWT RMI RVGA COPM HADS

Tableau 1 : Synthèses des caractéristiques des quatre études incluses

3.2. Risques de biais des études incluses

3.2.1. Grille d'analyse utilisée

La grille d'évaluation choisie est l'échelle PEDro. Elle permet de donner un score concernant la qualité méthodologique d'un essai clinique randomisé. Ainsi, cette échelle semble adaptée pour mesurer la qualité des ECR de cette revue.

L'échelle PEDro comprend 11 critères. Le premier critère concerne la validité externe de l'étude, il ne rentre pas en compte dans le calcul du score total. Les critères 2 à 11 concernent la validité interne de l'étude. Les critères 10 et 11 renseignent sur les informations statistiques présentées dans l'étude pouvant rendre les résultats interprétables.

Le tableau ci-dessous synthétise l'analyse de la validité interne des études incluses dans cette revue de littérature et explicite le score de chaque étude.

Articles	Items											Score total/10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Dujović, 2017 [37]	X	X		X			X	X	X	X	X	7
Hachisuka, 2020 [38]	X	X		X				X	X	X	X	6
Sabut, 2010 [39]	X			X			X	X		X	X	5
Wilkinson, 2015 [40]	X	X		X			X	X	X	X	X	7

X : item validé : item refusé

***Tableau 2** : Score PEDro des études incluses*

3.2.2. Synthèse des biais retrouvés

Dans un premier temps, chacun des critères de l'échelle PEDro sera présenté [50]. Il sera précisé par la suite si les articles présentent ou non un biais.

- Item 2 de l'échelle PEDro :

Il correspond à la répartition aléatoire des sujets dans les groupes comparés. Il permet d'éviter le **biais de sélection**. Cela signifie que chaque participant à l'étude a la même chance de recevoir chacune des interventions proposées et donc aucune action humaine n'a pu répartir les sujets d'une façon qui aurait pu amener à un résultat plutôt qu'un autre.

Seule l'étude de Sabut *et al.* [39] ne respecte pas ce critère.

- Item 3 de l'échelle PEDro :

Il correspond à l'assignation secrète. Cela signifie que la personne qui a déterminé si un sujet répond aux critères d'inclusion de l'étude, ne doit pas savoir, au moment où elle prend sa décision, à quel groupe le participant est attribué. Cet item permet d'éviter le **biais de sélection**.

Aucune étude n'a respecté ce critère. Cela peut vouloir dire que l'investigateur a pu diriger certains patients vers le groupe expérimental ou le groupe contrôle, ou inciter des patients à se retirer de l'étude, et ainsi fausser le résultat.

- Item 4 de l'échelle PEDro :

Il correspond à la similarité des groupes au début de l'étude. Il permet d'éviter le **biais de sélection**.

Toutes les études ont respecté ce critère.

- Items 5, 6 et 7 de l'échelle PEDro :

Ils correspondent au fait que les sujets, les thérapeutes ainsi que les examinateurs soient en aveugle. Ils permettent d'éviter le **biais de détection**. Lorsque les sujets sont en aveugle cela permet d'éviter les effets liés à l'effet placebo et à l'effet Hawthorne. Lorsque les thérapeutes sont en aveugle cela permet d'éviter les effets liés à l'enthousiasme du thérapeute pour le traitement ou pour les conditions contrôles. Lorsque les examinateurs sont en aveugle cela permet d'éviter les effets liés aux préjugés de l'intervenant pouvant influencer la mesure des résultats.

Dans le cas de la thérapeutique testée dans cette revue, le double insu est difficile. Aucune étude n'a respecté les items 5 et 6, ainsi les sujets et les thérapeutes n'étaient pas en aveugle. Concernant l'item 7, seule l'étude de Hachisuka *et al.* [38] ne respecte pas ce critère. Les examinateurs sont en aveugle pour les autres études.

- Item 8 de l'échelle PEDro :

Il correspond au fait que les mesures, pour au moins un des critères de jugement principal, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes. Cet item permet d'éviter le **biais d'attrition**. L'attrition correspond à la diminution de l'effectif des personnes suivies.

Toutes les études incluses ont respecté ce critère.

- Item 9 de l'échelle PEDro :

Il correspond à l'analyse « en intention de traiter ». C'est-à-dire que tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement en adéquation avec l'assignation qu'ils ont reçu. Si ce n'était pas le cas, les données d'au moins un des critères de jugement principal auraient été analysées « en intention de traiter ». Cet item permet d'éviter le **biais d'attrition**.

Seule l'étude de Sabut *et al.* [39] ne respecte pas ce critère.

- Item 10 de l'échelle PEDro :

Il correspond à la présence d'une comparaison statistique inter-groupe, c'est-à-dire une comparaison statistique d'un groupe par rapport à un autre, avec des résultats pour au moins un des critères de jugement principal. Cet item évalue si la publication comporte des informations statistiques suffisantes pour rendre les résultats interprétables.

Toutes les études incluses ont respecté ce critère.

- Item 11 de l'échelle PEDro :

Il correspond à la présence de l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité, pour au moins un des critères de jugement principal. Cet item évalue si la publication comporte des informations statistiques suffisantes pour pouvoir interpréter les résultats.

Toutes les études incluses ont respecté ce critère.

3.3. Effets de l'intervention

3.3.1. Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal pour toutes les études sélectionnées est la **vitesse de marche** en mètres par seconde mesurée par le **test de 10 mètres de marche (10MWT)**.

- **Dujović *et al.* 2017** [37]

Dans cette étude, le parcours de marche mesure 14 mètres de long avec 2 mètres d'échauffement au début et 2 mètres pour le ralentissement à la fin. Seuls les 10 mètres ont été utilisés pour la mesure de la vitesse de marche. Les patients ont pour consigne de marcher à vitesse confortable.

Concernant la vitesse de marche, le groupe expérimental présente une vitesse augmentée de $0,13 \pm 0,05$ m/s alors que le groupe contrôle présente une vitesse augmentée de $0,03 \pm 0,09$ m/s. Les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,05$. Après le calcul de la taille de l'effet, l'évolution est en faveur du groupe expérimental de $0,1$ m/s avec un intervalle de confiance à 95% de $[0,02 ; 0,18]$. Cependant, la taille d'effet semble faible.

<i>Outcome</i>	<i>Groupe</i>	<i>Différence des moyennes intra-groupes</i>	<i>p-value</i>
10MWT (m/s)	Expérimental	$0,13 \pm 0,05$	0,022
	Contrôle	$0,03 \pm 0,09$	
Taille de l'effet : 0,1		Intervalle de confiance à 95% : $[0,02 ; 0,18]$	

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne \pm écart-type.

- **Hachisuka et al. 2020** [38]

Dans cette étude, les participants sont autorisés à utiliser une canne si nécessaire lors du test de marche. Les patients ont pour consigne de marcher à vitesse confortable.

Le groupe expérimental présente une augmentation de la vitesse de marche entre le début et la fin de l'étude qui passe de $0,76 \pm 0,31$ m/s à $0,81 \pm 0,33$ m/s. Le groupe contrôle présente également une augmentation de la vitesse de marche qui passe de $0,76 \pm 0,28$ m/s à $0,83 \pm 0,33$ m/s. Les données sont cependant statistiquement non significatives avec une valeur de $p > 0,05$. Après son calcul, la taille de l'effet est de $-0,02$ m/s avec un intervalle de confiance à 95% de $[-0,14 ; 0,10]$. Le signe négatif de cette taille d'effet tend à montrer que le traitement n'entraîne pas d'augmentation de la vitesse de marche. Par conséquent, l'entraînement avec et sans la SEF produit des améliorations quasiment équivalentes concernant la vitesse de marche.

<i>Outcome</i>	<i>Groupe</i>	<i>Pré-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>p-value</i>
10MWT (m/s)	Expérimental	$0,76 \pm 0,31$	$0,81 \pm 0,33$	0,629
	Contrôle	$0,76 \pm 0,28$	$0,83 \pm 0,33$	
Taille de l'effet : - 0,02		Intervalle de confiance à 95% : $[-0,14 ; 0,10]$		

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne \pm écart-type.

- **Sabut et al. 2010** [39]

Dans cette étude, les patients ont pour consigne de marcher à leur vitesse confortable de marche sur une distance de 10 mètres.

Le groupe expérimental présente une augmentation de la vitesse de marche qui passe de $0,356 \pm 0,15$ m/s à $0,466 \pm 0,25$ m/s. Le groupe contrôle présente également une augmentation de la vitesse de marche qui passe de $0,369 \pm 0,21$ m/s à $0,397 \pm 0,16$ m/s. Les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,05$. Après le calcul de la taille de l'effet, l'évolution est favorable de $0,069$ m/s avec un intervalle de confiance à 95% de $[-0,09 ; 0,23]$. Néanmoins, l'intervalle de confiance croise la valeur zéro, de ce fait il est

impossible de conclure sur le fait que la SEF ajoutée à la rééducation conventionnelle montre un effet plus important que la rééducation conventionnelle seule.

Outcome	Groupe	Pré-test	Post-test	p-value
10MWT (m/s)	Expérimental	0,356 ± 0,15	0,466 ± 0,25	< 0,001
	Contrôle	0,369 ± 0,21	0,397 ± 0,16	
Taille de l'effet : 0,069		Intervalle de confiance à 95% : [- 0,09 ; 0,23]		

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

- **Wilkinson et al. 2015** [40]

Dans cette étude, le parcours de marche mesure 12 mètres. Un chronomètre est utilisé pour mesurer le temps mis pour parcourir les 10 mètres de marche. Les patients ont pour consigne de marcher à vive allure mais de façon sécurisée. Les participants peuvent utiliser leur aide technique habituelle si besoin.

Les résultats donnés dans cette étude sont sous la forme de médianes et n'ont pas été suffisants pour calculer une taille d'effet. Ainsi, seuls les résultats présentés dans l'étude seront interprétés. Concernant la vitesse de marche, les résultats semblent statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,05$. Le groupe expérimental présente une vitesse augmentée avec une valeur médiane de 0,17 m/s avec un intervalle de confiance à 95% de [0,05 ; 0,31]. Néanmoins, le groupe contrôle présente une valeur médiane supérieure au groupe expérimental, de 0,28 m/s avec un intervalle de confiance à 95% de [0,15 ; 0,42].

Outcome	Groupe	Différence des médianes intra-groupes	Intervalle de confiance à 95%	p-value
10MWT (m/s)	Expérimental (B)	0,17	[0,05 ; 0,31]	0,032
	Contrôle (A)	0,28	[0,15 ; 0,42]	0,006

Les résultats sont donnés sous forme de médiane.

3.3.2. Critères de jugement secondaires

Les critères de jugement secondaires évalués pour cette revue sont la distance de marche évaluée par le test de marche de 6 minutes (6MWT), l'indice de coût physiologique de la marche (PCI) et les paramètres spatio-temporels de la marche. Ces critères ne sont pas systématiquement retrouvés dans toutes les études sélectionnées pour cette revue.

- **Hachisuka et al. 2020** [38]

Dans cette étude, le critère de jugement secondaire évalué est la **distance de marche** évaluée par le **test de marche de 6 minutes** (6MWT). Les participants sont autorisés à utiliser une canne si nécessaire lors du test de marche et ont pour consigne de marcher au maximum de leur effort.

Le groupe expérimental présente une augmentation de la distance de marche passant de $247,8 \pm 115,9$ m à $262,5 \pm 124,0$ m. Le groupe contrôle présente également une augmentation de la distance de marche passant de $268,0 \pm 101,7$ m à $290,2 \pm 120,2$ m. Cependant les résultats ne semblent pas statistiquement significatifs avec une valeur de $p > 0,05$. De plus, après son calcul, la taille de l'effet est de $- 27,7$ m avec un intervalle de confiance à 95% de $[- 73,02 ; 17,62]$. Le signe négatif de la taille de l'effet tend à montrer que le traitement n'entraîne pas d'augmentation de la distance de marche. De plus, l'intervalle de confiance croise la valeur zéro donc on ne peut pas conclure sur le fait que la SEF ajoutée à la rééducation conventionnelle montre un effet plus important que la rééducation seule sur la distance de marche.

Outcome	Groupe	Pré-test	Post-test	p-value
6MWT (m)	Expérimental	$247,8 \pm 115,9$	$262,5 \pm 124,0$	0,392
	Contrôle	$268,0 \pm 101,7$	$290,2 \pm 120,2$	
Taille de l'effet : $- 27,7$			Intervalle de confiance à 95% : $[- 73,02 ; 17,62]$	

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne \pm écart-type.

- **Sabut et al. 2010** [39]

Dans cette étude, les critères de jugement secondaires évalués sont l'indice de coût physiologique de la marche (PCI) et les différents paramètres spatio-temporels de la marche tels que la cadence de marche, la longueur de pas et la longueur de foulée.

Le **PCI** se mesure en battements par mètres (b/m). Le groupe expérimental présente une diminution du PCI qui passe de $1,03 \pm 2,08$ b/m à $0,79 \pm 1,34$ b/m. Le groupe contrôle présente également une diminution du PCI qui passe de $1,12 \pm 0,92$ b/m à $1,01 \pm 0,86$ b/m. Les résultats semblent statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,05$. Après son calcul, la taille de l'effet est de $- 0,22$ b/m avec un intervalle de confiance à 95% de $[- 1,08 ; 0,64]$. La taille de l'effet tend à montrer que l'intervention entraîne une diminution du PCI. Néanmoins, l'intervalle de confiance croise la valeur zéro ce qui ne permet pas de conclure sur le fait que la SEF ajoutée à la rééducation conventionnelle montre un effet plus important que la rééducation conventionnelle seule en ce qui concerne le PCI.

Outcome	Groupe	Pré-test	Post-test	p-value
PCI (b/m)	Expérimental	$1,03 \pm 2,08$	$0,79 \pm 1,34$	$< 0,05$
	Contrôle	$1,12 \pm 0,92$	$1,01 \pm 0,86$	
Taille de l'effet : $- 0,22$			Intervalle de confiance à 95% : $[- 1,08 ; 0,64]$	

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne \pm écart-type.

La **cadence de marche** correspond au nombre de pas par minutes. Le groupe expérimental présente une augmentation de la cadence de marche qui passe de $67,34 \pm 26,88$ pas/min à $79,27 \pm 28,16$ pas/min. Le groupe contrôle présente également une augmentation de la cadence de marche qui passe de $68,14 \pm 22,06$ pas/min à $73,35 \pm 23,29$ pas/min. Les résultats semblent statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,05$. Après son calcul, la taille de l'effet est de $5,92$ pas/min avec un intervalle de confiance à 95% de $[-13,58 ; 25,42]$.

L'évolution de la cadence de marche est en faveur de l'intervention. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur zéro et ne permet donc pas de conclure sur le fait que la SEF ajoutée à la rééducation conventionnelle montre un effet plus important que la rééducation conventionnelle seule en ce qui concerne la cadence de marche.

Outcome	Groupe	Pré-test	Post-test	p-value
Cadence (pas/min)	Expérimental	67,34 ± 26,88	79,27 ± 28,16	0,001
	Contrôle	68,14 ± 22,06	73,35 ± 23,29	
Taille de l'effet : 5,92			Intervalle de confiance à 95% : [- 13,58 ; 25,42]	

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

La **longueur de pas** correspond à la distance de progression vers l'avant du pied oscillant par rapport à l'autre. Le groupe expérimental présente une augmentation de la longueur du pas qui passe de 28,62 ± 13,1 cm à 34,71 ± 13,83 cm. Le groupe contrôle présente également une augmentation de la longueur du pas qui passe de 27,5 ± 8,15 cm à 29,71 ± 9,14 cm. Les résultats semblent statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,05$. Après son calcul, la taille de l'effet est de 5 cm avec un intervalle de confiance à 95% de [- 3,91 ; 13,91]. L'évolution de la taille de l'effet est en faveur du groupe expérimental. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur zéro, il est donc impossible de conclure sur le fait que l'intervention montre un effet plus important que la rééducation conventionnelle seule concernant la longueur de pas.

Outcome	Groupe	Pré-test	Post-test	p-value
Longueur de pas (cm)	Expérimental	28,62 ± 13,1	34,71 ± 13,83	0,001
	Contrôle	27,5 ± 8,15	29,71 ± 9,14	
Taille de l'effet : 5			Intervalle de confiance à 95% : [- 3,91 ; 13,91]	

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

La **longueur de foulée** correspond à la distance entre deux placements successifs du même pied, cela constitue deux longueurs de pas. Le groupe expérimental présente une augmentation de la longueur de foulée qui passe de 57,06 ± 26,18 cm à 68,71 ± 28,5 cm. Le groupe contrôle présente également une augmentation de la longueur de foulée qui passe de 54,57 ± 15,34 cm à 59,07 ± 16,62 cm. Les résultats semblent statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,05$. Après son calcul, la taille de l'effet est de 9,64 cm avec un intervalle de confiance à 95% de [- 8,15 ; 27,43]. La taille de l'effet présente une évolution en faveur de l'intervention. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur zéro, il est donc impossible de conclure sur le fait que la SEF ajoutée à la rééducation conventionnelle montre un effet plus important que la rééducation seule en ce qui concerne la longueur de foulée.

Outcome	Groupe	Pré-test	Post-test	p-value
Longueur de foulée (cm)	Expérimental	57,06 ± 26,18	68,71 ± 28,5	0,001
	Contrôle	54,57 ± 15,34	59,07 ± 16,62	
Taille de l'effet : 9,64			Intervalle de confiance à 95% : [- 8,15 ; 27,43]	

Les résultats sont donnés sous la forme moyenne ± écart-type.

- **Wilkinson et al. 2015** [40]

Pour cette étude, le critère de jugement secondaire évalué est la **distance de marche** évaluée par le **test de marche de 6 minutes** (6MWT). Les participants peuvent utiliser leur aide technique habituelle pour le test. Les patients marchent à une vitesse confortable choisie par eux-mêmes, sans assistance physique ou encouragements. Dans le cas où la marche n'est pas sécuritaire sans assistance physique, un score de 0 a été enregistré pour le test.

Les résultats donnés dans cette étude sont sous la forme de médianes et n'ont pas été suffisants pour calculer une taille d'effet. Ainsi, seuls les résultats présentés dans l'étude seront interprétés. Concernant la distance de marche, les résultats semblent statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,05$. Le groupe expérimental présente une distance de marche augmentée avec une valeur médiane de 69,8 m avec un intervalle de confiance à 95% de [36,4 ; 97,5]. Néanmoins, le groupe contrôle présente une valeur médiane supérieure au groupe expérimental, de 86,7 m avec un intervalle de confiance à 95% de [43,6 ; 124,2].

Outcome	Groupe	Différence des médianes intra-groupes	Intervalle de confiance à 95%	p-value
6MWT (m)	Expérimental (B)	69,8	[36,4 ; 97,5]	0,009
	Contrôle (A)	86,7	[43,6 ; 124,2]	0,013

Les résultats sont donnés sous forme de médianes.

4. Discussion

4.1. Analyse des principaux résultats

4.1.1. La synthèse des résultats du critère de jugement principal

Pour rappel, le critère de jugement principal utilisé pour cette revue est la **vitesse de marche** mesurée par le **test de 10 mètres de marche** (10MWT). Les quatre études incluses ont toutes utilisées comme critère de jugement la vitesse de marche avec ce test.

En 1995, une étude de Perry *et al.* [53] a identifié trois niveaux de marche basés sur la vitesse de marche sur 10 mètres chez les patients victimes d'AVC. Cette étude présente les « marcheurs domestiques » avec une vitesse de marche inférieure à 0,40 m/s, les « marcheurs limités » avec une vitesse de marche comprise entre 0,40 m/s et 0,80 m/s et les « marcheurs illimités » avec une vitesse de marche supérieure à 0,80 m/s.

Il a été possible d'établir les niveaux de marche selon Perry *et al.* [53] des études de Dujović *et al.* [37], Hachisuka *et al.* [38] et Sabut *et al.* [39]. Les données de l'étude de Wilkinson *et al.* [40] ne permettent pas d'obtenir une moyenne des vitesses de marche des participants. Ainsi,

deux tableaux récapitulatifs ont été établis en fonction du groupe expérimental et du groupe contrôle des trois études sélectionnées.

Vitesse de marche (m/s)	Dujović <i>et al.</i> [37]		Hachisuka <i>et al.</i> [38]		Sabut <i>et al.</i> [39]	
	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test
< 0,40	X	X			X	
0,40 – 0,80			X			X
> 0,80				X		

Tableau 3 : Classification du niveau de marche des groupes expérimentaux selon Perry *et al.*

Vitesse de marche (m/s)	Dujović <i>et al.</i> [37]		Hachisuka <i>et al.</i> [38]		Sabut <i>et al.</i> [39]	
	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test
< 0,40	X	X			X	X
0,40 – 0,80			X			
> 0,80				X		

Tableau 4 : Classification du niveau de marche des groupes contrôles selon Perry *et al.*

Il est possible d’observer que les patients des groupes expérimentaux et contrôles des études de Dujović *et al.* [37] et Hachisuka *et al.* [38] restent aux mêmes niveaux avant et après la période de test. Seule l’étude de Sabut *et al.* [39], présente un changement de niveau pour le groupe expérimental à la fin du test.

Ces résultats sont cependant à interpréter de façon pondérée. En effet, comme vu précédemment une analyse statistique est nécessaire. Ainsi, grâce aux données présentes dans les études de Dujović *et al.* [37], Hachisuka *et al.* [38] et Sabut *et al.* [39] les calculs de la taille de l’effet et des intervalles de confiance à 95% ont été possible.

L’étude de Dujović *et al.* [37] présente une taille d’effet qui tend à montrer une augmentation de la vitesse de marche statistiquement significative en ce qui concerne les résultats de l’évolution intra-groupe, ceux-ci en faveur du groupe expérimental.

L’étude de Sabut *et al.* [39] présente également une taille d’effet positive qui montre une amélioration de la vitesse de marche statistiquement significative en ce qui concerne les résultats pré et post-test en faveur du groupe expérimental. Cependant, l’intervalle de confiance à 95% croise la valeur zéro, il est donc difficile de conclure que les résultats en faveur du groupe expérimental soient représentatifs de la population générale.

L'étude de Hachisuka *et al.* [38] ne présente pas de résultats statistiquement significatifs. Les résultats pré et post-test sont en faveur du groupe contrôle. De plus, comme pour l'étude de Sabut *et al.* [39], l'intervalle de confiance à 95% ne permet pas de conclure que les résultats en faveur d'un groupe soient représentatifs de la population générale.

L'étude de Wilkinson *et al.* [40] ne contient pas les données nécessaires pour calculer la taille d'effet, seules les données de l'article sont exploitables pour cette revue. De plus, les résultats sont donnés sous la forme de médiane. Les résultats présentent une valeur médiane en faveur du groupe contrôle en ce qui concerne l'évolution intra-groupe.

Pour résumer, seule l'étude de Dujović *et al.* [37] présente une taille d'effet qui tend à montrer une augmentation de la vitesse de marche entraînée par l'intervention. Les résultats des études de Hachisuka *et al.* [38], Sabut *et al.* [39] et Wilkinson *et al.* [40] ne permettent pas de conclure sur l'efficacité de la SEF sur la vitesse de marche.

4.1.2. La synthèse des résultats des critères de jugement secondaires

Les différents critères de jugement secondaires analysés dans cette revue sont la distance de marche analysée test de marche de 6 minutes (6MWT), l'indice de coût physiologique de la marche (PCI) et les paramètres spatio-temporels de la marche tels que la cadence de marche, la longueur de pas et la longueur de foulée.

La **distance de marche** est utilisée comme critère de jugement dans les études de Hachisuka *et al.* [38] et Wilkinson *et al.* [40]. L'étude de Hachisuka *et al.* [38] ne présente pas de résultats statistiquement significatifs concernant la distance de marche. Les résultats pré et post-test sont en faveur du groupe contrôle. De plus, l'intervalle de confiance à 95% croise la valeur zéro et ne permet donc pas de conclure que les résultats en faveur d'un groupe soient représentatifs de la population générale. Concernant l'étude de Wilkinson *et al.* [40], comme pour le critère de jugement principal, seules les données de l'article sont exploitables et la taille de l'effet n'a pas pu être calculé du fait du manque de données dans l'article. Les résultats sont donnés sous la forme de médiane et présentent une valeur médiane en faveur du groupe contrôle en ce qui concerne l'évolution intra-groupe pour la distance de marche.

Le **PCI** est uniquement utilisé comme critère de jugement dans l'étude de Sabut *et al.* [39]. Les résultats sont statistiquement significatifs avec une diminution du PCI dans les deux groupes. Mais, l'intervalle de confiance à 95% croise la valeur zéro et ne permet donc pas de conclure sur le fait que les résultats en faveur du groupe expérimental soient représentatifs au sein de la population générale.

Les **paramètres spatio-temporels de la marche** ont été utilisés uniquement dans l'étude de Sabut *et al.* [39] comme critères de jugement. La cadence de marche, la longueur de pas et la longueur de foulée présentent tous les trois des résultats statistiquement significatifs avec une évolution favorable pour les deux groupes. Cependant, après le calcul des trois intervalles de confiances à 95% pour chacune des données, leurs résultats croisent la valeur zéro. Ainsi,

pour les paramètres spatio-temporels de la marche il n'est pas possible de conclure que les résultats en faveur d'un groupe soient représentatifs au sein de la population générale.

En résumé, les résultats des études de Hachisuka *et al.* [38], Sabut *et al.* [39] et Wilkinson *et al.* [40] ne permettent pas de conclure sur l'efficacité de la SEF en ce qui concerne les critères de jugement secondaire. En effet, toutes ces études présentent des intervalles de confiance à 95% ne permettant pas de conclure sur l'efficacité de la rééducation avec la thérapie par rapport à la rééducation sans la thérapie.

4.1.3. La synthèse des limites

La synthèse des résultats présentée dans cette revue de littérature montre que très peu des résultats obtenus ne permettent de conclure sur l'efficacité de la SEF associée à la rééducation conventionnelle lors de la marche. Pour cette revue, chaque étude est pourvue d'une méthodologie et d'un protocole qui lui est propre. Ces deux derniers paramètres sont importants dans l'interprétation des résultats donnés et leur applicabilité à la population générale.

Les résultats statistiques de l'étude de Dujović *et al.* [37] sont les seuls résultats de cette revue qui montrent une efficacité de la SEF sur la vitesse de marche, et ce au sein d'une population générale. Néanmoins, une des premières limites concernant l'interprétation des résultats de cette étude est le choix de la population. En effet, les participants de l'étude ont une vitesse de marche moyenne de 0,3 m/s lors de l'évaluation initiale. De ce fait, il n'est pas possible d'étendre les résultats à une population générale représentative.

Dans l'étude de Hachisuka *et al.* [38], chaque groupe comporte un nombre égal de patients portant une orthèse de cheville au quotidien. Ces derniers avaient la possibilité de continuer à utiliser leur orthèse en dehors des séances prévues pendant l'étude. Cela présente une nouvelle limite pouvant introduire un biais lors de l'interprétation des résultats.

Les quatre études incluses dans cette revue de littérature se basent sur des méthodologies et des protocoles différents, que ce soit au niveau de l'intervention avec les paramètres de la SEF, ou au niveau des séances de rééducation conventionnelle avec leurs durées et fréquences. Au niveau des quatre articles, aucune similitude n'est retrouvée en ce qui concerne le protocole d'application et le paramétrage de la SEF, il n'est parfois même pas détaillé. Concernant le comparateur, chaque rééducation est individualisée et adaptée en fonction du patient, même si celle-ci se base *a priori* sur une méthode établie. Ces différences de paramètres au sein des études montrent une nouvelle limite à l'interprétation. En effet, il est difficile voire impossible de comparer les articles entre eux.

La conclusion de cette synthèse tend à affirmer que les nombreuses limitations présentes dans cette revue ne permettront pas de répondre à la question clinique de façon éclairée. En effet, certains biais persistent dans les études malgré une tentative d'en éliminer le maximum. Également, les divergences au sein des protocoles expérimentaux sont à prendre en

considération lors de l'interprétation des résultats. De ce fait, la réponse à la question clinique risque d'être influencée par les différentes limites retrouvées.

4.2. Applicabilité des résultats en pratique clinique

L'applicabilité des résultats en pratique clinique ne peut pas prendre en compte uniquement l'interprétation des résultats et des analyses statistiques. La signification clinique est plus complexe à définir et peut amener à plusieurs questions. Sur quelle population donnée ces résultats sont-ils applicables ? Par quelle intervention ces résultats sont-ils donnés ? Quel comparateur est utilisé par rapport à l'intervention ? Quels sont les critères de jugement employés pour ces résultats ?

4.2.1. La population

Initialement, il est important de s'intéresser à l'état de santé des participants des études. Cette revue s'intéresse aux patients hémiparétiques présentant un pied tombant après un AVC, ainsi toutes les études incluses sont réalisées avec des patients présentant ces caractéristiques. Il est cependant notable que la date de survenue de l'AVC est différente d'une étude à l'autre. L'étude de Dujović *et al.* [37] ne prend pas en compte la durée depuis l'AVC. Les études de Hachisuka *et al.* [38] et Sabut *et al.* [39] incluent des patients ayant eu un AVC respectivement, il y a au moins quatre mois et trois mois avant l'étude. L'étude de Wilkinson *et al.* [40] inclut uniquement des patients ayant eu un AVC il y a moins de six mois avant l'étude. Il n'a pas été pris en compte l'étiologie ou le côté de la lésion de l'AVC pour l'inclusion des participants aux études. Cependant toutes les études incluent des patients avec une certaine autonomie à la marche. Les études de Dujović *et al.* [37], Sabut *et al.* [39] et Wilkinson *et al.* [40] incluent des participants pouvant marcher au moins 10 mètres, avec ou sans aide technique pour Dujović *et al.* [37] et Wilkinson *et al.* [40], et sans aide technique pour Sabut *et al.* [39]. L'étude de Hachisuka *et al.* [38] inclut des patients autonomes à la marche sur tous terrains sans limite de distance.

Également, l'étude de Hachisuka *et al.* [38] s'intéresse à des patients ayant uniquement une spasticité des fléchisseurs plantaires inférieure ou égale à 2 sur l'échelle d'Ashworth modifiée. Cela signifie que des patients hémiparétiques ont été exclus de l'étude du fait de leur spasticité. Seule, l'étude de Hachisuka *et al.* [38] a exclu des patients en fonction du critère de la spasticité.

Ensuite, il est possible de s'intéresser aux moyennes d'âges des échantillons et de les comparer à la population générale. Globalement, les études sélectionnées semblent avoir des échantillons avec en moyenne une population plus jeune que celle de la population générale. En effet, la moyenne d'âge des participants de la plupart des études incluses semble avoisiner l'âge moyen de 65 ans. Seule l'étude de Sabut *et al.* [39] comprend une moyenne d'âge avoisinant les 48 ans. Il est également possible de s'intéresser aux sex-ratios. En effet, la

pathologie peut toucher aussi bien les hommes que les femmes. Les échantillons des études incluses comportent toutes une majorité plus importante d'hommes plutôt que de femmes.

La population présente dans les études se rapproche d'une population de patients victimes d'un AVC avec une certaine autonomie à la marche et n'ayant pas des troubles spastiques trop importants. Cette population peut être retrouvée dans la pratique professionnelle.

4.2.2. L'intervention

La question clinique de cette revue de littérature est d'observer les effets de la SEF. De ce fait, toutes les études incluses dans cette revue ont pour objectif d'expérimenter les effets de cette thérapie sur les patients hémiparétiques ayant un déficit des releveurs du pied après un AVC. Il est à noter que cette thérapie est ajoutée au comparateur qui est la rééducation conventionnelle après un AVC. La SEF a l'avantage d'avoir la possibilité de mettre en place un protocole clairement établi avec des paramètres de stimulation bien définis. Dans cette revue, seules les études de Dujović *et al.* [37] et Sabut *et al.* [39] décrivent les paramètres de stimulations électriques telles que la fréquence de stimulation ou la largeur d'impulsion ainsi que la durée de stimulation électrique. Les deux autres études ne donnent pas d'informations concernant ces paramètres et le protocole établis pour chaque patient avec la SEF. Les résultats obtenus dans cette revue ne permettent donc pas de comparer un protocole par rapport à un autre et ainsi de conclure sur sa pertinence. De plus, le placement précis des électrodes n'est peu ou pas clairement décrit dans les différentes études incluses pour cette revue, ce qui est une limite à l'applicabilité et la reproductibilité clinique. Également, une adaptation à chaque patient ainsi qu'un étalonnage avant l'entraînement à la marche sont nécessaires pour programmer la stimulation électrique la plus efficace lors de la marche. Il est essentiel d'acquérir un appareil adapté à la SEF pour la marche lors de l'utilisation d'une telle thérapie. Le système de SEF peut générer un certain coût pour les centres de rééducation souhaitant utiliser ce dispositif et ainsi freiner son acquisition ainsi que son utilisation. Il en vient de même en ce qui concerne l'acquisition à domicile de ce système pour les patients. L'aspect financier de la SEF et l'investissement que cela induit ne rend pas son utilisation accessible à tout le monde et forme ainsi une limite à son application.

4.2.3. Le comparateur

Pour conclure à l'efficacité d'un traitement, l'utilisation d'un comparateur est essentielle. Le comparateur de cette revue est la rééducation conventionnelle après un AVC sans l'utilisation de la SEF. Cependant, ce comparateur est différent en fonction des articles. Chaque article définit de façon propre sur quoi est basée la rééducation conventionnelle. Néanmoins, la rééducation reste individuelle et adaptée à chaque patient, ce qui rend difficile la comparaison les unes aux autres. Ainsi, il est difficile voire impossible d'évaluer les effets dus aux différentes séances de rééducation.

4.2.4. Les critères de jugement

Les objectifs de cette revue de littérature sont d'étudier les effets de la SEF sur la vitesse de marche. Pour mesurer ce critère de jugement le test de 10 mètres de marche est utilisé. Il s'agit d'un test relativement simple à mettre en place, nécessitant peu de matériel et permettant une analyse objective des résultats.

Les critères de jugement secondaires sont la distance de marche mesurée avec le test de 6 minutes de marche, l'indice physiologique de coût de la marche et les paramètres spatio-temporels de la marche. Ces critères ne sont pas retrouvés dans toutes les études. Le test de marche de 6 minutes reste simple à mettre en place et est largement retrouvé dans la pratique clinique courante. L'indice physiologique de coût de la marche et la mesure des paramètres spatio-temporels de la marche sont plus difficiles à mesurer et nécessitent de plus grands moyens avec l'utilisation d'un système d'analyse de la marche complexe.

4.3. Qualité des preuves

Le niveau de preuve d'une étude indique la capacité de celle-ci à répondre à la question clinique initialement posée. Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), cette capacité se juge par l'application de l'étude au cadre du travail et par les caractéristiques suivantes : la concordance du protocole d'étude à la question posée, la présence ou non de biais importants dans la réalisation de l'étude, l'adaptation de l'analyse statistique aux objectifs de l'étude et la puissance de l'étude correspondant généralement à la taille de l'échantillon. [52]

La HAS présente des recommandations de grade qui permettent de constituer une appréciation de la qualité des preuves des études scientifiques en santé. Ainsi, les recommandations proposées sont classées en grade A, B ou C. [Annexe 2]

- **Recommandation de grade A** : fondée sur une preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve.
- **Recommandation de grade B** : fondée sur une présomption scientifique établie par des études de niveau intermédiaire de preuve.
- **Recommandation de grade C** : fondée sur des études avec un niveau de preuve moindre.

En ce qui concerne cette revue de littérature, la recommandation de **grade B** semble être la plus adaptée. En effet, les études incluses dans cette revue sont toutes des essais cliniques randomisés, mais la majorité des études sont de faible puissance avec un échantillon limité et présentent l'existence de certains biais.

4.4. Biais potentiels de la revue

Le principal biais de cette revue de littérature est lié à son rédacteur. En effet, cette étude est réalisée par un seul auteur, il est possible qu'une part de subjectivité soit introduite dans la rédaction de cette revue, malgré la volonté d'être le plus neutre possible.

De plus, lors de la sélection des études il est possible que toutes les études correspondant aux critères d'inclusion de cette revue n'aient pas été trouvées, bien que la recherche fût méthodique et la plus précise possible. Le faible nombre d'études incluses dans cette revue ainsi que la disparité de leurs protocoles expérimentaux créent un biais potentiel. En effet, il n'a pas été possible de comparer les différents articles du fait de la divergence des protocoles.

La Grille AMSTAR (*A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews*) a permis d'apprécier différents biais de cette revue de littérature. Cet outil de mesure se compose de onze items et permet l'évaluation critique de revues systématiques en évaluant leur qualité méthodologique. [Annexe 5]

<i>Items de la Grille AMSTAR</i>	<i>Réponses</i>
Item 1 : Un plan de recherche établi à priori est-il fourni ?	Oui
Item 2 : La sélection des études et l'extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes ?	Non
Item 3 : La recherche documentaire était-elle exhaustive ?	Oui
Item 4 : La nature de la publication était-elle un critère d'inclusion ?	Oui
Item 5 : Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie ?	Oui
Item 6 : Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées ?	Oui
Item 7 : La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée ?	Oui
Item 8 : La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions ?	Oui
Item 9 : Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées ?	Non
Item 10 : La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée ?	Non
Item 11 : Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés ?	Non

Tableau 5 : Récapitulatif de la Grille AMSTAR pour cette revue

Cette revue de littérature présente sept items validés sur les onze items de la Grille AMSTAR, cela confirme ainsi l'existence de certains biais. En effet, comme déjà précisé plus haut, cette revue de littérature a été produite par une seule personne ce qui en fait un biais. De plus, les résultats des études n'ont pas été regroupés et les tests d'homogénéité n'ont pas été réalisés. Le biais de publication n'a pas été évalué pour cette revue. Les conflits d'intérêt n'étaient pas

majoritairement déclarés dans les études incluses, cependant aucune subvention n'a été requise pour cette revue de littérature.

Un autre biais à prendre en compte en ce qui concerne cette revue est sa faible puissance avec une taille d'échantillon faible. En effet, 180 participants au total ont été dénombrés dans les quatre études incluses pour cette revue. Il a été possible de faire le calcul de la taille de l'échantillon idéale pour chaque étude avec la formule suivante :

$$n = \frac{t^2 \times p \times (1 - p)}{m^2}$$

n : Taille d'échantillon minimale pour l'obtention de résultats significatifs pour un évènement et un niveau de risque fixé

t : Niveau de confiance (la valeur type du niveau de confiance de 95% sera 1,96)

p : Proportion estimée de la population qui présente la caractéristique

m : Marge d'erreur (généralement fixée à 5%, soit 0,05)

La proportion estimée de la population qui présente la caractéristique est, pour une valeur maximale, de 80%. Cette valeur est présente en majorité dans les études incluses pour cette revue. Ainsi, elle sera utilisée pour calculer l'estimation de la taille d'échantillon minimale pour l'obtention de résultats significatifs pour cette étude.

Pour 80% de cas, $n = \frac{1,96^2 \times 0,80 \times (1-0,80)}{0,05^2} = 245,8624$, ainsi chaque étude devrait inclure un minimum de 246 patients au total pour démontrer des résultats statistiquement significatifs et représentatifs de la population étudiée. Ce résultat démontre qu'aucunes études incluses pour cette revue ne présentent une taille d'échantillon suffisante pour obtenir des résultats significatifs.

5. Conclusion

5.1. Implication pour la pratique clinique

Un déficit des releveurs du pied ou pied tombant à la suite d'un AVC est une affection courante. Cette déficience peut entraîner une instabilité à la marche, un risque de chute et ainsi altérer la vie quotidienne des patients. La prise en charge kinésithérapeutique est indispensable pour palier à ces déficits et permettre d'améliorer la qualité de vie des patients. Les orthèses de cheville sont généralement utilisées en première intention. Cependant, l'orthèse de cheville est parfois décrite comme inconfortable ou inefficaces par ses utilisateurs. Le masseur-kinésithérapeute, à la suite de ses bilans, doit administrer le traitement qui semble le plus adapté au patient. Le but de cette revue de littérature est d'apporter une réponse face à une question clinique, et cela en rapport avec les ressources

techniques à disposition du praticien. Cette revue s'intéresse aux effets que peut avoir la stimulation électrique fonctionnelle associée à la rééducation conventionnelle après un AVC dans le cas du pied tombant. Cette thérapeutique est peu utilisée en pratique clinique bien qu'existant depuis de nombreuses années.

Dans cette revue de littérature, les résultats recueillis sont à interpréter avec précaution du fait des nombreuses limites des études incluses. Le nombre de patients étudiés dans cette revue est faible et les protocoles de chaque étude diffèrent sans comparaison possible. Il est ainsi difficile de conclure sur l'efficacité de la stimulation électrique fonctionnelle et de son applicabilité en pratique clinique.

5.2. Implication pour la recherche

Afin de mettre en place de façon plus efficace cette thérapeutique, de nouvelles recherches devraient être menées. Les buts étant de piloter des études avec des échantillons plus grands et plus représentatifs de la population cible et de mettre en place un protocole détaillé et adapté à la thérapeutique avec des fréquences de séances optimisées en fonction de chaque patient. Cela permettrait d'obtenir une meilleure homogénéité des études incluses afin d'obtenir des conclusions plus fiables concernant la stimulation électrique fonctionnelle.

Il est important d'encourager la poursuite des recherches concernant la stimulation électrique fonctionnelle associée à la rééducation conventionnelle afin d'apporter aux patients le soin le plus adapté possible et de permettre aux cliniciens le libre choix de leurs thérapeutiques.

L'auteur ne déclare aucun conflit d'intérêt, et aucun financement dans la réalisation de cette revue systématique de littérature.

6. Bibliographie

- [1] S.H. Nguyen, « Manuel d'anatomie et de la physiologie », Editions Lamarre, 2010.
- [2] <https://www.dictionnaire-medical.net/term/52050,1,xhtml>.
- [3] F. H. Netter, « Atlas d'anatomie humaine », Elsevier Masson, 2015.
- [4] https://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/fr/.
- [5] <https://www.cen-neurologie.fr/deuxieme-cycle/accidents-vasculaires-cerebraux>.
- [6] <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/accident-vasculaire-cerebral-avc>.
- [7] A.D. Morand, « Pratique de la rééducation neurologique », Elsevier Masson, 2014.
- [8] <https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-cardiovasculaires/accident-vasculaire-cerebral-avc/article/la-prevention-des-avc>
- [9] https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/ait_-_criteres_devaluation_et_d_amelioration_des_pratiques.pdf.
- [10] S. C. Johnston *et al.*, « Validation and refinement of scores to predict very early stroke risk after transient ischaemic attack », *The Lancet*, vol. 369, n° 9558, p. 283-292, janv. 2007, doi: 10.1016/S0140-6736(07)60150-0.
- [11] <https://www.caducee.net/DossierSpecialises/cardiologie/accidents-vasculaires-cerebraux.asp>.
- [12] Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques, « Les risques de décès un an après un accident vasculaire cérébral », n°0939, oct. 2015.
- [13] <https://aphasie.fr/>.
- [14] <https://studylibfr.com/doc/1834834/hemiplegie-et-troubles-associes>.
- [15] P. Pradat-Diehl, A. Peskine, et M. Chevignard, « Apraxie gestuelle : troubles de l'utilisation des objets - Disorders in actual object use », 2004
- [16] J. Delamare « Dictionnaire *illustré* des termes de médecine », Maloine, 2012.
- [17] S. Chokron, P. Bartolomeo, et É. Siéoff, « La négligence spatiale unilatérale : trente ans de recherches, de découvertes, d'espairs et (surtout) de questions Unilateral spatial neglect: 30 years of research, discoveries, hope, and (especially) questions », *Revue Neurologique*, 2008.
- [18] J.-C. Daviet *et al.*, « Rééducation des accidentés vasculaires cérébraux. Bilan et prise en charge », *EMC - Kinésithérapie - Médecine physique - Réadaptation*, vol. 1, n° 1, p. 1-24, janv. 2006, doi: 10.1016/S1283-0887(05)74376-0.
- [19] <https://www.douleurs-chroniques.fr/vocabulaire/anesthesie-dysesthesie-paresthesie/>.
- [20] http://univ.ency-education.com/uploads/1/3/1/0/13102001/semio_neuro4-sensibilite.pdf

- [21] P. Le Cavorzin, « Spasticité musculaire : état des lieux et perspectives », *EMC - Kinésithérapie - Médecine physique - Réadaptation*, vol. 9, n° 1, p. 1-15, janv. 2013, doi: 10.1016/S1283-0887(12)55402-2.
- [22] M. Peltier, « KINÉSITHÉRAPIE ET SPASTICITÉ », p. 6, 2010.
- [23] Subhadra L. Nori, Michael F. Stretanski, « Foot drop », StatPearls Publishing, 2020.
- [24] K. K. Karunakaran, R. Pilkar, N. Ehrenberg, K. S. Bentley, J. Cheng, et K. J. Nolan, « Kinematic and Functional Gait Changes After the Utilization of a Foot Drop Stimulator in Pediatrics », *Front. Neurosci.*, vol. 13, p. 732, juill. 2019, doi: 10.3389/fnins.2019.00732.
- [25] <https://www.ottobock.ca/fr/orthotics/clinical-symptoms/drop-foot/>.
- [26] <https://www.cliniquedumotoneurone.fr/fr/prise-en-charge-de-la-sla/ergotherapeute/65-le-steppage-ou-pied-tombant.html>
- [27] https://ehm.univ-amu.fr/sites/ehm.univ-amu.fr/files/bilan_marche_2006.pdf
- [28] A. I. Kottink, H. J. Hermens, A. V. Nene, M. J. Tenniglo, C. G. Groothuis-Oudshoorn, et M. J. IJzerman, « Therapeutic Effect of an Implantable Peroneal Nerve Stimulator in Subjects With Chronic Stroke and Footdrop: A Randomized Controlled Trial », *Physical Therapy*, vol. 88, n° 4, p. 437-448, avr. 2008, doi: 10.2522/ptj.20070035.
- [29] LIBERSON W.T., HOLMQUEST H.J., SCOTT D. et DOW M. - Stimulation of the Peroneal Nerve Synchronized with the Swing Phase of the Gait of Hemiplegic Patients. Functional Electrotherapy. *Archives of Physical Medicine, Washington DC*, 1961,42.
- [30] Haute Autorité de Santé, « Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte », Argumentaire scientifique, Juin 2012.
- [31] A. Daly, C. Frelin, et M. Sitbon, « Apport de la stimulation électrique fonctionnelle dans le réapprentissage de la marche chez l'hémiplégique », *Kinésithérapie, la Revue*, vol. 11, n° 115-116, p. 20-28, juill. 2011, doi: 10.1016/S1779-0123(11)75150-6.
- [32] KRALJ A, TRNKOCZY A et STROJNIK P. - Three Channel Electrical Stimulation of Lower Extremities. Development of Orthotic Systems Usin9 Functional Electrical Stimulation and Myoelectric Control, Projet N° 19-P-58391-F-0 1, December 1971, *Université de Ljubljana, Faculté de Génie Électronique*.
- [33] GROS C., PRIVAT J.M., FREREBEAU Ph., THOMAS D. et al. Place de la S.E.F. dans le traitement de la spasticité. Actualités en rééducation Fonctionnelle et réadaptation. 3^e série sous la direction de Simon L. *Masson*, édit., Paris, 1978.
- [34] LEVINE M.G., KABAT H. et KNOTT M. - Relaxation of Spasticity by Electrical Stimulation of Antagonist Muscles, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, Washington D.C.*, 1952, 33, 668-673.
- [35] A. Thrasher, G. M. Graham, et M. R. Popovic, « Reducing Muscle Fatigue Due to Functional Electrical Stimulation Using Random Modulation of Stimulation Parameters », *Artificial Organs*, vol. 29, n° 6, p. 453-458, juin 2005, doi: 10.1111/j.1525-1594.2005.29076.x.

- [36] N. M. Salbach, N. E. Mayo, J. Higgins, S. Ahmed, L. E. Finch, et C. L. Richards, « Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke », *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 82, n° 9, p. 1204-1212, sept. 2001, doi: 10.1053/apmr.2001.24907.
- [37] S. D. Dujović *et al.*, « Novel multi-pad functional electrical stimulation in stroke patients : A single-blind randomized study », *NRE*, vol. 41, n° 4, p. 791-800, déc. 2017, doi: 10.3233/NRE-172153.
- [38] K. Hachisuka, M. Ochi, T. Kikuchi, et S. Saeki, « Clinical effectiveness of peroneal nerve functional electrical stimulation in chronic stroke patients with hemiplegia (PLEASURE): A multicentre, prospective, randomised controlled trial », *Clin Rehabil*, vol. 35, n° 3, p. 367-377, mars 2021, doi: 10.1177/0269215520966702.
- [39] S. K. Sabut, C. Sikdar, R. Mondal, R. Kumar, et M. Mahadevappa, « Restoration of gait and motor recovery by functional electrical stimulation therapy in persons with stroke », *Disability and Rehabilitation*, vol. 32, n° 19, p. 1594-1603, janv. 2010, doi: 10.3109/09638281003599596.
- [40] I. A. Wilkinson, J. Burridge, P. Strike, et P. Taylor, « A randomised controlled trial of integrated electrical stimulation and physiotherapy to improve mobility for people less than 6 months post stroke », *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, vol. 10, n° 6, p. 468-474, nov. 2015, doi: 10.3109/17483107.2014.917125.
- [41] M. W. O'Dell *et al.*, « Response and Prediction of Improvement in Gait Speed From Functional Electrical Stimulation in Persons With Poststroke Drop Foot », *PM&R*, vol. 6, n° 7, p. 587-601, juill. 2014, doi: 10.1016/j.pmrj.2014.01.001.
- [42] K. Sota, Y. Uchiyama, M. Ochi, S. Matsumoto, K. Hachisuka, et K. Domen, « Examination of Factors Related to the Effect of Improving Gait Speed With Functional Electrical Stimulation Intervention for Stroke Patients », *PM&R*, vol. 10, n° 8, p. 798-805, août 2018, doi: 10.1016/j.pmrj.2018.02.012.
- [43] S. K. Sabut, P. K. Lenka, R. Kumar, et M. Mahadevappa, « Effect of functional electrical stimulation on the effort and walking speed, surface electromyography activity, and metabolic responses in stroke subjects », *Journal of Electromyography and Kinesiology*, vol. 20, n° 6, p. 1170-1177, déc. 2010, doi: 10.1016/j.jelekin.2010.07.003.
- [44] S. K. Sabut, C. Sikdar, R. Kumar, et M. Mahadevappa, « Functional electrical stimulation of dorsiflexor muscle: Effects on dorsiflexor strength, plantarflexor spasticity, and motor recovery in stroke patients », *NRE*, vol. 29, n° 4, p. 393-400, déc. 2011, doi: 10.3233/NRE-2011-0717.
- [45] Z. Tan *et al.*, « The Effectiveness of Functional Electrical Stimulation Based on a Normal Gait Pattern on Subjects with Early Stroke: A Randomized Controlled Trial », *BioMed Research International*, vol. 2014, p. 1-9, 2014, doi: 10.1155/2014/545408.

- [46] R. Pilkar, M. Yarossi, et K. J. Nolan, « EMG of the tibialis anterior demonstrates a training effect after utilization of a foot drop stimulator », *NRE*, vol. 35, n° 2, p. 299-305, oct. 2014, doi: 10.3233/NRE-141126.
- [47] F. Bethoux *et al.*, « The Effects of Peroneal Nerve Functional Electrical Stimulation Versus Ankle-Foot Orthosis in Patients With Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial », *Neurorehabil Neural Repair*, vol. 28, n° 7, p. 688-697, sept. 2014, doi: 10.1177/1545968314521007.
- [48] L. Salisbury, J. Shiels, I. Todd, et M. Dennis, « A feasibility study to investigate the clinical application of functional electrical stimulation (FES), for dropped foot, during the sub-acute phase of stroke – A randomized controlled trial », *Physiotherapy Theory and Practice*, vol. 29, n° 1, p. 31-40, janv. 2013, doi: 10.3109/09593985.2012.674087.
- [49] F. Bethoux *et al.*, « Long-Term Follow-up to a Randomized Controlled Trial Comparing Peroneal Nerve Functional Electrical Stimulation to an Ankle Foot Orthosis for Patients With Chronic Stroke », *Neurorehabil Neural Repair*, vol. 29, n° 10, p. 911-922, nov. 2015, doi: 10.1177/1545968315570325.
- [50] <https://fr.slideshare.net/PEDro-SFP/echelle-de-pedro-validit-interne-dun-essai-clinique-11488147>
- [51] ATS statement : guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:111-117
- [52] « Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (ANAES) », *Acta Endosc*, vol. 28, n° 2, p. 151-155, avr. 1998, doi: 10.1007/BF03019434.
- [53] Perry, J., Garrett, M., Gronley, J. K., & Mulroy, S. J. (1995). Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*, 26(6), 982-989.

Annexes

- **Annexe 1** : Echelle d'Ashworth modifiée
- **Annexe 2** : Grade des recommandations de la HAS
- **Annexe 3** : Grille PEDro
- **Annexe 4** : Tableaux résumés des quatre études incluses
- **Annexe 5** : Grille AMSTAR

Annexe 1 : Echelle d'Ashworth modifiée

Échelle d'Ashworth modifiée (MAS : Modified Ashworth Scale)

0 : pas d'augmentation du tonus musculaire.

1 : légère augmentation du tonus musculaire avec simple "sensation d'accrochage" ou minime résistance en fin de course.

1 + : légère augmentation du tonus musculaire avec simple "sensation d'accrochage" suivi d'une minime résistance au cours de la première moitié de la course musculaire.

2 : augmentation importante du tonus musculaire durant toute la course musculaire mais le segment du membre reste facilement mobilisable.

3 : augmentation considérable du tonus musculaire. Le mouvement passif est difficile.

4 : hypertonie majeure. Mouvement passif impossible.

Annexe 2 : Grade des recommandations de la HAS

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Annexe 3 : Grille PEDro

Échelle PEDro

1. les critères d'éligibilité ont été précisés	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement)	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
3. la répartition a respecté une assignation secrète	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
5. tous les sujets étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter"	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:

Annexe 4 : Tableaux résumés des quatre études incluses

Dujović et al. 2017 : *Novel multi-pad functional electrical stimulation in stroke patients : a single-blind randomized study* [37]

Méthode	<p>Design : Essai clinique randomisé Niveau de preuve : 7/10 sur l'échelle PEDro</p>
Participants	<p>Lieu de l'étude : Clinique de réadaptation en Serbie Conditions de santé : Hémiplégie après un seul AVC Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hémiplégie ou hémiparésie résultant d'un premier AVC • Marche indépendante avant l'AVC • Incapacité à la flexion dorsale pendant phase oscillante de la marche • Fonctions cognitives suffisantes pour suivre les instructions de manière fiable • Capacité de marcher au moins 10 mètres avec ou sans aide technique, avec une vitesse de marche < 0,4m/s <p>Taille de l'échantillon : 16 participants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe expérimental : n = 8 • Groupe contrôle : n = 8 <p>Moyenne d'âge (<65/>65 ans) : 12/4 Genre (H/F) : 10/6</p>
Intervention	<p>SEF du nerf tibial lors de la phase pré-oscillante + SEF du nerf fibulaire commun lors de la phase oscillante.</p> <p>Appareil utilisé : FESa (Tecnalia R&I, Spain) Fréquence de stimulation : 40 Hz Largeur d'impulsion : 400 µs Durée de stimulation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Semaine 1 : 20min/jour ▪ Semaines 2 à 4 : 30 à 40min/jour
Compareteur	Rééducation conventionnelle après un AVC basée sur l'approche de la facilitation neurodéveloppementale.
Fréquence des séances	60 minutes par jour, 5 jours par semaine, pendant 4 semaines.
Outcome	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de marche évaluée par le test de 10 mètres de marche (10MWT) • <i>Fugl-Meyer Assessment</i> (FMA) • Echelle d'équilibre de Berg (BBS) • Index de Barthel (BI)

Hachisuka et al. 2020 : *Clinical effectiveness of peroneal nerve functional electrical stimulation in chronic stroke patients with hemiplegia (PLEASURE) : A multicentre, prospective, randomised controlled trial [38]*

Méthode	<p>Design : Essai clinique randomisé</p> <p>Niveau de preuve : 6/10 sur l'échelle PEDro</p>
Participants	<p>Lieu de l'étude : 23 hôpitaux au Japon</p> <p>Conditions de santé : Hémiplégie après un AVC > 4 mois avant le début de l'étude</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hémiplégie résiduelle du membre inférieur avec un stade ≥ 4 selon l'évolution naturelle de la spasticité de Brunnstrom • Capacité à marcher de manière autonome sur un sol plat avec un score ≥ 5 selon la <i>Functional Ambulation Classification</i> • Amplitude articulaire en flexion dorsale de cheville $\geq 0^\circ$ • Spasticité des muscles fléchisseurs plantaires ≤ 2 selon l'échelle d'Ashworth modifiée • Capacité à comprendre et à terminer l'étude <p>Taille de l'échantillon : 114 participants analysés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe expérimental : n = 56 • Groupe contrôle : n = 58 <p>Moyenne d'âge \pm écart-type :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe expérimental : 61,1 \pm 11,8 • Groupe contrôle : 58,0 \pm 13,6 <p>Genre (H/F) : 81/33</p>
Intervention	<p>SEF du nerf fibulaire commun lors de la phase oscillante de la marche.</p> <p>Appareil utilisé : WalkAide® (Innovative Neurotronics, Inc., Reno, NV)</p>
Comparateur	<p>Entraînement autodirigé : travail de la marche sur sol plat, travail de l'amplitude des mouvements, renforcement musculaire.</p> <p>Entraînement à la marche assisté par MK : instructions sur la posture et l'oscillation du membre inférieur, travail de la marche en pente, sur surfaces irrégulières et escaliers.</p>
Fréquence des séances	<p>Entraînement autodirigé : 480 minutes</p> <p>Entraînement à la marche assisté par MK : 260 minutes</p> <p>Pendant 4 semaines.</p>
Outcome	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de marche évaluée par le test de 10 mètres de marche (10MWT) • Distance de marche évaluée par le test de marche de 6 minutes (6WMT) • <i>Fugl-Meyer Assessment (FMA)</i> • Force musculaire des fléchisseurs dorsaux de cheville (MS) • Amplitude articulaire en flexion dorsale (ROM) • Spasticité du triceps sural selon l'échelle d'Ashworth modifiée (MAS) • <i>Stroke Impact Scale Japanese edition scores (J-SIS)</i>

Sabut et al. 2010 : *Restoration of gait and motor recovery by functional electrical stimulation therapy in persons with stroke* [39]

Méthode	<p>Design : Essai clinique randomisé Niveau de preuve : 5/10 sur l'échelle PEDro</p>
Participants	<p>Lieu de l'étude : Patients sélectionnés à partir de la population hospitalière et ambulatoire de la « <i>National Institute for the Orthopaedically Handicapped Kolkata</i> » en Inde. Conditions de santé : Hémiplégie après un AVC > 3 mois avant le début de l'étude Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hémiplégie après un AVC chez des patients de 40 à 65 ans • Capacité à marcher de façon autonome sans aide technique sur une distance de 10 mètres • Aucune contractures sévères au niveau de la cheville, du genou et de la hanche • Capacités de communication suffisantes pour comprendre le déroulement de l'étude <p>Taille de l'échantillon : 30 participants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe expérimental : n = 16 • Groupe contrôle : n = 14 <p>Moyenne d'âge ± écart-type :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe expérimental : 49,5 ± 8,9 • Groupe contrôle : 47,1 ± 12,4 <p>Genre (H/F) : 24/6</p>
Intervention	<p>SEF du tibial antérieur et du nerf fibulaire commun lors de la phase oscillante de la marche.</p> <p>Appareil utilisé : EMS (CyberMedic Corp., Korea) Fréquence de stimulation : 40 Hz Largeur d'impulsion : 300 µs Durée de stimulation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Semaine 1 : 15min/jour ▪ Semaines 2 à 12 : 30 à 45 min/jour
Comparateur	<p>Rééducation conventionnelle après un AVC basée sur l'approche de la facilitation neurodéveloppementale.</p>
Fréquence des séances	<p>60 minutes par jour, 5 jours par semaine, pendant 12 semaines.</p>
Outcome	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de marche évaluée par le test de 10 mètres de marche (10MWT) • Paramètres spatio-temporels de la marche (Par. ST) : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cadence de marche ▪ Longueur du pas ▪ Longueur de foulée • Indice de coût physiologique de la marche (PCI) • <i>Fugl-Meyer Assessment</i> (FMA) • Spasticité selon l'échelle d'Ashworth modifiée (MAS) • Amplitude articulaire (ROM) • Analyse Electromyographique du tibial antérieur (EMG)

Wilkinson et al. 2015 : *A randomised controlled trial of integrated electrical stimulation and physiotherapy to improve mobility for people less than 6 months post stroke [40]*

Méthode	<p>Design : Essai clinique randomisé</p> <p>Niveau de preuve : 7/10 sur l'échelle PEDro</p>
Participants	<p>Lieu de l'étude : 1 hôpital + 2 centres de rééducation en Angleterre</p> <p>Conditions de santé : Hémiplégie après un 1^{er} AVC < 6 mois avant le début de l'étude</p> <p>Critères d'inclusion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adultes médicalement stables pour participer à de la rééducation à la marche • Pouvoir venir à l'hôpital pour 2 sessions hebdomadaires • Score <i>Rivermead Mobility Index</i> (RMI) entre 6 et 10 • Score <i>Mini Mental Test</i> (MMT) > 25 <p>Taille de l'échantillon : 20 participants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe expérimental : n = 10 • Groupe contrôle : n = 10 <p>Moyenne d'âge (étendue) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Groupe expérimental : 65,4 (49 – 84) • Groupe contrôle : 64,5 (42 – 83) <p>Genre (H/F) : 11/9</p>
Intervention	<p>SEF du nerf fibulaire commun lors de la marche.</p> <p>Appareils utilisés : (<i>Odstock Medical Ltd, Salisbury, UK</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pour la marche : <i>Odstock Dropped Foot Stimulator</i> (ODFSIII) ▪ Pour les exercices cycliques : <i>Microstim</i> (MSV2)
Compareur	<p>Séances de kinésithérapie individualisées basées sur l'amélioration de la marche et axées sur les objectifs de tâches orientées et tâches spécifiques.</p>
Fréquence des séances	<p>60 minutes par jour, 2 jours par semaine, pendant 6 semaines.</p>
Outcome	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse de marche évaluée par le test de 10 mètres de marche (10MWT) • Distance de marche évaluée par le test de marche de 6 minutes (6MWT) • <i>Rivermead Mobility Index</i> (RMI) • <i>Rivermead Visual Gait Assessment</i> (RVGA) • <i>The Canadian Occupational Performance Measure</i> (COPM) • <i>Hospital Anxiety and Depression Scale</i> (HADS) • <i>Psychosocial Impact of Assistive Devices Scale</i> (PIADS)

Annexe 5 : Grille AMSTAR



AMSTAR – GRILLE D’EVALUATION DE LA QUALITE METHODOLOGIQUE DES REVUES SYSTEMATIQUES

AMSTAR : a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews

1. Un plan de recherche établi a priori est-il fourni?

La question de recherche et les critères d’inclusion des études doivent être déterminés avant le début de la revue.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Pour que la réponse soit « oui », il doit y avoir un protocole, l’approbation d’un comité d’éthique ou des objectifs d’étude prédéterminés ou établis a priori.

Commentaire :

2. La sélection des études et l’extraction des données ont-ils été confiés à au moins deux personnes?

Au moins deux personnes doivent procéder à l’extraction des données de façon indépendante, et une méthode de consensus doit avoir été mise en place pour le règlement des différends.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Deux personnes sélectionnent les études, deux personnes procèdent à l’extraction des données, puis elles se mettent d’accord ou vérifient leur travail respectif.

Commentaire :

3. La recherche documentaire était-elle exhaustive?

Au moins deux sources électroniques doivent avoir été utilisées. Le rapport doit comprendre l’horizon temporel de la recherche et les bases de données interrogées (Central, EMBASE et MEDLINE, par exemple). Les mots clés et (ou) les termes MeSH doivent être indiqués et, si possible, la stratégie de recherche complète doit être exposée. Toutes les recherches doivent être complétées par la consultation des tables des matières de revues scientifiques récentes, de revues de la littérature, de manuels, de registres spécialisés ou d’experts dans le domaine étudié et par l’examen des références fournies dans les études répertoriées.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si on a consulté au moins deux sources et eu recours à une stratégie complémentaire, cocher « oui » (Cochrane + Central = deux sources; recherche de la littérature grise = stratégie complémentaire).

Commentaire :

4. La nature de la publication (littérature grise, par exemple) était-elle un critère d’inclusion?

Les auteurs doivent indiquer s’ils ont recherché tous les rapports, quel que soit le type de publication, ou s’ils ont exclu des rapports (de leur revue systématique) sur la base du type de publication, de la langue, etc.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si les auteurs indiquent qu’ils ont recherché la littérature grise ou non publiée, cocher « oui ». La base de données SIGLE, les mémoires, les actes de conférences et les registres d’essais sont, en l’occurrence, tous considérés comme de la littérature grise. Si la source renfermait de la littérature grise, mais aussi de la littérature à large diffusion, les auteurs doivent préciser qu’ils recherchaient de la littérature grise ou non publiée.

Commentaire :

5. Une liste des études (incluses et exclues) est-elle fournie?

Une liste des études incluses et exclues doit être fournie.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Il est acceptable de s’en tenir aux études exclues. S’il y a un hyperlien menant à la liste, mais que celui-ci est mort, cocher « non ».

Commentaire :

6. Les caractéristiques des études incluses sont-elles indiquées?

Les données portant sur les sujets qui ont participé aux études originales, les interventions qu'ils ont reçues et les résultats doivent être regroupés, sous forme de tableau, par exemple. L'étendue des données sur les caractéristiques des sujets de toutes les études analysées (âge, race, sexe, données socio-économiques pertinentes, nature, durée et gravité de la maladie, autres maladies, par exemple) doit y figurer.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Ces données ne doivent pas nécessairement être présentées sous forme de tableau, pour autant qu'elles soient conformes aux exigences ci-dessus.

Commentaire :

7. La qualité scientifique des études incluses a-t-elle été évaluée et consignée?

Les méthodes d'évaluation déterminées a priori doivent être indiquées (par exemple, pour les études sur l'efficacité pratique, le choix de n'inclure que les essais cliniques randomisés à double insu avec placebo ou de n'inclure que les études où l'affectation des sujets aux groupes d'étude était dissimulée); pour d'autres types d'études, d'autres critères d'évaluation seront à prendre en considération.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Ici, les auteurs peuvent avoir utilisé un outil ou une grille quelconque pour évaluer la qualité (score de Jadad, évaluation du risque de biais, analyse de sensibilité, etc.) ou peuvent exposer les critères de qualité en indiquant le résultat obtenu pour CHAQUE étude (un simple « faible » ou « élevé » suffit, dans la mesure où l'on sait exactement à quelle étude l'évaluation s'applique; un score général n'est pas acceptable, pas plus qu'une plage de scores pour l'ensemble des études).

Commentaire :

8. La qualité scientifique des études incluses dans la revue a-t-elle été utilisée adéquatement dans la formulation des conclusions?

Les résultats de l'évaluation de la rigueur méthodologique et de la qualité scientifique des études incluses doivent être pris en considération dans l'analyse et les conclusions de la revue, et formulés explicitement dans les recommandations.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Voici une formulation possible : « La faible qualité des études incluses impose la prudence dans l'interprétation des résultats ». On ne peut cocher « oui » à cette question si on a coché « non » à la question 7.

Commentaire :

9. Les méthodes utilisées pour combiner les résultats des études sont-elles appropriées?

Si l'on veut regrouper les résultats des études, il faut effectuer un test d'homogénéité afin de s'assurer qu'elles sont combinables (chi carré ou I^2 , par exemple). S'il y a hétérogénéité, il faut utiliser un modèle d'effets aléatoires et (ou) vérifier si la nature des données cliniques justifie la combinaison (la combinaison est-elle raisonnable?).

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Cocher « oui » si on souligne ou explique la nature hétérogène des données, par exemple si les auteurs expliquent que le regroupement est impossible en raison de l'hétérogénéité ou de la variabilité des interventions.

Commentaire :

10. La probabilité d'un biais de publication a-t-elle été évaluée?

Une évaluation du biais de publication doit comprendre une association d'outils graphiques (diagramme de dispersion des études ou autre test) et (ou) des tests statistiques (test de régression d'Egger, méthode de Hedges et Olkin, par exemple).

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

Si les auteurs ne fournissent aucun résultat de test ni diagramme de dispersion des études, cocher « non ». Cocher « oui » s'ils expliquent qu'ils n'ont pas pu évaluer le biais de publication, parce qu'ils ont inclus moins de 10 études.

Commentaire :

11. Les conflits d'intérêts ont-ils été déclarés?

Les sources possibles de soutien doivent être déclarées, tant pour la revue systématique que pour les études qui y sont incluses.

Oui Non Impossible de répondre Sans objet

Remarque :

On ne peut cocher « oui » que si la source de financement ou de soutien de la revue systématique ET de chaque étude incluse est indiquée.

Commentaire :

Appréciation générale

Résumé

Introduction : Le pied tombant est une affection commune chez le patient hémiplégique après un AVC. Cela peut entraîner des défauts de marche qui peuvent altérer la vie quotidienne des patients. L'orthèse de cheville est la thérapeutique qui est le plus souvent utilisée dans ce cas. Néanmoins, la Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF) fait partie de l'arsenal thérapeutique qui peut être mis en place par le masseur-kinésithérapeute. Cette thérapeutique datant de plusieurs dizaines d'années est encore peu utilisée à ce jour et sujette à controverse.

Objectif : Le but de cette revue de littérature est de connaître les effets de la SEF lors de la marche, associée à la rééducation conventionnelle du patient hémiplégique après un AVC.

Méthode : Après l'investigation de plusieurs bases de données, quatre essais cliniques randomisés ont été inclus dans cette revue. Le groupe contrôle a reçu un traitement à base de rééducation conventionnelle après un AVC alors que le groupe expérimental a bénéficié en plus d'une rééducation utilisant la SEF. La vitesse de marche est utilisée comme critère de jugement principal et est évaluée par le test de 10 mètres de marche (10MWT). La distance de marche évaluée par le test de 6 minutes de marche (6MWT), l'indice physiologique de coût de la marche (PCI) et les paramètres spatio-temporels de marche sont utilisés comme critères de jugement secondaires.

Résultats : Les articles inclus pour cette revue ne montrent pas de résultats statistiquement significatifs lors de l'utilisation de la SEF concernant les critères de jugement principal et secondaires.

Discussion : L'utilisation de la SEF associée à la rééducation conventionnelle entraîne des changements en ce qui concerne la vitesse et la distance de marche mais ces changements ne semblent pas significatifs comparés à la rééducation conventionnelle seule. De nouvelles études avec une taille d'échantillon plus grande et un protocole plus élaboré sont à réaliser.

Mots-clefs : Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF) – pied tombant – hémiplégie – AVC – rééducation à la marche

Abstract

Background : Foot drop is a common condition in hemiplegic patients after stroke. It can lead gait impairment which can affect the patients' daily life. The ankle foot orthosis is the therapy that is the most often used in that event. However, Functional Electrical Stimulation (FES) is one of the possibilities of the therapeutic arsenal used by physiotherapists. This therapy was discovered decades ago, it is still little used and still subject to controversy.

Objective : The aim of this review is to assess the effectiveness of FES during gait associated with conventional rehabilitation in hemiplegic patients after stroke.

Methods : After the investigation of several databases, four randomized clinical trials were included in this review. The control group received conventional rehabilitation after stroke, while the experimental group was treated by conventional rehabilitation associated with FES. Speed gait was used as primary outcome and assessed by 10-Meter Walk Test (10MWT). Walking distance, assessed by 6-Minute Walk Test (6MWT), Physiological Cost Index of walking (PCI) and spatial-temporal gait measurements were used as secondary outcomes.

Results : Articles included in this review did not show statistically significant results when using FES for the primary and secondary outcomes.

Discussion : The use of FES associated with conventional rehabilitation resulted in changes in speed gait and distance gait, but these changes did not appear to be significant compared to conventional rehabilitation only. Further clinic studies with a larger sample size and a more elaborated protocol would be interesting to be realized.

Keywords : Functional Electrical Stimulation (FES) – foot drop – hemiplegia – stroke – gait rehabilitation