



HAL
open science

Intérêt des dispositifs robotisés de marche fixes dans la rééducation de la marche post-AVC : une revue systématique de littérature

Fadia Chihoub

► **To cite this version:**

Fadia Chihoub. Intérêt des dispositifs robotisés de marche fixes dans la rééducation de la marche post-AVC : une revue systématique de littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04754156

HAL Id: dumas-04754156

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04754156v1>

Submitted on 20 Nov 2024

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.

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**INTÉRÊT DES DISPOSITIFS ROBOTISÉS DE
MARCHE FIXES DANS LA RÉÉDUCATION DE
LA MARCHE POST-AVC : UNE REVUE
SYSTÉMATIQUE DE LITTÉRATURE.**

CHIHOUB Fadia
Directeur de mémoire : Mme TOURLET Clémentine

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier ma maitre de mémoire Mme. **Tourlet Clémentine** pour son accompagnement, son expertise et sa bienveillance dans l'encadrement de mon mémoire.

Je tiens à remercier tout particulièrement mes très chers parents. Aucune expression, aucun mot ne pourrait témoigner à leur juste valeur la gratitude et l'amour inconditionnel que je vous porte.

A mon père

Mon protecteur,

Merci pour ton dévouement jour et nuit,

Ton soutien et ton affection sans faille.

A ma mère

Mon exemple de vie, ma source de lumière et de tendresse.

Aucun mot ne pourrait suffire pour te remercier de

Ton soutien incontestable,

De ta confiance et de ton amour.

Au meilleur grand frère,

Mon confident, mon repère

Merci pour ton soutien indéniable,

Pour tes mots rassurants, ta bienveillance et

Tes nombreux conseils dans l'élaboration de ce mémoire.

A la meilleure petite sœur,

Mon précieux cadeau dans cette vie.

Merci d'être la sœur exceptionnelle que tu es.

Merci pour ta patience et ton écoute précieuse.

Je tiens également à remercier mes amies en or **Zaynab** et **Louiza**.

Merci également à mes amies **Mélanie**, **Sandra**, **Derryn**, **Manon**, **Maëlys** et **Tessa**, pour ces beaux souvenirs créés ensemble au cours de ces années d'études.

CHIHOUB Fadia D.E.M.K Marseille 2024

Table des matières

1. Introduction	1
1.1 L'accident vasculaire cérébral (AVC)	1
1.1.1 La vascularisation artérielle du cerveau	1
1.1.2 La plasticité cérébrale	2
1.1.3 Epidémiologie	3
1.1.4 Etiologies de l'AVC	3
1.1.5 Symptomatologie et conséquences de l'AVC	5
1.1.6 Prise en charge	10
1.1.7 Pronostic de récupération	12
1.2 Les dispositifs robotisés fixes de marche	13
1.2.1 Les dispositifs robotisés mobiles	13
1.2.2 Description des dispositifs fixes électromécaniques d'entraînement à la marche	14
1.2.3 Les particularités et limites de ces dispositifs	16
1.2.4 Schéma et paramètres de marche recherchés	17
1.2.5 Protocole de rééducation	19
1.3 Objectifs	19
1.3.1 Intérêt scientifique de la revue	19
1.3.2 Hypothèses théoriques	20
1.3.3 Objectifs de la revue	20
2. Méthode	21
1.1 Critères d'éligibilité	21
1.1.1 Schéma d'étude	21
1.1.2 Population	22
1.1.3 Intervention	23
1.1.4 Comparateur	23
1.1.5 Critères de jugements	23
1.2 Source d'information	24
1.2.1 Equation de recherche	24
1.3 Méthode de sélection des études	25
1.4 Méthode d'extraction des données	25

1.5	Quantification des résultats : évaluation de la qualité méthodologique	25
1.6	Méthode de synthèse des résultats	26
3.	Résultats	27
3.1	Processus de sélection des études	27
3.2	Risques de biais des études incluses	29
3.3	Effets de l'intervention sur les critères de jugements	32
3.3.1	Indicateurs de suivi des critères de jugements	32
3.4	Analyse des données	33
3.4.1	Analyse qualitative	33
3.4.2	Analyse quantitative = méta-analyse	41
4.	Discussion	44
4.1	Analyse des principaux résultats des critères de jugements principaux	44
4.1.1	10 mètres de marche ou CWT	44
4.1.2	Functional Ambulation Categories – FAC	47
4.1.3	Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity – FMA LE :	48
4.1.4	Berg Balance Scale – BBS :	49
4.2	Limites des études incluses	51
4.2.1	Limites générales des études	51
4.2.2	Limites concernant les participants	57
4.2.3	Limites concernant l'intervention et le comparateur	58
4.3	Différents effets impactant l'amélioration du patient	60
4.3.1	Facteurs intrinsèques propres à chacun	60
4.3.2	Facteurs généraux et biais cognitifs	60
4.4	Conclusions des résultats en lien avec les limites	62
4.5	Qualité de preuves de la revue	63
4.6	Applicabilité des résultats en pratique clinique	64
4.7	Biais potentiels de la revue	65
4.8	Conflits d'intérêts des auteurs	66
5.	Conclusion	67
6.	Bibliographie	69
7.	Figures et Tableaux	75
8.	Annexes	

1. Introduction

1.1 L'accident vasculaire cérébral (AVC)

L'accident vasculaire cérébral (AVC)¹ est une pathologie courante, caractérisée de grave, et est la première cause de handicap moteur acquis de l'adulte. De ce fait, une prise en charge pluridisciplinaire anticipée doit être mise en place pour prévenir les complications et limiter les séquelles.

1.1.1 La vascularisation artérielle du cerveau

Le système nerveux central est composé du cerveau et de la moelle épinière. Il est capable d'intégrer les informations, de contrôler la motricité, tout en assurant les fonctions cognitives. Le cerveau baigne dans le liquide céphalo-rachidien (LCR), et est recouvert par trois enveloppes appelées les méninges. Il est parcouru par un réseau de vaisseaux sanguins, ayant pour fonction l'apport en oxygène au cerveau.²

Le cerveau est constitué de deux hémisphères (droit et gauche), reliés par le corps calleux. Chaque hémisphère est formé par des lobes ayant chacun une fonction particulière :

- Le lobe frontal, siège du raisonnement, du langage et de la coordination motrice volontaire.
- Le lobe pariétal, siège de la conscience du corps et de l'espace.
- Le lobe occipital, siège de l'intégration des messages et de la vision.
- Le lobe temporal, siège de l'audition, de la mémoire et des émotions.
- Le lobe limbique, traitant les informations émotionnelles, les affects et la mémoire.
- Le lobe de l'insula, centre de traitement de la douleur, des odeurs et du goût.

Le cervelet lui est l'organe de l'équilibre et de la coordination des mouvements. Le tronc cérébral est le lieu de passage entre les deux hémisphères cérébraux et la moelle épinière.

La vascularisation artérielle des différents territoires cérébraux est assurée par l'intermédiaire de quatre artères : deux artères carotides en avant et deux artères vertébrales en arrière. La carotide commune gauche est issue de l'aorte (artère subclavière) et va poursuivre son chemin verticalement en se divisant au niveau du cou en carotide interne vers la base du cerveau et en carotide externe vers le visage et le cou. La carotide interne va se diviser en deux artères cérébrales : l'artère cérébrale antérieure et l'artère cérébrale moyenne (sylvienne). La carotide commune droite est issue du tronc artériel brachio-céphalique [1].

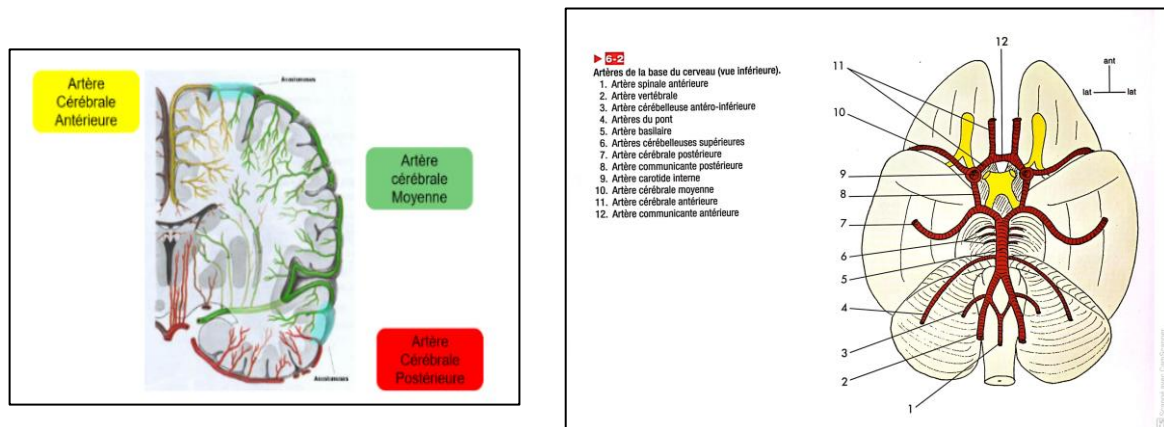
Le cerveau est donc vascularisé par l'intermédiaire de trois artères de chaque côté, retrouvant ainsi les trois principales branches terminales que sont les artères cérébrales antérieures, moyennes et postérieures. La vascularisation du cerveau (cf. Figure 1) est donc régie par un cercle anastomotique appelé le polygone de Willis ou cercle artériel du cerveau [1]. En effet, de petites artères vont relier les

¹ Ministère du travail de la santé et des solidarités, Novembre 2019, L'accident vasculaire cérébral. Disponible sur : <https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-cardiovasculaires/accident-vasculaire-cerebral-avc/article/l-accident-vasculaire-cerebral> (consulté le 10/10/23).

² Institut du cerveau, Juillet 2020, Comprendre le cerveau, son développement, son fonctionnement, sa plasticité et ses pathologies. Disponible sur : <https://institutducerveau-icm.org/fr/actualite/comprendre-le-cerveau-et-son-fonctionnement/> (consulté le 10/10/23).

artères carotides et les artères vertébrales. L'artère communicante antérieure va relier en avant les deux carotides internes et les artères communicantes postérieures vont relier les carotides aux vertébrales. Ces communicantes vont assurer la vascularisation des centres nerveux supérieurs et vont être le siège de compensation en cas d'occlusion artérielle afin de maintenir l'oxygénation cérébrale.

L'artère vertébrale va naître de l'artère subclavière, remonte verticalement jusqu'à la région cervicale pour s'unir à l'artère vertébrale controlatérale afin de former l'artère ou tronc basilaire [1].



1.1.2 La plasticité cérébrale

L'intégration de nos apprentissages et nos adaptations face aux confrontations de l'environnement sont régies par les neurones et les connexions synaptiques. Évoluant de manière constante au cours du temps, le traitement de l'information constitue une fondamentale du cerveau [2].

L'enfance, reste la période où la plasticité cérébrale est la plus importante, et les capacités d'adaptation vont progressivement diminuer. Cependant, cette notion de plasticité cérébrale reste présente tout au long de la vie, du fait du remodelage des réseaux neuronaux. Les cellules gliales jouent un rôle dans la plasticité cérébrale, permettant de développer les connexions synaptiques.

La neuroplasticité implique ainsi des changements adaptatifs du cerveau, aussi bien au niveau structurel que fonctionnel. Une réorganisation structurelle est mise en place après les lésions cérébrales pour pallier les déficits [3]. En effet, l'AVC entraîne une réduction aiguë du flux artériel cérébral entraînant une souffrance du parenchyme cérébral situé en aval de l'occlusion cérébrale [3].

Lors des premières heures lésionnelles, une perte cellulaire est observée et le cerveau tente d'utiliser des voies de connexions neuronales dites secondaires pour maintenir sa fonction. Le cerveau continue donc à se réorganiser et à se remodeler en fonction des dommages cérébraux engendrés. La plasticité cérébrale met donc en place des changements durables en lien avec l'activité neuronale [4].

La notion de neuroplasticité ou plus communément plasticité cérébrale a vu le jour dans les années 1970, grâce aux travaux réalisés de Raisman [2].

³ <http://www.medecine.unige.ch/enseignement/apprentissage/module3/pec/apprentissage/neuroana/3/32/32.htm> (consulté le 10/10/23).

Les différentes recherches menées sur le sujet, ont mis en évidence les grands mécanismes régissant cette plasticité cérébrale [2] :

- La neurogénèse représentant la possibilité de production de nouveaux neurones et donc de nouveaux réseaux neuronaux. Ce phénomène est existant depuis la naissance, et devient limité au fur et à mesure de la croissance de l'individu mais reste tout de même présent et essentiel dans le cadre de la récupération. En effet, la cellule souche en neuroblaste se différencie en neurone jusqu'à sa migration au niveau de sa future zone d'action.
- La plasticité neuronale se définit par le développement des neurones déjà présents et à l'élagage des neurones dits non fonctionnels. Ce processus permet d'optimiser au mieux le fonctionnement des réseaux neuronaux.
- La plasticité synaptique, également appelée synaptogénèse, correspond à la modification du nombre de synapses (zones d'échange d'information) cellules et de leur activité neuronale.
- L'action des cellules gliales, nécessaires au bon fonctionnement cérébral, permettent l'optimisation des capacités cérébrales. Les cellules gliales interviennent donc dans le phénomène de neuromodulation.

Par ailleurs, il existe également la notion de neuroplasticité musculaire, permettant une amélioration fonctionnelle dans le cadre moteur, sensitif ou cognitif. Ce processus n'est permis que par l'intermédiaire de la présence de l'ensemble des récepteurs et effecteurs périphériques. Parmi ceux-là nous retrouvons les muscles, les récepteurs sensitifs ainsi qu'un environnement stimulant [2].

Ainsi, la rééducation se base sur ce processus de neuroplasticité dans le but d'améliorer la récupération et la fonction des sujets.

1.1.3 Epidémiologie

En France, on recense plus de 150 000 nouveaux cas d'AVC chaque année, soit un toutes les 4 minutes. La pathologie représente ainsi la première cause de handicap physique déclaré comme acquis de l'adulte et est la deuxième cause de mortalité en dénombrant 20% de décès l'année suivant la survenue de l'AVC⁴ [5].

L'âge moyen de survenue est de 74 ans, avec 25% des patients qui ont moins de 65 ans et 10% moins de 45 ans. Par ailleurs, ces dernières années, une augmentation significative des accidents vasculaires cérébraux au niveau de la population jeune est observée du fait de la consommation de tabac, du diabète et d'autres facteurs de risque⁵.

1.1.4 Etiologies de l'AVC [5]

L'AVC peut survenir à tout âge chez l'adulte, et peut être de deux types.

Tout d'abord, l'AVC ischémique, également appelé infarctus cérébral, survient dans 80 à 85% du temps. Il correspond à l'occlusion d'une artère cérébrale par un caillot sanguin (thrombus).

⁴ Ministère du travail de la santé et des solidarités, Novembre 2019, L'accident vasculaire cérébral. Disponible sur : <https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies-cardiovasculaires/accident-vasculaire-cerebral-avc/article/l-accident-vasculaire-cerebral> (consulté le 10/10/23).

⁵ Santé Publique France, 2015. Disponible sur : http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2016/7-8/pdf/2016_7-8_3.pdf (consulté le 10/10/23).

Plusieurs causes sont à l'origine de l'apparition d'un AVC ischémique, telles qu'une arythmie cardiaque, soit une fibrillation atriale, dans 25% des cas ; une rupture d'une plaque d'athérome dans 25% ; une maladie des petites artères cérébrales (25%) et le quart restant dû à d'autres causes plus particulières (dissection des artères carotidiennes et vertébrales).

Par ailleurs, il existe plus rarement, une origine veineuse appelée thrombose veineuse cérébrale. Elle représente 1% des AVC, survenant à tout âge et favorisée par le tabagisme.

Ensuite, l'AVC dit hémorragique survenant dans 20% des cas. Il s'agit ici, de la rupture d'une artère cérébrale au niveau du cortex, dans 15% des cas, ou au niveau des méninges l'entourant dans 5% des cas. Cet AVC hémorragique a pour principale cause la rupture d'anévrisme, correspondant à la dilatation anormale de la paroi artérielle.

Les hémorragies intracérébrales surviennent principalement suite à un épisode traumatique, une malformation vasculaire, ou à une tumeur, survenant ainsi de manière spontanée. Lorsque l'hémorragie est profonde, cela est principalement due à une maladie au niveau des petites artères liée à des facteurs vasculaires, dont l'hypertension artérielle principalement.

1.1.4.1 Facteurs de risques⁶

Plusieurs facteurs de risque de survenue d'un AVC sont notables et peuvent être contrôlés ou modifiés dans une certaine mesure.

Les principaux facteurs de risque modifiables des deux types d'AVC sont :

- L'hypertension artérielle (HTA) : notamment pour l'AVC hémorragique.
- Un taux de cholestérol élevé
- Diabète
- Une insulino-résistance
- Tabagisme
- Obésité, notamment abdominale
- Une importante consommation d'alcool
- Manque d'activité physique
- Mauvaise alimentation, riche en graisses saturées, et en acides gras.
- Facteurs psychosociaux : dépression, stress mental.
- Affections cardiaques augmentant le risque de formation de caillots sanguins.
- Endocardite infectieuse
- Consommation de produits tels que cocaïnes ou amphétamines.
- Vasculite : inflammation des vaisseaux sanguins.

Nous relevons que ces nombreux facteurs de risque sont également ceux de l'athérosclérose, une cause courante dans l'AVC ischémique. De plus, les troubles de la coagulation représentent un facteur de risque à part entière dans la survenue d'un AVC ischémique et les coagulopathies interviennent dans l'AVC hémorragique.

⁶ Manuel MSD, 2023, Présentation de l'accident vasculaire cérébral. Disponible sur : <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/troubles-du-cerveau,-de-la-moelle-%C3%A9pini%C3%A8re-et-des-nerfs/accident-vasculaire-c%C3%A9r%C3%A9bral-avc/pr%C3%A9sentation-de-l-accident-vasculaire-c%C3%A9r%C3%A9bral> (consulté le 16/10/23).

De manière plus spécifique à l'AVC ischémique, les facteurs de risque modifiables vont également inclure une fibrillation atriale ou une sténose (rétrécissement) d'une artère carotide au niveau du cou.

En ce qui concerne l'AVC hémorragique de manière plus spécifique, les facteurs de risque modifiables incluent la prise d'anticoagulants (rôle dans l'inhibition de la coagulation du sang) ; la présence d'un renflement d'une artère irriguant le cerveau (notion d'un anévrisme cérébral) ; une connexion anormale entre réseau vasculaire cérébral (artères et veines), dans le cas d'une malformation artérioveineuse par exemple.

Cependant, il existe des facteurs de risque non modifiables, tels que :

- Un âge avancé
- Un ou des antécédents d'AVC
- Notion de facteurs génétiques : antécédents familiaux d'AVC.

1.1.4.2 Facteurs protecteurs⁷

Malgré de nombreux facteurs de risques de développer un AVC, il est possible de prévenir et limiter son apparition en adaptant des gestes quotidiens, tels que :

- Alimentation équilibrée, notamment riche en fruits et légumes tout en réduisant la consommation en sel.
- Avoir une activité physique régulière
- Perte de poids en cas de surcharge pondérale
- Arrêt de la consommation de tabac et limiter la consommation en alcool.
- Éviter tout stress inutile : afin de diminuer le risque de maladie cardiovasculaire.
- Suivi régulier des différentes pathologies sous-jacentes, et des traitements.
- Une prescription d'aspirine en prévention primaire chez les patients au risque cardiovasculaire élevé, dans le but de diminuer la formation d'un caillot sanguin.

Ces conseils sont d'autant plus recommandés si la personne présente un antécédent d'AVC. Un suivi médical est fortement recommandé tout comme un traitement préventif et curatif si nécessaire en fonction de l'individu.

1.1.5 Symptomatologie et conséquences de l'AVC

Les signes avant-coureurs sont importants à connaître et à reconnaître, d'autant plus que l'AVC se manifeste brutalement par une déformation de la bouche, une faiblesse d'un côté du corps et des troubles de la parole.⁸

L'AVC est ainsi caractérisé par la survenue soudaine et rapide de signes cliniques pouvant être d'emblés importants et maximaux ou s'accroître en quelques minutes voire heures [6].

⁷ Institut Amelis, 2023, Comprendre l'AVC : symptômes, risques et prévention. Disponible sur : <https://institut.amelis-services.com/sante/avc/lavc-chez-les-seniors-symptomes-risques-et-prevention/> (consulté le 16/10/23).

⁸ Ministère du travail de la santé et des solidarités, mis à jour en 2024, Les signes de l'AVC. Disponible sur : <https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-cardiovasculaires/accident-vasculaire-cerebral-avc/article/les-signes-de-l-avc> (consulté le 10/10/23).

Nous retrouvons une atteinte de la commande motrice volontaire et involontaire. L'atteinte de la commande motrice volontaire peut être évaluée par l'intermédiaire de l'échelle Held and Pierrot-Desseilligny ou la Fugl-Meyer Assessment (FMA) spécifique de l'AVC [7].

L'hémiplégie résulte d'une lésion au niveau de la voie pyramidale⁹. Elle résulte d'un ensemble de neurones impliqués dans le mouvement volontaire.

Cette voie pyramidale débute dans le cerveau et rejoint d'autres cellules nerveuses au niveau de la moelle épinière. Ce sont donc les neurones du faisceau pyramidal qui transmettent leurs ordres aux différents motoneurones périphériques jusqu'aux muscles.

Différentes atteintes sont observées en fonction du siège lésionnel (cf. Tableau I) :

- Hémiplégie non proportionnelle, brachio-faciale essentiellement (bras et visage) : atteinte au niveau du cortex de l'artère cérébrale moyenne superficielle.
- Hémiplégie proportionnelle, avec une atteinte déficitaire du bras et de la jambe par atteinte de la capsule interne au niveau de l'artère cérébrale moyenne profonde.
- Une hémiplégie à prédominance crurale, par atteinte de l'artère cérébrale antérieure.
- Lorsque la lésion est présente au niveau du tronc cérébral, la paralysie des membres est présente d'un côté tandis que l'atteinte du visage est de l'autre côté.
- Une hémianopsie latérale homonyme, par atteinte de l'artère cérébrale postérieure.

Circulation antérieure	Artère ophtalmique	• Cécité monoculaire
	Artère cérébrale antérieure	• Déficit moteur à prédominance crurale • Syndrome frontal
	Artère cérébrale moyenne superficielle	• Déficit moteur à prédominance brachiofaciale • Aphasie ou hémignégligence
	Artère cérébrale moyenne profonde	• Hémiplégie proportionnelle
Circulation postérieure	Artère cérébrale postérieure	• Hémianopsie latérale homonyme • Hémianesthésie
	Territoire vertébrobasilaire	• Syndrome alterne (Wallenberg) • Syndrome cérébelleux • Infarctus médullaire cervical

Tableau I : Signes cliniques en fonction du terrain lésionnel [8].

Plusieurs signes cliniques peuvent apparaître en cas de lésion de la voie pyramidale, tels que : [9]

- Une atteinte de la motricité volontaire.
- Une augmentation du tonus musculaire (spasticité) et apparition de syncinésie.
- Une exagération des réflexes ostéotendineux (hyperreflexie).
- Un signe de Babinski positif : réflexe cutané plantaire en extension, spécifique d'une atteinte de la voie cortico-spinale.

⁹ Le Figaro Santé, Hémiplégie. Disponible sur : <https://sante.lefigaro.fr/sante/maladie/hemiplegie/quest-ce-qui-se-passe> (consulté le 16/10/23).

1.1.5.1 Troubles moteurs : hémiplégie¹⁰

L'hémiplégie est définie comme étant une paralysie affectant un seul côté du corps (jambe et/ou bras et/ou visage). Elle se caractérise par une diminution ou une perte de motricité du fait d'une lésion au niveau de la voie pyramidale.

Lorsqu'un AVC atteint la zone motrice d'un hémisphère cérébral, la partie opposée du corps peut être paralysée, et être donc qualifiée d'hémiplégique. Cela provient du fait de l'entrecroisement des fibres nerveuses présentes au niveau des hémisphères cérébraux au moment du passage dans la moelle épinière. Ainsi la partie gauche du corps est commandée par l'hémisphère droit et inversement. Au tout début de l'AVC, la paralysie est dite « flasque », signifiant que les muscles du ou des membre(s) atteint(s) sont mous. Par la suite, l'hémiplégie peut devenir spastique, caractérisée par la contraction involontaire des muscles face à un stimuli, plus ou moins associée à des raideurs.

1.1.5.2 Troubles des mouvements réflexes et involontaires

Concernant, les mouvements réflexes, nous retrouvons l'apparition de spasticité, correspondant à l'augmentation du réflexe d'étirement résultant de la vitesse, mesuré au repos [3]. Elle est évaluée par l'intermédiaire de l'échelle d'Ashworth ou de l'échelle de Tardieu [10,11].

Par ailleurs, l'évolution de la spasticité ainsi que la sévérité de l'AVC est classée sur la base de 7 stades selon Brunnstrom [12].

Des syncinésies peuvent également être présentes. Elles correspondent à « un mouvement involontaire souvent inconscient, survenant dans un groupe musculaire inapproprié à l'occasion d'un mouvement volontaire homolatéral ou controlatéral, ou lors de son essai »¹¹.

Il existe plusieurs types de syncinésie :

- Les syncinésies globales : apparaissant lors d'un mouvement volontaire du côté sain, le côté hémiplégique prenant alors une attitude hypertonique habituelle (flexion du membre supérieur, extension du membre inférieur).
- Les syncinésies d'imitation : contractions musculaires involontaires du côté hémiplégique reproduisant un mouvement volontaire du côté sain. Les syncinésies d'imitation traduiraient plus particulièrement la suppression du contrôle exercé sur la voie motrice principale par le dispositif lemniscal.
- Les syncinésies de coordination : mouvements survenant dans un territoire hémiplégique à l'occasion de mouvements volontaires exécutés du même côté.

¹⁰ Ramsay Santé, Séquelles d'un AVC. Disponible sur : <https://www.ramsaysante.fr/vous-etes-patient-en-savoir-plus-sur-ma-pathologie/sequelles-dun-avc> (consulté le 16/10/23).

¹¹ <https://www.academie-medecine.fr/le-dictionnaire/index.php?q=syncin%C3%A9sie> (consulté le 16/10/23).

1.1.5.3 Troubles sensitifs

Selon la Haute Autorité de Santé (HAS), il est recommandé d'utiliser la Fugl-Meyer Assessment Sensorimotor Recovery after Stroke pour l'évaluation de la sensibilité [7].

Nous retrouvons deux types d'atteintes de la sensibilité : la sensibilité subjective et la sensibilité objective.

La sensibilité subjective se base sur le ressenti du patient lors de l'interrogatoire. On y retrouve des douleurs nociceptives et/ou des douleurs neuropathiques. Les douleurs nociceptives sont évaluées par l'intermédiaire d'échelles verbales, visuelles ou analogiques (EN, EVA) [13].

Les douleurs neuropathiques sont évaluées par un DN4. Dans ce DN4, nous retrouvons¹² :

- Des paresthésies, sensations anormales, « non douloureuses » pouvant faire l'objet de fourmillements, de picotements, de décharge électrique, d'engourdissement, de sensation de froid ou chaud exagérée.
- Des dysesthésies, sensations anormales et douloureuses provoquées par un stimulus ou un contact.
- Allodynie : douleur provoquée par un stimulus normalement non douloureux.

Si le score est égal ou supérieur à 4/10, le test est positif et le patient a donc 90% de chance d'avoir une douleur neuropathique (Spé : 89,9%) [14].

La sensibilité objective se base sur une sensibilité superficielle et une sensibilité profonde.

Dans la sensibilité *superficielle*, nous retrouvons la sensibilité :

- Protopathique : sensibilité au tact avec l'utilisation d'un coton (touche/touche pas).
- Épicritique : pique/touche, avec un pique non douloureux.
- Discriminative : compas de Weber.
- Nociceptive : pique/touche avec un pique douloureux.
- Thermique : froid et chaud.
- Baresthésie [15]: évaluation des poids d'un objet et des pressions par l'utilisation de poils de Von Frey et de monofilaments de Semmes-Weinstein.

Dans la sensibilité *profonde*, nous retrouvons :

- Kinesthésie : perception consciente des mouvements des différents segments corporels.
- Statesthésie : perception consciente du positionnement des différents segments corporels.
- Pallesthésie : sens vibratoire, à l'aide d'un diapason posé sur les surfaces osseuses sous-cutanées.

Nous retrouvons également une sensibilité dite élaborée [15] : graphesthésie, extinction sensitive (stimulation simultanée et bilatérale d'une zone corporelle et le patient ressent une seule stimulation), stéréognosie (capacité d'identifier un objet usuel par la palpation) et l'asomatognosie (trouble du schéma corporel avec non-reconnaissance de son segment corporel).

¹² Douleurs chroniques, définitions, 2015. Disponible sur : <https://www.douleurs-chroniques.fr/vocabulaire/anesthesie-dysesthesie-paresthesie/> (consulté le 16/10/23).

1.1.5.4 Troubles de la fonction supérieure [16]

Des troubles du langage peuvent être présents, de types :

- Aphasie de Broca : atteinte de l'expression orale.
- Aphasie de Wernicke : atteinte de la compréhension.
- Formes dissociées : anarthrie (troubles de l'articulation), l'alexie (difficulté pour lire), et agraphie (difficulté pour écrire).
- Dysarthrie : difficulté à parler.

Des troubles du geste, appelés apraxie :

- Apraxie gestuelle avec l'apraxie idéo-motrice (impossibilité d'effectuer des gestes significatifs, symboliques ou arbitraires) et l'apraxie idéatoire (le patient ne sait plus manipuler un objet).
- Apraxie constructive : trouble dans l'élaboration d'un dessin.
- Apraxie de l'habillement : le patient ne sait plus comment s'habiller.

Des troubles de l'identification perceptive en l'absence de troubles visuels, auditifs ou sensitifs élémentaires : on parle d'agnosie.

- Agnosie visuelle : non reconnaissance des objets, des visages (prosopagnosie), des couleurs, du langage écrit (alexie pure). Nous retrouvons aussi la négligence spatiale unilatérale (hémiparésie).
- Agnosie auditive : non reconnaissance des sons verbaux, musicaux, bruits environnementaux.
- Agnosie tactile (astéréognosie) : non reconnaissance d'un objet après le toucher.
- Autres : autotopagnosie ou hémiasomatognosie (non-reconnaissance de son hémicorps).

Troubles des fonctions exécutives : trouble de la mémoire, de l'attention, du raisonnement avec résolution de problème, de la planification.

1.1.5.5 Autres troubles [8]¹³ :

D'autres troubles peuvent être présents, tels que des troubles sphinctériens, visuels (cécité unilatérale, diplopie), respiratoires, sexuels, troubles du comportement (dépression), de la concentration, fatigue, vertiges (vomissements, nausées, nystagmus), troubles de l'équilibre et de la coordination, crises d'épilepsie et maux de tête intenses.

¹³ Ramsay Santé, Séquelles d'un AVC. Disponible sur : <https://www.ramsaysante.fr/vous-etes-patient-en-savoir-plus-sur-ma-pathologie/sequelles-dun-avc> (consulté le 16/10/23).

1.1.6 Prise en charge [8]

Le pronostic vital et fonctionnel dépendent de la rapidité et de la qualité de prise en charge des symptômes évocateurs d'un AVC. Ce pronostic est d'autant plus favorisé que le patient est admis dans un centre neurovasculaire de proximité adapté.

Le diagnostic d'un AVC est primordial et va se confirmer par imagerie cérébrale, une prise en charge thérapeutique et un bilan étiologique. L'IRM constitue l'examen de référence pour confirmer le diagnostic d'AVC. En cas de non-accessibilité, un scanner peut substituer à l'examen de référence.

1.1.6.1 Médicale¹⁴

Après diagnostic, plusieurs traitements (cf. Figure 2) peuvent être administrés en fonction du type d'AVC.

Dans le cadre d'un AVC ischémique, le traitement de référence est la thrombolyse intraveineuse ou fibrinolyse. Ce traitement va consister à dissoudre le caillot obstruant l'artère cérébrale par l'intermédiaire d'un médicament perfusé en intraveineux. Celle-ci doit être effectuée le plus rapidement possible, dans les quatre heures et demie après les premiers signes de l'AVC ischémique. L'objectif de ce traitement, en absence de contre-indications, est le rétablissement de la circulation sanguine et de la perfusion cérébrale en oxygène afin de limiter la lésion cérébrale et les séquelles post-AVC. Néanmoins, un potentiel risque d'hémorragie cérébrale est à noter.

Par ailleurs, si le patient est pris en charge dans les six heures suivant l'AVC ischémique, le traitement dont il bénéficiera sera la thrombectomie mécanique endovasculaire. Ce traitement consiste en l'introduction d'un dispositif mécanique (cathéter) par voie endovasculaire sous contrôle radioscopique au niveau du pli de l'aîne jusqu'à atteindre l'artère obstruée. Le caillot est ensuite extrait par l'intermédiaire d'un stent. Dans ce type de traitement, des médicaments tels que des anti-agrégants plaquettaires (préviennent la formation de caillots) ou des anticoagulants peuvent être administrés. Le but de cette technique est la revascularisation du parenchyme cérébral en souffrance.

La thrombectomie mécanique endovasculaire peut être utilisée d'emblée en association à la thrombolyse, après échec du traitement de thrombolyse ou en cas de contre-indication.

Dans le cadre d'un AVC hémorragique, le contrôle de la tension artérielle est primordial. En effet, toute hypertension artérielle (HTA) va augmenter le risque d'une nouvelle hémorragie cérébrale et la majoration de l'hématome intracérébral. Le traitement de référence est le traitement chirurgical, consistant à évacuer l'hématome intracérébral. Des spécificités peuvent être mises en place en fonction des antécédents de la personne. Contrairement aux AVC ischémiques, le traitement des hémorragies cérébrales est plus limité [5].

¹⁴ Ameli, mis à jour 2024, Le traitement de l'AVC. Disponible sur : https://www.ameli.fr/bouches-du-rhone/assure/sante/themes/accident-vasculaire-cerebral-avc/avc-traitement#text_10417 (consulté le 10/10/23).

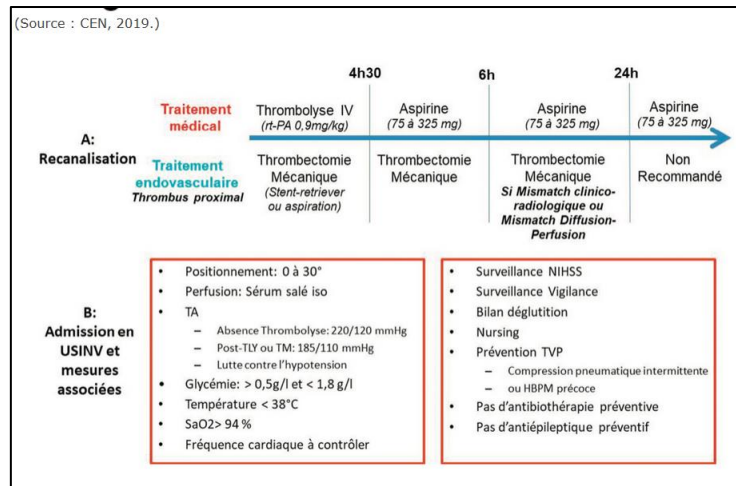


Figure 2 : Traitements de l'AVC [8].

1.1.6.2 Kinésithérapie et recommandations [17]

Il existe trois phases de rééducation dans la prise en charge d'un AVC :

- La phase aiguë: avant le 14^{ème} jour post-AVC.
- La phase subaiguë : du 14^{ème} jour post-AVC jusqu'à 6 mois post-AVC.
- La phase chronique : à partir de 6 mois post-AVC.

La Haute Autorité de Santé (HAS) recommande de commencer la rééducation le plus précocement possible, en combinant plusieurs approches quelle que soit la phase de prise en charge. Elle préconise des séances de rééducation en tenant compte de la sévérité de l'AVC, des déficits et du pronostic de leur évolution, sur la base de séances de 45 minutes et au moins 5 fois par semaine [18].

La plupart des méthodes de rééducation proposées par la HAS reposent sur des concepts neurodéveloppementaux et neurocognitifs, d'intégration sensitive et proprioceptive, d'apprentissage et réapprentissage moteur. D'autres méthodes d'ordres technologiques, robotiques ou informatiques peuvent être utilisées en fonction des différentes phases.

Par ailleurs, la recommandation principale repose sur la notion de l'éducation thérapeutique du patient et de son entourage dès le début de la rééducation pour l'obtention des meilleurs résultats possibles au long terme.

Il existe donc différentes méthodes de rééducation :

- Rééducation de la sensibilité : notamment au niveau de la phase aiguë de l'AVC, dans le cas où le patient ne présente pas d'activité motrice.
- Rééducation manuelle individuelle à tous les stades de la prise en charge par le biais de mobilisations passives et actives.
- Activité physique et programme afin d'améliorer l'adaptation à l'effort, l'état physique et l'indépendance fonctionnelle et non dans une optique d'amélioration de la force musculaire.
- Renforcement musculaire recommandé au niveau de la phase chronique de l'AVC.
- Rééducation dite intensive par un nombre élevé de répétitions sur une activité ciblée.

- Approches neurophysiologiques : Bobath, Brunnstrom, Kabat, Rood ayant pour objectif de restaurer la fonction motrice. Cependant, les connaissances actuelles ne permettent pas de confirmer l'efficacité de ces méthodes.
- Méthodes ciblées : robotique, imagerie mentale motrice, réalité virtuelle, etc.

Néanmoins, la complexité du contexte pathologique est non négligeable dans le plan de soin et influe fortement sur l'évolution de la rééducation. Ainsi, le concept d'adaptation à chaque patient est essentiel dans la prise en charge post-AVC.

1.1.7 Pronostic de récupération [19]

1.1.7.1 Au niveau médical

La sévérité d'un accident vasculaire cérébral est variable. On estime que 20% des patients décèdent un an après l'accident vasculaire cérébral, 40% gardent des séquelles importantes et 60% des patients récupèrent leur indépendance fonctionnelle, avec $\frac{3}{4}$ reprenant leur activité professionnelle. La notion de l'âge de l'individu va être un élément important, influant sur les capacités de récupération [5].

De plus, les accidents vasculaires hémorragiques vont être plus graves. En effet, 50% des patients décèdent un an après et 50% présentent un handicap sévère. Parmi ces 50% de survivants, seul $\frac{1}{4}$ des patients peuvent prétendre à une certaine indépendance.

La gravité de l'AVC est évaluée par l'intermédiaire du score NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale) [20] :

- Score entre 1 et 4 : AVC mineur.
- Score entre 5 et 15 : AVC modéré.
- Score entre 15 et 20 : AVC sévère.
- Score > 20 : AVC grave.

L'algorithme TWIST (Time to Walking Independently After Stroke) permet de prédire la récupération de la fonction de la marche après un AVC par l'intermédiaire du test clinique du contrôle du tronc (TCT = Trunk Control Test) et de la force d'extension de la hanche (MRC = Medical Research Council). Certains autres facteurs sont également analysés tels que l'analyse de l'ataxie, de la négligence. Des catégories sont ainsi établies en fonction des tests cliniques [21] :

- Score TCT > 40 = marche avant 6 semaines.
- Score TCT < 40 + MRC \geq 3 = marche avant 12 semaines.
- TCT < 40 + MRC < 3 = dépendant de la marche après 12 semaines.

L'algorithme PREP2 (Predict Recovery Potential) permet de prédire la récupération motrice des membres supérieurs en associant des mesures cliniques, neurophysiologiques et neuro-imageries, et cela trois mois après l'AVC. On y retrouve 4 catégories de prédiction basées sur les scores ARAT (Action Research Bra Test) [22].

L'algorithme associe la mesure du déficit des membres supérieurs, l'âge du patient, ainsi que la présence ou l'absence de motricité au niveau des membres supérieurs sur la base d'une stimulation magnétique transcrânienne. Cet algorithme est également combiné avec le score NIHSS [23].

1.1.7.2 Au niveau kinésithérapique [8]

Les capacités de la plasticité cérébrale et de compensation vont régir la récupération motrice après un AVC. La rééducation doit donc particulièrement cibler la récupération des déficits.

Comme évoquée précédemment, la récupération va dépendre de nombreux facteurs, tout comme la notion de rééducation spécialisée précoce et adaptée de manière prolongée. On dénombre trois à six mois de rééducation nécessaires pour récupérer de ces déficits et un peu plus de temps pour récupérer pleinement les fonctions supérieures et activités.

Le pronostic d'un AVC reste toujours difficile à évaluer en phase aiguë. L'essentiel de la récupération s'observe au cours des trois premiers mois suivant l'AVC et se poursuit jusqu'aux 6 mois post-AVC. Au-delà, l'amélioration fonctionnelle est possible.

1.2 Les dispositifs robotisés fixes de marche

Dans les années 1987, Barbeau et Rossignol élaborent une étude sur « un chat spinalisé dont le train arrière est mis en suspension sur un tapis roulant ». Les résultats de l'étude concluent en une récupération de la locomotion du chat. Cette expérience a ainsi inspiré de nombreux auteurs qui ont ainsi porté leurs recherches dans ce domaine de marche assistée par l'intermédiaire de la robotique. Les robots ont pour but de prolonger l'action du kinésithérapeute en termes de répétitions et d'autonomie du sujet, du fait de la présence de la suspension. Ainsi, c'est au cours du début du XXIème siècle que la robotique a commencé à être utilisée en centres de rééducation [24].

La médecine moderne voit donc l'apparition de nouveaux moyens de prise en charge, tels que les appareils robotiques et la réalité virtuelle¹⁵. L'un des principaux domaines où la technologie robotique est utilisée est la rééducation, notamment dans le cadre neurologique. En effet, plusieurs dispositifs robotisés ont vu le jour et sont utilisés dans le processus de récupération générale et de récupération motrice de la fonction.

Il existe deux grandes familles de dispositifs robotisés de marche : les dispositifs portables de type exosquelette et les dispositifs fixes de type Lokomat.

1.2.1 Les dispositifs robotisés mobiles

Les exosquelettes constituent des dispositifs robotisés de marche mobiles, destinés à être portés par la personne. Il existe une grande variété d'exosquelettes mobiles de rééducation, tels que¹⁶ Rewalk (possible dans le cadre d'un usage personnel), HAL (Hybrid Assistive Limb), Ekso ou encore ExoAthlet.

¹⁵ Romatem, 2023, Système de marche assistée par robot. Disponible sur : <https://www.romatem.com/fr/les-technologies/systeme-de-marche-assistee-par-robot/> (consulté le 02/11/23).

¹⁶ Site constructeur des dispositifs. Disponible sur : <https://www.medicaexpo.fr/fabricant-medical/exosquelette-reeducation-10025.html> (consulté le 20/04/24).

Ils sont munis d'actionneurs, au niveau des articulations, et sont commandés par des moteurs électriques, réalisant les mouvements. Plusieurs données sont présentes telles que la vitesse, la position des articulations par l'intermédiaire des différents capteurs présents.¹⁷

Ces dispositifs font environ 17 kg et sont capables de mobiliser des patients ne présentant pas de motricité. Une formation des thérapeutes est requise pour les utiliser en pratique clinique. Il existe plusieurs modes d'utilisation¹⁸ :

- *Motion Plus* : permet de diriger le patient dans sa trajectoire, avec une assistance modulable allant jusqu'à 100%.
- *Therapy Plus* : chez les patients présentant une récupération de la motricité, où le patient contrôle sa trajectoire et le dispositif robotisé apporte une aide de délestage adaptable du poids de ses membres.
- *Advanced Gait* : permet une marche plus fluide et plus rapide.

1.2.2 Description des dispositifs fixes électromécaniques d'entraînement à la marche

Premièrement conçu dans l'optique de pallier le déficit moteur des membres inférieurs lors des troubles de la marche, le dispositif fixe d'entraînement à la marche est un exosquelette électromécanisé fixe ciblant les membres inférieurs. Ce dispositif s'inscrit comme l'un des premiers outils combinant une réhabilitation sur tapis roulant avec allègement du poids corporel et une orthèse robotisée de membres inférieurs.

Cette revue va s'intéresser principalement aux dispositifs robotisés de marche fixes.

D'un point de vue personnel, j'ai découvert ces types de dispositifs robotisés de marche fixes auprès d'une association « *Eva la vie devant toi* » retraçant la vie d'une petite fille atteinte d'une maladie neurodégénérative, utilisant ce type de dispositif en tant que moyen de rééducation à la marche. Ayant pu échanger avec son entourage, il me tenait donc à cœur que le sujet de mon mémoire porte sur ce moyen de rééducation. Cependant, du fait du faible nombre de recherches incluant des enfants, une population d'adultes présentant un AVC a été ciblée.

Ce dispositif électromécanisé est composé de plusieurs parties (cf. Figure 3), que sont [25] :

- Un exosquelette motorisé à deux articulations (hanches et genoux), programmable. Nous retrouvons une fixation directe des membres inférieurs au dispositif par l'intermédiaire de sangles externes élastiques. Les flexions dorsales de cheville sont également maintenues par ce système. Des capteurs de forces motrices sont intégrés au niveau des différentes articulations. Ils permettent de mesurer en permanence les différents paramètres de marche (degré d'amplitude articulaire, participation du sujet, résistance lors des différents cycles de marche) [26]. L'exosquelette permet de guider les différents mouvements locomoteurs. L'orthèse est programmable en fonction de la vitesse du tapis roulant et en lien avec le temps des phases physiologiques de marche.

¹⁷ Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, 2024, La recherche sur les exosquelettes avance à grands pas. Disponible sur : <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/la-recherche-sur-les-exosquelettes-avance-grands-pas-94677#:~:text=Un%20exosquelette%2C%20c%27est%20une,ou%20l%27%C3%A9quivalent%20des%20muscles> (consulté le 20/04/24).

¹⁸ Site partenaire. Disponible sur : <https://www.elitemedicale.fr/indego-therapy> (consulté le 20/04/24).

- Un harnais de suspension dans le but d'alléger le poids corporel, modifiable par le kinésithérapeute. Le patient est donc maintenu à la verticale grâce à la courroie mobile. Cet allègement permet de pallier le déficit musculaire présent du patient tout en gardant une stimulation sensitive suffisante et efficiente au niveau des membres inférieurs. Une notion de proprioception est également retrouvée. Le paramètre modifiable permet de travailler en progression et en adaptant le dispositif aux différents patients.
- Un tapis roulant motorisé de marche, disposant d'une vitesse de déplacement allant de 0,5 à 5 km/h. Le tapis roulant motorisé est en synchronisation avec les mouvements articulaires lors des différentes phases de marche. La vitesse est donc ajustable comme les précédents systèmes et permet donc de travailler en progression.
- Nous retrouvons également deux écrans. Un premier écran permettant un retour visuel et l'établissement des données graphiques en lien avec un retour visuel rapide au praticien, dans le but de contrôler et varier les différents paramètres en lien avec les paramètres du patient. Le deuxième écran joue un rôle d'interface entre le patient et le mouvement de l'exosquelette en proposant des exercices spécifiques sous formes de jeux interactifs. Nous retrouvons donc la notion de réalité virtuelle avec l'utilisation du moniteur d'ordinateur [27].

Cependant, les patients doivent être en mesure de s'exprimer verbalement ou gestuellement afin de prévenir le kinésithérapeute en cas de la présence de douleur ou de problèmes d'installation, pouvant représenter une limitation à l'utilisation de ce dispositif chez des patients aphasiques en post-AVC.

Il existe plusieurs modèles de dispositifs robotisés électromécanisés fixes, tels que [28] :

- Le Lokomat, le plus répandu.
- Le Gait Trainer (GT I), avec un système d'engrenage, fourni un schéma de marche physiologique à partir de deux plaques de pieds sur deux barres, deux bascules et deux manivelles.
- Exowalk
- Haptic Walker
- Anklebot
- LOPES (Lower Extremity Powered Exoskeleton)
- Walkbot

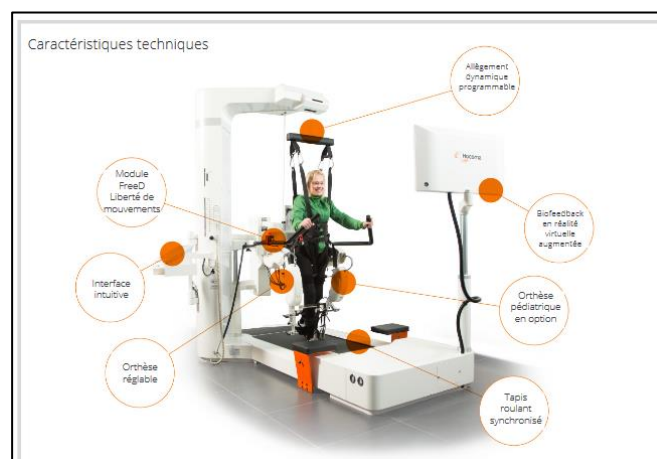


Figure 3 : Exemple du Lokomat et de ses différentes structures techniques¹⁹.

¹⁹ Site du fournisseur. Disponible sur : <https://www.medimex.fr/wp-content/uploads/2023/02/Fiche-produit-Lokomat-Medimex-08-2022.pdf> (consulté le 10/12/23).

L'assistance robotique offre la possibilité de fournir en permanence des données graphiques objectives en lien avec la cession de rééducation, permettant le suivi en évolution du patient au fur et à mesure des séances [29].

Le dispositif fixe électromécanique d'entraînement à la marche permet de combiner plusieurs principes de rééducation tels que l'apprentissage moteur intensif et la répétition du mouvement physiologique. Les différents paramètres du dispositif robotisé sont modifiables et programmables, permettant ainsi de s'adapter au mieux au patient et de travailler dans les conditions d'une marche physiologique. La force de guidage des membres est également ajustable en fonction du patient, ainsi plus le sujet est à un stade avancé dans la rééducation, moindre sera la force de guidage²⁰. En effet, lors de la marche, plusieurs paramètres qualitatifs et quantitatifs (longueur et largeur du pas, vitesse du pas, durée du cycle de marche) sont importants à maintenir afin d'être le plus physiologique possible [30,31].

Par ailleurs, le but du dispositif robotisé est de travailler un schéma de la marche physiologique dans sa globalité dans le but d'améliorer la qualité, la performance et l'autonomie du patient, essentielles en termes d'objectifs de récupération après un AVC.

Le dispositif robotisé est ainsi fondé sur la notion d'automatisation du mouvement cyclique de la marche en association à un apprentissage sensori-moteur actif et progressif du patient [32].

1.2.3 Les particularités et limites de ces dispositifs

Ces dispositifs robotisés de marche fixes sont utilisés en pratique clinique dans le cadre d'une rééducation à la suite d'un AVC, d'une lésion de la moelle épinière, d'une paralysie cérébrale, d'une sclérose en plaques ou d'autres atteintes neurologiques²¹.

Il est à noter que ces dispositifs sont très imposants et il est donc nécessaire d'avoir un environnement adéquat quant à leur utilisation. Les caractéristiques²² des dispositifs sont présentes dans le tableau II.

Dimensions (L x P x H) et Poids	350 cm x 155 cm x 254 cm Poids : environ 1000 kg.
Environnement conseillé - Espace de travail : L x P x H	5m x 4m x 2,6m.
Données patients	Taille maximale: 2 m. Poids maximal : 135 kg.
Allègement du poids corporel	Système Levi ajustement mécanique
Tapis de course	115 cm x 50 cm
Vitesse de marche	1 à 3,2 km/h
Prix	500 000 à 600 000 euros en moyenne

Tableau II : Caractéristiques d'un dispositif robotisé de marche fixe, de type Lokomat, tableau réalisé par l'auteur.

²⁰ http://www.wheelchair.ch/fra/services/images/docs/lokomat_commercial.pdf (consulté le 18/04/24).

²¹ <https://www.medimex.fr/wp-content/uploads/2023/02/Fiche-produit-Lokomat-Medimex-08-2022.pdf> (consulté le 15/04/24).

²² <https://www.medimex.fr/produit/lokomat-nanos/> (consulté le 20/04/24).

L'allègement du poids corporel est adapté à la rééducation des sujets atteints d'AVC dans la mesure où le harnais permet une stabilisation du sujet. Par ce principe de stabilisation par harnais, le sujet n'utilise plus ses réflexes d'équilibration et cible donc un travail spécifique sur la marche avec un travail orienté vers la tâche motrice à accomplir [19].

L'objectif de l'utilisation de ces dispositifs robotisés de marche est d'augmenter la force musculaire ainsi que les amplitudes articulaires dans le but d'améliorer la fonction de la marche.

Cependant, il existe des contre-indications d'utilisation de ces dispositifs de marche, telles que²³ :

- Une diminution considérable de la densité osseuse car les forces exercées sur les membres inférieurs peuvent être délétères.
- Un poids supérieur à 135 kg et une taille > 2m, ne respectant pas les conditions de sécurité préalablement établies par les constructeurs des dispositifs.
- Fractures non consolidées.
- Toute maladie contre-indiquant une rééducation active (maladie respiratoire, grossesse, troubles cognitifs majeurs limitant la communication...).
- Longueurs de fémurs ne correspondant pas aux conditions établies (350 à 470 mm).
- Contraintes conjointes fixes limitant l'amplitude du mouvement de l'orthèse électromécanique
- Incapacité d'ajuster correctement le harnais et/ou les orthèses à la partie corporelle du sujet, pouvant être délétères pour les sujets : grossesse, lésions cutanées, spasticité, etc.

Cette liste n'est pas exhaustive. Le clinicien est donc responsable dans le traitement de rééducation et doit être capable de prendre une décision quant à l'applicabilité de ce moyen de rééducation pour son patient. Il est également responsable de l'adaptation des séances de formation et du cycle de rééducation en lien avec les capacités des patients.

Ainsi, le kinésithérapeute doit être formé pour pouvoir utiliser ces dispositifs robotisés. La formation est réalisée au sein des structures en possession de ce dispositif robotisé et est d'une durée de 1 à 2 jours²⁴.

Une évaluation par une équipe pluridisciplinaire est donc primordiale avant le début du traitement²⁵.

1.2.4 Schéma et paramètres de marche recherchés

La marche constitue une activité complexe, et est décrite comme un déplacement de l'ensemble du corps vers l'avant, tout en maintenant l'équilibre. La marche découle de la répétition de mouvements cycliques, tout en reprenant différents paramètres de marche [33].

Le cycle de marche (cf. Figure 4) débute par un contact au sol d'un pied et se termine par le contact ultérieur du même pied. Nous observons deux principales phases au cours du cycle de marche : la phase d'appui (60%), représentant le contact du pied avec le sol, et une phase oscillante (40%) lorsque le pied n'est plus en contact du sol.

²³ Site officiel Hocoma, 2024. Disponible sur : <https://www.hocoma.com/us/legal-notes/> (consulté le 20/04/24).

²⁴ Site officiel Hocoma, 2024. Disponible sur : <https://www.hocoma.com/services/product-training/lokomat/> (consulté le 20/04/24).

²⁵ Site exosquelette : <https://www.medular.org/fr/readaptation-du-blesse-medullaire/exosquelette-de-reeducation/> (consulté le 20/04/24).

Par ailleurs, on évoque une phase de double appui dès lors que les deux membres inférieurs sont au contact du sol et une phase unipodale dès lors qu'un membre inférieur est au contact du sol tandis que l'autre est en phase oscillante. Ainsi, l'intégrité neuro-musculo-squelettique est primordiale dans le contexte de marche [33].

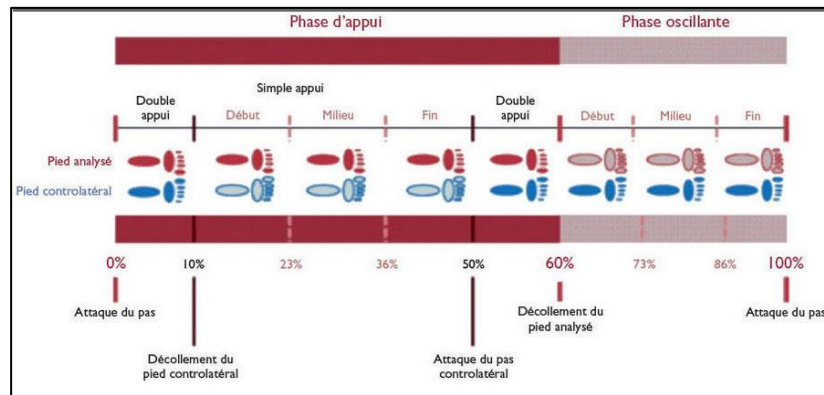


Figure 4 : Schéma du cycle de marche [33].

Plusieurs paramètres spatio-temporels vont composer la marche et seront essentiels à travailler pour récupérer une marche fonctionnelle physiologique (cf. Figure 5). Les différents paramètres sont [34] :

- La longueur du pas est définie comme « la distance entre un point du pied » du premier contact avec le sol et le talon lors du contact suivant.
- La foulée correspond à la séquence d'évènements du contact du premier pied et le contact ultérieur du même pied. La foulée correspond donc à deux pas.
- La largeur du pas est définie par la distance « entre un point du pied » en contact avec le sol et le même point sur l'autre membre inférieur lors du contact suivant.
- Pour la majorité des paramètres, le talon correspondra au point de référence utilisé pour mesurer les différentes distances.

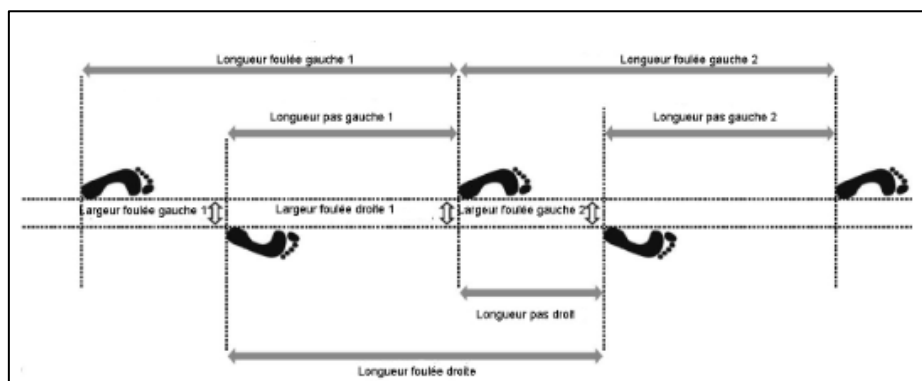


Figure 5 : Paramètres spatiaux-temporels de la marche [34].

- La longueur et la fréquence du pas sont en lien avec la vitesse de marche [35]. La vitesse de marche correspond à un indicateur essentiel associé à la performance de déambulation [36].

Par ailleurs, la marche est une activité motrice d'autant plus complexe qu'elle est en lien avec la notion d'équilibre. En effet, le contrôle de l'équilibre est primordial à la déambulation et à toute activité motrice [37].

1.2.5 Protocole de rééducation

Le dispositif de marche assistée avec allègement du poids corporel est particulièrement indiqué dans le cadre de patients présentant des difficultés de déambulation, à la suite d'un AVC par exemple.

A ce jour, il n'existe pas de protocole de rééducation établi et bien défini, du fait de la nouveauté de ces dispositifs robotisés.

En effet, le dispositif robotisé relève d'un dispositif individualisé en termes d'exercices et d'adaptation des différents paramètres de marche. Il permet non seulement de proposer au patient un environnement de travail différent et stimulant, tout en permettant d'avoir un feedback sur les capacités du patient²⁶.

Enfin, c'est sur la notion de plasticité cérébrale que s'appuient les dispositifs robotisés de marche, du fait de l'intensité de rééducation, centrée sur la répétition des mouvements cycliques de marche.

Cependant, l'utilisation de la marche assistée par robots présente des limites. En effet, ces dispositifs robotisés de marche relèvent d'un coût financier important, et sont produits en faible nombre. Par ailleurs, leurs proportions considérables font lieu d'un facteur limitant quant à leur utilisation [24].

1.3 Objectifs

1.3.1 Intérêt scientifique de la revue

Plusieurs articles récents sur la thématique de la robotique en rééducation ont vu le jour. Plusieurs études sur ce sujet se sont intéressées à l'efficacité de la robotique dans la rééducation de la marche chez les sujets atteints d'AVC ou de lésions médullaires (blessés médullaires).

En effet, les dispositifs robotisés constituent une nouveauté de l'avancée scientifique ces dernières années, et les centres de rééducation commencent à se procurer ce moyen de prise en charge innovant [24].

L'objectif de cette revue est de faire un bilan de ce nouveau moyen de prise en charge rééducative des patients. La revue retrace donc les connaissances acquises sur ces dispositifs robotisés.

L'objectif est d'observer si ces dispositifs robotisés sont intéressants ou non dans notre prise en charge rééducative, d'autant plus qu'ils constituent un coût important. En effet, certains centres de rééducation investissent dans cette robotique innovante, en soulignant l'objectif principal après AVC chez les patients, qui est de retrouver une marche dite fonctionnelle et une autonomie à la marche [38].

²⁶ Site fabricant, disponible sur : <https://www.medimex.fr/ou-sont-les-lokomat-en-france/> (consulté le 11/12/23).

1.3.2 Hypothèses théoriques

Selon les recommandations de la HAS quant aux moyens de rééducation post-AVC, les dispositifs robotisés sont préconisés, proposant plusieurs niveaux de preuves [24].

Nous rappelons également, que la prévalence des AVC ne cesse d'augmenter au cours des dernières années, d'autant plus marquée par le vieillissement de la population [39].

En effet, chaque année 15 millions de personnes font un AVC dans le monde, dont 150 000 personnes en France. En France, l'AVC constitue la première cause de handicap acquis de l'adulte et la deuxième cause de démence. De plus, il s'agit de la deuxième cause de mortalité dans le monde, mais est la première cause de mortalité chez la femme.

Ainsi, de plus en plus de personnes sont atteintes d'AVC dans leur vie et doivent donc suivre un parcours de rééducation intense afin de récupérer au mieux de leurs séquelles. Il est donc important de connaître et de développer les moyens de prises en charge aussi diverses qu'ils soient, d'autant plus que les données et recherches actuelles de la science ne cessent de se diversifier et d'être innovantes.

Nous pouvons supposer l'efficacité des dispositifs robotisés de marche fixes dans la rééducation locomotrice des patients atteints d'AVC, grâce à la notion de répétitions permises par la robotique et l'intensité de rééducation. Ainsi, nous supposons que les dispositifs robotisés améliorent la récupération et permettent une rapidité de récupération dès lors que la rééducation associe plusieurs moyens de rééducation.

Par ailleurs, après AVC, le schéma corporel peut être atteint, notamment au niveau du contrôle moteur du membre hémiparétique. Ainsi, les dispositifs robotisés de marche pourraient améliorer cela avec la notion de travail en répétitions et le travail des différents paramètres de marche.

Cependant, il faut être particulièrement vigilant au profil psychologique du patient. En effet, en travaillant la marche dans ses différentes phases, le patient peut avoir l'impression de contrôler et d'avoir récupéré toutes ses fonctions locomotrices, alors que cela demande du temps et des efforts.

Ainsi, nous supposons que la rééducation conventionnelle combinée aux dispositifs robotisés fixes de marche permet une récupération locomotrice plus efficace qu'une rééducation classique seule.

1.3.3 Objectifs de la revue

L'objectif de cette revue est de répondre à la problématique scientifique suivante :

Les dispositifs robotisés de marche fixes associés à une rééducation conventionnelle permettent-ils une meilleure amélioration de la fonction locomotrice après un accident vasculaire cérébral en comparaison d'une rééducation conventionnelle seule ?

La visée de cette revue est d'établir l'intérêt statistiquement et cliniquement significatif quant à l'utilisation des dispositifs robotisés fixes de marche, dans la rééducation de la marche post-AVC.

Il ne s'agit pas juste de faire un état des lieux de l'efficacité ou non de la robotique comme moyen de rééducation mais également d'analyser les différents paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche. En effet, l'un des buts est d'analyser quels paramètres sont intéressants à travailler avec ce type de dispositifs robotisés fixes tout particulièrement.

2. Méthode

Cette revue suit les lignes directives du modèle PRISMA, approfondie sur la base de recherches bibliographiques répondant à notre question de recherche [40,41].

1.1 Critères d'éligibilité

1.1.1 Schéma d'étude

La revue se base sur une question d'ordre thérapeutique dite curative, étudiant l'efficacité d'un traitement choisi par rapport à un traitement contrôlé.

Notre revue s'intéresse donc à l'efficacité de la robotique dans la récupération de la fonction motrice des membres inférieurs dans le cadre de la marche post-AVC. Le traitement contrôlé porte sur la rééducation par kinésithérapie conventionnelle.

La hiérarchisation des données issues de la recherche constitue une notion essentielle. Le Oxford Center for Evidence-Based Medicine (OCEBM, 1998) classe les schémas d'études en fonction de leur niveau de preuve. La hiérarchisation est réalisée en cinq paliers de schémas d'études possibles (cf. Figure 6) [42].

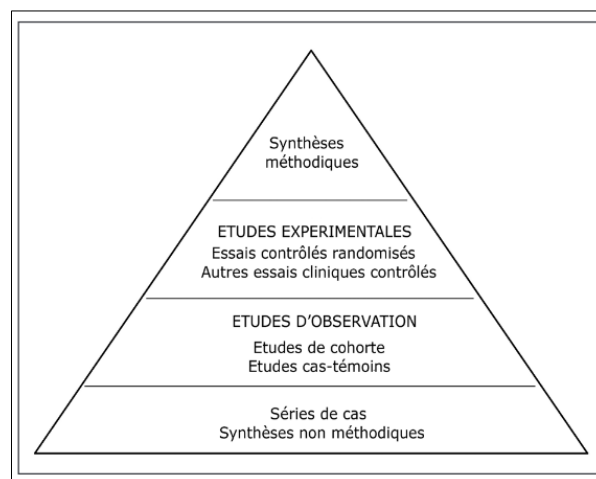


Figure 6 : Hiérarchisation par OCEBM des niveaux de preuves en fonction des schémas d'études [42].

Notre revue introduira des études dites expérimentales de types essais cliniques randomisés et essais cliniques.

Un essai clinique correspond à une étude de recherche affectant les participants à une ou plusieurs interventions afin d'évaluer l'efficacité de la thérapie choisie [43].

L'essai clinique randomisé (ECR) correspond à un protocole expérimental permettant l'évaluation de l'efficacité d'une thérapie donnée en comparaison à groupe témoin, avec une répartition par randomisation. La randomisation permet de répartir aléatoirement les participants dans leur groupe final, pour qu'ils soient comparables. L'ECR évalue ainsi dans quelle mesure l'impact espéré est obtenu et se caractérise par une population répartie aléatoirement dans le groupe expérimental ou le groupe contrôlé. Elle présente donc l'avantage d'établir des liens de causalité [44].

Il existe plusieurs types d'ECR, mais les deux principalement réalisés sont les suivants (cf. Figure 7) [45] :

- Essai clinique en groupes parallèles : chaque patient reçoit un seul traitement.
- Essai clinique en cross-over : chaque patient reçoit les deux types de traitements à un moment donné de l'étude.

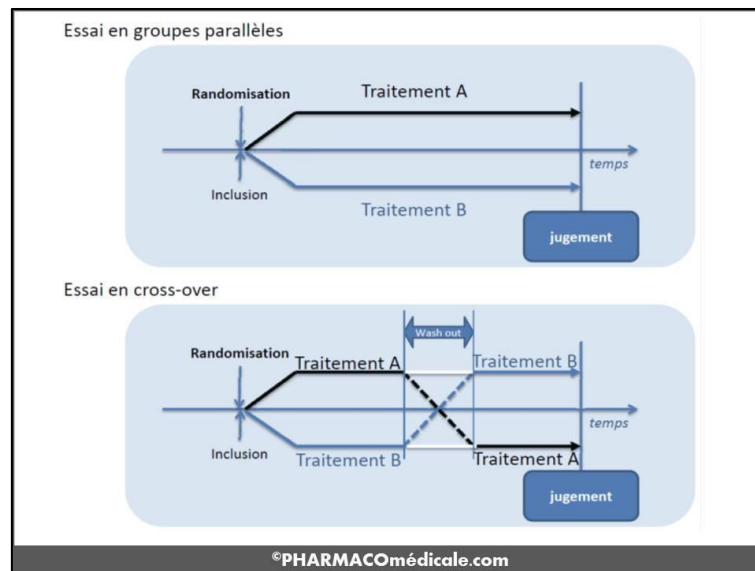


Figure 7 : Schématisation des essais en groupes parallèles et en cross-over²⁷.

L'ECR est ainsi le type de protocole le plus adapté à notre question de recherche. En effet, il présente un niveau de preuve scientifique plus élevé, ainsi qu'un faible niveau de biais.²⁸ Il présente également une bonne méthodologie [46].

Ainsi, seuls les essais cliniques et essais cliniques randomisés seront inclus dans notre revue. Les autres schémas d'études seront donc exclus.

1.1.2 Population

La population étudiée est constituée d'adultes âgés d'au moins 18 ans, hommes ou femmes, ayant eu un AVC. Le type d'AVC peut être ischémique ou hémorragique, peu importe le stade, qu'il soit aigu, subaigu ou chronique.

Les critères d'exclusion concernant la population sont les suivants :

- Les sujets présentant d'autres pathologies neurologiques, pouvant entraver les résultats obtenus.
- Les sujets ayant des atteintes orthopédiques, pouvant entraver le type de rééducation.

²⁷ Site du Collège National de Pharmacologie Médicale, 2015. Disponible sur :

<https://pharmacomedicale.org/pharmacologie/developpement-et-suivi-des-medicaments/27-aspects-methodologiques-des-essais-cliniques> (consulté le 13/11/23).

²⁸ <https://www.betterevaluation.org/methods-approaches/approaches/randomised-controlled-trial> (consulté le 13/11/23).

1.1.3 Intervention

L'intervention portera sur le groupe dit expérimental, recevant une rééducation motrice par le biais des dispositifs robotisés de marche fixes, en complément d'une séance de rééducation classique (mobilisations, renforcements musculaires, etc.).

Les études exclues seront :

- Les études portant sur le membre supérieur ou le tronc.
- Les études combinant la rééducation robotique à un autre moyen de rééducation autre qu'une rééducation par kinésithérapie conventionnelle.
- Les études comparant uniquement deux dispositifs robotisés (absence de notre comparateur choisi).
- Les études portant uniquement sur des dispositifs robotisés de marche embarqués (exosquelettes).
- Les études de plus de 10 ans (avant 2013).
- Les études ayant un protocole de rééducation inférieure à 4 semaines.

Une durée de protocole inférieure à 4 semaines pourrait amener à un questionnement concernant l'intérêt de l'intervention sur une aussi courte durée, d'autant plus dans un cadre neurologique.

Cependant, il n'existe pas de protocole de rééducation précis entre les différents dispositifs robotisés. Cela provient également du fait de la nouveauté de ce moyen de prise en charge, de leur faible nombre en centre de rééducation, d'autant plus qu'ils n'ont pas un moindre coût financier.

1.1.4 Comparateur

Le comparateur de notre étude portera sur le groupe contrôle, recevant uniquement une rééducation conventionnelle dans le but de réduire la fonction motrice du membre inférieur hémiparétique.

Cette rééducation portera sur les différentes techniques conventionnelles, recommandées par la HAS tels que des mobilisations, du renforcement musculaire et une rééducation ciblée de la marche.

Cependant, les deux groupes des études devront porter sur des patients présentant les mêmes caractéristiques au début des études (critères d'éligibilité), afin de pouvoir interpréter les différents résultats ultérieurement.

1.1.5 Critères de jugements

Le critère de jugement primaire s'appuie sur les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche, permettant la récupération d'une marche fonctionnelle chez les sujets atteints d'AVC.

Les différents paramètres sont : la vitesse de marche, la mobilité dite fonctionnelle à la marche, conduisant à l'autonomie de marche, et la force musculaire. Seront également incluses les études dont ces critères sont des critères de jugements secondaires.

Le critère de jugement secondaire est l'amélioration de la composante d'équilibre lors de la marche.

1.2 Source d'information

1.2.1 Equation de recherche

Les sources principalement utilisées pour effectuer les recherches d'articles sont les bases de données scientifiques électroniques PubMed, PEDro, et Cochrane Library.

L'équation de recherche permet de sélectionner les articles des différentes bases de données, en lien avec notre question de recherche. Elle se base sur le modèle PICO (Population – Intervention – Comparateur – Outcome = critère de jugement).

Les recherches s'effectuent en anglais, afin d'augmenter au maximum le nombre d'articles portant sur notre problématique.

Dans cette équation de recherche, seul le comparateur ne sera pas évoqué afin de limiter la perte d'articles, potentiellement intéressants à inclure dans notre étude.

Afin de constituer notre équation de recherche, les opérateurs booléens « AND » et « OR » ont été utilisés. L'opérateur « AND » permet de relier nos différentes parties de recherche et l'opérateur « OR » permet d'intégrer les différents synonymes afin d'élargir nos possibilités de réponses.

Nos différentes recherches (cf. Tableau III) ont ainsi mené à l'équation de recherche finale, sur PubMed :

((stroke) OR (cerebrovascular accident) OR (hemiplegia)) AND ((gait) OR (walk) OR (locomotion) OR (ambulation)) AND ((robot assisted gait training) OR (RAGT) OR (robotic) OR (Lokomat))

Search	Actions	Details	Query	Results
#4	...	>	Search: ((stroke) OR (cerebrovascular accident) OR (hemiplegia)) AND ((gait) OR (walk) OR (locomotion) OR (ambulation)) AND ((robot assisted gait training) OR (RAGT) OR (robotic) OR (Lokomat))	980
#3	...	>	Search: ((stroke) OR (cerebrovascular accident) OR (hemiplegia)) AND ((gait) OR (walk) OR (locomotion) OR (ambulation)) AND ((robot assisted gait training) OR (RAGT) OR (robotic))	977
#2	...	>	Search: ((stroke) OR (cerebrovascular accident) OR (hemiplegia)) AND ((gait) OR (walk)) AND ((robot assisted gait training) OR (RAGT) OR (robotic) OR (Lokomat))	877
#1	...	>	Search: ((stroke) OR (cerebrovascular accident) OR (hemiplegia)) AND ((gait) OR (walk) OR (robot assisted gait training) OR (RAGT) OR (robotic) OR (Lokomat))	15,231

Tableau III : Elaboration de l'équation de recherche sur PubMed.

Ensuite, afin de ne sélectionner que des articles présentant un niveau de preuve élevé et correspondant à notre schéma d'étude, les filtres suivants sont sélectionnés : « Clinical Trial » et « Randomized controlled trial ».

Sur PEDro, la recherche d'article est basée sur le module de recherche avancée, en notant les informations suivantes :

- Abstract: "Stroke and assisted gait training".
- Subdiscipline: Neurology; Method: clinical trial.

Sur Cochrane Library, la recherche d'article est basée sur le module de recherche avancée « Stroke » AND « Assisted gait training ».

1.3 Méthode de sélection des études

Une fois la liste des articles pouvant potentiellement être inclus à notre étude, une sélection des articles s'effectue.

En effet, la méthode de sélection des études s'effectue sur plusieurs étapes, par une seule et même personne :

- Premièrement, par la simple lecture des titres des articles publiés sur les différentes bases de données électroniques. Seront donc exclus les articles ne répondant pas à notre question de recherche.
- En second temps, la sélection portera sur la lecture des abstracts (résumés) des différents articles présélectionnés.
- Enfin, la sélection finale des articles par la lecture de l'intégralité des articles, afin d'obtenir la liste finale de nos articles.

1.4 Méthode d'extraction des données

L'extraction des données s'effectue après lecture de l'intégralité des articles sélectionnés. Cette étape est toujours réalisée par une même et seule personne.

Seules les données portant sur les paramètres de marche correspondant aux critères de jugements seront utilisées et analysées. Les données relevant de notre critère de jugement secondaire seront également extraites.

1.5 Quantification des résultats : évaluation de la qualité méthodologique

Afin d'évaluer la qualité méthodologique des études sélectionnées, les recommandations établies préconisent l'utilisation des échelles PEDro et Cochrane Risk of Bias Tool. Ces deux échelles permettent de quantifier les risques de biais des études [47,48].

L'échelle **PEDro** est davantage préconisée pour les essais cliniques randomisés afin d'évaluer la qualité méthodologique des articles, et sera donc utilisée pour nos articles [49].

Celle-ci regroupe 11 items reprenant la validité externe (item 1) ; la validité interne (items 2 à 9) ; et la communication d'informations statistiques (items 10 à 11). Son score est donc compris entre 0 et 10. Les scores supérieurs indiquent une qualité méthodologique supérieure (cf. annexe 1) [50].

Il existe plusieurs types de biais²⁹ [47] :

- Le biais de sélection : les deux groupes ne sont pas comparables dès le début de l'étude.
- Le biais d'attribution : lorsque la répartition dans les groupes n'est pas réalisée aléatoirement.
- Le biais d'attrition : exclusion d'une population initialement présente dans l'étude.
- Le biais de performance : présent lorsque des éléments différents sont donnés entre le groupe interventionnel et le groupe contrôle.
- Le biais de confusion : un facteur de confusion interagissant avec le facteur de risque étudié.
- Le biais de suivi : présent lorsque le suivi des groupes diffère.

L'échelle **GRADE** « Grades of Recommendation, Assessment, Development, and Evaluation » permet l'évaluation de la qualité des preuves des articles ainsi que la force de recommandations des résultats obtenus. La qualité des preuves est classée comme élevée, modérée, faible ou très faible en fonction des critères suivants : la méthodologie de l'étude, la capacité directe des preuves, ainsi que la cohérence et la précision des résultats obtenus [51].

1.6 Méthode de synthèse des résultats

Un diagramme de flux sera conçu dans la partie « Résultats », reprenant le cheminement des recherches effectuées pour sélectionner les articles en lien avec notre question de recherche.

Les différents résultats seront présentés sous forme de tableaux, afin d'avoir une meilleure structuration des données et de différencier les critères de jugements étudiés.

Une comparaison des données sera donc réalisée en mentionnant tout particulièrement la taille d'effet. La taille d'effet correspond à la moyenne des différences et permet d'évaluer l'efficacité du traitement donné, en analysant [52] :

- La différence intra-groupe : pré et post-expérimental ; pré et post-contrôle.
- La différence intergroupe
- Une analyse statistique et clinique sera effectuée par la suite.
- La taille d'effet peut être évaluée par le d de Cohen.

Nous étudierons également les critères suivants :

- L'intervalle de confiance à 95% (IC95)³⁰, soit le degré de certitude que le score évalué est vrai, ici 95% de chance, avec un risque d'erreur de 5%. L'intervalle de confiance à 95% permet d'avoir une estimation plus précise de l'efficacité du traitement étudié. En effet, plus l'intervalle de confiance est large, plus les résultats seront variables et moins pertinents.
- La valeur p : si celle-ci est $< 0,05$, nous pouvons affirmer qu'il y a moins de 5% de chance que l'effet observé soit dû au hasard, et les résultats sont dits statistiquement significatifs [52].

Les différents résultats seront présentés sous forme de Forest plots, correspondants à des représentations graphiques des résultats pour les méta-analyses [53].

²⁹ LEPCAM, Biais, <https://lepcam.fr/index.php/les-etapes/critique/#::~:~:text=Biais%20d%27attrition%3A%20biais%20survenant,dess%20exclusions%20li%C3%A9es%20au%20r%C3%A9sultat> (consulté le 13/11/23).

³⁰ Psychométrie, <https://psychometrie.espaceweb.usherbrooke.ca/lintervalle-de-confiance-ic> (consulté le 13/11/23).

3. Résultats

3.1 Processus de sélection des études

Les bases de données PubMed, PEDro et Cochrane Library ont permis de sélectionner les références à trier (cf. Figure 8). Le processus de sélection des études a été effectué de Janvier à Mars 2024.

Entre l'élaboration des équations de recherche et le début du processus de sélection des études, de nouveaux articles ont été publiés sur les bases de données électroniques.

En effet, un total de 1555 références a pu être trouvé sur les bases de données, dont 995 références sur PubMed, 84 sur PEDro et 476 sur Cochrane Library.

Sur la base de données PubMed, un total de 805 références ont été exclues par l'intermédiaire des filtres « Clinical Trial » (« essais cliniques ») et « Randomized Controlled Trial » (« essais contrôlés randomisés »). Il reste donc 190 références PubMed.

Parmi ces nombreuses références, nous avons pu exclure 76 doublons. Il nous reste donc 674 références à trier sur la base des trois étapes présentées précédemment dans la partie méthode.

Lors de la première étape, correspondant à la sélection sur la base du titre, 95 articles ont été sélectionnés. En effet, 579 références ont été exclues du fait des motifs suivants :

- Mauvaise intervention (exosquelette mobile, intervention combinée avec d'autres techniques telles que la réalité virtuelle, la stimulation transcrânienne...) : 268.
- Mauvais comparateur (comparaison de deux types de robot par exemple) : 2.
- Hors sujet : 270.
- Mauvaise population : 4.
- Mauvais critères de jugements : 35.

Lors de la deuxième étape, correspondant à la sélection sur la base de la lecture de l'abstract (résumé), 21 articles ont été retenus. En effet, 74 articles ont été exclus du fait des motifs suivants :

- Mauvaise intervention : 44.
- Date de publication de l'étude supérieure à 10 ans : 20.
- Durée de protocole inférieure à 4 semaines : 6.
- Abstract non disponible : 4.

Lors de la dernière étape de sélection, correspondant à la lecture de l'intégralité du texte, 7 articles ont été retenus. Ainsi, 14 articles ont été exclus du fait des motifs suivants :

- Mauvaise intervention : 6.
- Durée de protocole inférieure à 4 semaines : 1.
- Article non disponible en intégralité : 4.
- Article non disponible en français ou en anglais : 3

A noter que les auteurs des articles ont été contactés lorsque l'abstract et/ou l'article dans son intégralité n'était(en)t pas disponible(s). A défaut d'une réponse de leur part, les articles en question ont été exclus.

Les articles exclus après lecture en intégralité sont présents en annexe (cf. Annexe 2).

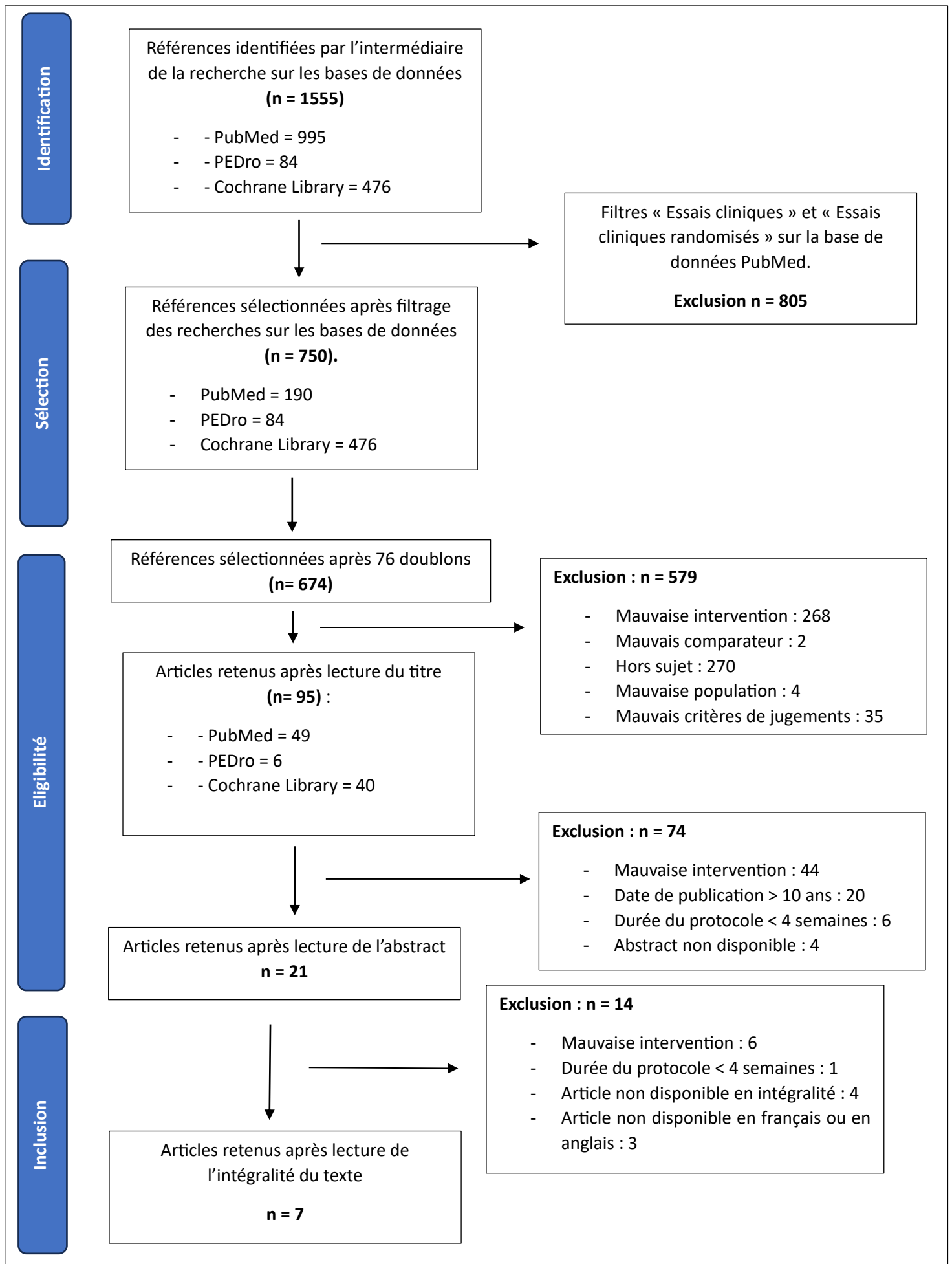


Figure 8 : Diagramme de flux, réalisé par l'auteure.

Un total de 7 articles répondant à nos critères d'éligibilité précédemment définis dans la partie méthode ont été inclus. Le tableau IV ci-dessous reprend les études incluses :

Etudes incluses	Titre de l'étude	Schéma d'étude
Choi2022 [54]	Effects of Robot-Assisted Gait Training with Body Weight Support on Gait and Balance in Stroke Patients.	Essai Clinique randomisé
Nunen2014 [55]	Recovery of walking ability using a robotic device in subacute stroke patients: a randomized controlled study.	Essai Clinique randomisé
Kim2015 [56]	Effects of Innovative WALKBOT Robotic-Assisted Locomotor Training on Balance and Gait Recovery in Hemiparetic Stroke: A Prospective, Randomized, Experimenter Blinded Case Control Study With a Four-Week Follow-Up.	Essai Clinique randomisé
Taveggia2015 [57]	Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial.	Essai Clinique randomisé
Mustafaoglu2020 [58]	Does robot-assisted gait training improve mobility, activities of daily living and quality of life in stroke? A single-blinded, randomized controlled trial.	Essai Clinique randomisé Simple aveugle
Alingh2015 [59]	Effect of assist-as-needed robotic gait training on the gait pattern post stroke: a randomized controlled trial.	Essai Clinique randomisé
Mayr2018 [60]	Early robot-assisted gait retraining in non-ambulatory patients with stroke: a single blind randomized controlled trial.	Essai Clinique randomisé Simple aveugle

Tableau IV : Récapitulatif des études incluses, tableau réalisé par l'auteure.

La notion de « simple aveugle » est évoquée explicitement dans le titre des études de **Mustafaoglu2020 [58]** et de **Mayr2018 [60]**. Par définition, une étude en « simple aveugle » stipule que les patients ignorent le traitement qu'ils vont recevoir [61]. Cependant, dans ces deux études, ce sont les examinateurs qui sont en aveugles et non les patients. Il faut donc être précautionneux quant à l'interprétation de cette notion dans le titre.

Les caractéristiques de chaque étude sont présentées sous formes de tableaux, disponibles en annexes (cf. Annexe 3 et 4).

3.2 Risques de biais des études incluses

L'échelle **PEDro** est utilisée afin de quantifier le risque de biais des études incluses et donc d'étudier la qualité méthodologique [49].

Nous rappelons que cette échelle permet d'évaluer les risques de biais d'une étude sur la base de 11 critères que sont globalement la validité externe (item 1), la validité interne (items 2 à 9) et la communication d'informations statistiques (items 10 à 11). Chacun des items vaut un point et est attribué lorsque le critère en question est explicitement défini dans l'article. Cependant, l'item 1 reprenant la validité interne de l'étude n'est pas pris en compte dans le score final, ainsi, le score PEDro est sur 10 [50].

Les 11 critères de l'échelle PEDro sont les suivants (cf. Annexe 1) [50] :

- La spécification des critères d'éligibilité (item 1)
- La répartition aléatoire (item 2)
- La répartition ou assignation secrète (item 3)
- La comparabilité des groupes au début (item 4)
- Sujets en aveugle (item 5)
- Thérapeutes en aveugle (item 6)
- Examineurs en aveugle (item 7)
- Suivi adéquat (présence des mesures pour au moins 85% des sujets à la fin de l'étude, item 8)
- Analyse en intention de traiter (item 9)
- La comparaison statistique inter-groupes (item 10)
- L'estimation de l'effet et de sa variabilité (item 11).

Le tableau V, ci-dessous, énumère la grille **PEDro** et les scores de chacun des 7 articles sélectionnés :

Etudes	Echelle PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Score PEDro (/10)
Choi2022 [54]		X	✓	X	✓	X	X	X	✓	X	✓	✓	5/10
Nunen2014 [55]		✓	✓	X	✓	X	X	X	X	X	✓	✓	4/10
Kim2015 [56]		X	✓	X	✓	X	X	X	✓	X	✓	✓	5/10
Taveggia2015 [57]		✓	✓	X	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	7/10
Mustafaoglu2020 [58]		X	✓	✓	X	X	X	✓	✓	X	✓	✓	6/10
Alingh2015 [59]		✓	✓	✓	✓	X	X	✓	X	✓	✓	✓	7/10
Mayr2018 [60]		X	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	X	✓	✓	7/10

Tableau V : Risques de biais évalués sur la base de l'échelle PEDro, tableau réalisé par l'auteure.

Les biais retrouvés dans les études sont les suivants :

- **Biais de la validité externe** (item 1) : malgré la présence des critères d'éligibilité des sujets (critères d'inclusion et critères d'exclusion), les études **Choi2022** [54], **Kim2015** [56], **Mustafaoglu2020** [58] et **Mayr2018** [60] ne mentionnent pas la source de recrutement des sujets de leurs études. Cet item n'est donc pas validé pour ces quatre articles en question. Cependant, cet item, faisant référence à la validité externe, n'est pas pris en compte dans le score final.
- **Biais d'attribution** (item 3) : dans les études **Choi2022** [54], **Nunen2014** [55], **Kim2015** [56] et **Taveggia2015** [57] le critère d'une assignation secrète des sujets dans les groupes randomisés n'est pas évoqué. Ce biais d'attribution peut également provoquer un biais de sélection du fait de la non-dissimulation de la randomisation des sujets [62].
- **Biais de sélection** (item 4) : L'étude **Mustafaoglu2020** [58], la comparabilité des groupes au début de l'étude n'est pas explicitement évoquée, créant donc un biais de sélection.

- **Biais d'évaluation ou biais de performance** (items 5 et 6) : toutes les études disposent de ce biais, puisque les sujets et les évaluateurs ne sont pas en aveugles lors de la réalisation du protocole. En effet, il s'avère impossible de mettre cela en place du fait du type d'intervention proposée (rééducation incluant la robotique). La nature de l'intervention amène donc à ce que les sujets et les évaluateurs fassent la différence entre les groupes de l'étude.
- **Biais de performance** (item 7): dans les études **Choi2022** [54], **Nunen2014** [55] et **Kim2015** [56], les examinateurs ne sont pas en aveugles, constituant ainsi un biais de performance et un biais de détection. En effet, n'étant pas en aveugle, les examinateurs peuvent être influencés lors de l'analyse des résultats selon les groupes de l'étude (intervention ou contrôle).
- **Biais de suivi** (item 8) : dans les études **Nunen2014** [55] et **Alingh2015** [59], le nombre de sujets inclus dans les résultats finaux est inférieur à 85% du nombre de sujets initialement inclus et randomisés dans les différents groupes.
- **Biais d'attrition** (item 9) : les études **Choi2022** [54], **Nunen2014** [55], **Kim2015** [56], **Mustafaoglu2020** [58] et **Mayr2018** [60] présentent ce biais d'attrition car les sujets perdus de vue au cours du protocole n'ont pas été inclus dans les résultats finaux et n'ont pas été recensés en « intention de traiter ».

Le tableau VI, ci-dessous, résume les biais retrouvés pour chacun des articles :

Choi2022 [54]	Biais d'attribution (item 3) Biais de performance (items 5,6,7) Biais d'attrition (item 9)
Nunen2014 [55]	Biais de sélection et d'allocation (item 3) Biais de performance (items 5,6,7) Biais de suivi (item 8) Biais d'attrition (item 9)
Kim2015 [56]	Biais d'attribution (item 3) Biais de performance (items 5,6,7) Biais d'attrition (item 9)
Taveggia2015 [57]	Biais d'attribution (item 3) Biais de performance (items 5 et 6)
Mustafaoglu2020 [58]	Biais de sélection (item 4) Biais de performance (items 5 et 6) Biais d'attrition (item 9)
Alingh2015 [59]	Biais de performance (items 5 et 6) Biais de suivi (item 8)
Mayr2018 [60]	Biais de performance (items 5 et 6) Biais d'attrition (item 9)

Tableau VI : Récapitulatif des risques de biais de chacune des études, tableau réalisé par l'auteure.

En résumé, le principal biais retrouvé est le biais de performance, items 5 et 6, que nous retrouvons pour l'ensemble de nos études. Dans aucune des études, les thérapeutes et les sujets n'étaient en « aveugle ». Ainsi, ce biais peut avoir un impact sur l'évaluation de l'efficacité de la rééducation incluant la robotique, que ce soit une sous ou une sur-évaluation de son efficacité.

3.3 Effets de l'intervention sur les critères de jugements

Le critère de jugement primaire s'appuie sur les paramètres qualitatifs et quantitatifs de la marche, dans le but de récupération d'une marche fonctionnelle post-AVC. Les différents paramètres sont la vitesse de marche, la mobilité fonctionnelle, ainsi que la force musculaire.

3.3.1 Indicateurs de suivi des critères de jugements

- **Vitesse de marche :**

Concernant la vitesse de marche, le test de 10 mètres de marche (CWT) est utilisé (cf. Annexe 5). Le test de 10 mètres de marche est effectué sur un terrain plat d'une distance d'au moins 14 mètres. En effet, le test intègre 2 mètres d'accélération (1^{er} repère), suivis de 10 mètres de marche (2^{ème} repère), suivis de 2 mètres de décélération (3^{ème} repère). L'examineur enclenche le chronomètre dès lors que le premier pied du sujet passe le 2^{ème} repère et est arrêté dès le franchissement du repère des 2 mètres de décélération. Trois essais sont réalisés dans des conditions identiques et le résultat final correspond à la moyenne des trois essais. Si le sujet dispose d'une aide à la marche, celle-ci peut être utilisée lors de la réalisation du test, et doit être notifiée dans le dossier du sujet. Ce test de 10 mètres de marche permet d'évaluer la vitesse de marche en pratique clinique, de manière rapide, valide et fiable [63].

- **Mobilité fonctionnelle :**

Concernant la mobilité fonctionnelle, la Functional Ambulation Categories (FAC) est utilisée. Il s'agit d'un test de marche fonctionnelle évaluant la capacité de déplacement du sujet. Elle permet de déterminer le degré d'assistance humaine. L'échelle dispose de 6 points. Le test est réalisé sur une allée de 3 mètres, sans la présence d'obstacles, mais nécessitant des escaliers et un terrain irrégulier dans l'optique d'évaluer la catégorie 5 de l'échelle correspondant à un sujet marcheur, indépendant. Cette échelle présente 6 cotations (cf. Annexe 6). Cette échelle peut être utilisée chez les patients présentant un AVC que ce soit en phase aiguë, subaiguë ou chronique de récupération [64].

- **Force musculaire :**

Concernant l'analyse de la force musculaire, la Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE) est utilisée. Cette échelle est un index d'incapacité basé sur la performance. Cette échelle permet d'évaluer cinq domaines que sont : la fonction motrice, la sensibilité, l'équilibre, l'amplitude et la douleur articulaire. Elle est spécifique à l'AVC et est utilisée en clinique dans le but de déterminer la sévérité de la maladie et la récupération motrice. La FMA dispose de 155 items au total. La catégorie évaluant la fonction motrice regroupe l'évaluation des mouvements, de la coordination et des réflexes des différentes articulations corporelles. Des items spécifiques permettent d'évaluer la notion de récupération motrice (cf. Annexe 7).

La cotation des items est régie sur une échelle ordinale à 3 points où 0 correspond à « ne peut accomplir » ; 1 correspond à « accompli partiellement » ; 2 correspond à « accompli complètement ». Le résultat total est sur 226 points. La sous-échelle motrice du membre inférieur (FMA-LE) est évaluée sur un total de 34 points [65].

- **L'équilibre :**

Le critère de jugement secondaire portant sur l'équilibre est évalué par l'intermédiaire de l'outil de mesure Berg Balance Scale (BBS). L'échelle de Berg permet d'évaluer quantitativement l'équilibre des sujets et est régie sur 14 items. Dans ces items, les patients doivent maintenir des positions et accomplir des tâches de déplacement de difficultés variées. Le score global de l'échelle est sur 56 points (cf. Annexe 8). Un score compris entre 0 et 20 représente une diminution de l'équilibre ; un score de 21 à 40 représente un équilibre acceptable et un score entre 41 et 56 représente un bon équilibre [66].

3.4 Analyse des données

3.4.1 Analyse qualitative

Les résultats sont présentés sous formes de tableaux pour chacun des articles et pour chacun des critères de jugements étudiés.

Comme évoqué précédemment dans la partie méthode, l'analyse de l'efficacité du traitement étudié sera établie par l'intermédiaire du calcul de la taille d'effet, correspondant à la différence inter-groupes. Pour cela, nous calculons la différence des moyennes entre le groupe expérimental et le groupe contrôle post-traitement [52].

Par ailleurs, les intervalles de confiance à 95% pour chacun des critères de jugements seront notés dans les tableaux, lorsque ceux-ci sont calculables. L'intervalle de confiance représente le degré de certitude que les scores évalués soient vrais dans 95% de chance. Il permettra donc d'avoir une estimation bien plus précise quant à l'efficacité du traitement étudié.

Nous rappelons, que plus l'intervalle de confiance est large et plus les résultats seront variables et de ce fait moins pertinents.

La valeur p sera également relevée lorsque que celle-ci est disponible dans les articles. Lorsque $p < 0,05$, nous pouvons affirmer qu'il y a moins de 5% de chance que l'effet observé de l'intervention soit dû au hasard, et que les résultats sont donc dits statistiquement significatifs [52].

3.4.1.1 10 mètres de marche ou CWT

Le test de 10 mètres de marche ou CWT (Confortable 10-m Walk Test) a été utilisé dans 5 des 7 études incluses.

Premièrement l'étude de Choi2022 [54] présente 4 groupes au sein de son protocole :

- Trois groupes présentant une rééducation conventionnelle combinée à une rééducation incluant la robotique mais avec un allègement du poids corporel différent entre les groupes.
- Le quatrième groupe correspondant au groupe contrôle, ne suivant qu'une rééducation conventionnelle.

Ainsi, pour cette étude, nous avons décidé d'analyser séparément les 3 groupes d'intervention robotique par rapport au groupe contrôle afin d'en tirer un maximum d'informations.

Nous avons donc calculé la taille d'effet ainsi que les intervalles de confiance et relever la valeur p de chacun des groupes (cf. tableau VII ci-dessous).

Etude		Taille d'effet	Intervalle de confiance à 95% (IC95)	p-value*
Choi2022 [54]	Groupe Robot A (30% d'allègement corporel) vs groupe contrôle	6,1	[0,93 ; 11,27]	p < 0,001
	Groupe Robot B (50% d'allègement corporel) vs groupe contrôle	- 5,5	[-13,49 ; 2,49]	p < 0,001
	Groupe Robot C (70% d'allègement corporel) vs groupe contrôle	- 7	[-15,71 ; 1,71]	p < 0,001

*Statistiquement significatif lorsque p < 0,05.

Tableau VII : Résultats concernant le test de 10 mètres de marche de l'étude Choi2022 [54], tableau réalisé par l'auteure.

Il est à noter que les résultats de cette échelle ont été donnés en secondes uniquement.

- **Groupe A versus groupe contrôle**

La taille d'effet est égale à 6,1 et est en faveur du groupe expérimental, et les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de p < 0,001*. De plus, l'intervalle de confiance ne croise pas la valeur nulle et est donc en faveur de l'efficacité robotique dans la rééducation post-AVC.

- **Groupe B versus groupe contrôle**

La taille d'effet est en faveur du groupe contrôle de 5,5 points et les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de p < 0,001*. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur nulle et ne permet pas de conclure en l'efficacité du traitement contrôle par rapport au traitement expérimental ou inversement.

- **Groupe C versus groupe contrôle**

La taille d'effet est en faveur du groupe contrôle de 7 points et les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de p < 0,001*. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur nulle et ne permet pas de conclure en l'efficacité du traitement contrôle par rapport au traitement expérimental ou inversement.

Résumé concernant l'étude de Choi2022 [54] : les résultats du groupe expérimental A en comparaison avec le groupe contrôle tendent à attester de l'efficacité d'une rééducation conventionnelle combinée à de la robotique par rapport à une rééducation conventionnelle mais avec un allègement du poids corporel de 30%.

Pour les études de **Taveggia2015** [57] et **Alingh2015** [59] :

Etude	Taille d'effet	Intervalle de confiance à 95% (IC95)	p-value*
Taveggia2015 [57]	-0,1	[-0,36 ; 0,16]	p < 0,001
Alingh2015 [59]	- 0,09	[-0,37 ; 0,19]	p < 0,001

*Statistiquement significatif lorsque p < 0,05.

Tableau VIII : Résultats concernant le test de 10 mètres de marche des études Taveggia2015 [57] et Alingh2015 [59], tableau réalisé par l'auteure.

Nous observons que les tailles d'effet sont très faiblement en faveur du groupe contrôle avec 0,1 point et 0,09 respectivement.

Pour les deux études, les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de p < 0,001*. Cependant, les intervalles de confiance croisent la valeur nulle et ne relatent donc pas d'une représentativité des résultats pour une autre population. Par ailleurs, on relève que les bornes des intervalles de confiance sont très étroites, présentant donc moins de variabilité au sein des résultats, avec des bornes inférieures très proches de 0 (-0,36 et -0,37), ainsi que des bornes supérieures très proches de 0 également (0,16 et 0,19).

D'après ces données, l'utilisation d'une rééducation robotique n'aurait pas plus d'effet qu'une rééducation conventionnelle dans l'amélioration des paramètres de marche des sujets post-AVC. Cependant, les intervalles de confiance ne permettent pas d'attester de l'efficacité d'une intervention par rapport à une autre.

Pour les études de **Nunen2014** [55] et de **Mustafaoglu2020** [58], les résultats concernant le test de 10 mètres de marche sont présentés sous forme de médianes et/ou d'écart-interquartiles (IQR).

L'écart interquartile est un indicateur de dispersion permettant de mesurer la variabilité des valeurs d'une série statistique.

Pour l'étude de Nunen2014 [55] :

Nous retrouvons les données concernant la médiane et l'intervalle interquartiles (IQR). Nous ne disposons pas des données détaillées concernant les quartiles.

Etude	Médianes		Ecart-interquartiles (IQR)		p-value*
	Groupe expérimental	Groupe contrôle	Groupe expérimental	Groupe contrôle	
Nunen2014 [55]	0,20	0,17	0,16	0,17	p < 0,01

*Statistiquement significatif lorsque p < 0,05.

Tableau IX: Résultats concernant le test de 10 mètres de marche de l'étude Nunen2014 [55], tableau réalisé par l'auteure.

Les résultats sont présentés sous forme de médianes, correspondant à des tests d'ordre non-paramétriques que nous ne pouvons interpréter, à l'inverse d'une moyenne par exemple.

Nous observons simplement une médiane supérieure dans le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle, mais nous ne pouvons interpréter davantage ces résultats.

L'IQR est très faiblement supérieur dans le groupe contrôle que dans le groupe expérimental. Par ailleurs, dans le groupe expérimental, la médiane est supérieure à l'IQR, signifiant donc que la distribution est plutôt étroite et qu'elle tourne autour de la médiane. Quant au groupe contrôle, les deux valeurs, médiane et IQR sont les mêmes.

Par ailleurs, la valeur de p est inférieure à 0,01, les résultats sont donc statistiquement significatifs.

Pour l'étude **Mustafaoglu2020** [58]:

Etude	Médianes		p-value*
	Groupe expérimental	Groupe contrôle	
Mustafaoglu2020 [58]			p < 0,05
	0,59	0,50	

* Statistiquement significatif lorsque $p < 0,05$.

Tableau X : Résultats concernant le test de 10 mètres de marche de l'étude Mustafaoglu2020 [58], tableau réalisé par l'auteure.

Présentés sous formes de médianes, les résultats ne sont donc pas interprétables.

Nous observons une médiane légèrement supérieure dans le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle, mais une interprétation supplémentaire n'est pas permise.

Par ailleurs, les résultats sont statistiquement significatifs car la valeur p est $< 0,05$.

Pour l'étude de Mayr2018 [60] :

Un test de 10 mètres de marche est réalisé au sein de l'échelle reprenant la Mobility Milestone (MM).

Dans cette échelle, plusieurs items sont présents et permettent de donner un score final.

Etude	Taille d'effet	Intervalle de confiance à 95% (IC95)	p-value*
Mayr2018 [60]	0,5	[-0,2 ; 1,3]	p = 0,16 Non significativement statistique

* Statistiquement significatif lorsque $p < 0,05$.

Tableau XI : Résultats concernant l'échelle MM de l'étude de Mayr2018 [60], tableau réalisé par l'auteure.

Nous observons une taille d'effet positive de 0,5 en faveur du groupe expérimental. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur nulle, et ne permet pas d'attester de la significativité statistique des résultats, d'autant plus que la valeur p équivaut à 0,16 ($p > 0,05$ donc non-significativité statistique des résultats).

Par ailleurs, ces résultats ne représentent pas à proprement parler la notion de vitesse de marche car les scores présents dépendent de plusieurs sous-items. De plus, les données de chaque sous-items ne sont pas présentes pour pouvoir objectiver l'évolution du score du 10 mètres de marche.

Ainsi, nous ne pouvons pas interpréter réellement ces résultats et la comparaison de cette étude aux autres études sélectionnées dans notre revue n'est pas possible.

3.4.1.2 FAC

La Functional Ambulation Categories (FAC) a été utilisée dans 2 des 7 études incluses.

Pour l'étude **Kim2015** [56]:

Etude	Taille d'effet	Intervalle de confiance à 95% (IC95)	p-value*
Kim2015 [56]	0,85	[-0,15 ; 1,85]	p = 0,02

*Statistiquement significatif lorsque $p < 0,05$.

Tableau XII : Résultats concernant la Functional Ambulation Categories (FAC) de l'étude Kim2015 [56], tableau réalisé par l'auteure.

La taille d'effet est en faveur du groupe expérimental de 0,85 points et les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de $p = 0,02$ ($< 0,05$).

Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur nulle, et ne permet donc pas de certifier de l'efficacité de l'intervention par rapport au traitement contrôle ou inversement. Par ailleurs, il est à noter que les bornes sont étroites, avec moins de variabilité des résultats, ainsi qu'une borne inférieure relativement très proche de la valeur nulle (-0,15).

D'après les données de cette étude, une rééducation conventionnelle combinée à une rééducation incluant la robotique est plus efficace qu'une rééducation conventionnelle et les résultats sont statistiquement significatifs (p-value). Cependant, cela n'est pas applicable à une autre population de par l'intervalle de confiance croisant la valeur nulle et remettant donc en cause la significativité des résultats.

Concernant l'étude de **Nunen2014** [55]:

Nous retrouvons les données concernant la médiane et l'IQR. Aucune autres données relatives aux quartiles ne sont présentées dans l'étude.

Etude	Médianes		Ecart-interquartiles (IQR)		p-value*
	Groupe expérimental	Groupe contrôle	Groupe expérimental	Groupe contrôle	
Nunen2014 [55]	1,5	1	1	1	p < 0,01

*Statistiquement significatif lorsque $p < 0,05$.

Tableau XIII : Résultats concernant la Functional Ambulation Categories (FAC) de l'étude Nunen2014 [55], tableau réalisé par l'auteure.

On observe une médiane supérieure dans le groupe expérimental. Cependant, une fois de plus les résultats ne sont pas interprétables.

Les IQR sont similaires entre les deux groupes. Par ailleurs, dans le groupe expérimental, la médiane est supérieure à l'IQR, signifiant donc que la distribution est plutôt étroite et que les résultats tournent autour de la médiane. Quant au groupe contrôle, les deux valeurs, médiane et IQR sont les mêmes. Par ailleurs, p est inférieure à 0,01, les résultats sont donc statistiquement significatifs.

3.4.1.3 FMA-LE

La Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE) a été utilisée dans 3 des 7 études incluses.

Concernant l'étude de **Nunen2014** [55] :

Etude	Médianes		Ecart-interquartiles (IQR)		p-value*
	Groupe expérimental	Groupe contrôle	Groupe expérimental	Groupe contrôle	
Nunen2014 [55]	13	14	7,3	10,3	p < 0,03

*Statistiquement significatif lorsque p < 0,05.

Tableau XIV: Résultats concernant la Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE) de l'étude Nunen2014 [55], tableau réalisé par l'auteure.

Nous observons une médiane légèrement supérieure dans le groupe expérimental, mais les résultats sous cette forme ne nous permettent pas de réaliser une interprétation des résultats.

L'IQR est légèrement supérieur dans le groupe contrôle. Par ailleurs, dans le groupe expérimental, la médiane est supérieure à l'IQR, signifiant donc que la distribution est plutôt étroite et que les résultats tournent autour de la médiane. Il en est de même pour le groupe contrôle.

Par ailleurs, la valeur de p est inférieure à 0,03, les résultats sont donc statistiquement significatifs.

Concernant l'étude de **Alingh2015** [59] :

Etude	Taille d'effet	Intervalle de confiance à 95%	p-value*
Alingh2015 [59]	-2,5	[- 5,87 ; 0,87]	p < 0,001

*Statistiquement significatif lorsque p < 0,05.

Tableau XV: Résultats concernant la Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE) de l'étude Alingh2015 [59], tableau réalisé par l'auteure.

La taille d'effet est en faveur du groupe contrôle de 2,5 points. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur nulle et ne permet donc pas de certifier l'efficacité du traitement contrôle par rapport au traitement expérimental et inversement. De ce fait, les résultats ne seraient pas représentatifs sur une autre population, malgré une valeur p < 0,001 (statistiquement significatifs).

D'après ces résultats, le traitement contrôle est plus efficace que le traitement expérimental. Cependant, l'intervalle de confiance croisant la valeur nulle ne peut attester de son efficacité et de sa reproductibilité sur une autre population.

Concernant l'étude de **Mustafaoglu2020** [58]:

Etude	Taille d'effet	Intervalle de confiance à 95% (IC95)	p-value*
Mustafaoglu2020 [58]	3,4	[0,81 ; 5,99]	P < 0.05

*Statistiquement significatif lorsque $p < 0,05$.

Tableau XVI : Résultats concernant la Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE) de l'étude Mustafaoglu2020 [58], tableau réalisé par l'auteure.

Dans cette étude, la taille d'effet est quant à elle en faveur du groupe expérimental de 3,4 points avec un intervalle de confiance ne croisant pas la valeur nulle ainsi que des résultats statistiquement significatifs ($p < 0,05$).

Ainsi, les résultats de cette étude tendent à prouver l'efficacité de la robotique dans l'amélioration de la fonction musculaire dans la rééducation post-AVC.

3.4.1.4 BBS (Berg Balance Scale)

Concernant notre critère de jugement secondaire, basé sur la notion de l'équilibre, 3 des 7 études incluses ont utilisé le Berg Balance Scale (BBS).

Etude de **Choi2022** [54]:

Etude	Taille d'effet	Intervalle de confiance à 95% (IC 95%)	p-value*	
Choi2022 [54]	Groupe Robot A (30% d'allègement corporel) versus groupe contrôle	2,7	[- 1,24 ; 6,64]	$p < 0,01$
	Groupe Robot B (50% d'allègement corporel) versus groupe contrôle	2,3	[-2.28 ; 6.88]	$p < 0,01$
	Groupe Robot C (70% d'allègement corporel) versus groupe contrôle	-0,8	[-5,66 ; 4,06]	$p < 0,01$

*Statistiquement significatif lorsque $p < 0,05$.

Tableau XVII : Résultats concernant la Berg Balance Scale (BBS) de l'étude de Choi2022 [54], tableau réalisé par l'auteure.

▪ **Groupe A versus groupe contrôle**

La taille d'effet est égale à 2,7 et est en faveur du groupe expérimental, et les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,01$. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur nulle, l'effet du traitement expérimental peut donc être nul. Cela ne permet donc pas de confirmer l'efficacité du traitement expérimental par rapport au traitement contrôle ou inversement sur cette notion d'équilibre.

▪ **Groupe B versus groupe contrôle**

La taille d'effet est en faveur du groupe expérimental de 2,3 points et les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,01$. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur nulle, l'effet peut donc être nul et ne permet donc pas d'attester que le traitement expérimental est plus efficace que le traitement contrôle ou inversement sur la notion d'équilibre.

▪ **Groupe C versus groupe contrôle**

La taille d'effet est en faveur du groupe contrôle de 0,8 points et les résultats sont statistiquement significatifs avec une valeur de $p < 0,01$. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur nulle et ne permet donc pas de confirmer l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre.

En conclusion des résultats de cette étude de Choi2022, les résultats concernant la notion d'équilibre tendent vers une efficacité de l'intervention robotique par rapport à une rééducation conventionnelle seule lorsque l'allègement du poids corporel équivaut à 30% ou à 50%. Cependant, les intervalles de confiance croisent la valeur nulle pour les deux groupes, les effets peuvent donc être nuls et ne sont pas représentatifs d'une population générale. Cela ne permet donc pas d'attester de l'efficacité de l'intervention par rapport au traitement contrôle.

Etude de Nunen2014 [55] :

Etude	Médianes		Ecart-interquartiles (IQR)		p-value*
	Groupe expérimental	Groupe contrôle	Groupe expérimental	Groupe contrôle	
Nunen2014 [55]	16	11,5	17,3	23,8	$p < 0,01$

*Statistiquement significatif lorsque $p < 0,05$.

Tableau XVIII : Résultats concernant la Berg Balance Scale (BBS) de l'étude de Nunen2014 [55], tableau réalisé par l'auteure.

Nous observons une médiane supérieure dans le groupe expérimental, mais nous ne pouvons davantage interpréter les résultats sous cette forme.

L'IQR est supérieur dans le groupe contrôle que dans le groupe expérimental. Par ailleurs, dans le groupe expérimental, la médiane est inférieure à l'IQR, signifiant donc que la distribution est plutôt large. Il en est de même pour le groupe contrôle, avec une plus grande différence, signifiant donc que la distribution est très large. Par ailleurs, la valeur de p est inférieure à 0,01, les résultats sont donc statistiquement significatifs.

Etude Kim2015 [56] :

Etude	Taille d'effet	Intervalle de confiance à 95% (IC95)	p-value*
Kim2015 [56]	6,85	[-1,81 ; 15,51]	$p = 0,03$

*Statistiquement significatif lorsque $p < 0,05$.

Tableau XIX: Résultats concernant la Berg Balance Scale (BBS) de l'étude de Kim2015 [56], tableau réalisé par l'auteure.

Concernant l'étude de Kim2015 [56], la taille d'effet est en faveur du groupe expérimental de 6,85 points. La valeur $p = 0,03$ ($< 0,05$) tend à évoquer la significativité statistiques des résultats. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur nulle et les résultats ne sont donc pas représentatif d'une population générale.

Les résultats de cette étude ne permettent donc pas de prouver l'efficacité de l'intervention robotique par rapport à une rééducation conventionnelle.

3.4.2 Analyse quantitative = méta-analyse

Une analyse quantitative est mise en place sur la base de l'utilisation de Forest plots (diagrammes en forêt) correspondants à des représentations graphiques des résultats de nos différents critères de jugements [53]. Pour effectuer cette méta-analyse, le logiciel RevMan Manager 5.4 est utilisé.

La méta-analyse permet d'établir une évaluation objective des données de la littérature relevés et donc de contribuer à l'avancement des connaissances sur ce domaine [67].

Cette méta-analyse a pour effet d'augmenter la puissance statistique de l'analyse et donc de mettre en évidence une différence significative entre les groupes s'intéressant au même sujet et par mise en commun de leurs données sous forme synthétique. Les Forest plots permettent donc d'illustrer la synthèse des résultats de nos différentes études incluses sur la base des tailles d'effets et des intervalles de confiance précédemment calculés dans la partie de l'analyse qualitative des résultats [67].

Pour pouvoir mettre en place ces Forest plots, nous avons besoin des moyennes des groupes expérimentaux et contrôles, des écarts-types ainsi que du nombre de sujets dans chacun des groupes étudiés. Ces données sont inscrites pour chacun des critères de jugement évalués.

Il est à noter que les études ne présentant pas ces données, ne peuvent être incluses dans la méta-analyse. Ainsi, les études présentant leurs résultats sous la forme de médianes et/ou d'écart-interquartiles, ne sont pas incluses dans la méta-analyse.

Par ailleurs, il est à souligner que les données des critères de jugements doivent être présentées sous la même unité afin de pouvoir avoir des résultats comparables. Ainsi, si ce n'est pas le cas, l'étude ne peut être incluse dans la méta-analyse. Les résultats seront également interprétés en évoquant le test d'hétérogénéité. Celui-ci teste si les résultats obtenus des différentes études peuvent être considérées comme similaires. Il s'agit donc d'une hypothèse d'homogénéité dans ce cas-là et le regroupement des articles est donc tout à fait permis. Cependant, lorsqu'il y a la présence d'une hétérogénéité, il existe au moins un des articles dont le résultat ne peut être considéré comme identique aux autres [68].

Une valeur $I^2 < 0,25$ indique une hétérogénéité faible, des valeurs comprises entre 0,25 et 0,5 une hétérogénéité modérée et une valeur $I^2 > 0,5$ une importante hétérogénéité [68].

3.4.2.1 10 mètres de marche ou CWT

Seules les études de **Taveggia2015** [57] et de **Alingh2015** [59] présentent des résultats interprétables et en adéquation avec les conditions de réalisation d'une méta-analyse comme précédemment citées.

Ce Forest plot illustre donc les résultats des 2 études en question pour le critère de jugement reprenant le test des 10 mètres de marche.

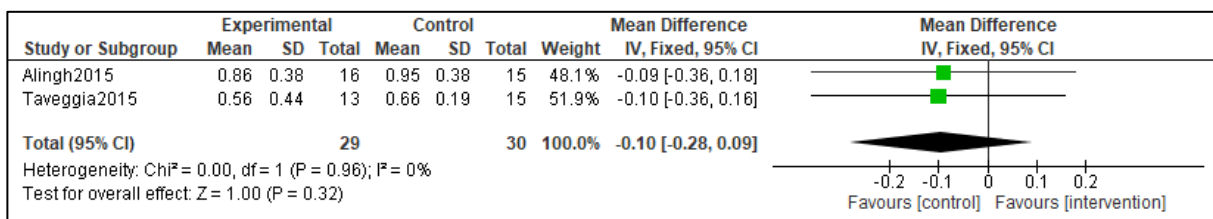


Figure 9 : Forest plot correspondant aux données du test de 10 mètres de marche, réalisé par l'auteure.

La synthèse des résultats de ces études montre que l'efficacité tend vers le traitement contrôle dit conventionnel. En effet, le lien entre le traitement expérimental et le critère de jugement tend vers le négatif, en faveur donc du groupe contrôle. Cependant, de manière générale, les résultats ne sont pas significativement statistiques du fait de l'intervalle de confiance [-0,28 ; 0,09] croisant la valeur nulle. Ainsi, ces résultats ne semblent pas être représentatifs d'une autre population.

De plus, les résultats ne sont pas statistiquement significatifs du fait de la valeur $p = 0,32$ soit $> 0,05$.

Pour conclure, l'hétérogénéité des résultats, évaluée par le I^2 , équivaut à 0%, résultant donc d'une hétérogénéité très faible.

3.4.2.2 Functional Ambulation Categories – FAC

Nous relevons que 2 des 7 études incluses évaluent ce critère de jugement. Cependant, seule l'étude de **Kim2015** [56] présente des données et des résultats interprétables respectant les conditions de réalisation d'une méta-analyse (résultats présentés sous forme de moyennes et d'écart-types).

Ainsi, une méta-analyse sous forme de Forest plot ne peut être réalisée pour ce critère de jugement.

3.4.2.3 Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity – FMA-LE

Pour ce critère de jugement, 2 des 7 études incluses peuvent faire l'objet d'une analyse quantitative : **Alingh2015** [59] et **Mustafaoglu2020** [58].

Ce Forest plot illustre donc les résultats des 2 études en question pour le critère de jugement reprenant la Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE).

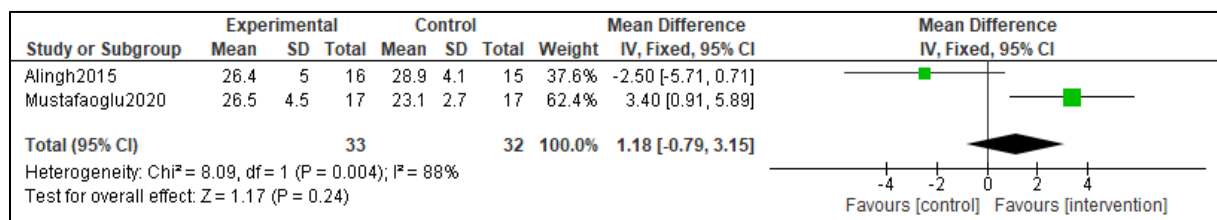


Figure 10 : Forest plot correspondant aux données de la Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE), réalisé par l'auteure.

Dans cette méta-analyse, d'après l'étude de **Alingh2015** [59], il semblerait que l'efficacité penche vers le traitement conventionnel. En effet, le lien entre le traitement contrôle et le critère de jugement est positif. Cependant, l'intervalle de confiance à 95% est légèrement large et croise la valeur nulle et relève donc d'une non-significativité des résultats.

D'après l'étude de **Mustafaoglu2020** [58], il semblerait plutôt que l'efficacité tend vers l'intervention robotique. En effet, le lien entre le traitement expérimental et le critère de jugement est strictement positif, avec un intervalle de confiance ne croisant pas la valeur nulle. Les résultats de cette étude tendraient plus vers une significativité clinique du traitement robotique.

Cependant, d'après la **synthèse** des résultats des deux études, nous ne pouvons conclure de l'efficacité ou non de l'intervention par rapport au traitement contrôle. En effet, l'intervalle de confiance [-0,79 ; 3,15] croise la valeur nulle et ne nous permet pas d'objectiver la supériorité d'un des traitements.

Même si d'après l'étude de **Mustafaoglu2020** [58] (3,40) et de manière générale (1,18), il semblerait que l'efficacité penche du côté de l'intervention incluant la robotique, les résultats ne sont pas statistiquement significatifs de par la valeur de synthèse de $p = 0,24$ soit donc une valeur $p > 0,05$.

Pour conclure, l'hétérogénéité, évaluée par le I^2 , équivaut à 88%, relevant donc d'une importante hétérogénéité. Les études ne sont donc pas comparables entre-elles.

3.4.2.4 Berg Balance Scale – BBS

Cette méta-analyse regroupe 2 des 7 études incluses. Cependant, l'étude de **Choi2022** [54] regroupe au sein de son protocole 3 groupes incluant notre intervention, comme précédemment évoqué. Ainsi, cette méta-analyse regroupe les résultats des 3 groupes de l'étude de **Choi2022** [54] et l'étude de **Kim2015** [56], afin d'en tirer un maximum d'éléments.

Ce Forest plot illustre donc les résultats des 2 études en question pour le critère de jugement reprenant le Berg Balance Scale (BBS).

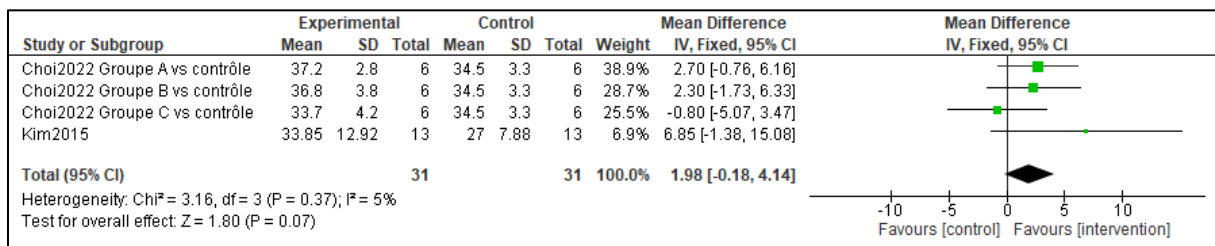


Figure 11 : Forest plot correspondant aux données du Berg Balance Scale (BBS), réalisé par l'auteure.

D'après les résultats, les groupes A et B de l'étude de **Choi2022** [54] et l'étude de **Kim2015** [56] tendent vers une efficacité du traitement expérimental. En effet, le lien entre le traitement expérimental et le critère de jugement penche davantage vers la positivité. Cependant, les intervalles de confiance croisent la valeur nulle et ne relèvent donc pas d'une significativité des résultats.

Concernant le groupe C de l'étude de Choi2022 [54], l'efficacité quant à elle tend vers le groupe contrôle. En effet, le lien entre le traitement expérimental et le critère de jugement tend vers un aspect négatif, en faveur donc du groupe contrôle. Cependant, l'intervalle de confiance croise la valeur nulle, ne relevant donc pas d'une significativité des résultats.

De manière générale, l'efficacité (1,98) tend vers le traitement expérimental. Cependant, l'intervalle de confiance général [-0,18 ; 4,14] croise la valeur nulle. Nous ne pouvons donc pas objectiver de l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre.

De plus, les résultats ne sont pas statistiquement significatifs car la valeur $p = 0,07$, soit $> 0,05$.

Pour conclure, l'hétérogénéité I^2 est égale à 5% et est donc très faible.

4. Discussion

Nous allons analyser les différents résultats obtenus et les comparer à l'hypothèse initialement établie.

Nous analyserons également les différents risques de biais ainsi que l'hétérogénéité des études incluses ou des populations.

Notre hypothèse initiale supposait que la rééducation conventionnelle combinée à une rééducation incluant de la robotique permettrait une récupération locomotrice plus efficace qu'une rééducation dite classique seule.

4.1 Analyse des principaux résultats des critères de jugements principaux

4.1.1 10 mètres de marche ou CWT

- **Choi2022** [54]:

L'étude présente ses résultats en dissociant 3 groupes robot ayant un pourcentage d'allègement du poids corporel différent entre les groupes et un groupe contrôle ne disposant que d'une rééducation dite conventionnelle.

Les résultats de ce test de 10 mètres de marche ont été donnés en secondes. Ainsi, plus le score était faible, mieux était la performance des sujets.

Nous allons donc analyser séparément les groupes de robot en comparaison avec le groupe contrôle :

- Groupe A (30% d'allègement du poids corporel versus groupe contrôle) : la taille d'effet équivaut à 6,1 et est en faveur du groupe expérimental incluant l'utilisation du robot. De plus, l'intervalle de confiance [0,93 ; 11,27] ne présente que des bornes positives, en faveur donc de l'efficacité statistique de l'intervention mise en place. Ainsi, la robotique peut améliorer de 0,93 à 11,27 points la performance des sujets par rapport au groupe contrôle. De plus, la valeur $p < 0,001$ tend à souligner la significativité statistique des résultats obtenus.
- Groupe B (50% d'allègement du poids corporel versus groupe contrôle) : la taille d'effet équivaut à -5,5 et est en faveur cette fois-ci du groupe contrôle. De plus, l'intervalle de confiance [-13,49 ; 2,49] croise la valeur nulle et ne nous permet donc pas d'attester de la supériorité d'un traitement par rapport à un autre et ce malgré la valeur $p < 0,001$ qui tend à souligner de la significativité statistique des résultats obtenus.
- Groupe C (70% d'allègement du poids corporel versus groupe contrôle) : la taille d'effet équivaut à -7 et est en faveur du groupe contrôle. En effet, il y aurait donc une différence de 7 points en faveur du groupe contrôle par rapport au groupe expérimental. De plus, l'intervalle de confiance [-15,71 ; 1,71] croise la valeur nulle et la borne inférieure tend à informer que le traitement expérimental peut faire perdre 15,71 points aux sujets, la borne supérieure étant seulement à 1,71 points. Cependant, cet intervalle de confiance ne permet pas d'attester de l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre, et cela malgré, la valeur $p < 0,001$ qui tend à souligner de la significativité statistique des résultats obtenus.

D'un point de vue comparatif pré-post traitement dans un même groupe, voici les résultats obtenus :

- Groupe A : nous observons une amélioration de la performance des sujets avec une taille d'effet équivalente à 9,2.
- Groupe B : nous observons une amélioration de la performance des sujets avec une taille d'effet équivalente à 6,7.
- Groupe C : nous observons une amélioration de la performance des sujets avec une taille d'effet équivalente à 3,9.
- Groupe contrôle : nous observons une très légère amélioration positive de la performance des sujets avec une taille d'effet équivalente à 0,7.

Sur la base des résultats intra-groupes, nous constatons également une meilleure amélioration au sein du groupe A par rapport aux autres groupes. Cette différence est majorée quant à l'infime amélioration de 0,7 points au niveau du groupe contrôle. Ainsi, l'intervention combinant rééducation conventionnelle et robotique semble augmenter davantage les scores que la rééducation classique entreprise dans le groupe contrôle.

Cependant, l'échantillon de l'étude inclut 24 participants (6 dans chaque groupe) et est donc faible pour représenter une population plus générale.

Dans cette étude, les résultats tendent à prouver l'efficacité robotique lorsque le pourcentage d'allègement du poids corporel équivaut à 30%. Au-delà de ce pourcentage (50% et 70%), les résultats ne sont pas en faveur du groupe expérimental mais du groupe contrôle, mais les résultats ne sont pas statistiquement significatifs.

▪ Taveggia2015 [57] :

Dans cette étude, la taille d'effet équivaut à -0,1 et les résultats ne permettent pas de distinguer l'effet entre notre intervention étudiée et le comparateur. L'intervalle de confiance [-0,36 ; 0,16] croise la valeur nulle et ne permet donc pas d'attester de l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre, et ce malgré la significativité statistique (valeur $p < 0,001$).

En ce qui concerne les différences intra-groupes, on observe :

- Groupe expérimental : une amélioration des résultats de 0,27 à 0,56 soit donc une taille d'effet intra-groupe équivalente à 0,29.
- Groupe contrôle : une amélioration de 0,46 à 0,66, avec une taille d'effet intra-groupe de 0,20.

Les résultats observés des différences intra-groupes, sont en faveur du groupe expérimental.

Cependant, les scores pré-intervention dans les groupes expérimental et contrôle sont légèrement différents et ne sont donc pas en faveur d'une homogénéité optimale des groupes.

La taille de l'échantillon est faible, avec un nombre de participants de 28 (13 expérimental/15 contrôle). L'échantillon reste donc faible pour représenter une population plus générale.

▪ **Alingh2015 [59] :**

La taille d'effet équivaut à -0,09 et les résultats ne permettent donc pas de distinguer l'effet entre notre intervention étudiée et le comparateur. L'intervalle de confiance [-0,37 ; 0,19] croise la valeur nulle et ne permet donc pas d'attester de l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre, et ce malgré la significativité statistique (valeur $p < 0,001$).

En ce qui concerne les différences intra-groupes, on observe :

- Groupe expérimental : une amélioration des résultats de 0,61 à 0,86, soit une taille d'effet intra-groupe équivalente à 0,25.
- Groupe contrôle : une amélioration de 0,76 à 0,95, soit une taille d'effet intra-groupe de 0,19.

Les résultats des différences intra-groupes sont donc en faveur du groupe expérimental. Cependant, les scores pré-intervention dans les groupes expérimental et contrôle sont légèrement différents et ne sont donc pas en faveur d'une homogénéité optimale des groupes.

La taille de l'échantillon est faible, avec un nombre de participants de 32 (17 expérimental/15 contrôle). L'échantillon ne permet donc pas de représenter la population générale.

En résumé, les résultats ces deux études (Taveggia2015 [57] et Alingh2015 [59]) montrent une même efficacité entre le traitement interventionnel étudié et notre comparateur. Cependant, les résultats ne sont pas statistiquement significatifs, soulignés par une valeur $p = 0,32$.

▪ **Nunen2014 [55] et Mustafaoglu2020 [58]:**

Dans ces deux études, les résultats sont présentés sous forme de médianes et/ou d'écart-interquartiles.

Concernant les données en intra-groupe de **Nunen2014**, nous retrouvons :

- Groupe expérimental : les scores évoluent de 0,03 à 0,20, soit une amélioration de 0,17.
- Groupe contrôle : les scores évoluent de 0 à 0,17, soit une amélioration de 0,17.

Ainsi, l'augmentation des valeurs des médianes est similaire entre les deux groupes de l'étude.

Concernant les données en intra-groupe de **Mustafaoglu2020**, nous retrouvons :

- Groupe expérimental : les scores évoluent de 0,42 à 0,59, soit une amélioration de 0,17.
- Groupe contrôle : une évolution de 0,42 à 0,50, soit une très légère amélioration de 0,08.

Ainsi, l'augmentation des valeurs des médianes est en faveur du groupe expérimental dans l'étude de Mustafaoglu2020.

Cependant, il est à noter que les échantillons des deux études, restent relativement faibles (Nunen2014 [55] = 30 et Mustafaoglu2020 [58] = 34). Ces échantillons ne sont donc pas assez représentatifs de la population générale.

Ainsi, sur la base de ces deux études, il est difficile d'interpréter les résultats sous la forme de médianes et nous ne pouvons donc pas objectiver l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre.

▪ **Mayr2018 [60] :**

Dans cette étude, le test de 10 mètres de marche constitue un item dans l'échelle de la Mobility Milestone (MM). Le score présenté dans l'étude est donc un score global de cette échelle et non un score spécifique du test du 10 mètres de marche.

Nous ne pouvons donc pas interpréter convenablement les résultats, d'autant plus que les détails des sous-items de l'échelle ne sont pas présentés dans la présente étude. Ainsi, la comparaison de ces résultats aux autres résultats des études analysées n'est pas possible.

En résumé, selon les études, il semblerait qu'il y ait une équivalence d'effet quant à l'utilisation de la robotique dans la rééducation de la marche, concernant la notion de vitesse de marche.

Seule l'étude de **Choi2022 [54]** tend vers une supériorité de la robotique lorsque le pourcentage d'allègement du poids corporel est de 30%, avec des résultats statistiquement significatifs.

Cependant, par ces études, il ne nous est pas permis de prouver l'efficacité ou non de l'intervention étudiée.

4.1.2 Functional Ambulation Categories – FAC

▪ **Kim2015 [56] :**

La taille d'effet est de 0,85 et est en faveur du groupe expérimental. Cependant l'intervalle de confiance [-0,15 ; 1,85] croise la valeur nulle. De ce fait, le traitement expérimental peut avoir un effet positif de 1,85 points mais également présenter des effets négatifs de 0,15 points. Les résultats ne permettent donc pas de relater d'une significativité statistique, malgré une valeur $p = 0,02$.

Concernant la différence intra-groupe, nous observons :

- Groupe expérimental : une amélioration des résultats allant de 1,46 à 2,54 soit une taille d'effet intra-groupe de 1,08.
- Groupe contrôle : une légère amélioration de 1,62 à 1,69, soit une taille d'effet intra-groupe de 0,07.
- Ainsi, les résultats tendent plus vers une amélioration des résultats au niveau du groupe expérimental.

Cependant, les résultats pré-intervention dans les groupes expérimental et contrôle sont légèrement différents, et ne permettent pas d'objectiver l'homogénéité initiale des groupes.

De plus, la taille d'échantillon est faible (26) et ne permet pas de représenter la population générale.

▪ **Nunen2014 [55] :**

Les résultats sont présentés sous formes de médianes et d'écart-interquartiles.

Concernant les différences en intra-groupes, nous observons :

- Groupe expérimental : une diminution des scores de 1,50 à 1,25, soit une perte de 0,25 points.
- Groupe contrôle : une amélioration des scores de 1 à 1,29, soit une augmentation de 0,29.
- Ainsi, en intra-groupes, les résultats sont en faveur du groupe contrôle.

Cependant, les résultats de cette étude ne sont pas pertinemment interprétables de par la formulation des résultats sous forme de médianes.

En résumé, il semblerait qu'il y ait une amélioration des scores lors de l'utilisation supplémentaire du dispositif robotisé de marche fixe dans la rééducation. Cependant, cette augmentation n'est pas statistiquement significative et ces études ne nous permettent donc pas d'attester de l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre.

4.1.3 Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity – FMA LE :

- **Nunen2014 [55] :**

Concernant les différences intra-groupes, nous observons :

- Groupe expérimental : une diminution des scores de 13 à 2,6, soit une perte de 10,4 points.
- Groupe contrôle : une diminution des scores de 14 à 3,1, soit une perte de 10,9 points.
- Ces résultats suggèrent un même effet négatif sur ce critère de jugement.

Cependant, il est à noter que l'échantillon reste relativement faible (30) et n'est donc pas représentatif de la population générale.

De plus, les résultats de cette étude ne sont pas précisément interprétables de par la formulation des résultats sous forme de médianes.

- **Alingh2015 [59] :**

La taille d'effet équivaut à -2,5 et est donc légèrement en faveur du groupe contrôle, et la valeur p ($p < 0,001$) tend vers une significativité statistique. Cependant, l'intervalle de confiance [-5,87 ; 0,87] croise la valeur nulle et ne permet donc pas d'attester de l'efficacité du traitement contrôle par rapport à un autre.

Dans les différences intra-groupes, nous observons :

- Groupe expérimental : une amélioration des résultats de 24,2 à 26,4, soit une taille d'effet intra-groupe équivalente à 2,2.
- Groupe contrôle : une amélioration de 23,4 à 28,9, soit une taille d'effet intra-groupe de 5,5.
- Les résultats sont donc en faveur du groupe contrôle.

Cependant, la taille de l'échantillon reste faible (32) et cela ne permet pas de représenter la population générale.

- **Mustafaoglu2020 [58] :**

La taille d'effet équivaut à 3,4 et est donc en faveur du groupe expérimental, avec des résultats statistiquement significatifs. De plus, l'intervalle de confiance [0,81 ; 5,99] ne croise pas la valeur nulle et ne présente que des effets positives allant de 0,81 points à 5,99 points. Cette étude tend donc à attester de l'efficacité de la robotique par rapport à la rééducation conventionnelle seule.

Concernant les différences intra-groupes, nous observons :

- Groupe expérimental : une amélioration des résultats de 20,8 à 26,5, soit une taille d'effet intra-groupe équivalente à 5,7.
- Groupe contrôle : une amélioration de 20,1 à 23,1, soit une taille d'effet intra-groupe de 3.
- On observe donc une meilleure amélioration des résultats au sein du groupe expérimental (robotique).

De plus, les scores pré intervention sont homogènes entre les deux groupes de l'étude et permettent donc d'accentuer l'effet des résultats analysés.

Cependant, il est à noter que la taille de l'échantillon reste faible, avec un nombre de 34 participants. L'échantillon n'est donc pas représentatif de la population générale.

En résumé, il semblerait qu'il y ait une amélioration des scores de la fonction musculaire lors de l'utilisation supplémentaire du dispositif robotisé de marche fixe dans la rééducation. Malgré une significativité statistique des résultats de l'étude de **Mustafaoglu2020 [58]**, la méta-analyse (**Alingh2015 [59]** et **Mustafaoglu2020 [58]**) illustre une non-significativité statistique des résultats ($p = 0,24$). Cela ne nous permet donc pas de confirmer la supériorité de l'intervention par rapport à notre comparateur.

4.1.4 Berg Balance Scale – BBS :

- **Choi2022 [54] :**
 - **Groupe A :** la taille d'effet est de 2,7 en faveur du groupe expérimental, avec une significativité statistique des résultats ($p < 0,01$). Cependant, l'intervalle de confiance [-1,24 ; 6,64] croise la valeur nulle. Ainsi, même si l'effet tend plus vers un effet positif de 6,64 points, l'effet peut être nul voire négatif de 1,24 points en fonction de l'individu. Ainsi, les résultats doivent être pris avec précaution.
 - **Groupe B :** la taille d'effet est de 2,3 en faveur du groupe expérimental, avec une significativité statistique des résultats ($p < 0,01$). Cependant, l'intervalle de confiance [-2,28 ; 6,88] croise la valeur nulle. Ainsi, même si l'effet tend plus vers un effet positif de 6,88 points, l'effet peut être nul voire négatif de 2,28 points en fonction de l'individu. Les résultats doivent donc être pris avec précaution.
 - **Groupe C :** la taille d'effet est de 0,8 en faveur du groupe contrôle, avec une significativité statistique des résultats ($p < 0,01$). Cependant, l'intervalle de confiance [-5,66 ; 4,06] croise la valeur nulle. Ainsi, même si l'effet tend plus vers un effet négatif de 5,66 points de l'intervention, l'effet peut être nul voire positif de 4,06 points en fonction de l'individu. Les résultats doivent également être pris avec précaution.

Concernant les différences intra-groupes, nous retrouvons :

- Groupe A : une amélioration des résultats de 3,8 points.
- Groupe B : une infime amélioration des résultats de 0,2 points.
- Groupe C : une infime amélioration des résultats de 0,3 points.
- Groupe contrôle : une infime amélioration des résultats de 0,2 points.

Nous remarquons donc au niveau des scores intra-groupes, une plus grande amélioration des scores au sein du groupe A avec une significativité statistique ($p < 0,05$, selon l'auteur). Les résultats des autres groupes ne sont pas congruents, et ne sont pas statistiquement significatifs ($p > 0,05$, selon l'auteur).

Cependant, il est important de souligner que la taille de l'échantillon est très faible et n'est donc pas représentative de la population générale.

▪ **Nunen2014 [55]** :

Concernant les différences intra-groupes, nous observons :

- Groupe expérimental : une diminution des scores de 16 à 14,4, soit une perte de 1,6 points.
- Groupe contrôle : une amélioration des scores de 11,5 à 15, soit une augmentation de 3,5 points.
- Les résultats sont donc en faveur du groupe contrôle.

Cependant, les résultats de cette étude ne sont pas réellement interprétables de par la formulation des résultats sous forme de médianes.

De plus, la taille de l'échantillon (30) reste relativement faible et n'est pas représentative de la population générale.

Nous relevons également une non-homogénéité des scores pré-intervention entre les deux groupes.

▪ **Kim2015 [56]** :

La taille d'effet est de 6,85 en faveur du groupe expérimental, avec une significativité statistique des résultats ($p < 0,01$ car $p = 0,03$). Cependant, l'intervalle de confiance $[-1,81 ; 15,51]$ croise la valeur nulle. Ainsi, même si l'effet tend plus vers un effet positif de 15,51 points, l'effet peut être nulle voire négatif de 1,81 points en fonction de l'individu. Ainsi, les résultats doivent être pris avec précaution.

Concernant les différences intra-groupes, nous observons :

- Groupe expérimental : une amélioration des scores de 19,23 à 33,85, soit une taille d'effet intra-groupe de 14,62.
- Groupe contrôle : une amélioration des scores de 19,77 à 27, soit une taille d'effet intra-groupe de 7,23.
- On observe ici, une plus grande amélioration des scores du groupe expérimental.

Cependant, taille d'échantillon est faible (26) et cela n'est pas représentatif de la population générale.

En résumé, il semblerait que les résultats tendent vers une amélioration des scores d'équilibre lors de l'utilisation supplémentaire du dispositif robotisé de marche fixe dans la rééducation. L'étude de **Choi2022** [54], évoque avec plus de détail cet effet lorsque le pourcentage d'allègement du poids corporel est de 30% ou 50%. Cependant, les résultats ne sont pas statistiquement significatifs lorsque nous calculons les intervalles de confiance. De plus, la méta-analyse (Choi2022 [54] et Kim2015 [56]) démontre la non-significativité statistique des résultats avec une valeur $p = 0,07$ ($p > 0,05$). Cela ne nous permet donc pas de confirmer la supériorité de l'utilisation complémentaire de la robotique dans la rééducation par rapport à une seule rééducation conventionnelle.

4.2 Limites des études incluses

4.2.1 Limites générales des études

▪ **Critères d'éligibilité :**

On relève que les études de **Choi2022** [54], **Kim2015** [56], **Mustafaoglu2020** [58] et **Mayr2018** n'évoquent pas la source de recrutement des participants.

▪ **Choi2022** [54] :

Sur la base de l'échelle **PEdro**, le score de la qualité méthodologique de cette étude est de 5/10. Ainsi, l'étude présente un certain nombre de biais que sont, comme évoqué précédemment :

- Un biais d'attribution : une assignation secrète des participants dans les groupes randomisés n'est pas évoquée par l'auteur de l'étude.
- Un biais d'évaluation ou de performance du fait de la non mise en aveugle des sujets et des thérapeutes lors de la réalisation du protocole de rééducation.
- Un biais de performance du fait de la non mise en aveugle des examinateurs du protocole.
- Un biais d'attrition : les sujets perdus de vue n'ont pas été inclus dans les résultats finaux et n'ont pas été recensés en « intention de traiter ».

Concernant la non-mise en aveugle des sujets et des thérapeutes, nous relevons l'impossibilité de mettre ce critère en place dans le cadre de l'intervention étudiée. En effet, il est impossible que les sujets et les thérapeutes puissent faire la différence entre un groupe utilisant le dispositif robotisé de marche fixe dans leur rééducation et le groupe ne l'utilisant pas. Cependant, cela constitue tout de même un biais dans les résultats, pouvant être influencés par un potentiel effet placebo (cf. partie 4.3.2).

Par ailleurs, l'auteur précise que les résultats retrouvés sont en adéquation avec ce qui était espéré quant à la différence de résultats en fonction du pourcentage d'allègement corporel. L'auteur explique cette différence du fait de l'effet de la force gravitationnelle de la Terre et les informations sensorielles perçues par l'être humain lors de l'appui pédestre.

L'auteur évoque également qu'une fois le protocole débuté, le pourcentage d'allègement du poids corporel n'a pas changé au cours des 6 semaines de protocole, malgré le fait que dans les autres études réalisées sur le même sujet, nous relevons en général une diminution de ce pourcentage d'allègement du poids corporel au fur et à mesure du protocole. L'auteur suggère donc pour une prochaine étude de mettre en place un autre groupe présentant une variation de ce pourcentage d'allègement du poids corporel afin d'en tirer plus d'informations.

D'autres limites sont présentes dans cette étude et sont citées par l'auteur :

- L'auteur précise la non-utilisation d'une échelle évaluant la fonction motrice, telle que la FMA -LE. Il évoque qu'il aurait été pertinent de réaliser une évaluation de ce critère.
- Les sujets n'ont pas fait l'objet d'une évaluation de leur déficit sensoriel, alors qu'un support excessif du poids corporel peut causer des difficultés d'information sensorielle. Selon l'auteur, les études futures devraient prendre ce critère en compte afin de répartir plus convenablement les participants dans les différents groupes de protocole.
- L'auteur évoque l'effet placebo (cf. partie 4.3.2) possible pour les participants utilisant la robotique en tant que moyen de rééducation à la marche. En effet, cet effet peut affecter les résultats, et ne peut être exclu.
- Enfin, l'étude présente un échantillon faible de 24 participants, dont 6 dans chacun des groupes. Il est donc difficile de généraliser et d'interpréter les résultats sur une aussi faible population, non représentative d'une population plus générale.
Des études futures devraient être mises en place avec un plus grand nombre de participants.

Enfin, la non mise en aveugle des examinateurs constitue une source de biais importante, pouvant influencer les résultats de l'étude en fonction du groupe évalué. En effet, l'examineur peut penser que la robotique est plus efficace que la rééducation classique et donc influencer les résultats finaux en faveur des groupes robots.

En résumé, l'étude présente des résultats intéressants quant à l'utilisation de la robotique pour améliorer les caractéristiques de la marche et la fonction de l'équilibre, selon des critères d'allègement du poids corporel bien précis. Cependant, du fait des nombreux biais présents et du faible échantillon, il faut être vigilant quant à l'interprétation des résultats. Cet échantillon ne peut être représentatif de la population générale, et nous ne pouvons pas être certain de l'efficacité de la robotique par rapport à une rééducation conventionnelle seule.

▪ **Nunen2014 [55]** :

Sur la base de l'échelle **PEDro**, le score de la qualité méthodologique de cette étude est de 4/10. Ainsi, l'étude présente un certain nombre de biais que sont :

- Un biais d'attribution : une assignation secrète des participants dans les groupes randomisés n'est pas évoquée par l'auteur de l'étude.
- Un biais d'évaluation ou de performance du fait de la non mise en aveugle des sujets et des thérapeutes lors de la réalisation du protocole de rééducation.
- Un biais de performance du fait de la non mise en aveugle des examinateurs du protocole.
- Un biais de suivi : le nombre de sujets inclus au niveau des résultats finaux est inférieur à 85% du nombre de sujets initial.
- Un biais d'attrition : les sujets perdus de vue n'ont pas été inclus dans les résultats finaux et n'ont pas été recensés en « intention de traiter ».

Concernant la non-mise en aveugle des sujets et des thérapeutes, on souligne l'impossibilité de mettre ce critère en place dans le cadre de l'intervention étudiée, comme évoqué précédemment. Cela

constitue donc une source de biais, et les résultats peuvent donc être influencés en fonction de la randomisation des sujets dans leur groupe.

Comme évoqué, la non mise en aveugle des examinateurs constitue une source de biais importante, pouvant influencer les résultats de l'étude en fonction du groupe évalué.

Par ailleurs, les résultats de l'étude sont présentés sous formes de médianes et d'écart-interquartiles. Cette présentation des résultats est moins précise et moins adaptée pour les études d'ordre thérapeutique. En effet³¹, l'utilisation de médianes relève plus d'une distribution asymétrique alors que la moyenne relève d'une distribution symétrique. Dans le cadre de notre étude, les critères d'éligibilité (inclusion et exclusion) sont bien précis et relèvent donc d'une distribution plus symétrique des données. L'utilisation de la médiane ne nous permet donc pas d'effectuer une réelle comparaison des résultats contrairement à une moyenne et à des écart-types et ne permet donc pas de réaliser des méta-analyses avec ces données. Malgré la significativité statistique des résultats selon l'auteur, il est difficile de véritablement les interpréter et donc de conclure de l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre.

De plus, malgré le fait que la taille d'échantillon (30) soit plus grande que l'étude précédente, l'échantillon reste tout de même non représentatif de la population générale. Cela peut donc constituer un biais, souligné par l'auteur lui-même.

De plus, l'auteur souligne la faible durée du protocole de 8 semaines comparativement aux mois de récupération après un AVC. Il est donc difficile de prouver l'efficacité d'un traitement sur une courte durée.

De plus, selon l'auteur, les conditions environnementales d'apprentissage ne sont pas similaires dans les deux groupes, constituant donc une forme de biais. Cependant, nous n'avons pas plus d'informations sur ce sujet, car les données n'ont pas été publiées. Les seules informations à notre disposition sont les suivantes : même si les patients sont restés debout plus longtemps et ont marché plus vite dans la thérapie Lokomat que dans la rééducation conventionnelle seule, l'assistance par appareil et les restrictions de mouvements possibles n'ont peut-être pas fourni un environnement d'apprentissage assez approprié que celui en rééducation conventionnelle.

Enfin, l'étude a été financée par la Dutch Heart Foundation et la Revalidatiefonds, qui est un fond de réadaptation après un handicap. Ainsi, il se pourrait que les résultats aient été influencés par une de ces entreprises, constituant donc un spin³² à l'étude.

En résumé, cette étude présente une mauvaise qualité méthodologique et la présence des nombreux biais ne permet pas de s'appuyer sur cette étude pour prouver ou non l'efficacité d'une rééducation complémentaire incluant la robotique par rapport à la rééducation conventionnelle seule.

³¹ FASTER CAPITAL, 2024. Disponible sur : <https://fastercapital.com/fr/contenu/Moyenne-vs--mediane--comparaison-moyenne-et-mediane-comme-mesures-de-tendance-centrale.html#quand-utiliser-chaque-mesure-> (consulté le 13/04/24).

³² Société française de Pharmacologie et de Thérapeutique, 2024, Lecture critique des essais thérapeutiques. Disponible sur : <https://sfpt-fr.org/livreblancmethodo/source/lecturecritique.pdf> (consulté le 13/04/23).

▪ **Kim2015 [56]** :

Sur la base de l'échelle **PEDro**, le score de la qualité méthodologique de cette étude est de 5/10. Ainsi, l'étude présente un certain nombre de biais que sont, comme évoqué précédemment :

- Un biais d'attribution : une assignation secrète des participants dans les groupes randomisés n'est pas évoquée par l'auteur de l'étude.
- Un biais d'évaluation ou de performance du fait de la non mise en aveugle des sujets et des thérapeutes lors de la réalisation du protocole de rééducation.
- Un biais de performance du fait de la non mise en aveugle des examinateurs du protocole.
- Un biais d'attrition : les sujets perdus de vue n'ont pas été inclus dans les résultats finaux et n'ont pas été recensés en « intention de traiter ».

Concernant la non-mise en aveugle des sujets et des thérapeutes, on souligne l'impossibilité de mettre ce critère en place dans le cadre de l'intervention étudiée, comme évoqué précédemment. Il s'agit donc d'une source de biais, et les résultats peuvent donc être influencés en fonction de la randomisation.

Comme évoqué, la non-mise en aveugle des examinateurs constitue une source de biais importante, pouvant donc influencer les résultats de l'étude en faveur d'un groupe d'étude.

Une fois de plus, le faible nombre de l'échantillon (26) ne peut être représentatif de la population générale.

De plus, du fait de l'inclusion de participants en phase subaiguë, la récupération observée peut être due uniquement au fait de la récupération spontanée des sujets après un AVC et non de l'efficacité du traitement interventionnel [19].

Par ailleurs, le ratio d'AVC ischémique/hémorragique est différent, pouvant donc impacter les résultats. De plus, les patients perdus de vue n'ont pas été recensés en « intention de traiter ».

En résumé, cet article est en faveur d'une amélioration des scores quant à l'utilisation de la robotique en moyen complémentaire de rééducation. Cependant, la non-significativité statistique et la présence des biais alertent sur l'interprétation des résultats. De plus, la population étudiée n'est pas représentative de la population générale. Ainsi, cette étude ne permet pas d'attester de l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre.

▪ **Taveggia2015 [57]** :

Sur la base de l'échelle **PEDro**, le score de la qualité méthodologique de cette étude est un score bon de 7/10. Ainsi, l'étude présente certains biais que sont :

- Un biais d'attribution : une assignation secrète des participants dans les groupes randomisés n'est pas évoquée par l'auteur de l'étude.
- Un biais d'évaluation ou de performance du fait de la non mise en aveugle des sujets et des thérapeutes lors de la réalisation du protocole de rééducation.

La non-mise en aveugle des sujets et des thérapeutes est impossible à mettre en place dans le cadre de ce type de rééducation, constituant donc une source de biais potentielle.

Encore une fois, le faible nombre de l'échantillon (28) ne peut être représentatif de la population générale.

De plus, l'auteur souligne le faible nombre de sessions et la faible durée du protocole de 5 semaines comparativement aux mois de récupération après un AVC. Il est donc difficile de prouver l'efficacité d'un traitement sur une courte durée [19].

Cependant, des différences de scores pré-intervention sont relevées, et ne permettent pas d'objectiver une homogénéité des groupes. Cela ne permet donc pas d'exprimer réellement l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre.

Toutefois, l'étude traite d'autres critères de jugements, non évalués dans notre revue. Il est à noter que ces autres critères de jugements peuvent faire l'objet d'informations supplémentaires.

En résumé, cette étude présente une bonne qualité méthodologique. Cependant, la non-homogénéité des groupes et le faible échantillon constituent des biais quant aux résultats présentés. Cette étude ne nous permet donc pas d'attester de l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre.

▪ **Mustafaoglu2020 [58] :**

Sur la base de l'échelle **PEDro**, le score de la qualité méthodologique de cette étude est un score moyen de 6/10. Ainsi, l'étude présente un certain nombre de biais que sont, comme évoqué précédemment :

- Un biais de sélection : la comparabilité des groupes au début de l'étude n'est pas explicitement évoquée par l'auteur.
- Un biais d'évaluation ou de performance du fait de la non mise en aveugle des sujets et des thérapeutes lors de la réalisation du protocole de rééducation.
- Un biais d'attrition : les sujets perdus de vue n'ont pas été inclus dans les résultats finaux et n'ont pas été recensés en « intention de traiter ».

La non-mise en aveugle des sujets et des thérapeutes est impossible à mettre en place dans le cadre de l'intervention étudiée, comme évoqué précédemment. Il s'agit donc d'une source de biais, et les résultats peuvent donc être influencés en fonction de la randomisation des sujets dans les groupes respectifs.

La taille de l'échantillon (34) reste relativement faible pour être représentative de la population générale. L'auteur évoque également :

- La non-équivalence dans la fréquence des sessions de rééducation entre les deux groupes, constituant donc une source de biais.
- Un temps post-AVC en moyenne différents entre les deux groupes (13 mois en moyenne pour le groupe expérimental et 12 mois en moyenne pour le groupe contrôle).

Toutefois, l'auteur précise qu'aucun financement spécifique n'était présent lors de l'étude.

En résumé, cette étude présente une qualité méthodologique moyenne, et des résultats statistiquement significatifs. Cependant, il est à noter que la présence de biais peut impacter les résultats finaux et que la taille de l'échantillon n'est pas représentative de la population générale.

▪ **Alingh2015 [59]** :

Sur la base de l'échelle **PEDro**, le score de la qualité méthodologique de cette étude est un score bon de 7/10. Ainsi, l'étude présente certains biais que sont :

- Un biais d'évaluation ou de performance du fait de la non mise en aveugle des sujets et des thérapeutes lors de la réalisation du protocole de rééducation.
- Un biais de suivi : le nombre de sujets inclus au niveau des résultats finaux est inférieur à 85% du nombre de sujets initial.

La non-mise en aveugle des sujets et des thérapeutes est impossible à mettre en place dans ce cadre de rééducation. Il s'agit donc d'une source de biais, et les résultats peuvent donc être influencés en fonction de la randomisation des sujets dans leurs groupes respectifs.

De plus, l'auteur précise que l'étude n'a pas inclus des sujets présentant un cas sévère après l'AVC, et donc que les résultats sont représentatifs d'une population particulière et non générale.

La faible taille de l'échantillon (31) n'est pas représentative encore une fois de la population générale.

Par ailleurs, l'auteur évoque que le groupe expérimental a eu une fréquence de sessions supérieure au groupe contrôle. Les résultats peuvent donc être influencés en faveur du groupe expérimental. Cependant, l'auteur précise que cela n'a pas été le cas lors du recueil et de l'analyse des résultats.

De plus, on relève une non-homogénéité des scores pré-interventions pour le test de 10 mètres de marche.

Enfin, l'étude a présenté un financement de la part de la Netherlands Organization for Health Research and Development ainsi que de la Dutch Brain Foundation. Ce financement peut donc influencer les résultats de l'étude.

En résumé, cette étude présente une bonne qualité méthodologique. Cependant, face aux biais présents, il faut être vigilants quant à l'interprétation des résultats. Par ailleurs, d'autres critères de jugement ont été évalués dans la présente étude, mais que nous n'avons pas analysé. Il se pourrait donc que l'on puisse tirer des informations intéressantes sur ces autres critères de jugements.

▪ **Mayr2018 [60]** :

Sur la base de l'échelle **PEDro**, le score de la qualité méthodologique de cette étude est un score bon de 7/10. Ainsi, l'étude présente les biais suivants :

- Un biais d'évaluation ou de performance du fait de la non mise en aveugle des sujets et des thérapeutes lors de la réalisation du protocole de rééducation.
- Un biais d'attrition : les sujets perdus de vue n'ont pas été inclus dans les résultats finaux et n'ont pas été recensés en « intention de traiter ».

La non-mise en aveugle des sujets et des thérapeutes est impossible à mettre en place dans ce type d'intervention. Cela constitue donc une source de biais, et les résultats peuvent donc être influencés en fonction de la randomisation des sujets dans leurs groupes respectifs.

De plus, l'auteur précise que l'inclusion de patients en phase subaiguë peut être un biais dans les résultats. En effet, la récupération observée peut être uniquement due au fait de la récupération spontanée des sujets après un AVC et non de l'efficacité du traitement interventionnel [19].

Nous relevons une plus grande taille d'échantillon dans cette étude, équivalente à 61 patients. Cependant, une hétérogénéité initiale dans cette randomisation est présente, avec 36 patients dans le groupe expérimental et 30 dans le groupe contrôle. Malgré le fait que l'échantillon soit plus important dans cette étude, il est tout de même non représentatif de la population générale et cela constitue donc un biais relevé par l'auteur.

L'auteur évoque également une hétérogénéité dans le cadre de la sévérité de l'AVC au sein des patients, influençant donc potentiellement les résultats et ne permettant pas de différencier une amélioration positive des scores du fait de l'intervention ou de l'évolution naturelle de la maladie.

Enfin, l'auteur évoque l'absence d'un suivi à long terme des effets de la robotique sur les patients, ainsi que l'absence d'une réelle évaluation de la vitesse de la marche, de la cadence et des paramètres du pas.

En résumé, cette étude présente certains biais, et nous ne pouvons pas interpréter les résultats ni les comparer aux autres études. En effet, l'étude ne présente pas le score du test de 10 mètres de marche de manière spécifique. Il est tout de même important de relever que d'autres critères de jugement ont été évalués dans la présente étude, mais que nous n'avons pas analysés. Il se pourrait donc que l'on puisse tirer des informations intéressantes sur ces autres critères de jugements.

4.2.2 Limites concernant les participants

Nous avons analysé les limites concernant les participants des différentes études :

Nombre de patients : le nombre de patients est variable entre les études. Le nombre minimal de patients inclus est de 24 (Choi2022 [54]) et le nombre maximal est de 74 participants (Mayr2018 [60]). Il n'y a pas de différence significative quant au nombre de participants dans chacun des groupes des études respectives. Le nombre de patients par étude est relativement faible pour être représentatif d'une population générale atteinte d'un AVC.

Age moyen des groupes : il diffère entre les groupes, allant de 50 à 73 ans en moyenne. Seules, l'étude de Choi2022 [54] présente une différence d'âge significative entre le groupe A (52,7) et le groupe contrôle (61,4) ; ainsi que l'étude de Nunen2014 [55] (expérimental : 50 ; contrôle : 56 ans).

Sexe des participants : sur un total de 248 participants, nous relevons un ratio de 101 femmes pour 146 hommes inclus dans les études. Il manque un participant de l'étude de Nunen2014 [55] relevant d'une erreur de l'auteur au niveau du tableau reprenant les caractéristiques propres du groupe contrôle. Cependant, les résultats concernaient bien 14 participants dans le groupe contrôle.

Délai entre l'AVC et le début de la prise en charge rééducative : en moyenne, allant d'une durée de 1 mois (Mayr2018 [60]) à 20,2 mois (Choi2022 [54], groupe A). Cependant, nous relevons des différences de délai entre les participants des groupes :

- **Choi2022** [54]: 20 mois pour le groupe expérimental contre 16 mois pour le groupe contrôle, alors que les groupes B et C sont similaires au groupe contrôle.
- **Kim2015** [56], **Taveggia2015** [57] et **Mustafagolu2020** [58], avec une différence d'environ un mois entre les deux groupes d'étude.

Origine de l'AVC : 71 patients présentent une origine ischémique contre 51 une origine hémorragique. Seules les études de Choi2022 [54], de Taveggia2015 [57] et de Mayr2018 [58] ne présentent pas ces caractéristiques. Nous observons des caractéristiques différentes pour l'étude de **Nunen2014** [55] (7 hémorragiques dans le groupe expérimental contre 4 dans le groupe contrôle) et de **Kim2015** [56] avec 8 ischémiques/5 hémorragiques pour le groupe expérimental et inversement pour le groupe contrôle.

Valeurs initiales des différents critères de jugements :

- **10 mètres de marche ou CWT :** l'étude de **Kim2015** [56] présente des différences avec un score de 1,46 pour le groupe expérimental et 1,62 pour le groupe contrôle en pré-traitement. L'étude de **Alingh2015** [59] avec de 0,61 pour le groupe expérimental et 0,76 pour le groupe contrôle.
- **FAC :** seule l'étude de **Taveggia2015** [57] présente une différence avec un score de 0,27 pour le groupe expérimental et 0,46 pour le groupe contrôle.
- **FMA-LE :** seule l'étude de **Mustafaoglu2020** [58] présente une différence avec un score de 26,5 pour le groupe expérimental et 23,1 pour le groupe contrôle.
- **BBS :** seule l'étude de **Nunen2014** [55] présente une différence avec un score de 16 pour le groupe expérimental et 11,5 pour le groupe contrôle.

4.2.3 Limites concernant l'intervention et le comparateur

Durée de protocole : de 4 semaines (**Kim2015** [56]) à 8 semaines (**Nunen2014** [55] et **Mayr2018** [60]).

Concernant les **protocoles** :

Etudes	Groupe Robotique		Groupe contrôle	Fréquence par semaine	Nombre de semaines
	Durée du traitement robotique par semaine	Durée du traitement conventionnel par semaine	Durée du traitement conventionnel par semaine		
Choi2022 [54]	2h30	7h30	10h	5 fois/semaine	6 semaines
Nunen2014 [55]	2h	1h30	3h30	Lokomat 2/ semaine CT : 3/ semaine	8 semaines
Kim2015 [56]	3h20	3h20	6h40	5 fois par semaine	4 semaines
Taveggia2015 [57]	2h30	2h30	5h	5 fois par semaine	5 semaines
Mustafaoglu2020 [58]	3h45	3h45	3h45	CT = 5j/ Sem Lokomat = 2/semaine	6 semaines
Alingh2015 [59]	1h30	30 à 1h *30 min 1 à 2/ semaine	1h30 à 2h30 *30 min 3 à 5/semaine	LOPES 3 fois par semaine	6 semaines
Mayr2018 [60]	3h45	3h45	7h30	5 fois par semaine	8 semaines

Tableau XX : Caractéristiques des protocoles par étude, tableau réalisé par l'auteure.

Nous relevons une différence de durée de protocole en termes de semaines et de temps de rééducation robotique ou conventionnelle par semaine.

Cependant, dans la majorité des études, les participants présentent le même nombre d'heures de rééducation entre les différents groupes (expérimental ou contrôle).

Seules les études de **Mustafaoglu2020** [58] et de **Alingh2015** [59] ne présentent pas la même fréquence de rééducation entre les deux groupes d'étude. En effet :

- Mustafaoglu2020 [58] : le groupe expérimental présente une durée de rééducation supérieure de 3 heures et 45 minutes par semaine, ce qui équivaut à un temps important de rééducation. Ainsi, si les résultats sont en faveur du groupe expérimental, cela n'est pas sans surprise du fait du nombre d'heure de rééducation plus important que le groupe contrôle. Cela peut donc biaiser les résultats de manière importante.
- Alingh2015 [59] présente également cet aspect mais est moins marqué, avec une potentielle différence de 30 minutes de rééducation par semaine en plus pour le groupe expérimental que le groupe contrôle. Cela peut être une source potentielle de biais.

Les résultats de ces deux études doivent donc être interprétés avec précaution au vu des potentiels biais présents.

Par ailleurs, il est à noter que dans l'étude de Taveggia2015 [57], les groupes ont également une rééducation centrée sur la technique de Bobath. Cependant, cette technique est présente dans les deux groupes d'études, et le groupe expérimental reçoit la rééducation robotique en plus, alors que le groupe contrôle reçoit en plus une rééducation conventionnelle.

En résumé, il y a donc une certaine hétérogénéité au niveau des protocoles des études incluses.

Type de robot : toutes les études ont utilisé le Lokomat en tant qu'appareil robotisé de marche fixe, sauf les études de **Kim2015** [56] (Walkbot) et de **Alingh2015** [59] (LOPES II). Cependant, les dispositifs robotisés disposaient des mêmes paramètres.

De plus, nous soulignons la différence de réglages des paramètres du robot entre les différentes études. Cela constitue donc un biais au niveau des résultats, car nous ne retrouvons pas les mêmes réglages préalables pour chacune des études (vitesse du tapis roulant, allègement du poids corporel, etc.).

Nous retrouvons également une rééducation conventionnelle variée d'une étude à une autre. Pour ces différentes caractéristiques, se référer à l'annexe n°4.

4.3 Différents effets impactant l'amélioration du patient

Cependant, il existe de nombreux autres facteurs pouvant influencer les résultats des études. Certains facteurs sont donc cités ci-dessous :

4.3.1 Facteurs intrinsèques propres à chacun

Les résultats de l'intervention peuvent varier d'un individu à un autre, d'autant plus que les caractéristiques de la population varient.

En effet, les variations sont dépendantes de :

- **L'âge** : il s'agit d'un facteur pronostic de récupération de par les comorbidités et les antécédents [19]. L'âge peut donc influencer la guérison de l'AVC. Nous rappelons que la plasticité cérébrale est un phénomène présent tout au long de la vie mais son impact est différent d'un âge à un autre [3]. Le cerveau est doté certes d'une capacité de remodelage cérébral mais cette capacité est plus efficace chez une personne plus jeune par rapport à une personne plus âgée. Par ailleurs, nous soulignons le fait que les études analysées ont référencé des patients plus jeunes que l'âge moyen d'AVC de la population générale, étant de 74 ans (cf. partie 1.1.3).
- **Le sexe** : le pronostic de récupération varie en fonction du sexe du sujet. Les études sélectionnées incluaient une population mixte pour la plupart des études.
- **Le délai entre la survenue de l'AVC et le début de la prise en charge kinésithérapique** : en fonction du délai, il peut y avoir des effets de récupération différents d'un individu à un autre.
- **La sévérité de la maladie** : celle-ci peut impacter les chances de récupération.

L'évolution naturelle de la maladie constitue également un facteur intrinsèque. En effet, l'évolution physiologique de la maladie varie d'un individu à un autre et est fonction des différentes caractéristiques de la personne. La phase post-AVC évolue sur plusieurs mois, avec l'essentiel de la récupération qui a lieu au cours des trois premiers mois et allant jusqu'au 6 mois, comme évoqué précédemment. Du fait des différents stades de récupération dans les études, les résultats obtenus peuvent être le simple fruit de l'évolution naturelle de la maladie en faveur d'une récupération motrice.

4.3.2 Facteurs généraux et biais cognitifs

Les facteurs généraux impactant l'évolution d'une condition sont les suivants :

- **Effet placebo** :

En thérapeutique, lors de l'administration d'un traitement, présentant une action spécifique ou non sur le trouble traité, le patient peut présenter des effets bénéfiques. Cette efficacité ressentie est ce que l'on peut appeler l'effet placebo. Dans notre revue, l'utilisation de la robotique peut engendrer cet effet au sein de la population étudiée et donc améliorer leurs performances sur le simple fait de leur état psychologique en faveur de l'utilisation robotique [69].

Cet effet peut être en lien également avec le biais de croyance des participants. En effet, les sujets peuvent présenter des opinions (positives, négatives ou neutres) divergentes envers la robotique.

Il en est de même pour les thérapeutes et examinateurs qui peuvent interpréter de manière sélective les résultats selon leurs intérêts, leurs expériences. Il s'agit donc d'un biais d'attente et de détection.

▪ **Effet de cohorte**³³ :

Dans notre revue, les articles présentant une population ayant strictement une homogénéité parfaite, serait source de biais d'interprétation pour une population générale, car les effets dépendraient d'un état d'esprit et des caractéristiques d'une catégorie d'âge par exemple.

▪ **Effet de contexte, de simple exposition et biais d'expérimentation**³⁴ :

Des facteurs environnementaux peuvent influencer la perception des stimuli, comme c'est le cas lors de la réalisation de la rééducation avec les dispositifs robotisés de marche fixes.

L'effet de simple exposition s'appuie sur la tendance à croire que l'intervention est correcte, efficace et adaptée après une exposition répétée à celle-ci.

Dans le biais d'expérimentation, la personne va avoir tendance à interpréter les résultats de sorte que ceux-ci confirment l'hypothèse initiale.

▪ **Effet psychologique retrouvé** :

Dans le cadre de cette intervention, le processus psychologique est à souligner tout particulièrement. L'engouement possible envers l'utilisation des dispositifs robotisés peut engendrer un impact considérable sur les résultats des sujets.

Cet effet peut également être évoqué sous le terme d'effet de Hawthorne³⁵, reprenant le fait que les résultats doivent moins au protocole qu'à la motivation des sujets. Cet effet reprend la notion suivante : « du fait de l'attention bienveillante dont ils (sujets) pensent être l'objet ».

▪ **Effet Pygmalion**³⁶ :

Cet effet peut être retrouvé sous plusieurs formes, qui sont :

- Anticipation : phase durant laquelle l'examineur peut être influencé par les informations reçues concernant les sujets et donc former des attentes différenciées les concernant.
- Comportement : changement de comportement avec des sujets en fonction de leur groupe de randomisation, impactant potentiellement les résultats.
- Résultats : le traitement différentiel du thérapeute modifie les résultats des sujets.

³³ Psychologies, 2013. Disponible sur : <https://www.psychologies.com/Dico-Psycho/Effet-de-cohorte> (consulté le 13/04/24).

³⁴ Informations sur les biais cognitifs, 2024. Disponible sur : <https://biaisbusiness.fr/42-biais-cognitifs-liste-informations/> (consulté le 13/04/24) ;

³⁵ Sciences humaines, 2017, l'effet Hawthorne. Disponible sur : https://www.scienceshumaines.com/l-effet-hawthorne_fr_38833.html (consulté le 13/04/24).

³⁶ Biais cognitifs en éducation, l'effet Pygmalion, 2020. Disponible sur : <https://knowledgeone.ca/cognitive-bias-in-education-the-pygmalion-effect/?lang=fr>, consulté le 13/04/24

- **Biais de recherche**³⁷ :

Lors de la présentation de leurs résultats, les chercheurs peuvent modifier les résultats en leur faveur, du fait d'erreurs de mesure présentes. Cela impacte donc l'interprétation des résultats et leur véracité.

- **Effet d'ancrage** :

Il correspond à la difficulté de renoncer à sa première impression. En effet, si les sujets ont reçu une information concernant la probable efficacité supérieure ou la non-efficacité quant à l'utilisation de la robotique en rééducation, les résultats du groupe expérimental peuvent alors être impactés. Les sujets sont donc poussés à se fier à l'information reçue en premier [70].

4.4 Conclusions des résultats en lien avec les limites

Au vu des potentiels facteurs pouvant influencer les résultats finaux, les études incluses peuvent faire l'objet de ces différents facteurs et biais cognitifs.

Les études incluses présentent une qualité méthodologique moyenne à bonne sauf pour l'étude de Nunen2014 [55] qui présente une mauvaise qualité méthodologique (4/10 au score PEDro).

Selon les études, il semble qu'il y ait une équivalence quant à l'utilisation supplémentaire des dispositifs robotisés de marche fixes par rapport à une rééducation conventionnelle.

De manière plus précise :

- **Vitesse de marche** :

2 études sur 5 suggèrent une équivalence d'effet entre une rééducation conventionnelle associée à une rééducation robotique et une rééducation conventionnelle.

2 études sur 5 présentent leurs résultats sous formes de médianes et/ou d'écart-interquartiles. Ces données sont moins sensibles et ne fournissent pas une indication claire de la taille d'effet ou de la force d'association entre les différentes variables. Ainsi, ces études ne nous permettent pas de conclure avec précision et de juger de l'efficacité ou non de l'intervention étudiée.

Seule l'étude de **Choi2022** [54], présente des résultats en faveur de la supériorité de l'utilisation complémentaire de la robotique dans l'amélioration de la vitesse de la marche, lorsque le pourcentage d'allègement du poids corporel est de 30%. Cependant, du fait des biais et de la taille d'échantillon très faible et non représentative de la population générale, nous ne pouvons être certains de cet effet.

- **Mobilité fonctionnelle** :

Concernant le critère de la mobilité fonctionnelle (FAC), une étude sur 2 présente une taille d'effet positive mais les résultats ne sont pas statistiquement significatifs. L'autre étude évaluant ce critère de jugement présente ses résultats sous forme de médianes et ne nous permet pas d'interpréter convenablement la taille d'effet.

³⁷ Biais de recherche, disponible sur : <https://www.questionpro.com/blog/fr/recherche-biais/#:~:text=Le%20biais%20de%20recherche%20est,de%20biais%20de%20l'exp%C3%A9rimentateur> (consulté le 13/04/24).

▪ **Fonction musculaire :**

1 étude sur 3 présente une taille d'effet positive, avec des résultats statistiquement significatifs.

1 étude présente des résultats sous forme de médianes, ne nous permettant pas d'objectiver correctement les résultats. Enfin, une étude présente une taille d'effet négative avec une non-significativité statistique du fait de l'intervalle de confiance croisant la valeur nulle.

Cependant, du fait des nombreux biais présents et des tailles d'échantillon relativement faibles, il est difficile de conclure en l'efficacité ou non de la robotique.

Il est donc important que les futures études soient d'une meilleure qualité méthodologique afin de restreindre les différents risques de biais ainsi que les facteurs potentiellement présents pouvant influencer les résultats finaux des études. Les études doivent également présenter des échantillons plus conséquents pour être plus représentatifs de la population générale.

▪ **Equilibre :**

Concernant le critère de jugement secondaire, 2 des 3 études sont en faveur de l'utilisation de la robotique. Cependant, du fait de la présence de résultats non statistiquement significatifs et des biais, il ne nous est pas permis de conclure en l'efficacité de la robotique par rapport à une rééducation conventionnelle seule ou inversement.

Ainsi, du fait de la non-significativité statistique des résultats, des biais présents dans les études ainsi que des faibles tailles d'échantillon associés à des critères d'éligibilité bien précis, nous ne pouvons confirmer la supériorité ou l'équivalence de l'utilisation supplémentaire de la robotique dans la rééducation de la marche après un AVC. Malgré cela, il reste tout de même important de mettre cela en place en pratique clinique, car les conditions d'utilisation ne sont pas forcément les mêmes et les cliniques des patients également.

4.5 Qualité de preuves de la revue

L'échelle **GRADE** « Grades of Recommendation, Assessment, Development, and Evaluation » est utilisée dans l'objectif d'estimer la qualité des preuves de la revue ainsi que la force de recommandations des résultats obtenus [46].

La qualité des preuves est classée comme élevée, modérée, faible ou très faible en fonction de critères bien précis, que sont : la méthodologie de l'étude, la capacité directe des preuves, ainsi que la cohérence et la précision des résultats obtenus. Le niveau de preuve est basé sur un score sur 4 :

- Niveau de preuve élevé (4/4).
- Niveau de preuve modéré (3/4).
- Niveau de preuve faible (2/4).
- Niveau de preuve très faible (1/4).

Il s'agit du système le plus utilisé pour les revues systématiques en Kinésithérapie.

Sur la base des recommandations de la HAS, le logiciel **GRADEpro** est utilisé pour estimer le niveau de preuve de chacun des critères de jugements évalués par notre revue [46].

Résultats	Effets absolus prévus* (95% CI)		Effet relatif (95% CI)	Nbre. de participants (études)	Certitude des données probantes (GRADE)	Commentaires
	Risque avec conventional therapy	Risque avec Robotic				
CWT (gait speed)		MD 0.1 inférieure (0.28 inférieure à 0.09 plus élevé)	-	59 (2 ECRs)	⊕⊕○○ Faible	
CWT (gait speed - étude Choi2022)		MD 0.75 plus élevé (2.67 inférieure à 4.17 plus élevé)	-	24 (1 ECR)	⊕⊕○○ Faible	
FAC		MD 0.85 plus élevé (0.15 inférieure à 1.85 plus élevé)	-	26 (1 ECR)	⊕⊕○○ Faible	
Fugl-Meyer Assessment (FMA)		MD 1.18 plus élevé (0.79 inférieure à 3.15 plus élevé)	-	65 (2 ECRs)	⊕⊕○○ Faible	
Berg Balance Scale (BBS)		MD 1.98 plus élevé (0.18 inférieure à 4.14 plus élevé)	-	50 (2 ECRs)	⊕⊕○○ Faible	

*Le risque dans le groupe d'intervention (et son intervalle de confiance à 95%) est basé sur le risque présumé dans le groupe témoin et l'effet relatif de l'intervention (et son intervalle de confiance à 95%)

DM: différence moyenne; IC: intervalle de confiance

Niveaux de données probantes du Groupe de Travail GRADE
Certitude élevée: Nous sommes très confiants que l'effet réel est proche de celui de l'estimation de l'effet
Certitude modérée: Nous sommes modérément confiants dans l'estimation de l'effet : L'effet réel est probablement proche de l'estimation de l'effet, mais il est possible qu'il soit sensiblement différent
Certitude faible: Notre confiance dans l'estimation de l'effet est limitée : L'effet réel peut être sensiblement différent de l'estimation de l'effet
Certitude très faible: Nous sommes très peu confiants dans l'estimation de l'effet. L'effet réel est susceptible d'être sensiblement différent de l'estimation de l'effet

Tableau XXI : Niveau de preuve des critères de jugements évalués, réalisé par le logiciel **GRADEpro**.

Le tableau reprenant le détail des catégories du système **GRADE** est présent en annexe (cf. Annexe 9).

Un niveau de preuve faible (2/4) est retrouvé pour l'ensemble des critères de jugements.

Cependant, nous rappelons qu'un plus grand nombre d'études doit être présent pour réaliser au mieux le niveau de preuve sur la base du système GRADE. Nous rappelons également que cette notation est très subjective.

Il est donc important que les futures études doivent présenter une meilleure qualité méthodologique, ainsi que moins de biais présents dans le but d'obtenir un meilleur niveau de preuve.

4.6 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Ces dispositifs robotisés de marche fixes constituent une innovation technologique et rééducative, toujours en développement.

Ils proposent un moyen de rééducation de grande intensité, incluant des mouvements de répétition importants. Par ailleurs, ces dispositifs robotiques permettent d'augmenter le temps de rééducation, tout en prolongeant l'action du kinésithérapeute, tout en favorisant un environnement adapté et sécuritaire pour le patient.

Cependant, ces dispositifs innovants relèvent d'un coût financier conséquent, d'une valeur moyenne de 500 000 à 600 000 euros. L'accessibilité de ces innovations n'est donc pas retrouvée dans tous types de structures. Nous les retrouvons principalement dans les structures ou cliniques privées avec principalement un financement extérieur (22 en France par exemple³⁸). De plus, leur caractère imposant peut constituer un facteur limitant.

Concernant les effets secondaires potentiels, les études de notre revue n'en n'ont pas relevé. Il faut tout de même rester vigilant quant à leur utilisation, d'autant plus que d'autres études non incluses dans notre revue, mentionnent quelques effets secondaires tels que des rougeurs, démangeaisons, douleurs articulaires. Il est donc important de souligner l'importance d'une éducation thérapeutique sur les patients présentant ce type de rééducation, d'autant plus s'ils présentent des atteintes au niveau de la sensibilité. Ainsi, ces dispositifs peuvent être réalisés après formation des thérapeutes.

De plus, malgré leur caractère imposant, le temps nécessaire de mise en place de ces dispositifs robotisés est de 30 minutes lors de la première séance avec le patient. Ce temps reste relativement court et ne fait que diminuer lors des séances ultérieures. Ainsi, le temps de mise en place, ne constitue pas une limite à l'utilisation de ces dispositifs robotisés de marche. Il en est de même pour le temps de formation des thérapeutes, qui est court, et dont le financement est pris en charge par les entreprises commercialisant ce moyen de rééducation ou les centres de rééducation en disposant. Ces points constituent donc des moyens encourageants quant à l'utilisation de ce type de rééducation.

Enfin, il est important de noter que chaque individu est différent et que les résultats statistiques peuvent différer des résultats cliniques. Il est donc tout à fait possible de mettre en place ce type de rééducation, notamment lorsque la structure de rééducation dispose de ce dispositif pour rééduquer les patients atteints d'AVC. Les résultats résultant de la recherche sont régis sur la base de critères d'éligibilité et d'une qualité méthodologique bien particulière. Cependant, ce n'est pas le cas en pratique clinique, où de nombreux paramètres psychologiques rentrent également en jeu, comme évoqué précédemment. Il est donc tout à fait possible d'utiliser ce type de rééducation afin d'augmenter et de maximiser les chances de récupération des patients en fonction des différents critères de jugements.

Ainsi, malgré son coût financier important et ses contraintes d'installation et de volume, le dispositif robotisé de marche peut être mis en place dans le cadre d'une rééducation à la marche après un AVC.

4.7 Biais potentiels de la revue

Afin d'évaluer la qualité de la revue, nous nous basons sur la grille **AMSTAR 2**. En effet, cette grille AMSTAR 2 permet d'estimer la qualité méthodologique des revues de littérature et de méta-analyses.

Elle permet d'évaluer la validité interne d'une revue de littérature systématique, incluant des études randomisées et/ou non randomisées [71,72].

Celle-ci est organisée sur la base de 16 critères.

Les cotations possibles sont : oui, partiellement applicable, non, et non disponible.

³⁸ Recensés en 2021 par Médimex. Disponible sur : <https://www.medimex.fr/ou-sont-les-lokomat-en-france/> (consulté le 20/04/24).

La somme des cotations de chaque item nous mène à un score final et donc à note globale de la qualité méthodologique de la revue systématique (cf. Tableau XXII).

Items	Critères	Réponses de l'auteure
Item 1	Inclusion des critères PICO	OUI
Item 2	Publication de la méthodologie de rédaction	NON
Item 3	Explication des critères d'inclusion	OUI
Item 4	Utilisation d'une stratégie de recherche documentaire complète	Partiellement
Item 5	Sélection des études en double	NON Sélection par une seule personne, l'auteure de la revue
Item 6	Extraction des données en double	NON, seule
Item 7	Présentation des études exclues et justifications	OUI, cf. Annexe 2.
Item 8	Données des études incluses	Oui, cf. Annexe 3.
Item 9	Evaluation des risques de biais	OUI, échelle PEDro
Item 10	Indication des sources de financement des études incluses	OUI
Item 11	Méta-analyse : utilisation de méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats	OUI
Item 12	Méta-analyse : impact potentiel des risques de biais	NON
Item 13	Risque de biais lors de la discussion des résultats de la revue	OUI
Item 14	Explication des auteurs sur l'hétérogénéité	OUI
Item 15	Evaluation adéquate des biais de publication et impact sur les résultats de l'étude	NON
Item 16	Conflit d'intérêts et financement probable	OUI

Tableau XXII : Evaluation de la qualité de la revue sur la base de la grille **AMSTAR 2**, tableau réalisé par l'auteure.

Un score de 10/16 sur la qualité est obtenu pour notre revue de littérature (cf. Annexe 10).

4.8 Conflits d'intérêts des auteurs

Les auteurs des études de **Choi2022** [54], **Taveggia2015** [57], **Mustafaoglu2020** [58], **Alingh2015** [59] spécifient ne pas avoir de conflits d'intérêts.

Concernant les études de **Kim2015** [56], **Nunen2014** [55] et **Mayr2018** [60], nous ne retrouvons aucune évocation de ce sujet par les auteurs.

En ce qui me concerne, je déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt en lien avec la recherche scientifique ou la publication de cette revue de littérature. Il est à noter qu'aucun financement n'a été requis dans le cadre du processus de recherche et de rédaction de cette revue de littérature.

5. Conclusion

En pratique clinique, cette revue s'interroge sur l'effet de la robotique dans la rééducation de la marche après un AVC.

Les études tendent à montrer l'équivalence d'effet entre une rééducation conventionnelle associée à des dispositifs robotisés de marche fixes et une rééducation dite conventionnelle seule.

Seule l'étude de **Choi2022** [54] démontre de manière statistiquement significative la supériorité de l'efficacité d'une rééducation alliant rééducation conventionnelle et robotique dans le cadre de l'amélioration de la vitesse de la marche lorsque le pourcentage d'allègement du poids corporel est de 30%. Toutefois, l'étude présente un très faible échantillon, une faible qualité méthodologique, ainsi que des biais non négligeables, ne permettant pas de confirmer la supériorité de la robotique dans la rééducation.

Concernant l'amélioration de la fonction musculaire, seule l'étude de **Mustafaoglu2020** [58] tend vers une supériorité de l'efficacité robotique, avec des résultats statistiquement significatifs. Cependant, la faible taille d'échantillon ne peut permettre une généralisation de l'applicabilité de l'intervention à l'ensemble de la population.

Cependant, les études incluses présentent des biais non négligeables, une hétérogénéité des protocoles de rééducation entre les études et l'impossibilité de réaliser les études en double aveugle.

Cette revue de littérature ne permet donc pas de déterminer la preuve scientifique de l'efficacité de l'utilisation des dispositifs robotisés de marche fixes en tant que supplément de rééducation sur nos critères de jugements évalués. Les résultats relevés peuvent tout de même faire espérer une amélioration potentielle des critères de jugements analysés lors de la réalisation du protocole.

De plus, certains autres critères de jugements ont été évalués par les études incluses ou d'autres études des bases de données, que nous n'avons pas analysés. Il serait donc intéressant d'étudier l'effet des dispositifs robotisés sur les autres critères de jugements possibles, tels que ceux évoquant l'amélioration de la fonction cardio-respiratoire [57], de la qualité de vie [55,56,57,58] ou bien d'autres notions lors de l'utilisation de ce moyen de rééducation innovant.

Concernant la recherche, les futures études devront présenter une meilleure qualité méthodologique, une homogénéité des groupes d'études et porter sur de plus grands échantillons.

De plus, il serait intéressant de déterminer un protocole bien précis quant à l'utilisation des dispositifs robotisés dans le but d'avoir une meilleure homogénéité des protocoles entre les études.

Par ailleurs, ce moyen de rééducation est innovant et ne cesse de se développer. Il est donc important de se tenir informé des données de la science sur ces dispositifs. La poursuite des recherches sur ce domaine devrait être encouragée à l'avenir, dans l'espoir d'apporter de meilleurs résultats interprétables pour une population plus générale.

Enfin, les données statistiques peuvent différer des résultats en pratique clinique. Lors d'un de mes derniers stages, un exosquelette était à disposition pour la rééducation des patients. L'exosquelette fait partie de la famille de ces dispositifs robotisés de marche. J'ai donc pu observer sur plusieurs semaines l'évolution des patients utilisant ce type dispositif robotisé mobile en complémentarité de la rééducation conventionnelle. Les différents patients présentaient des effets plutôt encourageants.

Au vu des données de la littérature sur ce sujet, il serait intéressant d'entreprendre ce type de rééducation en complémentarité de la rééducation conventionnelle. En effet, de faibles effets secondaires ont été démontrés. Il est cependant primordial que d'autres études soient menées dans le but d'obtenir des résultats plus interprétables, fiables et donc plus reproductibles de la population générale.

La notion de plasticité cérébrale n'est pas uniquement propre à une rééducation après un AVC, mais est également présente dans le cadre de plusieurs pathologies neurologiques, précédemment citées. Il serait donc également intéressant d'entreprendre une analyse des études portant sur l'utilisation de ces dispositifs robotisés de marche fixes dans le cadre d'autres pathologies neurologiques. Il en est de même concernant le domaine pédiatrique. Peu d'études ont été réalisées sur une si jeune population, mais il serait pertinent d'avoir des informations sur ce sujet, d'autant plus que la notion de plasticité cérébrale est plus présente à un très jeune âge.

6. Bibliographie

- [1] Dufour M, Anatomie de l'appareil locomoteur, Tome 3, Tête et tronc, Elsevier Masson, 3^{ème} édition, 2017, chapitre 6, pages 296-299.
- [2] Rostagno S, Tourlet C, Pallot A, Rééducation en neurologie, Eléments pour une pratique clinique raisonnée, 1^{ère} édition, Elsevier Masson SAS, 2021, partie II, chapitre 7, pages 60-70.
- [3] Puderbaugh M, Emmady PD. Neuroplasticity. Physiother Adult Neurol Cond 2023:1–30.
https://doi.org/10.1007/978-981-19-0209-3_1.
- [4] Mateos-Aparicio P, Rodríguez-Moreno A. The impact of studying brain plasticity. Front Cell Neurosci 2019;13:431407. <https://doi.org/10.3389/FNCEL.2019.00066>.
- [5] INSERM – Accident Vasculaire cérébral (AVC), mai 2019. <https://www.inserm.fr/dossier/accident-vasculaire-cerebral-avc/>
- [6] Rostagno S, Tourlet C, Pallot A, Rééducation en neurologie, Eléments pour une pratique clinique raisonnée, 1^{ère} édition, Elsevier Masson SAS, 2021, partie III, chapitre 11, pages 116-123.
- [7] HAS – Référentiel d'auto-évaluation des pratiques professionnelles en massokinésithérapie, Evaluation fonctionnelle de l'AVC, janvier 2006. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/evaluation_fonctionnelle_de_lavc_referentiel_2006.pdf
- [8] Zuber M, Defebvre L, Créange A, Collège des Enseignants de Neurologie : Réussir ses ECNi, 2^{ème} cycle, 5^{ème} édition, Elsevier Masson SAS, 2019, Accidents Vasculaires Cérébraux.
- [9] Zuber M, Defebvre L, Créange A, Collège des Enseignants de Neurologie : Réussir ses ECNi, 1^{er} cycle, 5^{ème} édition, Elsevier Masson SAS, 2019, Syndrome pyramidal.
- [10] Harb A, Kishner S. Modified Ashworth Scale. StatPearls 2023.
- [11] Li F, Wu Y, Xiong L. Reliability of a new scale for measurement of spasticity in stroke patients. J Rehabil Med 2014;46:746–53. <https://doi.org/10.2340/16501977-1851>.
- [12] Wang F, Zhang D, Hu S, Zhu B, Han F, Zhao X. Brunnstrom Stage Automatic Evaluation for Stroke Patients by Using Multi-Channel sEMG. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc IEEE Eng Med Biol Soc Annu Int Conf 2020;2020:3763–6. <https://doi.org/10.1109/EMBC44109.2020.9175285>.
- [13] Zuber M, Defebvre L, Créange A, Collège des Enseignants de Neurologie : Réussir ses ECNi, 1^{er} cycle, 5^{ème} édition, Elsevier Masson SAS, 2019, Syndrome sensitifs.
- [14] Bouhassira D, Attal N, Alchaar H, Boureau F, Brochet B, Bruxelle J, et al. Comparison of pain syndromes associated with nervous or somatic lesions and development of a new neuropathic pain diagnostic questionnaire (DN4). Pain 2005;114:29–36. <https://doi.org/10.1016/J.PAIN.2004.12.010>.
- [15] Rostagno S, Tourlet C, Pallot A, Rééducation en neurologie, Eléments pour une pratique clinique raisonnée, 1^{ère} édition, Elsevier Masson SAS, 2021, partie IV, chapitre 23, pages 269-285.
- [16] Zuber M, Defebvre L, Créange A, Collège des Enseignants de Neurologie : Réussir ses ECNi, 1^{er} cycle, 5^{ème} édition, Elsevier Masson SAS, 2019, Sémiologie des fonctions cognitives.

- [17] HAS – AVC : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte, novembre 2012. https://www.has-sante.fr/jcms/c_1334330/fr/accident-vasculaire-cerebral-methodes-de-reeducation-de-la-fonction-motrice-chez-l-adulte#toc_1_1
- [18] HAS – Post-AVC, septembre 2019. https://www.has-sante.fr/jcms/p_3100943/fr/post-avc-quatre-messages-cles-pour-une-reeducation-optimale
- [19] Yelnik A. Récupération de la motricité après accident vasculaire cérébral. Facteurs pronostiques et rééducation. Bull Acad Natl Med 2022;206:594–603. <https://doi.org/10.1016/J.BANM.2022.02.016>.
- [20] Kwah LK, Diong J. National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS). J Physiother 2014;60:61. <https://doi.org/10.1016/J.JPHYS.2013.12.012>.
- [21] Smith MC, Barber PA, Stinear CM. The TWIST Algorithm Predicts Time to Walking Independently After Stroke. Neurorehabil Neural Repair 2017;31:955–64. <https://doi.org/10.1177/1545968317736820>.
- [22] Smith MC, Ackerley SJ, Barber PA, Byblow WD, Stinear CM. PREP2 Algorithm Predictions Are Correct at 2 Years Poststroke for Most Patients. Neurorehabil Neural Repair 2019;33:635–42. <https://doi.org/10.1177/1545968319860481>.
- [23] Stinear CM, Byblow WD, Ackerley SJ, Smith MC, Borges VM, Barber PA. PREP2: A biomarker-based algorithm for predicting upper limb function after stroke. Ann Clin Transl Neurol 2017;4:811–20. <https://doi.org/10.1002/ACN3.488>.
- [24] HAS – Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte, juin 2012. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-11/11irp01_argu_avc_methodes_de_reeducation.pdf
- [25] Wallard L, Dietrich G, Kerlirzin Y, Bredin J. Chapitre 2. La rééducation de la marche assistée par robotique 2016:235–41.
- [26] Wagner J, Solis-Escalante T, Grieshofer P, Neuper C, Müller-Putz G, Scherer R. Level of participation in robotic-assisted treadmill walking modulates midline sensorimotor EEG rhythms in able-bodied subjects. Neuroimage 2012;63:1203–11. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROIMAGE.2012.08.019>.
- [27] Piette P, Pasquier J. Réalité virtuelle et rééducation. Kinésithérapie, La Rev 2012;12:38–41. <https://doi.org/10.1016/J.KINE.2012.07.003>.
- [28] Mehrholz J, Thomas S, Kugler J, Pohl M, Elsner B. Electromechanical-assisted training for walking after stroke. Cochrane Database Syst Rev 2020;10. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006185.PUB5>.
- [29] Riener R, Lünenburger L, Maier IC, Colombo G, Dietz V. Locomotor Training in Subjects with Sensori-Motor Deficits: An Overview of the Robotic Gait Orthosis Lokomat. J Healthc Eng 2010;1:197–216. <https://doi.org/10.1260/2040-2295.1.2.197>.
- [30] Alcobendas-Maestro M, Esclarín-Ruz A, Casado-López RM, Muñoz-González A, Pérez-Mateos G, González-Valdizán E, et al. Lokomat Robotic-Assisted Versus Overground Training Within 3 to 6 Months of Incomplete Spinal Cord Lesion: Randomized Controlled Trial. Neurorehabil Neural Repair 2012;26:1058–63. <https://doi.org/10.1177/1545968312448232>.

- [31] Benito-Penalva J, Edwards DJ, Opisso E, Cortes M, Lopez-Blazquez R, Murillo N, et al. Gait training in human spinal cord injury using electromechanical systems: Effect of device type and patient characteristics. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93:404–12. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.08.028>.
- [32] Huang VS, Haith A, Mazzoni P, Krakauer JW. Rethinking Motor Learning and Savings in Adaptation Paradigms: Model-Free Memory for Successful Actions Combines with Internal Models. *Neuron* 2011;70:787–801. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.04.012>.
- [33] Armand S, Bonnefoy-Mazure A, De Coulon G, Hoffmeyer P. Analyse quantifiée de la marche : mode d'emploi. *Rev Med Suisse* 2015;490:1916–20.
- [34] Huxham F, Gong J, Baker R, Morris M, Iansek R. Defining spatial parameters for non-linear walking. *Gait Posture* 2006;23:159–63. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2005.01.001>.
- [35] [1] Terrier P, Schutz Y. Variability of gait patterns during unconstrained walking assessed by satellite positioning (GPS). *Eur J Appl Physiol* 2003;90:554–61. <https://doi.org/10.1007/S00421-003-0906-3>.
- [36] Brun V, Mousbeh Z, Jouet-Pastre B, Benaim C, Kunnert JE, Dhoms G, et al. Évaluation clinique de la marche de l'hémiplégique vasculaire : proposition d'une modification de la functional ambulation classification. *Ann Réadaptation Médecine Phys* 2000;43:14–20. [https://doi.org/10.1016/S0168-6054\(00\)87937-4](https://doi.org/10.1016/S0168-6054(00)87937-4).
- [37] Locomotion humaine : marche, course, Bases fondamentales, évaluation clinique et applications thérapeutiques de l'enfant à l'adulte, 1^{ère} édition, Elsevier Masson SAS, 2018, chapitre 3, pages 38-58.
- [38] Selves C, Stoquart G, Lejeune T. Gait rehabilitation after stroke: review of the evidence of predictors, clinical outcomes and timing for interventions. *Acta Neurol Belg* 2020;120:783–90. <https://doi.org/10.1007/S13760-020-01320-7>.
- [39] OMS – Accident vasculaire cérébral, 2023. <https://www.emro.who.int/fr/health-topics/stroke-cerebrovascular-accident/index.html>
- [40] Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ* 2009;339. <https://doi.org/10.1136/BMJ.B2700>.
- [41] Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *J Clin Epidemiol* 2021;134:178–89. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2021.03.001>.
- [42] Durieux N, Vandenput S, Pasleau F. [OCEBM levels of evidence system]. *Rev Med Liege* 2013;68:644–9.
- [43] OMS – Essais cliniques - <https://www.who.int/clinical-trials-registry-platform>
- [44] UNICEF – Essais contrôlés randomisés (ECR), septembre 2014. <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB7FR.pdf>
- [45] HAS – Méthodologie pour le développement clinique des dispositifs médicaux, juin 2021. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-11/guide_methodologique_pour_le_developpement_clinique_des_dispositifs_medicaux.pdf
- [46] HAS – Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique, avril 2013. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf

- [47] Armijo-Olivo S, Da Costa BR, Cummings GG, Ha C, Fuentes J, Saltaji H, et al. PEDro or Cochrane to Assess the Quality of Clinical Trials? A Meta-Epidemiological Study. *PLoS One* 2015;10:e0132634. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0132634>.
- [48] Moseley AM, Rahman P, Wells GA, Zadro JR, Sherrington C, Toupin-April K, et al. Agreement between the Cochrane risk of bias tool and Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale: A meta-epidemiological study of randomized controlled trials of physical therapy interventions. *PLoS One* 2019;14:e0222770. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0222770>.
- [49] Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother* 2020;66:59. <https://doi.org/10.1016/J.JPHYS.2019.08.005>.
- [50] Brosseau L, Laroche C, Sutton A, Guitard P, King J, Poitras S, et al. Une version franco-canadienne de la Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale : L'Échelle PEDro. <https://doi.org/10.3138/PTC.2014-37F> 2015;67:232–9. <https://doi.org/10.3138/PTC.2014-37F>.
- [51] Broek JL, Akl EA, Alonso-Coello P, Lang D, Jaeschke R, Williams JW, et al. Grading quality of evidence and strength of recommendations in clinical practice guidelines. *Allergy* 2009;64:669–77. <https://doi.org/10.1111/J.1398-9995.2009.01973.X>.
- [52] Bourque J, Blais J-G, Larose F. L'interprétation des tests d'hypothèses : p, la taille de l'effet et la puissance. *Rev Sci Edu* 2009;35:211–26. <https://doi.org/10.7202/029931AR>.
- [53] Verhagen AP, Ferreira ML. Forest plots. *J Physiother* 2014;60:170–3. <https://doi.org/10.1016/J.JPHYS.2014.06.021>.
- [54] Choi W. Effects of Robot-Assisted Gait Training with Body Weight Support on Gait and Balance in Stroke Patients. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19105814>.
- [55] Van Nunen MPM, Gerrits KHL, Konijnenbelt M, Janssen TWJ, De Haan A. Recovery of walking ability using a robotic device in subacute stroke patients: a randomized controlled study. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2015;10:141–8. <https://doi.org/10.3109/17483107.2013.873489>.
- [56] Kim SY, Yang L, Park IJ, Kim EJ, Park MS, You SH, et al. Effects of Innovative WALKBOT Robotic-Assisted Locomotor Training on Balance and Gait Recovery in Hemiparetic Stroke: A Prospective, Randomized, Experimenter Blinded Case Control Study With a Four-Week Follow-Up. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2015;23:636–42. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2015.2404936>.
- [57] Taveggia G, Borboni A, Mulé C, Villafañe JH, Negrini S. Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial. *Int J Rehabil Res* 2016;39:29–35. <https://doi.org/10.1097/MRR.000000000000137>.
- [58] Mustafaoglu R, Erhan B, Yeldan I, Gunduz B, Tarakci E. Does robot-assisted gait training improve mobility, activities of daily living and quality of life in stroke? A single-blinded, randomized controlled trial. *Acta Neurol Belg* 2020;120:335–44. <https://doi.org/10.1007/S13760-020-01276-8>.
- [59] Alingh JF, Fleerkotte BM, Groen BE, Rietman JS, Weerdesteyn V, van Asseldonk EHF, et al. Effect of assist-as-needed robotic gait training on the gait pattern post stroke: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil* 2021;18. <https://doi.org/10.1186/S12984-020-00800-4>.
- [60] Mayr A, Quirbach E, Picelli A, Kofler M, Smania N, Saltuari L. Early robot-assisted gait retraining in non-ambulatory patients with stroke: a single blind randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2018;54:819–26. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.04832-3>.

- [61] Minerva – Bais de non respect de l'insu – 2013 – volume 12 n°3, page 38. <https://minerva-ebp.be/FR/Article/106>.
- [62] Minerva – La valeur de l'outil « Risque de biais » de la Cochrane Collaboration dans les synthèses méthodiques – mai 2017 – volume 16 n°4, page 104-106. <https://minerva-ebp.be/FR/Article/2109>
- [63] Gafner SC, Bruyneel AV. Test de 10 mètres de marche. Kinésithérapie, La Rev 2022;22:46–9. <https://doi.org/10.1016/J.KINE.2022.05.001>.
- [64] Strokengine, Functional Ambulation Categories (FAC), Juin 2011. <https://strokengine.ca/fr/assessments/fac/>.
- [65] Strokengine, Fugl-Meyer Assessment of Sensorimotor Recovery After Stroke (FMA), Novembre 2010. <https://strokengine.ca/fr/assessments/fugl-meyer-assessment-of-sensorimotor-recovery-after-stroke-fma/>.
- [66] Strokengine, Échelle d'équilibre de Berg (EEB), Novembre 2010. <https://strokengine.ca/fr/assessments/echelle-dequilibre-de-berg-eeb/>.
- [67] Coulm B. L'essentiel sur les méta-analyses. Sages-Femmes 2022;21:51–5. <https://doi.org/10.1016/J.SAGF.2021.11.012>.
- [68] Minerva – Hétérogénéité dans les synthèses méthodiques et méta-analyse – 2007 – volume 6 numéro 10, page 160. <https://minerva-ebp.be/fr/article/563>.
- [69] INSERM - Sans Brian Molko - C'est quoi un placebo ? <https://www.inserm.fr/c-est-quoi/sans-brian-molko-cest-quoi-un-placebo/>.
- [70] Goldszlagier J. L'effet d'ancrage ou l'apport de la psychologie cognitive à l'étude de la décision judiciaire. Les Cah La Justice 2015;4:507–31. <https://doi.org/10.3917/CDLJ.1504.0507>.
- [71] Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. Kinésithérapie, La Rev 2021;21:13–4. <https://doi.org/10.1016/J.KINE.2019.12.050>.
- [72] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. BMJ 2017;358. <https://doi.org/10.1136/BMJ.J4008>.
- [73] Lee J, Kim DY, Lee SH, Kim JH, Kim DY, Lim KB, et al. End-effector lower limb robot-assisted gait training effects in subacute stroke patients: A randomized controlled pilot trial. Medicine (Baltimore) 2023;102:E35568. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035568>.
- [74] Talaty M, Esquenazi A. Feasibility and outcomes of supplemental gait training by robotic and conventional means in acute stroke rehabilitation. J Neuroeng Rehabil 2023;20. <https://doi.org/10.1186/S12984-023-01243-3>.
- [75] Lin YN, Huang SW, Kuan YC, Chen HC, Jian WS, Lin LF. Hybrid robot-assisted gait training for motor function in subacute stroke: a single-blind randomized controlled trial. J Neuroeng Rehabil 2022;19. <https://doi.org/10.1186/S12984-022-01076-6>.
- [76] Tomida K, Sonoda S, Hirano S, Suzuki A, Tanino G, Kawakami K, et al. Randomized Controlled Trial of Gait Training Using Gait Exercise Assist Robot (GEAR) in Stroke Patients with Hemiplegia. J Stroke Cerebrovasc Dis 2019;28:2421–8. <https://doi.org/10.1016/J.JSTROKECEREBROVASC.2019.06.030>.

- [77] Aprile I, Iacovelli C, Goffredo M, Cruciani A, Galli M, Simbolotti C, et al. Efficacy of end-effector Robot-Assisted Gait Training in subacute stroke patients: Clinical and gait outcomes from a pilot bi-centre study. *NeuroRehabilitation* 2019;45:201–12. <https://doi.org/10.3233/NRE-192778>.
- [78] Kelley CP, Childress J, Boake C, Noser EA. Over-ground and robotic-assisted locomotor training in adults with chronic stroke: a blinded randomized clinical trial. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2013;8:161–8. <https://doi.org/10.3109/17483107.2012.714052>.
- [79] Thimabut N, Yotnuengnit P, Charoenlimprasert J, Sillapachai T, Hirano S, Saitoh E, et al. Effects of the Robot-Assisted Gait Training Device Plus Physiotherapy in Improving Ambulatory Functions in Patients With Subacute Stroke With Hemiplegia: An Assessor-Blinded, Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2022;103:843–50. <https://doi.org/10.1016/J.APMR.2022.01.146>.
- [80] Meng G, Ma X, Chen P, Xu S, Li M, Zhao Y, et al. Effect of early integrated robot-assisted gait training on motor and balance in patients with acute ischemic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Ther Adv Neurol Disord* 2022;15. <https://doi.org/10.1177/17562864221123195>.
- [81] Kim KT, Choi Y, Cho JH, Lee S. Feasibility and Usability of a Robot-Assisted Complex Upper and Lower Limb Rehabilitation System in Patients with Stroke: A Pilot Study. *Ann Rehabil Med* 2023;47:108–17. <https://doi.org/10.5535/ARM.23017>.
- [82] Chanubol R, Wongphaet P, Werner C, Chavanich N, Panichareon L. Gait rehabilitation in subacute hemiparetic stroke: Robot-assisted gait training versus conventional physical therapy. *J Neurol Sci* 2013;333:e574. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2013.07.2009>.
- [83] Mahmoud S., Robotic Constraint Lokomat Training for Gait Rehabilitation in Patients With Stroke, 2022. <https://classic.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT05485727>.
- [84] Zicai L., Effectiveness of the A3 robot on lower extremity motor function in stroke patients: a prospective, randomized controlled trial, 2021. <https://trialssearch.who.int/Trial2.aspx?TrialID=ChiCTR2100052767>.
- [85] Hotz I., Effects of robot-assisted and conventional gait training on walking ability, basic activities of daily living, walking, functional mobility, falls related self-efficacy and quality of life in patients after stroke: a randomised controlled trial, 2022. <https://trialssearch.who.int/Trial2.aspx?TrialID=DRKS00029910>.
- [86] Sasiwan N., Effect of Robotic-assisted gait training (Welwalk[®]) plus physiotherapy on ambulatory outcomes and activity of daily living in subacute hemiplegic stroke patients: randomized single blinded controlled trial, 2019. <https://trialssearch.who.int/Trial2.aspx?TrialID=TCTR20180829003>

7. Figures et Tableaux

Figure 1 : Vascularisation artérielle cérébrale et polygone de Willis.

Figure 2 : Traitements de l'AVC.

Figure 3 : Exemple du Lokomat et de ses différentes structures techniques.

Figure 4 : Schéma du cycle de marche.

Figure 5 : Paramètres spatiaux-temporels de la marche.

Figure 6 : Hiérarchisation par OCEBM des niveaux de preuves en fonction des schémas d'études.

Figure 7 : Schématisation des essais en groupes parallèles et en cross-over.

Figure 8 : Diagramme de flux, réalisé par l'auteure.

Figure 9 : Forest plot correspondant aux données du test de 10 mètres de marche, réalisé par l'auteure.

Figure 10 : Forest plot correspondant aux données de la Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE), réalisé par l'auteure.

Figure 11 : Forest plot correspondant aux données du Berg Balance Scale (BBS), réalisé par l'auteure.

Tableau I : Signes cliniques en fonction du terrain lésionnel.

Tableau II : Caractéristiques d'un dispositif robotisé de marche fixe, de type Lokomat, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau III : Elaboration de l'équation de recherche sur PubMed.

Tableau IV : Récapitulatif des études incluses, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau V : Risques de biais évalués sur la base de l'échelle **PEDro**, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau VI : Récapitulatif des risques de biais de chacune des études, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau VII : Résultats concernant le test de 10 mètres de marche de l'étude Choi2022, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau VIII : Résultats concernant le test de 10 mètres de marche des études Taveggia2015 et Alingh2015, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau IX : Résultats concernant le test de 10 mètres de marche de l'étude Nunen2014, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau X : Résultats concernant le test de 10 mètres de marche de l'étude Mustafaoglu2020, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XI : Résultats concernant l'échelle MM de l'étude de Mayr2018 [60], tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XII : Résultats concernant la Functional Ambulation Categories (FAC) de l'étude Kim2015, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XIII : Résultats concernant la Functional Ambulation Categories (FAC) de l'étude Nunen2014, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XIV: Résultats concernant la Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE) de l'étude Nunen2014, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XV: Résultats concernant la Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE) de l'étude Alingh2015, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XVI: Résultats concernant la Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity (FMA-LE) de l'étude Mustafaoglu2020, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XVII: Résultats concernant la Berg Balance Scale (BBS) de l'étude de Choi2022, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XVIII : Résultats concernant la Berg Balance Scale (BBS) de l'étude de Nunen2014, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XIX : Résultats concernant la Berg Balance Scale (BBS) de l'étude de Kim2015, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XX : Caractéristiques des protocoles par étude, tableau réalisé par l'auteure.

Tableau XXI : Niveau de preuve des critères de jugements évalués, réalisé par le logiciel GRADEpro.

Tableau XXII : Evaluation de la qualité de la revue sur la base de la grille **AMSTAR 2**, tableau réalisé par l'auteure.

8. Annexes

Annexe 1 : Echelle PEDro [50].

Énoncés	Oui	Non
1. Les critères d'admissibilité ont été spécifiés.	1	0
2. Les participants ont été assignés de façon aléatoire dans les groupes (lors d'une étude à devis croisé, l'ordre dans lequel les participants ont reçu les interventions a été déterminé de façon aléatoire).	1	0
3. L'assignation des participants à un groupe a été dissimulée.	1	0
4. Au début de l'étude, les groupes étaient similaires en ce qui concerne les indicateurs pronostiques les plus importants.	1	0
5. Les participants ignoraient le groupe auquel ils avaient été assignés.	1	0
6. Les intervenants ignoraient le groupe auquel les participants avaient été assignés.	1	0
7. Les évaluateurs ayant mesuré au moins un résultat clé ignoraient le groupe auquel les participants avaient été assignés.	1	0
8. Les mesures d'au moins un résultat clé ont été obtenues chez plus de 85 % des participants initialement assignés aux groupes.	1	0
9. Tous les participants pour qui des mesures de résultats étaient disponibles ont reçu l'intervention assignée. Lorsque ce n'était pas le cas, les données d'au moins un résultat clé ont été analysées selon l'« intention de traiter ».	1	0
10. Les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont fournis pour au moins un résultat clé.	1	0
11. L'étude fournit à la fois une mesure de l'ampleur de l'effet et une mesure de dispersion pour au moins un résultat clé.	1	0
Total de chaque colonne :		
Score : _____/10		

Annexe 2 : Tableau récapitulatif des études exclues après lecture de l'intégralité des articles.

Auteurs	Etudes exclues	Raison de l'exclusion
Lee J. et al. (2023) [73]	End-effector lower limb robot-assisted gait training effects in subacute stroke patients: A randomized controlled pilot trial	Intervention
Talaty M. et al. (2023) [74]	Feasibility and outcomes of supplemental gait training by robotic and conventional means in acute stroke rehabilitation	Durée du protocole < 1 mois
Lin Y., Huang S., et al. (2022) [75]	Hybrid robot-assisted gait training for motor function in subacute stroke: a single-blind randomized controlled trial	Intervention
Tomida K., Sonada S., et al. (2019) [76]	Randomized Controlled Trial of Gait Training Using Gait Exercise Assist Robot (GEAR) in Stroke Patients with Hemiplegia	Intervention
Aprile I., Lacovelli C. et al. (2019) [77]	Efficacy of end-effector Robot-Assisted Gait Training in subacute stroke patients: Clinical and gait outcomes from a pilot bi-centre study	Non disponible en intégralité
Kelley C., Childress J. et al. (2013) [78]	Over-ground and robotic-assisted locomotor training in adults with chronic stroke: a blinded randomized clinical trial	Intervention
Thimabut N., Yotnuengnit P. et al. (2022) [79]	Effects of the Robot-Assisted Gait Training Device Plus Physiotherapy in Improving Ambulatory Functions in Patients With Subacute Stroke With Hemiplegia: An Assessor-Blinded, Randomized Controlled Trial	Intervention
Meng G., Ma X., et al (2022) [80]	Effect of early integrated robot-assisted gait training on motor and balance in patients with acute ischemic stroke: a single-blinded randomized controlled trial	Intervention
Kim K., Choi Y. et al. (2023) [81]	Effects of end-effector type lower limb rehabilitation robot-assisted gait training in patients with subacute stroke	Autre langue
Chanubol P., Wongphaet P., et al. (2013) [82]	Gait rehabilitation in subacute hemiparetic stroke: robot-assisted gait training versus conventional physical therapy	Autre langue (Thaïlandais)
Mahmoud S. (2022) [83]	Robotic Constraint Lokomat Training for Gait Rehabilitation in Patients With Stroke.	Non disponible en intégralité
Zicai L. (2021) [84]	Effectiveness of the A3 robot on lower extremity motor function in stroke patients: a prospective, randomized controlled trial.	Autre langue (chinois)
Hotz I. (2022) [85]	Effects of robot-assisted and conventional gait training on walking ability, basic activities of daily living, walking, functional mobility, falls related self-efficacy and quality of life in patients after stroke: a randomised controlled trial	Non disponible en intégralité
Sasiwan N. (2019) [86]	Effect of robotic-assisted gait training (Welwalk) plus physiotherapy on ambulatory outcomes and activity of daily living in subacute hemiplegic stroke patients: randomized single blinded controlled trial.	Non disponible en intégralité

Annexe 3 : Données (moyenne (écart-types) (pré-intervention et post-intervention) des critères de jugements évalués.

Etudes			Critères de jugements (Outcomes)							
			CWT		FAC		FMA-LE		BBS	
Choi2022 [54]	Groupe A	Pré-intervention	24.7 +/- 4.7						33.3 +/- 3.1	
		Post-Intervention	15.5 +/- 3.6						37.2 +/- 2.8	
	Groupe B	Pré-intervention	33.8 +/- 6.6						36.7 +/- 3.3	
		Post-Intervention	27.1 +/- 7.6						36.8 +/- 3.8	
	Groupe C	Pré-intervention	32.5 +/- 7.1						34.0 +/- 4.3	
		Post-Intervention	28.6 +/- 8.5						33.7 +/- 4.2	
	Groupe Contrôle	Pré-intervention	22.3 +/- 3.8						34.3 +/- 2.7	
		Post-Intervention	21.6 +/- 4.4						34.5 +/- 3.3	
Etudes			CWT		FAC		FMA-LE		BBS	
			Exp	Con	Exp	Con	Ext	Con	Exp	Con
Nunen2014 [55]	Pré-intervention	0.03	0.00	1.50	1.00	13.0	14.0	16.0	11.5	
	<i>Médiane (IQR)</i>	(0.14)	(0.23)	(1.0)	(1.00)	(7.3)	(10.3)	(17.3)	(23.8)	
	Post-intervention	0.20	0.17	1.25	1.29	2.6	3.1	14.4	15.1	
	<i>Médiane (IQR)</i>	(0.16)	(0.17)	(0.58)	(0.99)	(1.9)	(2.0)	(9.5)	(9.6)	
Kim2015 [56]	Pré-intervention			1.46	1.62			19.23	19.77	
				+/-	+/-			+/-	+/-	
			1.55	0.92			14.62	9.00		
	Post-intervention			2.54	1.69			33.85	27.00	
				+/-	+/-			+/-	+/-	
				1.50	0.91			12.92	7.88	
Taveggia2015 [57]	Pré-intervention	0.27	0.46							
		+/-	+/-							
	0.25	0.26								
	Post-intervention	0.56	0.66							
		+/-	+/-							
		0.44	0.19							
Mustafaoglu2020 [58]	Pré-intervention	0.42	0.42			20.8	20.1			
		[0.20 – 0.67]**	[0.20 - 0.84]**			+/-	+/-			
	Post-intervention	0.59	0.50			26.5	23.1			
		[0.25 – 1.05]**	[0.25 – 0.95]**			+/-	+/-			
		4.5	2.7			4.5	2.7			
Alingh2015 [59]	Pré-intervention	0.61	0.76			24.2	23.4			
		+/-	+/-			+/-	+/-			
	0.35	0.38			4.6	6.8				
	Post-intervention	0.86	0.95			26.4	28.9			
		+/-	+/-			+/-	+/-			
		0.38	0.38			5.0	4.1			
Mayr2018 [60]	MM	3.8	3.0							
	Pré-intervention (N = 37/37)	(1.5)	(2.0)							
	MM	2.7	2.1							
	post-intervention (N= 36/30)	(1.4)	(1.5)							

*Exp = groupe expérimental ; Con = groupe contrôle ; ** Médiane [Min-Max]

Annexe 4 : Tableaux récapitulatifs des caractéristiques de chaque étude incluse.

Etude	Choi2022 [54]
	Effects of Robot-Assisted Gait Training with Body Weight Support on Gait and Balance in Stroke Patients
Auteur	Wonho Cho
Date de publication	10 Mai 2022
Schéma d'étude	Essai clinique randomisé
Caractéristiques de la population	<p><u>Sélection des participants :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 27 participants présélectionnés - 24 participants répondent aux critères d'inclusion (3 exclus) - Analyse finale des résultats sur 24 participants (6 x 4). <p><u>Critères d'inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - AVC > 6 mois après le début de l'étude. - Non difficulté à suivre les instructions du thérapeute, soit un score MMSE \geq 24 - Absence de pathologies orthopédiques, cardiaque et de problèmes circulatoires - Patients capables de marcher plus de 10 mètres en utilisant des orthèses ou des aides à la mobilité. <p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Présence d'une maladie de la peau ouverte - Présence d'une raideur sévère de fixation - Taille < 125cm - Poids > 135kg - MAS modifiée de G1 ou plus sur le côté affecté. <p><u>Caractéristiques de la population :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Moyenne d'âge : <ul style="list-style-type: none"> Groupe robot : <li style="margin-left: 20px;">● Groupe A : 52,7 +/- 15,4 <li style="margin-left: 20px;">● Groupe B : 54,7 +/- 12,3 <li style="margin-left: 20px;">● Groupe C : 59,5 +/- 15,3 Groupe Contrôle (D = non-robot) : 61,4 +/- 9,7 ▪ Sexe : <ul style="list-style-type: none"> ● Groupe A : 4H/2F ● Groupe B : 2H/4F ● Groupe C : 3H/3F Groupe Contrôle (D) : 3H/3F ▪ Côté atteint (droit/gauche): <ul style="list-style-type: none"> ● Groupe A; B; C : 3D/3G Groupe contrôle (D) : 3D/3G ▪ Délai entre l'AVC et le début de la prise en charge (PEC) kinésithérapique : en mois <ul style="list-style-type: none"> ● Groupe A: 20,2 +/- 10,5 ● Groupe B: 16,3 +/- 9,5 ● Groupe C: 16,8 +/- 8,6 Groupe contrôle (D) : 16,8 +/- 6,9
	<p>24 participants ont été randomisés dans un des 4 groupes de l'étude :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Groupe A (N=6) - Groupe B (N=6) - Groupe C (N=6)

<p>Détails de l'intervention</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Groupe D (N=6) <p>Intervention : 3 groupes de robot (A,B et C) ayant un pourcentage d'allègement du poids corporel différent (groupe A = 30% ; groupe B = 50% ; groupe C = 70%)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Matin : rééducation conventionnelle pour une durée de 60 minutes. - Après-midi : rééducation par l'intermédiaire du Lokomat (Hocoma) pendant 30 minutes + 30 minutes de rééducation conventionnelle. - Protocole de rééducation d'une durée de 120 minutes par jour, soit 5 fois par semaine pour une durée de <u>6 semaines</u>. <p>Comparateur : Non-robot = conventionnal therapy (N=6)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Matin : rééducation conventionnelle de 60 minutes. - Après-midi : rééducation conventionnelle de 30 minutes, avec ajout d'une rééducation avec tapis roulant pendant 30 minutes. <p>Tous les groupes ont reçu une rééducation neurodéveloppementale classique avec inclinaison pelvienne, contrôle du tronc, stratégies de transfert du poids en position couchée, assise et debout.</p> <p>Tous les groupes ont signé un consentement de participation à l'étude.</p>
<p>Critères de jugements (outcome) et échelles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse de marche : 10 mètres de marche (10MWT) - Évaluation de la mobilité et de l'équilibre de base : Timed-up and go (TUG) - Equilibre et risqué de chute: Berg Balance Scale (BBS)
<p>PEDro</p>	<p><u>Score PEDro : 5/10.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Critères d'éligibilité= NON - Répartition aléatoire des participants = OUI - Assignment secrète de la répartition = NON - Comparabilité des groupes = OUI - Sujets en « aveugles » = NON - Thérapeutes en « aveugles » = NON - Examineurs en « aveugles » = NON - Suivi adéquat (85% des résultats) = OUI - Intention de traiter les analyses = NON - Résultats de comparaisons intergroupes = OUI - Estimation des effets et de leur variabilité = OUI <p>Le critère d'éligibilité ne contribue pas au score final.</p>

Etude	Nunen2014 [55] Recovery of walking ability using a robotic device in subacute stroke patients: a randomized controlled study.
Auteurs	Michiel P. M. van Nunen, Karin H. L. Gerrits, Manin Konijnenbelt, Thomas W. J. Janssen, and Arnold de Haan
Date de publication	10 Mars 2014
Schéma d'étude	Essai clinique randomisé
Caractéristiques de la population	<p><u>Sélection des participants :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 37 participants initialement ▪ 30 participants ont débuté l'étude. ▪ 30 participants lors de l'analyse des résultats (week 10) ; 26 (week 24) ; 21 (week 36). <p><u>Caractéristiques des groupes</u> (groupe expérimental = RT ; groupe contrôle = CT) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Moyenne d'âge (an): RT : 50 +/-9,6 ; CT : 56 +/-8 ,7 ▪ Sexe: RT (10H/6F) ; CT (5H/8F) ▪ Côté atteint : RT (5D/11G) ; CT (5D/9G) ▪ Type d'AVC : RT 9 ischémiques/7 hémorragiques ; CT 10 ischémiques/4 Hémorragiques ▪ Délai entre l'AVC et le début de la PEC kinésithérapique : RT (61,6 jours +/- 28,7) ; CT (67,1 jours +/-49,1) <p><u>Critères d'inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1er épisode d'AVC ▪ Hémiparésie ▪ Age > 18 ans ▪ Incapacité de marche de manière autonome avant le début de l'intervention ▪ Absence d'une instabilité tensionnelle (hypertension) ▪ Absence de problèmes cardiovasculaire ▪ Absence de problèmes orthopédiques sévères ▪ Absence de problèmes cognitifs et/ou de communication dans le but de permettre le suivi des instructions verbales lors du protocole.
Détails de l'intervention	<p>Intervention : Lokomat + conventional therapy (CT) ; N=16</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rééducation par LokomatPro (Hocoma) (2 sessions/semaine) + rééducation conventionnelle (3 séances de 30 min par semaine). - Protocole d'une durée de <u>8 semaines</u>. <p><i>Paramètres du Lokomat :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Vitesse initiale à environ 1,5 km/h jusqu'à ceux que les patients puissent supporter leur poids corporel (phase d'appui) sans déformation des genoux. - Puis diminution de 20% de la force de guidance. - Puis activation du système LEVI (BWS = body weight support). - Les sessions suivantes : augmentation progressive de la vitesse (jusqu'à 2,5 km/h).

	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution du BWS (jusqu'à 10%) et de la force de guidance (jusqu'à 20%) pour inciter les patients à marcher aussi activement que possible, avec le moins d'aide possible provenant de l'appareil. <p>Comparateur : Groupe contrôle = conventionnal therapy ; N=14</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rééducation conventionnelle d'une durée de 3,5H/semaine : rééducation de la marche assistée par un thérapeutes ou un appareil d'assistance (canne, canne quadrupède, barres horizontales ou orthèse cheville-pied). - Protocole d'une durée de <u>8 semaines</u>. <p>Les deux groupes ont signé un consentement de participation à l'étude.</p>
<p>Critères de jugements (outcome) et échelles</p>	<p><u>Principal</u> : 10 mètres de marche (10MWT)</p> <p><u>Secondaires</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - FAC - BBS - RMI - FM membre inférieur - TUG - Paramètres articulaires de marche - SF-36 - Stroke impact scale SIS 3.0 - Mobility
<p>PEDro</p>	<p>Score PEDro: 4/10.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critères d'éligibilité= OUI - Répartition aléatoire des participants = OUI - Assignation secrète de la répartition = NON - Comparabilité des groupes = OUI - Sujets en « aveugles » = NON - Thérapeutes en « aveugles » = NON - Examineurs en « aveugles »= NON - Suivi adéquat (85% des résultats) = NON - Intention de traiter les analyses = NON - Résultats de comparaisons intergroupes = OUI - Estimation des effets et de leur variabilité = OUI <p>Le critère d'éligibilité ne contribue pas au score final.</p>

Etude	Kim2015 [56]
	Effects of Innovative WALKBOT Robotic-Assisted Locomotor Training on Balance and Gait Recovery in Hemiparetic Stroke: A Prospective, Randomized, Experimenter Blinded Case Control Study With a Four-Week Follow-Up.
Auteurs	Soo-Yeon Kim, Li Yang, In Jae Park, Eun Joo Kim, Min Su JoshuaPark, Sung Hyun You, Yun-Hee Kim, Hyun-Yoon Ko, and Yong-II Shin.
Date de publication	2 Avril 2015
Schéma d'étude	Essai clinique randomisé
Caractéristiques de la population	<p><u>Sélection des participants :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 30 participants sélectionnés. ▪ 26 participants ont effectué l'intégralité du protocole. ▪ 26 participants lors de l'analyse des résultats finaux. <p><u>Caractéristiques de la population :</u> groupe expérimental = WLT group ; groupe contrôle = CLT group).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Moyenne d'âge : WLT : 54,1 +/- 12,6 ; CLT : 50 +/- 16,2. ▪ Sexe: WLT (9H/4F) ; CLT (10H/3F). ▪ Côté atteint : WLT 8D/5G ; CLT 10D/3G. ▪ Type d'AVC : WLT (8 ischémiques/5 hémorragiques) ; CLT (6 ischémiques/8 hémorragiques). ▪ Délai entre l'AVC et le début de la PEC kinésithérapique : WLT (80,1 jours +/-60,2) ; CLT (119,5 jours +/-84,3). <p><u>Critères d'inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ AVC < 1 an ▪ Les patients ayant atteints un plateau dans la récupération des fonctions locomotrices après une rééducation neurologique conventionnelle de 30 jours. <p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Spasticité sévère selon l'échelle d'Ashworth modifiée 2 ▪ Présence de tremblements chez les patients. ▪ Déficiences visuelles ou cognitives graves ▪ Présence de maladies musculo-squelettique (douleurs arthritiques par exemple) ▪ Présence de maladies cardio-pulmonaires (angine instable ou hypertension par exemple). ▪ Les patients obèses avec un poids corporel supérieur à 135 Kg. ▪ Les patients présentant une petite taille < 150cm.
	<p>Intervention: Walkbot + conventional therapy (CT); N=13</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rééducation robotisée par Walkbot (40 minutes par jour) + rééducation conventionnelle de 40 minutes/jour. - Protocole d'une durée de 5 jours par semaine pendant <u>4 semaines</u>. <p><i>Paramètres du Walkbot :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 1^{ère} session : allègement du poids corporel de 40 à 60%. - Progressivement : diminution de l'aide de 5% à 10% par session.

<p>Détails de l'intervention</p>	<ul style="list-style-type: none"> - En fonction des patients, la longueur de la foulée et la vitesse de marche ont simultanément été ajustées à 1,0-1,6m/cycle et à 1-1,20 km/h. - Augmentation de la vitesse de marche de 0,1km/h toutes les 5 minutes en fonction de la tolérance des patients à 2,40-2,60 km/h. - La force de guidage (genou et hanche) peut être réglé de 100% à 10% (une jambe à la fois). <p>Comparateur : Conventional therapy (CT) ; N=13</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 sessions de 40 minutes de rééducation conventionnelle par jour : - Protocole d'une durée de 5 jours par semaines pendant <u>4 semaines</u>. <p><i>Rééducation conventionnelle : mobilité au lit, étirements, travail de l'équilibre, transferts, renforcement (tibial antérieur, quadriceps, fessiers avec ou sans stimulation électrique), travail des paramètres de marche sur tapis roulant, aidé d'un harnais ou non, entraînement à la marche au sol avec ou sans appareils d'assistance.</i></p> <p>Après les 4 semaines de protocole, les deux groupes ont effectué une rééducation conventionnelle supplémentaire de 4 semaines (40 minutes/jour, 5 jours/semaine).</p> <p>Les deux groupes ont signé un consentement de participation à l'étude.</p>
<p>Critères de jugements (outcome) et échelles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - FAC - BBS - Version coréenne Barthel - MAS - EQ-5D EuroQol-5 dimension
<p>PEDro</p>	<p>Score PEDro: 5/10.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critères d'éligibilité = NON - Répartition aléatoire des participants = OUI - Assignation secrète de la répartition = NON - Comparabilité des groupes = OUI - Sujets en « aveugles » = NON - Thérapeutes en « aveugles » = NON - Examineurs en « aveugles » = NON - Suivi adéquat (85% des résultats) = OUI - Intention de traiter les analyses = NON - Résultats de comparaisons intergroupes = OUI - Estimation des effets et de leur variabilité = OUI <p>Le critère d'éligibilité ne contribue pas au score final.</p>

Etude	Taveggia2015 [57]
	Conflicting results of robot-assisted versus usual gait training during postacute rehabilitation of stroke patients: a randomized clinical trial.
Auteurs	Giovanni Taveggia, Alberto Borbonic, Chiara Muléa, Jorge H. Villafañed and Stefano Negrini
Date de publication	2015
Schéma d'étude	Essai clinique randomisé, double aveugle
Caractéristiques de la population	<p><u>Sélection des participants :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 32 participants éligibles - 28 participants lors de la randomisation dans les groupes. - 28 participants lors de l'analyse finale (week 0 ; 5 ; 17). <p><u>Caractéristiques de la population :</u> groupe expérimental (RG) ; groupe contrôle (CT).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Moyenne d'âge : RG = 71 +/-5 ; CT = 73 +/-7. ▪ Sexe : RG = 7H/6F ; CT = 10H/5F ▪ Délai entre l'AVC et le début de la PEC kinésithérapique : RG = 60,1 jours +/- 49,5 ; CT = 39,4 jours +/- 31,7. <p><u>Critères d'inclusion:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hémiparésie à la suite d'un unique épisode d'AVC de moins de 6 mois avant le début de l'étude. - Incapacité de marcher indépendamment (FAC < 4) <p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Présence de maladies cardiovasculaires sévères - Présence de maladies neurologiques dégénératives ou psychiatriques - Présence de déficiences visuelles ou auditives sévères - Présence de lésions cérébrovasculaires multiples ou des lésions infratentorielles
Détails de l'intervention	<p><u>Intervention :</u> Lokomat + conventional therapy (avec technique Bobath) ; N =13.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rééducation conventionnelle incluant la technique de Bobath (60 minutes) + Lokomat (30 minutes). - Protocole d'une durée de 5 jours par semaines pendant <u>5 semaines</u>. <p><u>Paramètres du Lokomat :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - 1^{ère} séance avec une décharge du poids corporel de 50% et une vitesse de marche de 0,4 m/s. - Progressivement, augmentation des performances autorisées. <p><u>Comparateur :</u> Conventional therapy (avec technique Bobath) + conventional gait therapy ; N=15.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rééducation conventionnelle incluant la technique de Bobath (60 minutes) + rééducation à la marche conventionnelle (30 minutes) : renforcement des extenseurs du genou, rotateurs latéraux et abducteurs de hanche, posture debout, exercice de reconditionnement... - Protocole d'une durée de 5 jours par semaines pendant <u>5 semaines</u>. <p>Les deux groupes ont signé un consentement de participation à l'étude.</p>
Critères de jugements (outcome) et échelles	<p><u>Principaux :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Endurance : 6 minutes de marche (6MWT).

	<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse de marche : 10 mètres de marche (TWT). <p><u>Secondaires :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mesure de l'assistance nécessaire pour les activités : Mesure d'indépendance fonctionnelle (FIM ou MIF en français). - Qualité de vie : SF-36. - Equilibre et fonction : Tinetti.
PEDro	<p>Score PEDro: 7/10.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critères d'éligibilité= OUI - Répartition aléatoire des participants = OUI - Assignment secrète de la répartition = NON - Comparabilité des groupes = OUI - Sujets en « aveugles » = NON - Thérapeutes en « aveugles » = NON - Examineurs en « aveugles » = OUI - Suivi adéquat (85% des résultats) = OUI - Intention de traiter les analyses = OUI - Résultats de comparaisons intergroupes = OUI - Estimation des effets et de leur variabilité = OUI <p>Le critère d'éligibilité ne contribue pas au score final.</p>

Etude	Mustafaoglu2020 [58]
	Does robot-assisted gait training improve mobility, activities of daily living and quality of life in stroke? A single-blinded, randomized controlled trial.
Auteurs	Rustem Mustafaoglu · Belgin Erhan · Ipek Yeldan · Berrin Gunduz · Ela Tarakci
Date de publication	28 Janvier 2020
Schéma d'étude	Essai clinique randomisé
Caractéristiques de la population	<p><u>Sélection des participants :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 80 participants éligibles ▪ 51 participants lors du début de l'intervention. ▪ 51 participants lors de l'analyse finale. <p>51 participants : 19-75 ans.</p> <p><u>Caractéristiques de la population :</u> Groupe 1 (RAGT + CT) ; Groupe 2 (CT) ; Groupe 3 (RAGT)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Moyenne d'âge : Groupe 1 : 51,9 +/-15,3 ; Groupe 2 : 55,3 +/-11,2 ; Groupe 3 : 53,8 +/- 10,7. ▪ Sexe : groupe 1 (7F/10H) ; groupe 2 (5F/12H) ; groupe 3 (6F/11H). ▪ Côté atteint : groupe 1 (6D/11G) ; groupe 2 (5D/12G) ; groupe 4 (8D/9G). ▪ Type d'AVC : groupe 1 (7 ischémiques/10 hémorragiques) ; groupe 2 (8 ischémiques/9 hémorragiques) ; groupe 3 (9 ischémiques/8 hémorragiques).

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Délai entre l'AVC et le début de la PEC kinésithérapique : (moyenne [écart-type] mois) Groupe 1 (12 mois [3-30]) ; groupe 2 (13 mois [4-30]) ; groupe 3 (12 mois [7-28]). <p><u>Critères d'inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ AVC ≥ 3 mois. ▪ Age compris entre ≥18 et < 75 ans. ▪ Score FAC Functional Ambulation Scale > 3. ▪ Etre capable de marcher 10 mètres indépendamment ou sous supervision, ▪ Avoir l'accord du médecin pour participer à un programme d'exercices. <p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Déficiences visuelles et cognitives graves, ▪ Déficiences musculo-squelettique ou du système tégumentaire (escarres autour de la zone de chargement de la ceinture de suspension) ▪ Interventions robotiques antérieures dans un but d'entraînement à la marche/déambulation. ▪ Maladie cardiaque grave ou hypertension. ▪ Douleurs non contrôlées.
<p align="center">Détails de l'intervention</p>	<p><u>Intervention</u> : Groupe 1 : RAGT (Lokomat) + Conventional therapy (CT) ; N=17.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rééducation avec Lokomat (45 minutes, 2 jours/semaines) + rééducation conventionnelle (45 minutes, 5 jours/semaines). - Protocole d'une durée de <u>6 semaines</u>. <p><u>Comparateurs</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Groupe 2 : Conventional therapy (CT) ; N=17. - Rééducation conventionnelle (45 minutes, 5 jours par semaine). - Protocole d'une durée de <u>6 semaines</u>. ▪ Groupe 3 : RAGT (Lokomat) seul ; N=17. - Rééducation par Lokomat (45 minutes, 2 jours par semaine). - Protocole d'une durée de <u>6 semaines</u>. <p><u>Paramètres RAGT</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Allègement du poids corporel d'environ 30% à 40% lors de la 1^{ère} session. - Réduction d'environ 10% par session, selon la tolérance, et sans déformation des genoux et orteils. - Réglage de la vitesse du tapis roulant entre 1,2-2,6 km/h, en fonction de la tolérance des patients. <p><i>Rééducation conventionnelle</i> : transfert de poids sur la jambe parétique, transfert symétrique du poids, transfert position assise à debout, avec ou sans aides techniques, progression vers un entraînement à la marche sur le terrain, travail sur le déplacement du poids vers l'avant, l'arrière et les côtés tout en effectuant des tâches d'étirements.</p> <p>Tous les groupes ont signé un consentement de participation à l'étude.</p>
<p>Critères de jugements (outcome) et échelles</p>	<p><u>Principaux</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Barthel - Qualité de vie: SS-QOL Stroke specific quality of life scale.

	<ul style="list-style-type: none"> - Endurance : 6 minutes de marche (6MWT) - The stair climbing test SCT. <p><u>Secondaires:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fugl Meyer Assessment Lower extremity (FMA-LE) - Vitesse de marche : 10 mètres de marche (TWT) confortable et rapide - Perception de l'effort: Borg rating of perceived exertion (RPE).
PEDro	<p>Score PEDro: 6/10.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critères d'éligibilité= NON - Répartition aléatoire des participants = OUI - Assignation secrète de la répartition = OUI - Comparabilité des groupes = NON - Sujets en « aveugles » = NON - Thérapeutes en « aveugles » = NON - Examineurs en « aveugles »= OUI - Suivi adéquat (85% des résultats) = OUI - Intention de traiter les analyses = NON - Résultats de comparaisons intergroupes = OUI - Estimation des effets et de leur variabilité = OUI <p>Le critère d'éligibilité ne contribue pas au score final.</p>

Etude	Alingh2015 [59]
	Effect of assist-as-needed robotic gait training on the gait pattern post stroke: a randomized controlled trial.
Auteurs	J. F. Alingh, B. M. Fleerkotte, B. E. Groen, J. S. Rietman, V. Weerdesteyn, E. H. F. van Asseldonk, A. C. H. Geurts and J. H. Burke.
Date de publication	Février 2015
Schéma d'étude	Essai clinique randomisé, groupes parallèles
Caractéristiques de la population	<p><u>Sélection des participants :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 442 participants présélectionnés. ▪ 44 participants éligibles à participer ▪ 34 participants randomisés (robot N=18 ; CT N=16) ▪ 27 participants pour l'analyse finale (week 1 ; 7 ; 22). <p><u>Caractéristiques de la population :</u> groupe expérimental (robot) = RT ; groupe contrôle = CT.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Moyenne d'âge : RT = 60,6 +/-9,3 ; CT = 56,8 +/-9,8. ▪ Sexe: RT = 10H/7F ; CT = 10H/5F ▪ Côté atteint : RT (7G/10D) ; CT (7G/8D) ▪ Type d'AVC : RT = 13 ischémiques/4 hémorragiques ; CT 11 ischémiques/4 hémorragiques. ▪ Délai entre l'AVC et le début de la PEC kinésithérapique : RT = 5,4 semaines +/-1,8 ; CT = 5,9 semaines +/-2,1.

	<p><u>Critères d'inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Adulte (≥ 18 ans) après un premier ou un récurrent AVC ischémique ou hémorragique unilatéral supratentorial (<10 semaines après l'accident) ▪ Déficience d'un ou plusieurs prérequis de la marche selon Gage et al. <p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Incapacité de marcher sans soutien, avec ou sans supervision : FAC 0-2. ▪ Conditions médicales interférant avec la marche. ▪ Incapacité à comprendre les instructions verbales. ▪ Présence de problèmes visuels graves (hémianopsie ou négligence visuospatiale par exemple). ▪ Pas de déambulation indépendante avant l'apparition d'AVC ▪ Humeur dépressive évaluée par l'intermédiaire de l'échelle Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS > 7) ▪ Spasticité sévère des membres inférieurs (à tout niveau), évaluée par l'échelle d'Ashworth modifiée (MAS ≥ 3) ▪ Contracture sévère des membres inférieurs (à tout niveau), évaluée par un examen médical. ▪ Poids corporel ≥ 140 Kg ▪ Problèmes de peau (notamment au niveau des régions corporelles où le harnais de suspension ou les sangles du robot sont situés). ▪ Durée du séjour en centre de réhabilitation < 6 semaines.
<p>Détails de l'intervention</p>	<p><u>Intervention :</u> Lopes II + conventional therapy (CT) ; N= 17.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rééducation par robot Lopes II (3 fois par semaine) + rééducation conventionnelle (30 minutes, 1 à 2 fois par semaine). - Protocole d'une durée de <u>6 semaines</u>. <p><u>Comparateur :</u> Conventional therapy (CT) ; N=15.</p> <p>Rééducation conventionnelle (30 minutes), 3 à 5 fois par semaine.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Protocole d'une durée de <u>6 semaines</u>. <p>Tous les groupes ont signé un consentement de participation à l'étude.</p>
<p>Critères de jugements (outcome) et échelles</p>	<p><u>Principal :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Travail mécanique externe (analyse des changements d'énergie par rapport à l'environnement). <p><u>Secondaires :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Paramètres spatiotemporels : vitesse de marche, largeur du pas. - Longueur de pas - Temps d'appui unipodal - Tâches fonctionnelles de la marche : <ul style="list-style-type: none"> ▪ 10 mètres de marche (TWT) : vitesse de marche ▪ Test de 6 minutes de marche (6MWT). ▪ Functional Gait Assessment (FAC) ▪ Timed-up and go (TUG). - Scores cliniques : Fugl-meyer Assessment – leg score (FMA) ; motricity index – leg score (MI).

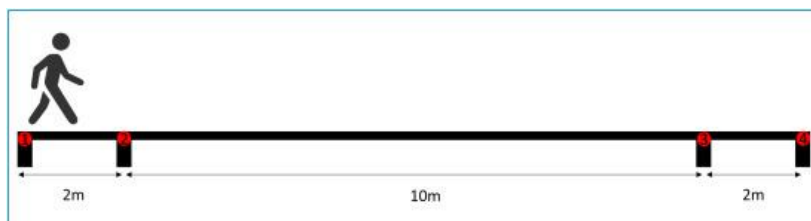
PEDro	<p>Score PEDro: 7/10.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critères d'éligibilité= OUI - Répartition aléatoire des participants = OUI - Assignation secrète de la répartition = OUI - Comparabilité des groupes = OUI - Sujets en « aveugles » = NON - Thérapeutes en « aveugles » = NON - Examineurs en « aveugles » = OUI - Suivi adéquat (85% des résultats) = NON - Intention de traiter les analyses = OUI - Résultats de comparaisons intergroupes = OUI - Estimation des effets et de leur variabilité = OUI <p>Le critère d'éligibilité ne contribue pas au score final.</p>
--------------	---

Etude	Mayr2018 [60]
	Early robot-assisted gait retraining in non-ambulatory patients with stroke: a single blind randomized controlled trial.
Auteurs	Andreas MAYR, Ellen QUIRBACH, Alessandro PICELLI, Markus KOFLER, Nicola SMANIA, Leopold SALTUARI.
Date de publication	Décembre 2018
Schéma d'étude	Essai clinique randomisé
Caractéristiques de la population	<p><u>Sélection des participants :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 193 participants éligibles. ▪ 74 participants après randomisation. ▪ 66 participants pour l'analyse finale (week 2 ; 4 ; 6 ; 8). <p><u>Caractéristiques de la population :</u> groupe RAGT ; groupe contrôle (PT).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Moyenne d'âge : RAGT = 68 +/-12 [38-85] ; PT = 68 +/-12 [41-83]. ▪ Sexe : RAGT = 22H/15F ; PT = 21H/16F. ▪ Côté atteint : RAGT = 17G/20D ; PT = 21G/16D ▪ Délai entre l'AVC et le début de la PEC kinésithérapique : RAGT = 5 semaines +/- 1 [2-8] ; PT = 4 semaines +/-2 [1-8]. <p><u>Critères d'inclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1^{er} AVC ischémique de l'artère communicante moyenne (ACM). ▪ AVC < 8 semaines ▪ Score de l'indice de Barthel entre 30-55 (équivalent à une mobilité en fauteuil roulant et indépendance partielle lors des activités de la vie quotidienne). ▪ Capacité à s'asseoir au bord du lit en se tenant avec les mains et les pieds posés au sol. ▪ Score FAC entre 1 et 2. ▪ Score du Mini Mental State Examination (MM-SE) > 24.

	<p><u>Critères d'exclusion :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Accident ischémique transitoire (AIT) ▪ Lésions cérébrales antérieures, quelle qu'en soit l'étiologie. ▪ Présence d'une négligence (évaluation test de Bells - une différence de 5 cloches sur 35 omises entre le côté droit et le côté gauche indique une négligence hémispasiale). ▪ Apraxie cinétique des membres inférieurs évaluée par un examen clinique (maladresse et lourdeur du mouvement en l'absence de déficits moteurs et sensoriels élémentaires, d'ataxie et en présence d'un tonus musculaire normal ; absence de dissociation volontaire-automatique ; constance de l'atteinte ; connaissance conceptuelle normale des mouvements) ▪ Aphasie ▪ Présence d'une altération cliniquement pertinente des sensations somatiques évaluée lors de l'examen neurologique. ▪ Spasticité sévère affectant les membres inférieurs (échelle d'Ashworth modifiée, MAS > 2) ▪ Comorbidité cardiovasculaire (infarctus du myocarde récent, insuffisance cardiaque, hypertension non contrôlée, hypotension orthostatique, thrombose veineuse profonde) ▪ Autres troubles orthopédiques (contractures fixes, déformations osseuses, maladies musculo-squelettique, arthrose sévère, antécédents neurologiques de neuropathie périphérique cliniquement pertinente, remplacement d'articulations) ou neurologiques affectant les membres inférieurs.
<p align="center">Détails de l'intervention</p>	<p><u>Intervention</u> : Lokomat + Conventional therapy (CT) ; N= 36.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rééducation par Lokomat pendant 45 minutes + rééducation conventionnelle de 45 minutes, 5 fois par semaine. - Protocole d'une durée de <u>8 semaines</u> consécutives. <p><i>Paramètres du Lokomat :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Réglage du niveau de soutien du poids corporel, de la vitesse du tapis roulant et de la force de guidage afin de maintenir l'extension du genou parétique lors de la phase d'appui. - Progressivement, diminution de pourcentage d'allègement du poids corporel de 40% à 0% et de la force de guidage de 100% à 10%. L'objectif est la participation de plus en plus active du patient lors de la marche. - Vitesse de marche réglée initialement à 1,2 km/h, puis augmentation de 0,2 à 0,4 km/h par séance jusqu'à un maximum de 2,6 km/h en fonction de la tolérance des patients. <p><u>Comparateur</u>: Conventional therapy (CT) + add-conventional therapy; N=30.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rééducations conventionnelles (2 fois 45 minutes), 5 fois par semaine. - Protocole d'une durée de <u>8 semaines</u> consécutives. <p><i>Rééducation conventionnelle</i> : contrôle postural pendant la marche, travail de transfert du poids corporel, stabilité lors de la phase d'appui, phase d'élan, oscillante, contact adéquat avec le talon et travail du schéma de marche.</p> <p>Tous les groupes ont signé un consentement de participation à l'étude.</p>
<p align="center">Critères de jugements et échelles</p>	<p><u>Primaires :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - mEFAP : Modified Emory Functional Ambulation Profile : évaluation du temps de marche dans 5 situations : sol, moquette, montée et descente, obstacles et escaliers.

	<p>Secondaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rivermead motor index (RMI) - The Mobility Milestone (MM) : évaluation du développement temporel de 5 tâches fonctionnelles (1 min d'équilibre en position assise, 10 s d'équilibre en position debout, 10 pas indépendants, 10 m de marche et 6 min de marche). - The Hochzirl Walking Aids Profile (H-WAP) : évaluation du degré d'assistance thérapeutique et des aides techniques.
PEDro	<p>Score PEDro: 7/10.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critères d'éligibilité= NON - Répartition aléatoire des participants = OUI - Assignation secrète de la répartition = OUI - Comparabilité des groupes = OUI - Sujets en « aveugles » = NON - Thérapeutes en « aveugles » = NON - Examineurs en « aveugles » = OUI - Suivi adéquat (85% des résultats) = OUI - Intention de traiter les analyses = NON - Résultats de comparaisons intergroupes = OUI - Estimation des effets et de leur variabilité = OUI <p>Le critère d'éligibilité ne contribue pas au score final.</p>

Annexe 5 : Test de 10 mètres de marche ou CWT [63].



Annexe 6 : Functional Ambulation Categories – FAC³⁹.

Classe 0	Ne peut marcher ou a besoin de l'aide de plus d'une personne.
Classe 1	Peut marcher avec l'aide permanente d'une personne.
Classe 2	Peut marcher avec l'aide intermittente d'une personne.
Classe 3	Peut marcher avec l'aide d'un soutien verbal sans contact physique.
Classe 4	Peut marcher seul sur surface plane, mais le passage des escaliers est impossible.
Classe 5	Peut marcher seul sur surface plane. Le passage des escaliers est possible avec aide physique d'une tierce personne. (contact physique ou simple surveillance)
Classe 6	Peut marcher seul sur surface plane. Le passage des escaliers est possible en utilisant une rampe ou une canne, sans aide et/ou surveillance de la part d'une tierce personne.
Classe 7	Peut marcher seul sur surface plane. Le passage des escaliers est possible seul mais anormalement (plus lent avec boiterie), sans aide et/ou surveillance de quelqu'un, ni d'appui externe.
Classe 8	Peut marcher seul en surface plane et franchit seul les escaliers de façon normale sans se servir de la rampe ou d'une canne avec passage des marches normalement.

³⁹ https://www.cofemer.fr/cofemer/ckeditorImage/Files/ECHELLES%20ADULTES%20TOME%202_page56.pdf

Annexe 7 : Fugl-Meyer Assessment Leg Extremity – FMA -LE.

Fugl-Meyer Assessment Lower Extremity (FMA-LE)

Assessment of sensorimotor function:

LOWER EXTREMITY				
I. Reflex activity, supine position		None	Can be elicited	
Flexors: knee flexors		0	2	
Extensors: patellar, Achilles		0	2	
Subtotal I		/ 4		
II. Volitional movement within synergies, supine position		None	Partial	Full
Flexor synergy: Maximal hip flexion (abduction/external rotation), maximal flexion in knee and ankle joint (palpate distal tendons to ensure active knee flexion).	Hip flexion	0	1	2
	Knee flexion	0	1	2
	Ankle dorsiflexion	0	1	2
Extensor synergy: From flexor synergy to the hip extension/adduction, knee extension and ankle plantar flexion. Resistance is applied to ensure active movement, evaluate both movement and strength	Hip extension	0	1	2
	Hip adduction	0	1	2
	Knee extension	0	1	2
	Ankle plantar flexion	0	1	2
Subtotal II		/ 14		
III. Volitional movement mixing synergies, sitting position, knee 10 cm from the edge of the chair/bed		None	Partial	Full
Knee flexion from actively or passively extended knee	no active motion	0		
	no flexion beyond 90°, palpate tendons of hamstrings	1		
	knee flexion beyond 90°, palpate tendons of hamstrings	2		
Ankle dorsiflexion compare with unaffected side	no active motion	0		
	limited dorsiflexion	1		
	complete dorsiflexion	2		
Subtotal III		/ 4		
IV. Volitional movement with little or no synergy, standing position, hip at 0°		None	Partial	Full
Knee flexion to 90° hip at 0°, balance support is allowed	no active motion/ immediate and simultaneous hip flexion	0		
	less than 90° knee flexion or hip flexion during movement	1		
	at least 90° knee flexion without simultaneous hip flexion	2		
Ankle dorsiflexion compare with unaffected side	no active motion	0		
	limited dorsiflexion	1		
	complete dorsiflexion	2		
Subtotal IV		/ 4		
V. Normal reflex activity supine position, evaluated only if full score of 4 points achieved on earlier part IV, compare with unaffected side		None	Partial	Full
Reflex activity knee flexors, Achilles, patellar	0 points on part IV or 2 of 3 reflexes markedly hyperactive	0		
	1 reflex markedly hyperactive or at least 2 reflexes lively	1		
	maximum of 1 reflex lively, none hyperactive	2		
Subtotal V		/ 2		
Total		/ 28		

Annexe 8 : Berg Balance Scale (BBS).

TEST D'ÉQUILIBRE: ÉCHELLE DE BERG

Berg, KO., Wood-Dauphine, S., Williams JI., & Maki BE.(1992). Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. Canadian Journal of Public Health, 83, 7-11.

Version française : Kinésithérapie, les cahiers, 2004, vol. 32-33, p.50-59.

1. Passer de la position assise à debout

INSTRUCTIONS: Veuillez vous lever en essayant de ne pas vous aider avec les mains.

- () 4 Peut se lever sans l'aide des mains et garder son équilibre
- () 3 Peut se lever seul avec l'aide de ses mains
- () 2 Peut se lever en s'aidant de ses mains, après plusieurs essais
- () 1 Besoin d'un peu d'aide pour se lever ou garder l'équilibre
- () 0 Besoin d'une aide modérée ou importante pour se lever

2. Se tenir debout sans appui

INSTRUCTIONS: Essayez de rester debout 2 minutes sans appui.

- () 4 Peut rester debout sans danger pendant 2 minutes
- () 3 Peut tenir debout pendant 2 minutes, sous surveillance
- () 2 Peut tenir debout 30 secondes sans appui, sous surveillance
- () 1 Doit faire plusieurs essais pour tenir debout 30 sec sans appui
- () 0 Est incapable de rester debout 30 sec sans aide

Si un sujet est capable de tenir debout 2 minutes sans appui, donnez un pointage de 4 pour se tenir assis sans appui. Continuez à l'item #4.

3. Se tenir assis sans appui, pieds au sol ou sur un tabouret

INSTRUCTIONS: SVP Asseyez-vous avec les bras croisés pour deux minutes.

- () 4 Peut rester assis sans danger pendant 2 minutes
- () 3 Peut rester assis pendant 2 minutes, sous surveillance
- () 2 Peut rester assis pendant 30 secondes, sous surveillance
- () 1 Peut rester assis pendant 10 secondes, sous surveillance
- () 0 Est incapable de rester assis 10 secondes sans appui

4. Passer de la position debout à assise

INSTRUCTIONS: SVP Asseyez-vous.

- () 4 Peut s'asseoir correctement en s'aidant légèrement des mains
- () 3 Contrôle la descente avec les mains
- () 2 Contrôle la descente avec le derrière des jambes sur la chaise
- () 1 S'asseoir sans aide, sans contrôler la descente
- () 0 A besoin d'aide pour s'asseoir

5. Transferts

INSTRUCTIONS: Placez la chaise pour un transfert pivot. Allez de la chaise (avec accoudoirs) à la chaise (sans accoudoir) et revenez.

- () 4 Exécute sans difficulté, en s'aidant un peu des mains
- () 3 Exécute sans difficulté, en s'aidant beaucoup des mains
- () 2 Exécute avec des instructions verbales et/ou surveillance
- () 1 A besoin d'être aidé par quelqu'un
- () 0 A besoin de l'aide/surveillance de deux personnes

6. Se tenir debout les yeux fermés

INSTRUCTIONS: Fermez les yeux et restez immobile 10 secondes.

- () 4 Peut se tenir debout sans appui pendant 10 secondes, sans danger
- () 3 Peut se tenir debout pendant 10 secondes, sous surveillance
- () 2 Peut se tenir debout pendant 3 secondes
- () 1 Incapable de fermer les yeux 3 secondes, mais garde l'équilibre
- () 0 A besoin d'aide pour ne pas tomber

7. Se tenir debout les pieds ensemble

INSTRUCTIONS: Placez vos pieds ensemble.

- () 4 Peut joindre les pieds sans aide et rester debout 1 minute, sans danger
- () 3 Peut joindre les pieds sans aide et rester debout 1 minute, sous surveillance
- () 2 Peut joindre les pieds sans aide mais ne peut rester debout plus de 30 secondes
- () 1 A besoin d'aide pour joindre les pieds mais peut tenir 15 secondes
- () 0 A besoin d'aide et ne peut tenir 15 secondes

8. Déplacement antérieur bras étendus

INSTRUCTIONS: Levez les bras à 90°. Étendez les doigts et allez le plus loin possible vers l'avant.

- () 4 Peut se pencher sans danger, 25 cm (10 pouces) et plus
- () 3 Peut se pencher sans danger, entre 12 et 25 cm (5 et 10 pouces)
- () 2 Peut se pencher sans danger, entre 5 et 12 cm (2 et 5 pouces)
- () 1 Peut se pencher, mais sous surveillance
- () 0 A besoin d'aide pour ne pas tomber

9. Ramasser un objet par terre

INSTRUCTIONS: Ramassez votre chaussure qui est devant vos pieds.

- () 4 Peut ramasser sa chaussure facilement et sans danger
- () 3 Peut ramasser sa chaussure mais sous surveillance
- () 2 Ne peut ramasser sa chaussure mais s'arrête à 2-5 cm (1-2 pouces) de l'objet et garde l'équilibre
- () 1 Ne peut ramasser sa chaussure, a besoin de surveillance
- () 0 Incapable d'exécuter l'exercice/a besoin d'aide pour ne pas tomber

10. Se retourner pour regarder par-dessus l'épaule gauche et l'épaule droite

INSTRUCTIONS: Retournez-vous et regardez directement derrière vous par-dessus votre épaule gauche. Faites le même mouvement à droite.

- () 4 Se retourne des deux côtés; bon déplacement du poids
- () 3 Se retourne d'un côté seulement, mauvais déplacement du poids de l'autre côté
- () 2 Se retourne de profil seulement en gardant son équilibre
- () 1 A besoin de surveillance
- () 0 A besoin d'aide pour ne pas tomber

11. Pivoter sur place (360 degrés)

INSTRUCTIONS: Faites un tour complet de 360° et arrêtez. Puis, faites un autre tour complet de l'autre côté.

- () 4 Peut tourner 360° sans danger de chaque côté en < 4 secondes
- () 3 Peut tourner 360° sans danger d'un seul côté en < 4 secondes
- () 2 Peut tourner 360° sans danger mais lentement
- () 1 A besoin de surveillance ou de directives verbales
- () 0 A besoin d'aide pour ne pas tomber

12. Debout et sans support, placement alternatif d'un pied sur une marche ou tabouret

INSTRUCTIONS: Placez en alternance un pied sur un tabouret. Continuez jusqu'à ce que chaque pied ait touché le tabouret au moins 4 fois.

- () 4 Peut tenir sans appui, sans danger et toucher 8 fois en 20 secondes
- () 3 Peut tenir debout sans appui et toucher 8 fois en plus de 20 secondes
- () 2 Peut toucher 4 fois sans aide et sous surveillance.
- () 1 Ne peut toucher plus de 2 fois; a besoin d'aide
- () 0 A besoin d'aide pour ne pas tomber/ne peut faire l'exercice

13. Se tenir debout sans appui, un pied devant l'autre (noter le pied devant)

INSTRUCTIONS: Placez un pied devant l'autre, le talon en contact avec les orteils de l'autre jambe. Si impossible, faites un grand pas.

- () 4 Peut placer un pied directement devant l'autre sans aide et tenir la position 30 secondes
** NOTE : Continuer de chronométrer jusqu'à 60 secondes.
- () 3 Peut faire un grand pas sans aide et tenir la position 30 secondes
- () 2 Peut faire un petit pas sans aide et tenir la position 30 secondes
- () 1 A besoin d'aide pour faire un pas mais peut tenir 15 secondes
- () 0 Perd l'équilibre en faisant un pas ou en essayant de se tenir debout.

14. Se tenir debout sur une jambe (noter la jambe utilisée)

INSTRUCTIONS: Tenez-vous sur une jambe le plus longtemps possible, sans prendre appui.

- () 4 Peut lever une jambe sans aide et tenir plus de 10 secondes**** NOTE : Continuer de chronométrer jusqu'à 60 secondes.
- () 3 Peut lever une jambe sans aide et tenir de 5 à 10 secondes
- () 2 Peut lever une jambe sans aide et tenir de 3 à 5 secondes
- () 1 Essaie de lever une jambe mais ne peut tenir 3 secondes tout en restant debout, sans aide
- () 0 Ne peut exécuter l'exercice ou a besoin d'aide pour ne pas tomber

Feuille du participant

NOM : _____

Date _____

Annexe 9 : Caractéristiques des catégories d'évaluation du niveau de preuve par le système GRADE, tableau réalisé avec le logiciel GRADEpro.

Évaluation de la certitude							Nbre; de patients		Effet		Certitude	Importance
Nbre; d'études	Devis d'étude	Risque de biais	Incohérence	Caractère indirect	Imprécision	Autres considérations	Robotic	conventional therapy	Relatif (95% CI)	Absolu (95% CI)		
CWT (gait speed)												
2	essai randomisé	sérieux	non sérieux	sérieux	sérieux	toutes les variables de confusion plausibles suggéreraient un effet erroné, alors qu'aucun effet n'a été observé	29	30	-	MD 0.1 inférieure (0.28 inférieure à 0.09 plus élevé)	⊕⊕○○ Faible	
CWT (gait speed - étude Choi2022)												
1	essai randomisé	sérieux	très sérieux	non sérieux	sérieux	association forte gradient dose-réponse	18	6	-	MD 0.75 plus élevé (2.67 inférieure à 4.17 plus élevé)	⊕⊕○○ Faible	
FAC												
1	essai randomisé	sérieux	sérieux	non sérieux	sérieux	toutes les variables de confusion plausibles suggéreraient un effet erroné, alors qu'aucun effet n'a été observé	13	13	-	MD 0.85 plus élevé (0.15 inférieure à 1.85 plus élevé)	⊕⊕○○ Faible	
Fugl-Meyer Assessment (FMA)												
2	essai randomisé	sérieux	très sérieux	non sérieux	sérieux	toutes les variables de confusion plausibles suggéreraient un effet erroné, alors qu'aucun effet n'a été observé gradient dose-réponse	33	32	-	MD 1.18 plus élevé (0.79 inférieure à 3.15 plus élevé)	⊕⊕○○ Faible	
Berg Balance Scale (BBS)												
2	essai randomisé	sérieux	non sérieux	sérieux	non sérieux	aucun	31	19	-	MD 1.98 plus élevé (0.18 inférieure à 4.14 plus élevé)	⊕⊕○○ Faible	
DM: différence moyenne; IC: intervalle de confiance												

Annexe 10 : Grille Amstar 2, complétée par l'auteure.

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?

For Yes: Population Intervention Comparator group Outcome

Optional (recommended) Timeframe for follow-up

Yes No

2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?

For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:

review question(s) a search strategy inclusion/exclusion criteria a risk of bias assessment

For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:

a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, *and* a plan for investigating causes of heterogeneity justification for any deviations from the protocol

Yes Partial Yes No

3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?

For Yes, the review should satisfy ONE of the following:

Explanation for including only RCTs OR Explanation for including only NRSI OR Explanation for including both RCTs and NRSI

Yes No

4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?

For Partial Yes (all the following): searched at least 2 databases (relevant to research question) provided key word and/or search strategy justified publication restrictions (e.g. language)

For Yes, should also have (all the following): searched the reference lists / bibliographies of included studies searched trial/study registries included/consulted content experts in the field where relevant, searched for grey literature conducted search within 24 months of completion of the review

Yes Partial Yes No

5. Did the review authors perform study selection in duplicate?

For Yes, either ONE of the following:

at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include OR two reviewers selected a sample of eligible studies and achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer.

Yes No

6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?

For Yes, either ONE of the following:

- at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies
 - OR two reviewers extracted data from a sample of eligible studies and achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder extracted by one reviewer.
- Yes
 No

7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?

For Partial Yes:

- provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review

For Yes, must also have:

- Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study

- Yes
- Partial Yes
- No

8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?

For Partial Yes (ALL the following):

- described populations
- described interventions
- described comparators
- described outcomes
- described research designs

For Yes, should also have ALL the following:

- described population in detail
- described intervention in detail (including doses where relevant)
- described comparator in detail (including doses where relevant)
- described study's setting
- timeframe for follow-up

- Yes
- Partial Yes
- No

9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?

RCTs

For Partial Yes, must have assessed RoB from

- unconcealed allocation, *and*
- lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality)

For Yes, must also have assessed RoB from:

- allocation sequence that was not truly random, *and*
- selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome

- Yes
- Partial Yes
- No
- Includes only NRSI

NRSI

For Partial Yes, must have assessed RoB:

- from confounding, *and*
- from selection bias

For Yes, must also have assessed RoB:

- methods used to ascertain exposures and outcomes, *and*
- selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome

- Yes
- Partial Yes
- No
- Includes only RCTs

10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?

For Yes

- Must have reported on the sources of funding for individual studies included in the review. Note: Reporting that the reviewers looked for this information but it was not reported by study authors also qualifies

- Yes
- No

11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?

RCTs

For Yes:

- The authors justified combining the data in a meta-analysis
- AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present.
- AND investigated the causes of any heterogeneity

- Yes
- No
- No meta-analysis conducted

For NRSI

For Yes:

- The authors justified combining the data in a meta-analysis
- AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present
- AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available
- AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review

- Yes
- No
- No meta-analysis conducted

12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?

For Yes:

- included only low risk of bias RCTs
- OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect.

- Yes
- No
- No meta-analysis conducted

13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?

For Yes:

- included only low risk of bias RCTs
- OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results

- Yes
- No

14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?

For Yes:

- There was no significant heterogeneity in the results
- OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review

- Yes
- No

15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?

For Yes:

- performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias

- Yes
- No
- No meta-analysis conducted

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?

For Yes:

- The authors reported no competing interests OR
- The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest

- Yes
- No

To cite this tool: Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, Moher D, Tugwell P, Welch V, Kristjansson E, Henry DA. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017 Sep 21;358:j4008.

Intérêt des dispositifs robotisés de marche fixes dans la rééducation de la marche post-AVC : une revue systématique de littérature.

Interest of robot assisted gait training in post-stroke gait rehabilitation : a systematic review of literature.

Nombre de pages (avec les annexes) : 103

Directeur de Mémoire : MME. TOURLET CLEMENTINE

Résumé

Introduction : En France, plus de 150 000 nouveaux cas d'Accident Vasculaire Cérébral (AVC) sont recensés chaque année. L'AVC constitue donc la première cause de handicap physique décrété avec principalement une atteinte de la fonction motrice et donc de la marche. Au cours des dernières années, de nouvelles technologies innovantes ont vu le jour et sont utilisées dans la rééducation, tels que des dispositifs robotisés de marche fixes.

Objectif : L'objectif de cette revue est de comparer l'effet d'une rééducation conventionnelle incluant ces dispositifs robotisés de marche par rapport à une rééducation dites conventionnelle. **Méthode** : Les sources principalement utilisées pour effectuer les recherches d'articles sont les bases de données scientifiques électroniques PubMed, PEDro, et Cochrane Library. 21 articles ont été sélectionnés sur la base des critères d'éligibilité de notre revue, et 7 articles ont été inclus dans la synthèse finale après lecture de l'intégralité des textes. **Résultats** : L'extraction des données a été effectuée pour les critères de jugements suivants : la vitesse de marche (10 mètres de marche ou CWT), la mobilité fonctionnelle (FAC), la fonction musculaire (FMA-LE) et l'équilibre (BBS). **Discussion** : Les études tendent à montrer l'équivalence d'effet entre une rééducation conventionnelle associée à l'utilisation des dispositifs robotisés de marche fixes et une rééducation conventionnelle. Seules 2 études tendent vers une supériorité de la robotique sur deux critères de jugements primaires. Cependant, les études incluses présentent des biais non-négligeables, ainsi qu'une hétérogénéité des protocoles de rééducation. **Conclusion** : Du fait du faible niveau de preuve et des biais présents, cette revue de littérature ne permet donc pas de déterminer la preuve scientifique de l'efficacité de la robotique. Il est donc important que les futures études présentent une meilleure qualité méthodologique, et moins de biais dans l'objectif d'obtenir des meilleurs niveaux de preuve.

Abstract

Introduction: In France, over 150 000 new cases of stroke are registered every year. Stroke is therefore the main reason for physical disability, involving impairment of motor function and hence walking. In recent years, innovative new technologies have emerged for use in rehabilitation, such as robotized assisted gait training. **Aim**: The aim of this review is to confront the effect of conventional rehabilitation including these robotic gait devices and conventional therapy. **Method**: The main databases used to search for articles were PubMed, PEDro and the Cochrane Library. 21 articles were selected according to our review's eligibility criteria, and 7 articles were included in the final synthesis after full-text reading. **Results**: Data were extracted for the following outcomes: gait speed (10-meter walk or CWT), functional mobility (FAC), motor function (FMA-LE) and balance (BBS). **Discussion**: The studies tend to show equivalence of effect between conventional rehabilitation associated with robot assisted gait training and conventional rehabilitation. Only 2 studies show a superiority of robotics for two primary outcomes. Nevertheless, the included studies present considerable biases, as well as heterogeneity in rehabilitation protocols. **Conclusion**: Due to the low level of evidence and the biases, this review does not provide scientific proof of the effectiveness of robotic intervention. It is therefore important that future studies should have higher methodological quality and fewer biases, with the aim of obtaining higher levels of evidence.

Mots-clés : Accident vasculaire cérébral (AVC); Hémiplégie ; Dispositif robotisé de marche fixe; Marche.

Key words: Stroke; Hemiplegia; robot assisted gait training; Walking.