



**HAL**  
open science

# Une revue systématique: l'exercice aérobique est-il plus efficace que l'exercice contre résistance dans la récupération de la capacité de marche chez les patients adultes post-avc ?

Iheb Hallek

## ► To cite this version:

Iheb Hallek. Une revue systématique: l'exercice aérobique est-il plus efficace que l'exercice contre résistance dans la récupération de la capacité de marche chez les patients adultes post-avc ?. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03972598

**HAL Id: dumas-03972598**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03972598>**

Submitted on 3 Feb 2023

**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.

**UNE REVUE SYSTEMATIQUE :  
L'EXERCICE AEROBIQUE EST-IL PLUS  
EFFICACE QUE L'EXERCICE CONTRE  
RESISTANCE DANS LA  
RECUPERATION DE LA CAPACITE DE  
MARCHE CHEZ LES PATIENTS  
ADULTES POST-AVC ?**

**HALLEK Iheb**

**Directeur de mémoire : M. HOUDANT Benjamin**

## TABLES DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b> .....	4
1. Les caractéristiques des AVC, leurs conséquences physiologiques, sociales et économiques ....	4
1.1. Définition de l'hémiplégie .....	4
1.2. Epidémiologie .....	5
1.3. Physiopathologie .....	5
1.3.1. L'AVC ischémique .....	5
1.3.2. L'AVC hémorragique .....	6
1.3.3. L'AIT : accident ischémique transitoire .....	6
1.4. Les différents tableaux cliniques des AVC .....	7
1.5. La vascularisation artérielle cérébrale .....	8
1.6. Particularité du système vasculaire cérébral .....	9
1.6.1. L'AVC dans le territoire carotidien .....	10
1.6.2. L'AVC dans le territoire vertébrobasilaire .....	11
1.7. Le Syndrome d'hémorragie cérébrale .....	11
2. Stratégies de prises en charge .....	13
3. Intérêt de la revue de littérature et modèle PICO .....	20
<b>METHODE</b> .....	<b>22</b>
4. Critères d'éligibilité des études pour cette revue .....	22
4.1. Schéma d'étude .....	22
4.2. La population .....	22
4.3. Intervention et Comparateur .....	23
4.4. Critères de jugement (principal et secondaires) .....	24
5. Méthodologie de recherches des études .....	25
5.1. Sources documentaires investiguées .....	25
5.2. Mots-clés et équations de recherche utilisées .....	25
6. Méthodes d'extraction et d'analyse des données .....	28
6.1. Méthodes de sélection des articles .....	28
6.2. Evaluation de la qualité méthodologique des articles sélectionnés .....	29
6.3. Extractions des données .....	31
6.4. Méthodes de synthèse des résultats .....	31
<b>RESULTATS</b> .....	<b>32</b>
7. Sélection des études .....	32
7.1. Etudes exclues .....	34
7.2. Etudes incluses .....	36
8. Risques de biais des études incluses .....	39
9. Effets de l'intervention sur les paramètres de la marche .....	41
9.1. Résultats des études sur le critère de jugement principal .....	41
9.1.0. Vaz et al, 2021 .....	42
9.1.1. Linder et al, 2021 .....	45
9.1.2. De Menezes, 2019 .....	47
9.1.3. Langhammer, 2009 .....	49
9.1.4. Mead et al, 2007 .....	54

9.2. Résultats des études sur les critères de jugements secondaires .....	56
9.2.1. Mead et al, 2007 .....	56
9.2.2. Langhammer et al, 2009 .....	60
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>62</b>
10. Analyse des principaux résultats .....	62
10.1 Comparaison entre les études utilisant le 6MWT.....	63
10.2 Comparaisons entre les études utilisant la vitesse de marche confortable.....	69
10.3 Comparaison entre les études utilisant le TUG.....	71
10.4 Analyse de la Puissance musculaire de l'appareil extenseur des membres inférieurs par le Nottingham Power Rig ( cf.annexe 9 ) dans « Mead et al, 2007 » .....	72
10.5 Analyse de la Force fonctionnelle des membres inférieurs par le Sit-to-Stand test dans « Mead et al, 2007 ».....	73
10.6 Analyse de la fonction motrice dans la marche par le Motor Assessment Scale, MAS (cf. annexe 8) dans « Langhammer et al, 2009 ».....	74
10.7. Synthèse des résultats.....	75
11. Applicabilité des résultats en pratique clinique .....	76
11.1 La population .....	76
11.2 L'Intervention.....	77
11.3 Le comparateur .....	77
11.4 L'Outcome.....	78
12. Qualité des preuves .....	79
13. Limites et Biais potentiels de la revue .....	83
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>86</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>88</b>

## Remerciements

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont apporté leur soutien lors de la rédaction de ce mémoire.

Je souhaite avant tout remercier mon directeur de mémoire Monsieur Benjamin HOUDANT, cadre formateur à l'IFMK, pour sa patience, sa disponibilité et ses conseils avisés pour mener à bien la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Je remercie l'équipe pédagogique de l'IFMK de Marseille pour leur aide dans les démarches de rédaction du mémoire, pour leur investissement et pour les différents enseignements fournis tout au long de ces 4 années études.

Je tiens à montrer ma reconnaissance envers les équipes de la Clinique Saint-Martin Les Camoins et Saint-Martin Sport, pendant trois années d'apprentissage, m'ont apporté leurs connaissances et leurs expériences dans les pratiques professionnelles. Cela m'a grandement aidé à améliorer mon savoir-faire et mon savoir-être en kinésithérapie.

Merci à mes amis étudiants du groupe 4 pour ces belles années de formation passées ensemble. Mais aussi mes amis proches et fidèles : Marine, Florie, Océane, Anne-Laure, Emilie (pour ton attentive relecture aussi !!!), Jacques et Lucas pour leur soutien moral et intellectuel tout au long de la rédaction.

Enfin, je dis un grand merci à mes plus grands supporters, mes parents et mes grandes sœurs, Chahinez et Ons, pour leur amour, leurs conseils, leur soutien inconditionnel, leurs encouragements dans mes études de kinésithérapie.

Je remercie tout particulièrement ma future épouse, Shainèze, pour ses précieux conseils et son soutien ainsi que son aide à la correction de mon mémoire.

Enfin, pour tous ceux que je n'ai pu citer nommément mon cœur est rempli de bonnes intentions à votre égard. Soyez assurés de ce que vos noms soient gravés en moi.

Je vous remercie, Membres du Jury de ma Soutenance, de me consacrer votre temps, afin de juger mon travail et de m'aider à sa valorisation scientifique.

# INTRODUCTION

## 1. Les caractéristiques des AVC, leurs conséquences physiologiques, sociales et économiques

### 1.1. Définition de l'hémiplégie

L'accident vasculaire cérébral est, « un déficit brutal d'une fonction cérébrale focale sans autre cause apparente qu'une cause vasculaire » [1]. L'AVC survient lors de l'interruption brutale de flux sanguin cérébral, privant ainsi une ou différentes partie(s) du cerveau en oxygène, causant leur dysfonctionnement puis leur mort en quelques minutes [2]. L'hémiplégie est selon Jules Dejerine « la perte plus ou moins complète de la motricité volontaire dans une moitié du corps » [3]. Elle est due à une lésion unilatérale de la voie motrice principale entre le neurone d'origine de la voie pyramidale et sa synapse avec le motoneurone alpha dans la corne antérieure de la moelle. Une lésion hémisphérique, du tronc cérébral ou médullaire peut entraîner une hémiplégie controlatérale ou, exceptionnellement (si la lésion siège en aval de la décussation du faisceau pyramidal), homolatérale à la lésion [4]. L'hémiplégie est le plus souvent la conséquence d'un accident vasculaire cérébral (AVC). L'atteinte motrice est fréquemment associée à des troubles sensitifs et neuropsychologiques.

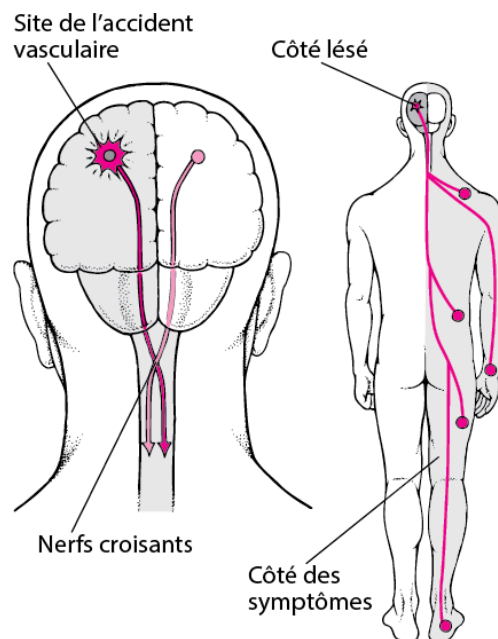


Figure 1 : Localisation des lésions et des symptômes en fonction du site de l'accident vasculaire  
(Infographie : [www.msmanuals.com](http://www.msmanuals.com))

## 1.2. Epidémiologie

Selon l'Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale (INSERM), l'AVC est la première cause de handicap acquis chez l'adulte et la première cause de mortalité chez les femmes avant le cancer du sein, et la troisième chez l'homme. De plus, il est la deuxième cause de démence après la maladie d'Alzheimer. Selon une enquête internationale, l'AVC est le quatrième facteur d'invalidité chez les personnes âgées de plus de 65 ans [5].

Touchant environ 140 000 nouveaux cas par an en France, l'AVC a un taux d'incidence multiplié par 2 tous les dix ans après 55 ans. Parmi les actifs ayant eu un AVC, un tiers ne reprend pas une activité professionnelle. En effet, après un AVC, il persiste des séquelles importantes dans 40% des cas [6]. Dans l'année suivant l'AVC, 30% des patients souffrent de dépression [7,8,9]. Après un premier AVC, le risque de récurrence est important, estimé entre 30 % et 43% à 5 ans [1].

## 1.3. Physiopathologie

Il existe deux catégories d'AVC constituées : l'AVC ischémique et l'AVC hémorragique. Quelle que soit l'origine, l'apport en oxygène et en nutriments est interrompu, ce qui endommage fortement les tissus cérébraux et cause une perte des fonctions cérébrales.

### 1.1.1. L'AVC ischémique

L'AVC ischémique représente 80% des cas, dont 99% dans le territoire artériel. Dans de rares cas, il peut être d'origine veineuse (1%). Aussi appelé infarctus cérébral, thrombose ou embolie cérébrale dû à l'occlusion d'une artère cérébrale par un caillot sanguin. La zone du cerveau située en aval du caillot est donc privée en oxygène et en nutriments, ce qui entraîne des lésions plus ou moins irréversibles du tissu cérébral [10,11].

Les principales causes d'un AVC ischémique sont :

- l'athérosclérose (à l'origine de 20 à 25% des infarctus artériels), soit par embolie à partir d'une plaque ou par thrombose.
- l'embolie d'origine cardiaque (à l'origine de 20 à 25% des infarctus artériels)
- d'autres causes sont relevées telles que les artérites inflammatoires, dissection carotidienne, anomalies des protéines de coagulation.

Les facteurs de risques sont divers et peuvent ou non être modifiables. Ainsi, l'âge, le sexe masculin et les antécédents familiaux sont non modifiables.

L'étude INTERSTROKE, une vaste étude cas-témoins internationale sur les facteurs de risque d'incidence des accidents vasculaires cérébraux dans 22 pays, a trouvé des preuves de 10 facteurs de risque modifiables significatifs, y compris les antécédents d'hypertension, le tabagisme actuel, le diabète sucré, le rapport taille-hanches, le score de risque alimentaire, l'inactivité physique, la consommation d'alcool, le stress psychosocial et la dépression, les causes cardiaques et le rapport des apolipoprotéines B à A1[12].

Cependant, les facteurs modifiables comme l'Hypertension Artérielle (HTA), le tabac (actif ou passif), l'alcool, la drogue, l'hypercholestérolémie, le surpoids et le diabète doivent être surveillés et traités, car c'est sur ces facteurs modifiables que nous pouvons agir via l'éducation thérapeutique du patient ; permettant ainsi de limiter le patient à l'exposition des risques.

### **1.1.2. L'AVC hémorragique**

Il représente 20% des cas.

Lors d'un AVC hémorragique, le territoire irrigué en aval de la rupture ainsi que la zone du cerveau comprimée par la collection sanguine sont lésés. Il se produit une collection intra parenchymateuse de sang parfois associée à un saignement méningé. L'AVC hémorragique cérébral représente 15% des cas, causé par la rupture d'une artère cérébrale provoquant ainsi une hémorragie intracérébrale.

Et l'AVC hémorragique méningé représente les 5% restants, dû à la rupture d'une artère cérébrale superficielle entraînant une hémorragie dans les enveloppes qui entourent le cerveau.

Les causes principales sont : l'hypertension artérielle (HTA) qui est la cause majeure, les malformations vasculaires (rupture d'anévrisme), et l'accident hémorragique post- traumatique [13,14].

On retient que l'AVC est un évènement brutal entraînant des déficits, et à long terme des possibles séquelles, en fonction de la zone du cerveau atteinte et de la durée initiale de non-irrigation. Cependant, si la circulation sanguine est rétablie en moins de 6 heures suivant l'AVC, les dommages seront pour la plupart réversibles [1,13,14].

### **1.1.3. L'AIT : accident ischémique transitoire**

L'AIT, selon la Haute Autorité de Santé (HAS), est « *un épisode bref de dysfonction neurologique due à une ischémie focale cérébrale ou rétinienne, dont les symptômes durent typiquement moins d'une heure, sans preuve d'infarctus aigu à l'imagerie cérébrale* » [15]. La notion du temps est à mettre en avant pour faire la différence entre AIT et AVC. En effet, un AIT dure moins d'une heure, alors qu'un AVC dure plus d'une heure. L'AIT se traduit par au moins un des trois signes d'alerte suivants : l'engourdissement du visage, l'engourdissement ou perte de force d'un bras, et des troubles de la parole.

Les AIT peuvent se manifester par des symptômes de ce type disparaissant en moins de 24 heures. La disparition de l'ensemble des symptômes ne permet toutefois pas de conclure à l'absence de gravité. Un AIT peut en effet être le signe avant-coureur d'un AVC majeur. Il doit toujours être considéré comme une urgence médicale, car le risque de faire un AVC dans la semaine suivante est élevé [17,18,19,20]. En effet, les patients atteints d'AIT se présentent souvent au service des urgences ou au soignant principal. Parce qu'il existe un risque réel d'AVC grave, il est important que ces patients soient pris en charge par une équipe interprofessionnelle. Le risque précoce d'AVC varie de 4 à 9% dans les 90 jours et sans traitement, le risque d'accident vasculaire cérébral varie de 20 à 30% dans les 5 ans [21,22].



# Les différentes formes de l'accident vasculaire cérébral (AVC)

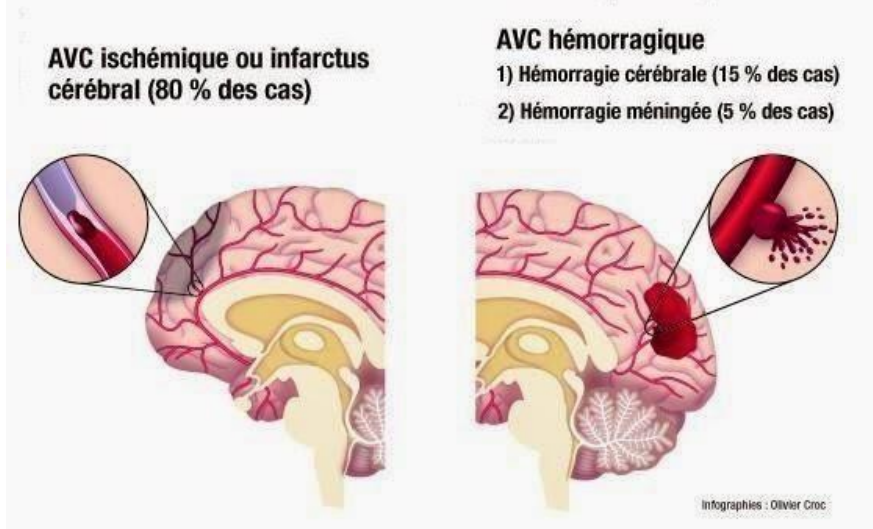


Figure 2 : Types d'AVC (Infographie : Olivier Croc)

## 1.4. Les différents tableaux cliniques des AVC

L'hémiplégie vasculaire est caractérisée par la diversité des tableaux cliniques. Les AVC entraînent des conséquences polymorphes dépendant de l'artère bouchée et du territoire touché :

- un déficit moteur marqué par une perte de sélectivité de l'activation musculaire volontaire
- l'apparition de schémas moteurs réflexes dits primitifs,
- et un tonus musculaire anormal.

Ils peuvent être associés à des troubles praxiques, sensitifs, cognitifs ou perceptifs comme une hémianopsie latérale homonyme (HLH), une diplopie, ou encore une hémiparésie.

Pour comprendre la sémiologie à la suite d'une lésion cérébrale, il convient d'étudier tout d'abord l'anatomie de la vascularisation artérielle du cerveau et ainsi en déduire les fonctions qui seront touchées selon le territoire atteint par l'interruption d'apport sanguin.

## 1.5. La vascularisation artérielle cérébrale

La vascularisation cérébrale est assurée par deux principaux réseaux artériels :

- le réseau antérieur représenté par les deux carotides internes
- et le réseau postérieur représenté par les artères vertébrales.

### Le réseau antérieur

Une branche du tronc brachiocéphalique issu de la crosse de l'aorte donne l'artère carotide commune (ACC). La division de l'ACC va donner l'artère carotide interne (ACI).

Ce réseau antérieur vascularise les yeux, les noyaux de la base, une partie de l'hypothalamus, les régions frontales, pariétales, et une grande partie des lobes temporaux.

### Le réseau postérieur

Les artères vertébrales évoluent jusqu'au sillon bulbo-protubérantiel, où elles vont fusionner entre elles pour donner le tronc basilaire.

L'artère cérébrale postérieure (ACP) assure la vascularisation des pédoncules cérébraux, du thalamus, du 3ème ventricule, de l'hippocampe (rôle majeur dans le processus de mémorisation), d'une partie du lobe occipital et du lobe temporal.

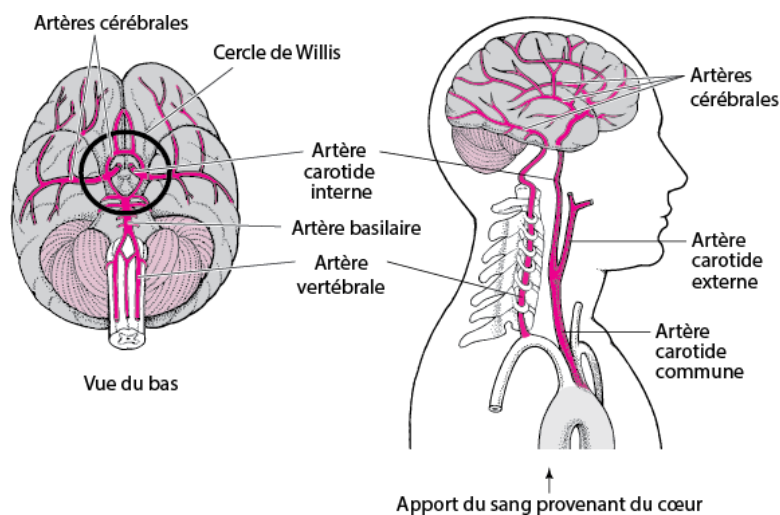


Figure 3: La vascularisation artérielle cérébrale (infographie : MSDManualHome)

## 1.6. Particularité du système vasculaire cérébral

Le polygone de Willis est un système de suppléance vasculaire, permettant au cerveau de recevoir du sang nutritif même si une des artères du cou est lésée ou obturée.

En effet, il existe deux artères communicantes, antérieure et postérieure, permettant de donner des sorties de secours en cas de lésion ou d'obstruction.

En avant et entre les 2 artères cérébrales antérieures, l'Artère Communicante Antérieure (ACA) qui permet par exemple si on a une obstruction de l'ACA (juste en amont) d'avoir un apport sanguin, dans une certaine limite, venant de l'artère cérébrale controlatérale.

En arrière, l'Artère communicante Postérieure (ACP) connecte l'Artère Cérébrale Moyenne (ACM) et la Postérieure (ACP).

Il y a donc un système de connexion au niveau antérieur et postérieur de chaque côté, et un système de connexion entre hémisphère droit et hémisphère gauche. Le cerveau reçoit la plus grande partie de ses ressources en oxygène et nutriments de ce polygone. Les collatérales issues de ce polygone sont terminales donc au-delà de cette structure anastomotique, il n'y a plus de suppléance vasculaire possible.

En fonction de la zone du cerveau touchée et de la gravité de l'accident vasculaire, les conséquences seront plus ou moins importantes. La mort subite peut être causée lorsque la gravité de l'AVC est majeure.

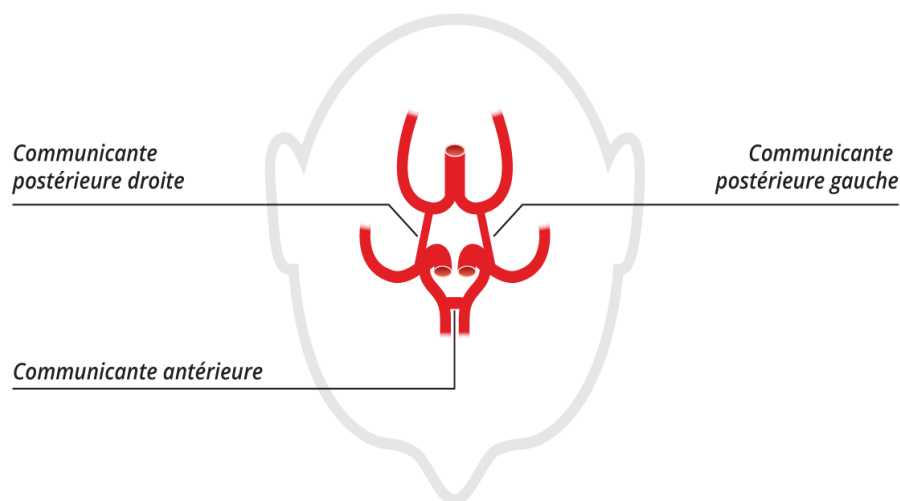


Figure 4: Le polygone de Willis (infographie : MSDManualHome)

© carotide.com

## 1.6.1. L'AVC dans le territoire carotidien

### 1.6.1.1 L'infarctus dans le territoire sylvien

Le territoire sylvien irrigue la plus grande partie de la face externe des hémisphères.

Il se divise en 3 parties :

- Le territoire sylvien superficiel se traduit par une hémiparésie à prédominance brachiofaciale sensorimotrice.
- Le territoire sylvien profond se traduit par une hémiparésie motrice pure et proportionnelle.
- Le territoire sylvien total se traduit par une hémiparésie massive dont le pronostic vital et fonctionnel réservé.



Figure 5 : Hémiparésie à prédominance brachiofaciale

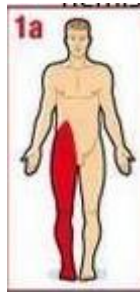


Figure 6: Hémiparésie à prédominance crurale  
(Infographie : [www.e-semio.org](http://www.e-semio.org))

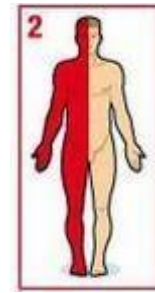


Figure 7: Hémiparésie motrice et proportionnelle

### 1.6.1.2 L'infarctus dans le territoire de la cérébrale antérieure

L'artère cérébrale antérieure (ACA) irrigue la face interne des lobes frontaux et pariétaux, la face orbitaire du lobe frontal et le bord supérieur de la face externe des hémisphères.

L'infarctus dans le territoire l'ACA se traduit par une hémiparésie à prédominance crurale. De plus, cette hémiparésie peut s'associer à un grasping reflexe. Mais aussi, à une altération des fonctions cognitives telle qu'une apraxie idéomotrice.

Cependant en l'absence de troubles praxiques, les activités manuelles et gestuelles sont conservées, ce qui n'est pas le cas pour les infarctus du territoire sylvien.

## 1.6.2. L'AVC dans le territoire vertébrobasilaire

Les infarctus dans le territoire vertébrobasilaire peuvent se manifester dans les différentes zones suivantes :

- au niveau cérébelleux : se manifestant par des vertiges, un syndrome cérébelleux ou augmentant le risque d'hydrocéphalie.
- au niveau du lobe occipital : se manifestant par une hémianopsie latérale homonyme (HLH) controlatérale (avec une alexie à gauche et une prosopagnosie à droite) ou bilatérale (pouvant entraîner une cécité corticale)
- ou encore au niveau du tronc cérébral : se manifestant par un déficit des nerfs crâniens (de la face, nerf oculomoteur III), une diplopie, une dysarthrie, des vertiges, un déficit bilatéral et des troubles de la vigilance.

A ces troubles peuvent s'ajouter une hémiparésie avec paralysie faciale, un locked-in syndrome, un syndrome de Wallenberg, ou des mouvements choréoathétosiques (troubles sensitifs, une HLH, ou des déficits cognitifs comme l'aphasie de Wernicke, des agnosies visuelles ou des prosopagnosies).

## 1.7. Le Syndrome d'hémorragie cérébrale

Dans le cas d'hémorragies intracérébrales, le pronostic vital (PV) et le pronostic fonctionnel (PF) dépend du volume de l'hématome, si volumineux, il entrainera un coma, avec PV engagé. En cas de survie, le PF rejoint celui des hémiparésies massives.

Enfin, si le volume est réduit, on peut espérer retrouver une récupération fonctionnelle satisfaisante. Les facteurs de mauvais pronostic sont : la gravité du déficit initial, le coma initial, l'association de plusieurs déficiences, l'âge, et l'incontinence urinaire.

La récupération majeure se fait principalement dans les premiers mois.

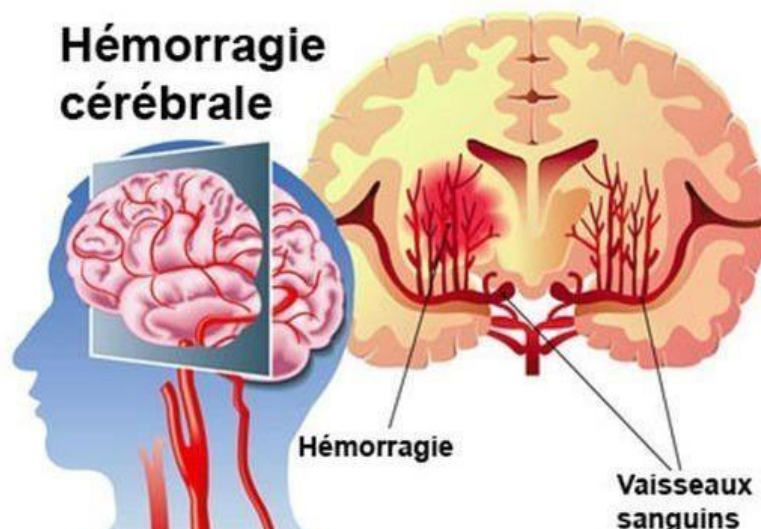


Figure 8 : Hémorragie cérébrale (Infographie : Docteurcllic)

Après avoir rappelé la physiopathologie de l'AVC, on peut aisément comprendre que cette pathologie peut avoir de graves conséquences sur le patient selon le territoire touché et la durée de l'occlusion ou de l'hémorragie. En effet, l'invalidité persiste souvent longtemps, parfois de façon permanente, après un AVC.

Pourtant, l'impact de l'AVC sur l'invalidité pourrait être sous-estimé parce que l'impact de la paralysie ou de la faiblesse des membres n'est pas pris en compte et que l'étendue de la déficience cognitive n'est pas toujours pleinement évaluée.

L'AVC entraîne des fardeaux sociaux et économiques importants dans le monde entier.

La qualité de soins a été associée à des taux plus élevés de dépression, d'anxiété, de maladies cardiovasculaires, de mauvaise santé générale et de mortalité [6,8,9].

De plus, une comparaison internationale des études de coûts a montré que les systèmes de santé nationaux consacraient, en moyenne, 0,27 % du produit intérieur brut à l'AVC et que les soins de l'AVC représentaient environ 3 % des dépenses totales de soins de santé [23].

Aux États-Unis, en 2008, les coûts directs et indirects totaux des accidents vasculaires cérébraux étaient estimés à 65,5 milliards de dollars américains [24].

Dans l'Union Européenne, les coûts s'élèvent à 35,8 milliards de dollars américains [25].

En Chine, le coût des soins d'AVC pour les hôpitaux financés par le gouvernement a augmenté de 117% par an entre 2003 et 2007.

La littérature actuelle ne fournit pas d'analyse complète du fardeau économique de l'AVC on peut supposer qu'il continuera d'augmenter si les tendances actuelles de l'incidence et de la mortalité des AVC persistent et si les efforts de prévention et de contrôle ne sont pas intensifiés.

En outre, l'inactivité physique est associée à de nombreux effets néfastes sur la santé, y compris les AVC. Un nombre conséquent d'études observationnelles prospectives indique que l'activité physique de routine permettrait de prévenir les AVC [26] ; les avantages peuvent être obtenus à partir d'une variété d'activités, y compris l'activité physique de loisirs, l'activité professionnelle et la marche. Dans l'ensemble, la relation entre l'activité physique et l'AVC n'est pas influencée par le sexe ou l'âge.

Les séquelles musculaires post-AVC touchent d'abord les muscles des membres parétiques, puis progressivement les muscles non parétiques. Ces séquelles musculaires présentent les mêmes caractéristiques que la sarcopénie liée au vieillissement.

À terme, la perte de mobilité qui résulte de ces séquelles aboutit à une diminution de la condition physique, en particulier cardio-respiratoire, qui limite encore l'autonomie, dégrade la qualité de vie et réduit l'espérance de vie des patients post-AVC. Après un AVC, une activité physique adaptée mise en place précocement, au mieux dans un centre de réadaptation, puis poursuivie régulièrement toute la vie améliore l'état de santé, l'autonomie et la condition physique des patients post-AVC.

## 2. Stratégies de prises en charge

### 2.1. L'entraînement aérobic

L'exercice aérobic, aussi appelé « exercice ou entraînement en endurance » se réalise sur une longue durée et implique une augmentation de la consommation d'oxygène par le corps. La fréquence respiratoire et la fréquence cardiaque se trouvent augmentées. Ce type d'exercice est important pour de nombreuses fonctions de notre organisme et contribue à garder notre cœur, nos poumons et notre système circulatoire en bonne santé, ainsi qu'à améliorer notre condition cardio-respiratoire.

Le système d'aérobic est plus lent que le système d'anaérobic, puisque l'oxygène doit arriver aux muscles par le biais de notre circulation avant que l'énergie soit libérée. Pendant les exercices d'aérobics, qui sont moins intenses mais qui durent plus longtemps, nos poumons et notre cœur travaillent dur pour fournir de l'oxygène au corps. Le corps utilise cet oxygène pour décomposer les sources d'énergie comme les graisses et le glucose afin de libérer l'énergie que nous pouvons utiliser pour effectuer l'exercice. En général, les processus d'aérobic utilisent l'oxygène pour produire plus d'énergie que les processus d'anaérobic, mais les processus d'anaérobic libèrent de l'énergie plus rapidement [28].

Les muscles squelettiques du corps humain sont différents selon leurs localisations, leurs types d'activités et leurs degrés d'utilisations.

On dénombre 3 types de fibres musculaires qui ont des propriétés contractiles différentes :

- Les fibres de type I : ou fibres lentes ; elles sont peu fatigables, présentent dans les muscles toniques. On les utilise lors d'une activité d'endurance, et fonctionnent grâce à l'oxygène. Ce sont des fibres qui ont un afflux de sang important pour améliorer l'oxygénation du tissu et un nombre de mitochondries élevées afin de synthétiser l'énergie à partir de l'oxygène.
- Les fibres II a : ou fibres intermédiaires ; elles fonctionnent grâce à l'oxygène de manière mixte.
- Les fibres II b : ou fibres rapides ; elles ont une faible résistance à la fatigue, et sont présentes dans les muscles phasiques. Elles ne nécessitent pas d'oxygène pour fonctionner.

Les fibres à développer pour accroître l'endurance de nos patients sont donc les fibres de type I, mais également les fibres IIa.

L'entraînement en endurance peut être de type continu ou de type fractionné.

L'entraînement fractionné à haute intensité ne semble pas présenter de risques particuliers chez les patients post-AVC. Par rapport à l'entraînement continu, l'entraînement fractionné est moins chronophage et souvent décrit comme plus ludique par les patients.

La durée recommandée des séances, par la Haute Autorité de Santé, varie entre 10 et 60 minutes avec augmentation progressive, adaptée aux capacités et à la tolérance du patient. La fréquence hebdomadaire recommandée actuellement est de 3 à 5 séances par semaine.

Certaines études ont montré que des exercices réguliers d'aérobie réduisent le risque de développer de nombreuses maladies, telles que les maladies cardiaques, les accidents vasculaires cérébraux, le diabète de type 2, la démence et même certains cancers. Il a également été démontré que l'activité physique en général réduit le risque de dépression [29].

En conclusion, l'exercice aérobic apporte de nombreux bénéfices au patient notamment sur le plan physiologique avec une amélioration de la capacité d'endurance et la tolérance à l'exercice mais également sur un plan psychologique, en diminuant l'anxiété, en ayant une meilleure estime de soi, en améliorant la qualité de vie, et en se réinsérant dans une vie sociale.

## **2.2. Réentraînement à l'effort chez les patients hémipariés via des exercices aérobiques**

Chez le patient hémiparié, le renforcement musculaire et le réentraînement à l'effort sont utiles pour améliorer les capacités fonctionnelles.

Le reconditionnement général s'adresse aux patients dont l'incapacité est plus due au manque de capacité d'effort qu'aux séquelles motrices proprement dites. Les exercices de réentraînement à l'effort s'adressent à des patients ayant suffisamment d'autonomie pour participer au programme mais dont le niveau d'efficacité dans les activités motrices élémentaires est problématique.

L'incapacité fonctionnelle de l'hémiparié vasculaire résulte de nombreux facteurs. Le déficit moteur et ses conséquences en termes de troubles du tonus musculaire et de la stabilité diminuent les capacités motrices. La période de repos et la réduction durable des activités motrices aboutissent à une diminution de la capacité aérobic avec des modifications connues du système transporteur de l'oxygène et du muscle périphérique, mise en évidence notamment chez les patients insuffisants cardiaque dont la réduction d'activité motrice a abouti à une véritable myopathie par défaut d'utilisation [28].

Chez l'hémiparié, la reprise d'une activité physique est toujours accompagnée, également, d'une crainte de voir la spasticité accrue par l'exercice. En effet, chez le sujet normal, il existe une irradiation motrice de l'activité musculaire.

C'est Sherrington, en 1906 [30], qui parle en premier de l'irradiation en se référant à l'activité réflexe évoquée chez l'animal spinal par un stimulus capable de provoquer la flexion du membre postérieur. En augmentant graduellement l'intensité du stimulus, celui-ci pouvait d'abord provoquer l'extension du membre postérieur controlatéral (par irradiation transversale), puis celle du membre antérieur homolatéral, enfin la flexion du membre antérieur controlatéral (par irradiation longitudinale).

Kabat pense que l'on peut mettre en évidence un comportement semblable même en ce qui concerne l'activité volontaire. Il remarque que l'irradiation ne s'étend pas accidentellement, mais que pour chaque groupe musculaire volontairement activé, elle suit des schèmes spécifiques et que les schèmes moteurs « diagonaux et spiraux » sont les plus efficaces [29].

Cependant chez l'hémiparié, l'irradiation motrice, est anormalement quantitative et qualitative : en effet, l'irradiation active toujours le même groupe musculaire dans les schèmes synergiques.



Sur le plan thérapeutique, cette irradiation motrice est exploitée par Brunnstrom qui utilisent les syncinésies pour augmenter la force musculaire. De plus, la méthode de rééducation neuro-orthopédique vise à une surcompensation par le côté sain, favorisant la spasticité en extension du membre inférieur hémiplégique.

Contrairement à la méthode de Bobath et Perfetti, tentant de guider la récupération de l'hémiplégique afin d'obtenir une motricité évoluée, plus esthétique et moins coûteuse en énergie [28,29].

Les différents buts du réentraînement à l'effort chez l'hémiplégique sont :

- une amélioration de la capacité aérobie se manifestant par une augmentation de la VO<sub>2</sub>max
- une augmentation de la charge soutenue
- une augmentation de la durée de l'exercice
- une diminution de la fatigabilité
- une amélioration de la pression sanguine artérielle
- une amélioration de la force musculaire notamment dans les membres inférieurs

### **2.3. Exercice contre résistance**

Lorsque le niveau de condition physique des patients est faible les activités physiques peuvent être limitées par la fatigue signifiant une perte d'autonomie. Dans cette revue systématique, l'exercice contre résistance, autrement dit l'entraînement en résistance, se définit comme tout exercice physique planifié, structuré, répétitif et délibérément effectué pour améliorer différentes composantes de la condition physique notamment la force musculaire, la puissance musculaire, la vitesse, la coordination et la performance motrice [42]. Cet entraînement en résistance utilise des activités impliquant des contractions musculaires résistantes par des poids (haltères, poulies), de la masse corporelle ou des dispositifs élastiques.

Le facteur clé d'un entraînement en résistance réussi à n'importe quel niveau de forme physique ou d'âge, est la conception appropriée d'un programme. Elle comprend un enseignement approprié de l'exercice, ajouté à une bonne respiration et une utilisation correcte de l'équipement.

L'établissement d'objectifs est indispensable pour permettre aux patients de voir leurs progrès, d'avoir un fil conducteur, et de rester motivés. Il est important que l'entraînement en résistance soit supervisé par des professionnels qualifiés pour la prévention des blessures et pour maximiser les avantages pour la santé et la performance [31,32,33,34].

L'acte d'entraînement en résistance, lui-même, n'assure pas des gains optimaux en force musculaire et en performance. C'est plutôt l'ampleur de l'effort individuel et la structuration systématique du stimulus d'entraînement qui déterminent en fin de compte les résultats associés à l'entraînement en résistance. Ainsi, les programmes d'entraînement en résistance doivent être individualisés afin de maximiser les résultats [35].

Le programme d'entraînement en résistance est un ensemble de variables aiguës qui comprennent : les actions musculaires utilisées, la résistance utilisée, le volume (c'est-à-dire le nombre total de séries et de répétitions), les exercices sélectionnés et la structure de l'entraînement (c'est-à-dire, le nombre de groupes musculaires entraînés), les intervalles de repos entre les séries, la vitesse de

répétition et la fréquence d'entraînement [33,34,35].

La modification d'une ou de plusieurs de ces variables affectera les stimuli d'entraînement et favorisera potentiellement les conditions par lesquelles de nombreuses façons existent de varier les programmes d'entraînement en résistance et de maintenir ou d'augmenter la motivation des participants.

La plupart des programmes d'entraînement en résistance comprennent principalement des répétitions dynamiques avec des actions musculaires concentriques et excentriques, tandis que les actions musculaires isométriques jouent un rôle secondaire [33,34,35].

Une plus grande force par unité de taille musculaire est produite lors des actions excentriques. Les actions excentriques impliquent moins d'activation de l'unité motrice par niveau de tension spécifique nécessitent moins d'énergie par niveau de force, et sont essentiels pour une hypertrophie optimale, mais peuvent entraîner des douleurs musculaires plus retardées par rapport aux actions concentriques. De plus, les améliorations de la force musculaire dynamique sont plus grandes lorsque les actions excentriques sont incluses dans le programme d'entraînement [36,37].

Deux types généraux d'exercices de poids libre ou de machine peuvent être sélectionnés dans l'entraînement en résistance en ciblant une articulation et / ou plusieurs articulations.

Les exercices à une ou plusieurs articulations se sont révélés efficaces pour augmenter la force musculaire dans les groupes musculaires ciblés.

Les exercices à articulation unique, ont généralement été utilisés pour cibler des groupes musculaires spécifiques et sont considérés comme présentant moins de risques de blessure en raison du niveau réduit de compétence et de technique impliqué.

Les exercices à articulations multiples, par exemple le squat, impliquent une activation et une coordination neuronales plus complexes, et en raison de l'implication plus importante de la masse musculaire, ces exercices ont généralement été considérés comme les exercices les plus efficaces pour augmenter la force et la puissance musculaires [38,39].

La fréquence comprend également le nombre de fois que certains exercices ou groupes musculaires sont entraînés par semaine. Il dépend de plusieurs facteurs tels que le volume et l'intensité, la sélection de l'exercice, le niveau de conditionnement, la capacité de récupération, l'apport nutritionnel et les objectifs d'entraînement.

En fin de compte, l'objectif d'un programme d'entraînement en résistance est d'améliorer une composante de la condition physique jusqu'à ce qu'un certain niveau ait été atteint.

Pour que des améliorations se produisent, le programme utilisé doit être systématiquement modifié afin que le corps humain soit « forcé » de s'adapter aux stimuli changeants [38,39].

## 2.4. Récupération, plasticité cérébrale et apprentissage

Il existe de plus en plus de preuves scientifiques que le cerveau dispose de possibilités adaptatives et de restructuration du tissu cérébral résiduel. Il va de soi que plus la lésion est étendue, plus la récupération sera limitée. Malgré tout, les études radiologiques de morphométrie permettent de visualiser le tissu sain susceptible de retrouver des fonctions au sein d'une lésion cérébrale.

De plus, on découvre de plus en plus précisément les capacités de redondance des circuits cérébraux et leur plasticité modelée grâce à l'apprentissage moteur [40].

Lorsqu'une zone du cortex moteur primaire est lésée, les zones adjacentes sont capables de restaurer les fonctions perdues parce qu'elles participaient déjà à ces fonctions avant la lésion [37]. On sait également que certaines fonctions peuvent récupérer plus rapidement que d'autres : par exemple, l'héminégligence et l'anosognosie à la suite d'une lésion hémisphérique droite sont les plus rapides alors que l'hémiplégie et l'hémipléxie sont plus lentes à la récupération.

Une des explications à cette différence serait le rôle fonctionnel de la zone lésée. Les structures qui effectuent les fonctions élémentaires et qui requièrent une exécution immédiate sont celles qui récupèrent le plus lentement, car elle nécessite une circuiterie très spécialisée et focale. En revanche, les structures qui assurent des fonctions plus corticales sont diffuses et étendue au niveau cérébral et offrent donc plus de possibilités de restructuration, et plus rapidement.

La neuroplasticité ou plasticité cérébrale est un processus qui implique des changements structurels et fonctionnels adaptatifs au cerveau. Elle se définit comme « la capacité du système nerveux à modifier son activité en réponse à des stimuli intrinsèques ou extrinsèques en réorganisant sa structure, ses fonctions ou ses connexions » [41]. Cliniquement, il s'agit du processus de changements cérébraux après une blessure, comme un AVC ou un traumatisme crânien. Ces changements peuvent être soit bénéfiques, en restaurant la fonction, soit neutre, sans changement, soit négatifs, en ayant des conséquences pathologiques.

La neuroplasticité peut être décomposée en deux mécanismes majeurs : la régénération neuronale et la réorganisation fonctionnelle [42]. Un grand nombre de recherches sur la réadaptation motrice se sont concentrées sur des approches de traitement qui favorisent la récupération de la fonction, principalement après un AVC, en améliorant la plasticité dépendante de l'expérience comme moyen de réorganiser le tissu cérébral restant, souvent par le biais d'une pratique motrice spécifique à une tâche [43].

C'est durant les trois premiers mois post-AVC que la neuro-plasticité est à son apogée ; à ce moment-là, le cerveau est comparable à un cerveau de nouveau-né en termes de capacité de connexions synaptiques : il est prêt à apprendre et à établir de nouvelles connexions.

Cette neuro-plasticité joue un rôle essentiel dans la récupération. Après trois mois, le potentiel de récupération décroît car il y a une diminution du processus neuro-plastique ; les possibilités de récupération existent encore mais se feront à un rythme plus lent [44].

En plus de ces mécanismes de récupération, le cerveau serait aussi capable d'apprendre de nouvelles fonctions. De nombreuses études ont démontré que les capacités stables de patients chroniques à la suite d'un AVC pouvaient s'améliorer après un entraînement intensif spécialisé. La rééducation du patient hémiplégique repose en partie sur l'apprentissage moteur.

Les informations visuelles participent à la conception du geste et interfèrent avec la boucle d'apprentissage Essai-Erreur. Cet apprentissage est modulé par nos intentions. Ces résultats ont été démontrés par des techniques d'imagerie où les régions cérébrales impliquées dans l'apprentissage moteur sont activées de manière similaire lors de l'observation que lors de l'exécution d'un geste. Cette activation est majorée lorsque l'observation est intéressée dans un but d'imitation de mouvement [26].

D'un point de vue anatomique, l'apprentissage moteur met en relation le cortex pariétal, le cortex pré moteur, le cervelet ainsi que le cortex moteur et sensitif primaire [45]. D'un point de vue cellulaire, il a été démontré que l'activation de certains neurones, nommés neurones moteurs, sont actifs à l'exécution mais aussi à l'observation du geste [46]. Ainsi, afin de maximiser les chances de récupération motrice un travail moteur doit être associé à une image motrice mentale [40].

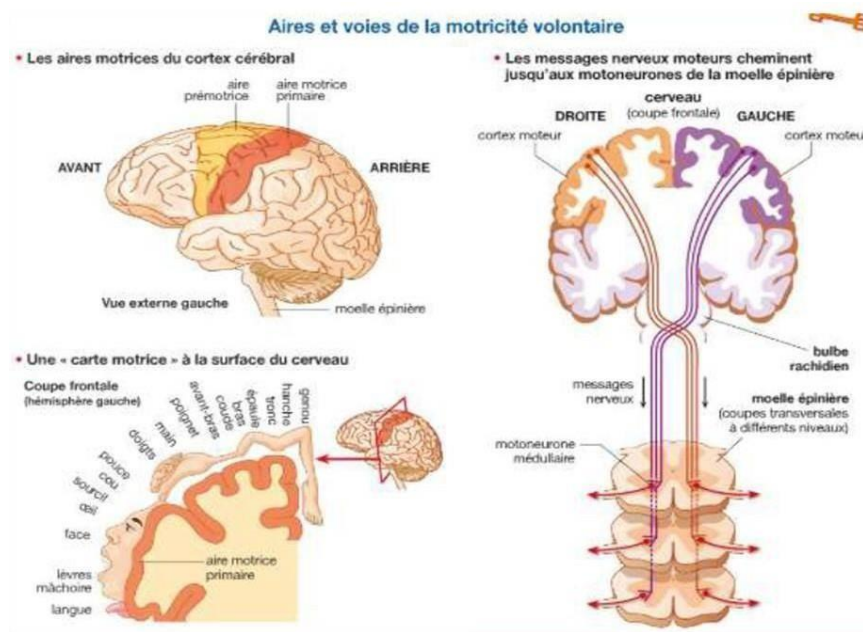


Figure 9 : Aires et voies de la motricité volontaire (Infographie : profsvt.site)

On peut parler d'apprentissage moteur dans le cas où celui qui apprend interfère avec l'environnement. Il doit être durable, pour être réévaluable, et positif c'est-à-dire qu'il existe une progression dans la performance. La répétition, la volonté et la motivation sont essentielles lors de la réalisation du geste. La représentation corticale de ce geste, la qualité des informations sensitivomotrices sont les facteurs favorisant pour les apprentissages moteurs.

À la suite d'une lésion cérébrale, la difficulté de l'apprentissage moteur varie en fonction du type d'activité recherchée. En effet, plus l'activité à réaliser est spécifique (écriture, conduite,) et s'écarte d'une motricité « innée » (marche, équilibre), plus la récupération motrice et son réapprentissage moteur sont difficile.

Les apprentissages moteurs peuvent aussi être délétères lorsque l'activité motrice est trop intense, réalisée trop précocement, ou répétée de manière stéréotypée, pouvant entraîner une aggravation des lésions cérébrales ou encore l'apparition de dystonies involontaires, qui parasitent le mouvement volontaire [46]. Les trois facteurs principaux favorisant l'apprentissage moteur doivent être intégrés dans la rééducation : le feedback, la pratique (la compréhension de la tâche à faire, l'acquisition d'une coordination nécessaire à son exécution, et la maîtrise de la tâche), et l'apprentissage.

## **2.5. Rééducation du patient hémiplégié en kinésithérapie**

Selon les recommandations de la Haute Autorité de Santé, « la rééducation du patient hémiplégié doit être mise en place dès que possible, quel que soit le stade de la prise en charge » (aiguë, subaiguë ou chronique) [47]. Une rééducation précoce, intensive et continue permettra au patient d'augmenter ses chances de récupération et ainsi envisager un retour à domicile (RAD) le plus rapidement possible. La rééducation doit également être progressive et utiliser des méthodes de stimulations neuromotrices de lutte contre les différents troubles rencontrés notamment les troubles orthopédiques. Sans oublier qu'une stimulation permanente du patient, tout au long de sa rééducation, doit être primordiale afin de progresser car ce sont souvent des patients anxieux et dépressifs. Les recommandations vis-à-vis de la durée de la rééducation quotidienne : il est recommandé que la rééducation se déroule pendant 3 heures par jour incluant des activités de la vie quotidienne, pour les patients ayant des difficultés de postures et une atteinte des membres inférieurs. Généralement, la HAS recommande 5 à 7 séances de kinésithérapie par semaine, d'une durée de 45 minutes chacune. Cependant, pour des séances d'endurance, la fréquence hebdomadaire recommandée actuellement est de 3 à 5 séances par semaine, d'une durée de 10 à 60 minutes patient-dépendant. Il est à noter que pendant la phase aiguë, c'est à dire pendant les deux premières semaines après un AVC, il faut privilégier des séances courtes, fréquentes et d'intensité progressive. De plus, il est nécessaire de combiner plusieurs méthodes de rééducation et ne pas se limiter exclusivement à une seule méthode. Concernant les méthodes neurophysiologiques, comme Bobath, Brunnström, Kabat, Rood, elles sont plus efficaces que l'absence de rééducation. En outre, l'éducation thérapeutique du patient et de son entourage ne doit pas être négligée afin d'optimiser et de pérenniser les résultats de la rééducation et faciliter son RAD.

## **2.6. L'éducation thérapeutique**

Selon la définition du rapport OMS-Europe publié en 1965, l'éducation thérapeutique (ETP) du patient « vise à aider les patients à acquérir ou maintenir les compétences dont ils ont besoin pour gérer au mieux leur vie avec une maladie chronique. Elle fait partie intégrante et de façon permanente de la prise en charge du patient. Elle comprend des activités organisées, y compris un soutien psychosocial, conçues pour rendre les patients conscients et informés de leur maladie, des soins, de l'organisation et des procédures hospitalières, et des comportements liés à la santé et à la maladie. Ceci a pour but de les aider, ainsi que leurs familles, à comprendre leur maladie et leur traitement, à collaborer et à assumer leurs responsabilités dans leur propre prise en charge, dans le but de les aider à maintenir et améliorer leur qualité de vie. »[48].

L'ETP est un processus continu, dont le but est d'aider les patients à acquérir ou maintenir les compétences dont ils ont besoin pour gérer au mieux leur vie avec une maladie chronique. Elle fait partie intégrante et de façon permanente de la prise en charge du patient. Cette éducation s'appuie sur le vécu et l'expérience antérieure du patient et fait partie d'un ensemble plus large des compétences psychosociales. Elle contribue également à permettre au patient de mieux se connaître, de gagner en confiance en lui, de prendre des décisions et de résoudre des problèmes, de se fixer des buts à atteindre et de faire des choix, en somme de l'autonomiser au maximum.

### 3. Intérêt de la revue de littérature et modèle PICO

Apprenti à la clinique privée de Saint-Martin Les Camoins, spécialisée dans les pathologies neurologiques du système nerveux central et périphérique, j'ai été confronté à plusieurs reprises à des situations qui incluaient la prise en charge de patients présentant des accidents vasculaires cérébraux. J'avais le choix entre plusieurs stratégies de rééducation dont je ne connaissais pas l'efficacité. Au cours des trois années dans cette clinique, j'ai entrepris des recherches dans le but d'offrir la meilleure prise en charge possible à mon niveau. Le but étant non pas d'appliquer « une recette » mais d'entreprendre une démarche réfléchiée et justifiée, basée sur la littérature scientifique, d'autant que chaque rééducation est unique.

La survenue d'un AVC est un événement brutal qui entraîne plusieurs déficits. Les patients sont accompagnés durant leur hospitalisation, par toute l'équipe soignante. La masso-kinésithérapie vise à optimiser la récupération des déficits de la fonction motrice, à diminuer les conséquences des lésions cérébrales sur cette fonction et à inventer des stratégies de compensation assurant la suppléance des fonctions lésées. La prise en charge, qui évolue avec les progrès du patient et s'adapte à son état, comporte différentes approches et s'appuie sur des concepts neurodéveloppementaux, de neurofacilitation proprioceptive, d'intégration sensitive, d'apprentissage et réapprentissage moteur, sollicitant la dimension cognitive du mouvement.

Une fois de retour à domicile, le temps de rééducation et l'accompagnement diminuent. Les patients sont confrontés à leur limitation d'activités et de participation.

En effet, une étude de 2011, montre une diminution de l'endurance et de la vitesse de marche chez les patients hémiparétiques par rapport à la population générale [47].

La mise en place d'une ETP aide le patient à mieux comprendre sa maladie, les symptômes de sa maladie et comment réagir face à ces symptômes, en somme de devenir acteur de sa maladie. Cela lui permet d'être plus confiant et plus autonome.

Le kinésithérapeute effectue un programme d'exercices personnalisés et réalisables en toute sécurité dont il contrôle la bonne exécution par le patient, à son retour à domicile. Cela permet une continuité dans le processus de rééducation, toujours en ayant pour objectif de permettre au patient de retrouver des activités physiques et sociales ainsi qu'un mode de vie le plus autonome possible.

Pour rédiger une question clinique, il faut s'aider de l'acronyme PICO. Dans cette revue de littérature de type thérapeutique, le modèle se formule de la façon suivante :

- **Patient** : à qui s'adresse l'intervention, la méthode à appliquer ? Hommes, femmes, d'une certaine tranche d'âge, ayant telle(s) caractéristique(s), telle pathologie ?
- **Intervention** : cherche-t-on des renseignements sur un traitement médicamenteux, un traitement physique, une action d'éducation à la santé ?
- **Comparaison** : à quoi éventuellement doit être comparée l'intervention décrite ci-dessus ? Méthode de référence, alternative ?
- **Out-come** : critères de jugements, issue clinique, pratique recherchée, éléments de bilans ?

Dans ma thématique, le modèle PICO se présente dans les 4 catégories suivantes :

- **Patient** : homme ou femme de plus de 18 ans (exclus) ayant subi un AVC ischémique ou hémorragique en phase aiguë, subaiguë ou chronique.
- **Intervention** : l'exercice aérobique (travail d'endurance)
- **Comparateur** : l'exercice contre résistance, autrement dit un entraînement ayant pour but de gagner de la force musculaire mais aussi de la puissance musculaire.
- **Out-come** : le critère de jugement principal est la capacité de marche et les critères de jugement secondaires sont la force musculaire, la puissance musculaire et la vitesse de marche.

Tous les éléments du PICO seront détaillés et justifiés dans la partie « METHODE ».

L'ensemble des éléments détaillés précédemment nous amène à nous poser la question PICO suivante :

---

**« L'exercice aérobique est-il plus efficace que l'exercice contre résistance dans la récupération de la capacité de marche chez les patients adultes post-AVC ? »**

---

## METHODE

### 4. Critères d'éligibilité des études pour cette revue

Cette partie présente les différents critères de sélection et d'exclusion des études. Le type d'étude, les caractéristiques concernant les participants, les traitements et les critères de jugement de cette revue de littérature sont détaillés ci-dessous.

#### 1.1. Schéma d'étude

Cette revue de littérature est un travail de recherche sur une question clinique thérapeutique dont le but est d'évaluer l'efficacité d'un traitement par rapport à un autre.

Le schéma d'étude le plus adapté cette revue de littérature, est l'essai clinique randomisé (ECR), en anglais « Randomized Clinical Trial » (RCT). En médecine fondée sur les preuves (Evidence Based Practice), les ECRs offrent un haut niveau de preuve pour une question clinique de cette catégorie. Les méta-analyses, les revues de littérature, les séries de cas ou autres types de schéma d'études n'ont pas été sélectionnés à la fin du processus de recherche dans cette revue.

De plus, pour disposer d'une étude avec la plus grande qualité de construction et de réalisation, les articles cliniques ayant un score PEDro inférieur ou égale à 5/10 ont été exclus.

Idéalement, les ECR sont randomisés et en « double aveugle ».

Le principe de randomisation répartit de manière aléatoire les sujets, au début de l'étude, en deux groupes le plus homogène possible au regard des indicateurs pronostiques les plus importants.

Le « double aveugle » signifie que ni le thérapeute ou l'évaluateur ni le sujet, ne connaissent le traitement attribué. Ces deux critères permettent de minimiser le risque de biais (notamment le biais de sélection).

Les articles devront être publiés ou traduits en anglais ou en français.

Aucune date-limite de publication n'a été mise en place, afin d'éviter l'exclusion d'articles anciens de nature à apporter des éléments de réponse négligés par des sources plus récentes.

Les critères d'éligibilité des études pour cette revue sont basés sur le modèle PICO.

#### 1.2. La population

Dans la recherche des articles les plus pertinents, seules les études présentant certains critères ont été sélectionnées. La population étudiée regroupe des hommes et femmes de plus de 18 ans (exclus), en phase aigüe ou chronique d'un AVC ischémique ou hémorragique. Si l'abstract ou le titre ne respectent pas cette population en ne s'intéressant qu'à des enfants ou des personnes de moins de 18 ans par exemple ou une autre pathologie neurologique (comme la maladie de Parkinson par exemple), les études seront alors exclues.

Les AVC aigus sont inclus car le processus de récupération, qui est très efficace durant les premiers mois après l'AVC, ralentit, mais reste actif au cours des mois suivants. Environ 65 % des patients survivants hospitalisés pour un AVC présentent une récupération du membre inférieur.



De plus, la récupération optimale à six mois peut être pronostiquée dans les quatre premières semaines après l'AVC, rendant légitime l'inclusion des AVC chroniques.

L'absence de contrôle moteur volontaire du membre inférieur durant la première semaine post-AVC et l'absence d'émergence de synergie du membre supérieur sont associées avec un médiocre résultat à six mois [45,46]. Les patients inclus dans la revue de littérature peuvent avoir un déficit moteur des membres inférieurs léger à modéré. Les aides techniques classiques (cane simple, anglaises...) sont tolérées, pour assurer la sécurité du patient.

Les critères d'exclusion comprennent l'insuffisance cardiaque, l'angine instable, la maladie occlusive artérielle périphérique, l'aphasie, la démence, la dépression majeure non traitée et d'autres conditions médicales (neurologiques, cardio-vasculaire et traumatiques) qui empêchent la participation à l'entraînement à l'effort et à l'exercice contre résistance, en vue d'une récupération de la marche. Ainsi que les troubles langagiers, cognitifs ou visuels empêchant la bonne compréhension et réalisation de l'exercice proposé.

Les AVC périnataux et ceux de moins de 18 ans ne seront pas inclus dans la revue : en effet l'AVC chez l'enfant est 50 fois moins fréquent que chez l'adulte, et ne représente que 0.02% des AVC en France [47]. Rappelons également que l'AVC est la première cause de handicap acquis et la deuxième cause de démence chez l'adulte.

### **1.3. Intervention et Comparateur**

L'intervention est l'exercice aérobie, c'est-à-dire tout exercice réalisé grâce un cyclo-ergomètre motorisé (ex : Motomed) ou non motorisé (vélo, tapis de marche, marche en intérieur ou en extérieur, montée ou descente des escaliers), intégrant la notion d'exercice d'endurance.

Le comparateur est idéalement un programme d'exercice contre résistance, c'est-à-dire tout exercice analytique ou global entraînant un gain de force et/ou de puissances musculaires, des muscles sollicités par le patient.

Les autres comparaisons possibles sont :

- un programme d'exercice aérobie comparé à un programme aérobie fictif
- un programme d'exercice aérobie comparé à un programme aérobie différent
- un programme d'exercice aérobie fictif comparé à un programme d'exercice contre résistance fictif
- un programme d'exercice aérobie comparé à une séance de kinésithérapie conventionnelle

Par exemple : les participants peuvent commencer avec 30 minutes d'exercices aérobiques factices de cyclisme passif motorisé des jambes, dans lequel le moteur fait tourner leurs jambes [57].

L'élaboration du programme thérapeutique (exercice aérobie) devra être appliqué à la même fréquence et être d'une durée similaire à l'élaboration du programme comparateur.

#### **1.4. Critères de jugement (principal et secondaires)**

L'objectif de cette revue est de montrer l'effet de l'exercice aérobie sur les performances de marche du sujet hémiparétique. Le critère de jugement principal est la capacité de marche, pour l'évaluer on utilisera le Test de Marche de 6 minutes (6MWT), qui est un outil fiable et reproductible chez le patient hémiparétique mesurant la plus grande distance parcourue par le patient en 6 minutes (cf. annexe 5) [58,59,60]. Il nécessite une distance de 30 mètres pour réaliser les allers-retours entre les 2 plots. Le Time Up and Go test (cf. annexe 6) peut aussi être inclus comme outil fiable et reproductible dans notre revue.

Sachant que le 6MWT a toujours été utilisé comme mesure de la condition cardio-pulmonaire et comme élément de données commun dans les essais cliniques étudiant l'efficacité des interventions d'exercice aérobie, il y a un débat concernant les variables physiologiques capturées par le 6MWT dans la population d'AVC chroniques [61,62]. Chez les adultes en bonne santé et les personnes atteintes de maladies cardiorespiratoires, il a été démontré que le 6MWT est corrélé à la capacité aérobie [63,64] ; cependant, il a été démontré que des déficiences telles que l'équilibre, la spasticité, la faiblesse et la diminution du contrôle moteur influencent les performances du 6MWT chez les individus après un AVC [59,60,65].

Les critères de jugements secondaires sont la force musculaire, la puissance musculaire, et la vitesse de marche. Il semble important de cibler ces paramètres, en effet, une étude de Harris & Eng en 2004 montre qu'un des objectifs principaux des patients hémiparétiques en phase chronique est l'amélioration de la marche [53].

## 5. Méthodologie de recherches des études

### 1.1. Sources documentaires investiguées

Les différents articles ont été extraits de différentes bases de données mises à disposition gratuitement sur Internet. Ces données ont été extraites entre août 2021 et décembre 2021.

Les 4 plateformes de recherches bibliographiques utilisées sont les suivantes :

- ✓ **PubMed** → Base de données bibliographiques scientifiques dans les domaines de la biologie, des disciplines médicales et paramédicales.
- ✓ **PEDro** → Base de données bibliographiques recueillant de nombreux essais cliniques de physiothérapie et kinésithérapie.
- ✓ **Cochrane Library** → Base de données collaboratives sur la recherche médicale et paramédicale.
- ✓ **Embase** → Moteur de recherche pour les données bibliographiques dans le domaine biomédicale.

### 1.2. Mots-clés et équations de recherche utilisées

Afin d'identifier un maximum d'articles correspondant à la problématique de cette revue, les mots clés de la recherche ont tout d'abord été définis. Pour cela, l'acronyme PICO a été utilisé. Une fois les mots clés trouvés, leur traduction en anglais ainsi que leurs synonymes ont été recherchés. Ensuite, les équations de recherche ont été créés en utilisant les différents opérateurs booléens (AND et OR ici).

De ce fait, on retrouve :

Tableau 1 : Terminologie des mots clés entrés dans les bases de recherche, avec leur traductions

	En Français	En Anglais (dans les bases de données)
Population	Accidents Vasculaires Cérébrales	« Stroke » et « Post-stroke »
Intervention	Exercice aérobic Entraînement aérobic	« Aerobic training* » ou « Aerobic exercise* » ou « Endurance training* » ou « physical training »
Comparateur	Exercice contre résistance	« strength training* » ou « resistance exercise* » ou « progressive resistance training*»
Critères de jugement ou « Outcome »	Capacité de marche Vitesse de marche Force musculaire	« walking capacity* » ou « walking speed* » ou « muscular strength* »

Pour maximiser les données à obtenir, le symbole " \* " est utilisé à chaque fin de mot-clé pour obtenir tous les synonymes de ces mêmes mots. Ce symbole s'appelle le « Mesh » : « Le MeSH (Medical Subject Headings) est le thésaurus de référence dans le domaine biomédical. La NLM (U.S. National Library of Medicine) le met à jour chaque année pour indexer et permettre d'interroger ses bases de données, notamment MEDLINE/PubMed. Dans le cadre d'un accord de partenariat avec la NLM, l'Inserm traduit le MeSH et met à jour la version française chaque année depuis 1986. L'Inserm met la version bilingue à la disposition de la communauté francophone, qui peut la consulter sur ce site ou l'obtenir sous la forme d'un fichier sous format XML. La version bilingue est souvent utilisée comme outil de traduction, ainsi que pour l'indexation et l'interrogation de bases de données en français » [49].

### **Stratégie complète de recherche automatisée de la base de données PubMed, avec ses limites appliquées :**

Les filtres qui ont été activés sont :

- « RCT » : « randomized controlled trial »
- « Adult : 19+ years »
- articles en Anglais et en Français uniquement

Il n'y a pas de date limite quant à la recherche d'articles pour éviter l'exclusion d'articles anciens de nature à apporter des éléments de réponse négligés par des sources plus récentes.

Les différentes équations Pubmed :

(1) : (stroke\*) OR (post-stroke\*) 14 672 résultats

(2) : ((aerobic training\*) OR (aerobic exercise\*) OR (endurance training\*) OR (physical training\*))

39 927 résultats

✓ **AND (2) : 2 448 résultats**

(3) : ((strength training\*) OR (resistance exercise\*) OR (progressive resistance training\*)) 885 résultats

(4) : ((walking ability\*) OR (walking speed\*) OR (physical endurance\*) OR (muscular strength\*))

514 résultats

**(3) AND (4) : 2 486 résultats**

**AND (2) AND (3) AND (4) : 104 résultats**

Voici l'équation de recherche sur **Pubmed** qui a découlé de ce procédé :

« ((aerobic training\*) OR (aerobic exercise\*) OR (endurance training\*) OR (physical training\*)) AND ((strength training\*) OR (resistance exercise\*) OR (progressive resistance training)) AND ((post-stroke\*) OR (stroke\*)) AND ((walking ability\*) OR (walking speed\*) OR (physical endurance\*) OR (muscular strength\*)) ».

Grâce à cette équation de recherche et les filtres cités précédemment, 124 ECRs ont été trouvés datant de 1991 à 2021. [Dernière vérification du résultat en décembre 2021]

Sur la base de recherche de PEDro, l'équation est encadrée par la plateforme et se présente de la façon suivante :

**Abstract & Title :** « Stroke » AND (« aerobic » OR « endurance ») AND (« strength » or « resistance training »)

**Therapy :** « strength training » or « fitness training »

**Body part :** lower leg or knee

**Subdiscipline :** neurology

**Method :** clinical trial

**Match all search terms (AND)** sélectionné. Les autres champs sont restés vierges.

Abstract & Title: "stroke" "resistance training"  
Therapy: strength training  
Problem:  
Body Part: lower leg or knee  
Subdiscipline: neurology  
Topic:  
Method: clinical trial  
Author/Association:  
Title Only:  
Source:  
Published Since: [ ] [YYYY]  
New records added since: [ ] [DD/MM/YYYY]  
Score of at least: [ ] [10]  
Return: 20 records at a time  
When Searching:  Match all search terms (AND)  
 Match any search term (OR)  
**Start Search**

Abstract & Title: "stroke" "aerobic"  
Therapy: fitness training  
Problem:  
Body Part: lower leg or knee  
Subdiscipline: neurology  
Topic:  
Method: clinical trial  
Author/Association:  
Title Only:  
Source:  
Published Since: [ ] [YYYY]  
New records added since: [ ] [DD/MM/YYYY]  
Score of at least: [ ] [10]  
Return: 20 records at a time  
When Searching:  Match all search terms (AND)  
 Match any search term (OR)  
**Start Search**

Figure 10 et 11 : Exemples de recherche sur PEDro

D'après les recherches faites sur PEDro, une somme de **22 articles** ont été trouvés. La recherche sur **Cochrane Library et Embase** a permis de trouver, respectivement, **47 et 12 articles**.

## 6. Méthodes d'extraction et d'analyse des données

### 1.1. Méthodes de sélection des articles

À partir des équations de recherche, les résultats ont été sélectionnés sur deux niveaux, premièrement sur la base du titre et deuxièmement sur la base de l'abstract.

Ainsi la sélection s'est déroulée selon le schéma suivant :

- ✓ Les articles en double n'ayant pas été éliminés lors de la sélection avec les équations de recherche seront écartés.
- ✓ Seules les ECR ont été sélectionnées.
- ✓ Les articles qui n'ont pas été traduits en anglais ou français ont été exclus.
- ✓ Les articles ne respectant pas le sujet d'étude ou ne correspondant pas aux critères PICO sur la base du titre puis de l'abstract n'ont pas été retenus.
- ✓ Les articles inaccessibles car indisponibles ou payants ont été écartés.
- ✓ Les articles sans résultat ou autre protocole de schéma de ECR ont été exclus.
- ✓ Tous les résultats n'ayant pas de bibliographies ou de références ont également été supprimés de la sélection.
- ✓ Les critères de jugements devront se présenter sous la forme de moyenne ou différence de moyenne afin de mieux comparer les articles pour ce même critère.
- ✓ Pour finaliser la sélection, seuls les articles avec une certaine qualité de méthodologie dans leur rédaction ont été retenus : le modèle d'évaluation se base sur le score PEDro qui devait être strictement supérieur à 5/10.

## 1.2. Evaluation de la qualité méthodologique des articles sélectionnés

Pour évaluer la qualité méthodologique des différents articles de la manière la plus pertinente possible, il a été utile de recourir, pour des ECRs, à l'échelle PEDro. Afin d'évaluer la validité interne de ces articles thérapeutiques, cette échelle est répartie en 11 critères d'évaluation avec une notation de 1 point sur 10 des 11 critères ce qui permet d'obtenir un score évalué sur 10 et ainsi renseigne sur la pertinence clinique de l'étude. Le premier critère ne rentre pas en compte dans la notation finale car celui-ci évalue la validité externe de l'étude.

L'échelle PEDro (cf. annexe 1) se base sur 11 critères d'évaluation [50] :

- ✓ Critère 1 : évaluation de la validité externe de l'ECR ; autrement dit c'est l'évaluation de l'applicabilité du traitement étudié.
- ✓ Critère 2 à 9 : évaluation de la validité interne.
- ✓ Critère 10 et 11 : suffisance des informations statistiques

Les quatre biais d'évaluation de la validité interne d'un ECR sont également notifiés dans l'échelle PEDro :

- ✓ Biais de performance,
- ✓ Biais de suivi,
- ✓ Biais d'attrition
- ✓ Biais de sélection.

La présence d'un ou plusieurs de ces biais sera indiquée dans un tableau, pour chaque étude.

Toutefois, la pertinence d'une étude ne repose pas uniquement sur sa validité interne, également sur :

- ✓ Sa validité externe = applicabilité.
- ✓ Sa validité statistique.
- ✓ Sa taille de l'effet qui doit être suffisamment grande pour que le traitement soit cliniquement apprécié.
- ✓ Son rapport effets bénéfiques/effets indésirables.
- ✓ Son rapport coût /efficacité.

## Explication des items :

L'item 1 est respecté si l'article décrit la source de recrutement des sujets et une liste des critères d'éligibilité des participants de l'étude.

Les items 2, 3 et 4 introduisent un biais de sélection quand ils ne sont pas respectés.

L'item 2 se rapporte à la répartition aléatoire des sujets dans les groupes. L'attribution aléatoire ou randomisation assure que les différents traitements soient comparables.

L'item 3 est validé lorsque la répartition respecte une assignation secrète. C'est-à-dire que la personne qui détermine si un sujet répond aux critères d'éligibilité ne doit pas savoir dans quel groupe ce dernier est attribué.

L'item 4 porte sur la similarité des groupes, au début de l'étude, concernant les indicateurs pronostiques les plus importants que sont la gravité de l'affection traitée et les critères de jugement essentiels.

Les items 5, 6 et 7 concernent la mise en aveugle : des sujets (5), des thérapeutes (6) et des examinateurs (7). La mise en aveugle signifie que la personne ne sait pas dans quel groupe le sujet a été attribué.

De plus, le sujet, le thérapeute ou l'examineur ne sont considérés en aveugle que s'ils ne peuvent pas faire la distinction entre les traitements. Le non-respect des critères 5 et 6 induisent un biais de performance et le critère 7 induit un biais de détection.

L'item 8 se rapporte à l'obtention des mesures pour au moins un des critères de jugement essentiels, sur au moins 85% des sujets initialement répartis dans les groupes. En effet, les mesures des perdus de vue peuvent différer de ceux qui ont terminé l'étude. Cet item induit un biais de suivi.

L'item 9 concerne l'analyse en intention de traiter. Le critère 9 induit un biais d'attrition. L'item 10 concerne la présence des résultats des comparaisons statistiques intergroupes pour au moins un des critères de jugement essentiels.

L'item 11 porte sur la présence de la taille d'effet du traitement et sa variabilité pour au moins un des critères de jugement essentiels.

Un autre type de biais qui peut intervenir dans un essai clinique randomisé est le biais de confusion. En effet, l'amélioration de certains critères de jugements peut être due à des variables externes comme l'évolution normale de la maladie, la régression statistique, ou encore l'effet placebo ; c'est pourquoi pour éviter ce biais de confusion, il faut un groupe contrôle.



### **1.3. Extractions des données**

Les résultats seront également extraits pour chaque étude dans l'intérêt de les analyser par la suite. Ils seront synthétisés sous la forme d'un tableau par étude et en rapport avec les outils de mesure utilisés et étudiés dans cette revue systématique.

Cette extraction se calque sur le modèle PICO et sera explicitée par un tableau (cf. Annexe 2) comme suit afin d'en faciliter la lecture.

### **1.4. Méthodes de synthèse des résultats**

Afin d'illustrer la stratégie méthodologique qui a été réalisée, un diagramme de flux et des tableaux propres à chaque étude ont été élaborés pour simplifier la lecture des différentes données principales (cf. *annexe 10,11,12,13 et 14*). Les résultats des différentes références seront présentés sous la forme d'une synthèse descriptive. La structure de cette synthèse permettra de répondre sur la pertinence clinique de ces études par rapport à leur population, les critères de jugement, du groupe contrôle, de la taille de l'effet (statistiquement significative) et de la possible applicabilité de l'intervention dans notre pratique de futur professionnel de santé. De plus, la méthode de synthèse des résultats sera qualitative et quantitative. La méthode de synthèse quantitative est une combinaison statistique des résultats des études incluses incluant l'utilisation de « forest plot ». Dans notre cas, elle est adaptée car les comparateurs sont similaires entre les études, les critères de jugement seront le plus homogènes possibles dans les différentes études avec des risques de biais faibles.

## **RESULTATS**

### **7. Sélection des études**

Après l'application de l'équation de recherche et l'obtention de références extérieures identifiées dans la lecture de revue de littérature, j'ai pu obtenir 185 résultats. Concernant les différentes sources de données, on retrouve des articles issus de PubMed (n=104), de PEDro (n=22), de Cochrane Library (n=47) et d'Embase (n=12). Après le processus de sélection des études décrites dans « Méthodologie de recherche », 7 études cliniques randomisées ont été conservées avant le processus d'éligibilité. Le processus d'inclusion des études s'est finalisé après la lecture intégrale et le calcul du score PEDro de chaque étude éligible, ce qui a permis d'obtenir un total de 5 études cliniques randomisées. Tout ceci a été résumé dans le diagramme de flux ci-dessous :

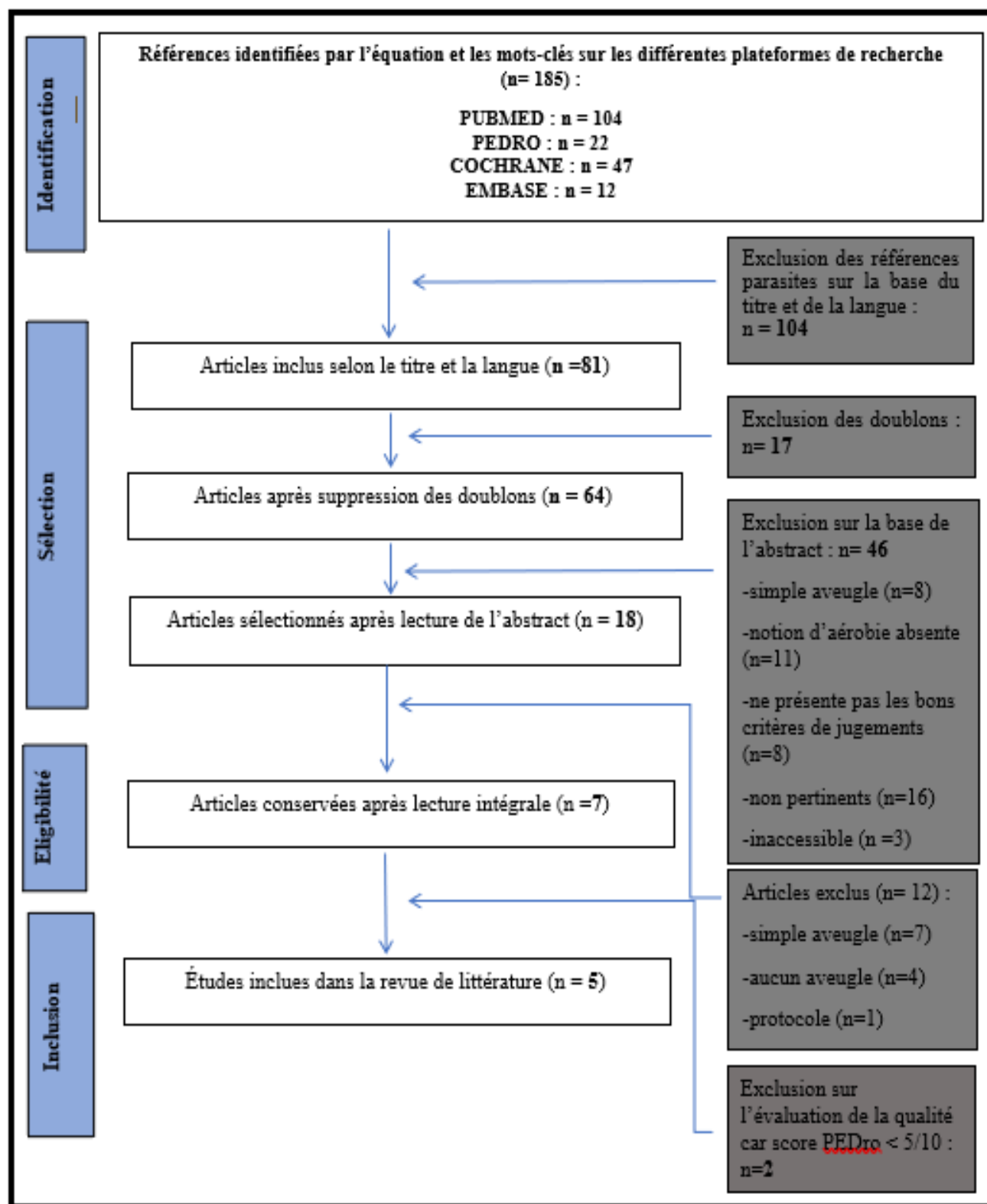


Figure 12 : Diagramme de flux

## 1.1. Etudes exclues

Ce tableau résume les études exclues après lecture intégrale et précise les raisons de l'exclusion.

Etudes	Raisons de l'exclusion
Marzolini, Brooks, Oh, Jagroop, MacInstosh, Anderson, Alter & Corbett, 2018 [67]	Etude faite en simple aveugle et une inclusion des patients ayant une légère morbidité cardio-vasculaire.
Lund, Dalgas, Gronborg, Anderson, Severinsen, Riemenschneider & Overgaard, 2018 [68]	Ni les patients, ni les thérapeutes, ni les évaluateurs n'étaient en aveugle.
Middleton, Merlo-Rains, Peters, Greene, Blanck, Moran, & Fritz, 2014 [69]	Etude en simple aveugle
Globas, Becker, Cerny, Lam, Lindermann, Forrester, MacKo & Luft, 2012 [70]	Les résultats du groupe de traitement n'ont pas été évalués en aveugle.
Lee, Kilbreath, Singh, Zeman, Lord, Raymond & Davis, 2008 [71]	Les tests ont été effectués en aveugle. Un seul observateur était en aveugle pour le critère de jugement principale, qui est la capacité de marche, mais en simple aveugle pour les critères de jugements secondaires, liés aux déficiences sous-jacentes : la force musculaire, l'endurance...
Lee, Kilbreath, Singh, Zeman & Davis, 2010 [72]	Un plan factoriel en double aveugle au départ mais en simple aveugle au suivi. En effet, toutes les évaluations ont été effectuées par le même assistant de recherche, qui a été aveuglé à ces variables de résultats secondaires au départ mais pas au suivi.
Lee, Park, Yoon, Lee C, Wee, Fernhall & Jae, 2015 [73]	Cette étude était en simple aveugle ; les examinateurs pour toutes les variables de résultats ont été aveuglés à l'assignation des groupes de patients. De plus, l'étude a volontairement exclu les patients qui avait, avant de commencer l'expérimentation, un niveau substantiellement bas au test de marche de 6 min.
Lamberti, Straudi, Malagoni, Argiro, Felisatti, Nardini, Zambon, Basaglia & Manfredini, 2017 [74]	Les évaluateurs n'étaient pas aveugles au traitement des patients.
Severinsen, Jakobsen, Pedersen, Overgaard & Andersen, 2014 [75]	Les participants n'étaient pas en aveugle mais ont été informés qu'ils recevraient l'une des trois interventions potentiellement bénéfiques. L'examineur a été en aveugle pour évaluer la force musculaire et la distance de marche. Cependant par manque de ressources, la vitesse de marche et la capacité aérobie non pas été évalué en aveugle, et pour le suivi, aucune mise en aveugle n'a été tentée.
Rose, Nadeau, Wu, Tilson, Dobkin, Pei & Duncan, 2017 [76]	Cette étude est faite en simple aveugle et possède des critères d'exclusion principaux non acceptables comme l'exclusion de patients dépendants dans les activités de la vie quotidienne avant l'AVC et l'incapacité de se rendre au site de traitement.
Salmela, Olney, Nadeau	Score PEDro < 5/10

& Brouwer, 1999 [77]	
Mao, Lo, Lin, Li, Xiao, Raghavan & Huang, 2015 [78]	L'évaluateur est en aveugle, mais ni les patients ni les thérapeutes ne l'ont été.
Scianni, 2010 [79]	Score PEDro <5/10

*Tableau 2 : Etudes exclues avec leur justification*

## 1.2. Etudes incluses

Après évaluation des différentes références, 5 études cliniques randomisées ont été retenues et répondent aux critères d'inclusion et de qualité méthodologique. Ces études sont présentées dans le tableau suivant :

Auteurs et année de l'étude	Titre de l'étude	Modèle de l'étude	Score PEDro
Vaz et al, 2021 [80]	Effects of inspiratory muscle training on walking capacity of individuals after stroke: a double-blind randomized trial	Étude clinique randomisée en groupe parallèle	8/10
Linder et al, 2021 [81]	Forced and voluntary aerobic cycling interventions improve walking capacity in individuals with chronic stroke	Étude clinique randomisée en groupe parallèle	8/10
De Menezes et al, 2019 [82]	High-intensity respiratory muscle training improves strength and dyspnea poststroke: a double-blind randomized trial	Étude clinique randomisée en groupe parallèle	9/10
Langhammer et al, 2009 [84]	An evaluation of two different exercise regimes during the first year following stroke: a randomised controlled trial	Essai longitudinal stratifié randomisé en groupe parallèle	8/10
Mead et al, 2007 [83]	Stroke: A randomized trial of exercise or relaxation	Etude clinique randomisée en groupe parallèle	7/10

Tableau 3 : Etudes incluses dans la revue avec leurs score PEDro

La mise en place d'un tableau de synthèse descriptif propre à chaque étude a permis de préciser les données principales obtenues pour décrire les études retenues. Ces données ont été décrites dans la partie Annexe (cf. annexe 10 à 14) ». Les données les plus importantes sont regroupées dans le tableau suivant (Tableau 4 : *Tableau descriptif des données extraites des différentes études*) :

Etudes	Nombre de participants et âge de la population, et spécificités	Répartition des groupes	Intervention	Durée de l'intervention	Critères de jugement de l'étude
<b>Vaz et al, 2021</b>	50 patients âgés entre 39 et 65 ans ayant eu un AVC de type ischémique ou hémorragique datant de 14 mois (en moyenne).	<p><b>Groupe Expérimental : entraînement IMT (Inspiratory Muscles Training) + Rééducation</b> 23 participants 13 femmes 10 hommes</p> <p><b>Groupe Contrôle : entraînement IMT fictif + Rééducation</b> 27 participants 16 femmes 11 hommes</p>	<p>30 minutes / jour <b>d'entraînement des muscles inspiratoires (IMT)</b></p> <p>Rééducation (30 min) : -marche en extérieur -tapis de marche -cycloergomètre Membre Supérieur et Inférieur -Rameur -Nage</p>	<p>5 fois par semaine pendant 6 semaines</p> <p>Un bilan de la qualité de la vie, de la pression inspiratoire maximale et capacité de marche est effectué 3 mois après.</p>	<p>Capacité de marche : Test de marche des 6 minutes (6MWT)</p> <p>Pression inspiratoire maximale (PIM)</p> <p>Pression expiratoire maximale (PEM)</p> <p>Mesure de l'indépendance fonctionnelle (MIF)</p> <p>Qualité de vie</p>
<b>Linder et al, 2021</b>	43 patients âgé de 18 à 85 ans ayant eu un AVC chronique datant de 12 à 14 mois (en moyenne)	<p><b>Groupe 1 : FE+RTP</b> N=16 12 hommes 4 femmes Exercice aérobic <b>forcé (FE)</b> + tâches répétitives membre supérieurs (RTP)</p> <p><b>Groupe 2 : VE+RTP</b> N=14 9 hommes 5 femmes Exercice aérobic <b>volontaire (VE)</b> + tâches répétitives membre supérieurs (RTP)</p> <p><b>Groupe Contrôle : RTP</b> N=13 12 hommes 1 femme</p>	<p>G1 : <b>45 minutes FE + 45 minutes RTP</b></p> <p>Pour le groupe FE+RTP : les patients se sont exercés à un rythme sur un cycle conçu sur mesure entre 60% et 80% de leur réserve de fréquence cardiaque pendant 45 minutes, équipé d'un moteur avec un taux de pédalage de 30% supérieur au taux volontaire (sur la base de leur test cardiaque préalablement réalisé par la structure clinique), sur un vélo stationnaire en semi-assis.</p> <p>G2 : <b>45 minutes de VE + 45 minutes RTP</b></p> <p>Pour le groupe VE+RTP : les patients se sont exercés à un rythme auto-sélectionné entre 60% et 80% de leur réserve de fréquence cardiaque pendant 45 minutes, sur un vélo stationnaire en semi-assis.</p> <p>GC : <b>90 minutes UE RTP ou 45 minutes UE RTP + 45 minutes d'éducation liée à l'AVC</b></p>	<p>3 fois par semaine pendant 8 semaines</p>	<p>Test de marche des 6 minutes (6MWT)</p>

<b>De Menezes et al, 2019</b>	38 patients entre 46 ans et 78 ans ayant eu un AVC ischémique ou hémorragique datant d'au moins 3 mois ou dans les 5 ans précédents.	<p><b>Groupe expérimental :</b> N=19 8 hommes 11 femmes</p> <p>Entraînement respiratoire avec un appareil qui permet entraînement simultané des muscles inspiratoires et expiratoires avec des charges ajustées.</p> <p><b>Groupe contrôle :</b> N=19 8 hommes 11 femmes Entraînement respiratoire <b>factice</b> avec le même appareil, <b>sans</b> aucune <b>résistance</b> (0 cmH2O) ni <b>progression</b>.</p>	40 min/jour, divisée en deux séances de 20 minutes (matin et après-midi)	7 fois par semaine, pendant 8 semaines	<p>Force inspiratoire et expiratoire (cmH2O)</p> <p>Endurance inspiratoire (nombre de respirations)</p> <p>Dyspnée (échelle du Medical Research Council)</p> <p>Complications respiratoires (nombre d'hospitalisations)</p> <p>Capacité de marche : Test de marche des 6 minutes (6MWT)</p>
<b>Mead et al, 2007</b>	66 patients AVC ischémique ou hémorragiques âgé en moyenne de 72 ans, datant de 3 à 10 mois.	<p><b>Groupe Expérimental :</b> N=32 : 18 hommes 14 femmes</p> <p><b>Exercice d'endurance et de résistance : un échauffement de 15 min + Cycloergomètre 15 min + Entraînement contre résistance membre supérieur (10 min)</b></p> <p><b>Groupe contrôle :</b> N=34 18 hommes 16 femmes</p> <p><b>Relaxation : relaxation assise + respiration profonde et relaxation musculaire</b></p>	GE : 15 minutes la première semaine à 40 minutes à la 12 <sup>ème</sup> .	3 fois par semaine pendant 12 semaines.	Questionnaires : MIF, RMI, Nottingham Extended ADLs, SF-36, HADS score
			GC : 20 minutes (Semaine 1) à 49 minutes (Semaine 12).	Un suivi a été fait à 3 mois et à 7 mois après la fin de l'étude.	<p>Puissance extension de la jambe (affectée et non affectée) (W/kg)</p> <p>Vitesse de marche (m/s)</p> <p>Time Up and Go (s)</p> <p>Assis-debout (s)</p>
<b>Langhammer, et al, 2009</b>	75 patients ayant eu un AVC ischémique ou hémorragique âgé en moyenne de 74 ans,	<p><b>Groupe expérimental :</b> N=35 21 hommes ; 14 femmes</p> <p>Exercice intensif : marche, tapis, step, vélo, travail avec ballons, équilibre, force, étirement léger</p> <p><b>Groupe contrôle :</b> N=40 22 hommes 18 femmes</p> <p>Exercices auto-initiés : aucune recommandation</p>	40 à 60 minutes par jour	<p>2 à 3 fois par semaine pour le groupe d'exercices intensifs</p> <p>Le groupe d'exercices auto-initiés n'a pas de recommandations</p>	<p>Activités Instrumentales de la Vie Quotidienne (IADL)</p> <p>Test de marche de 6 minutes (6MWT)</p> <p>Echelles d'équilibre de Berg (BBS)</p> <p>Test de Time Up and Go (TUG)</p> <p>Force de préhension</p> <p>Echelle d'Asworth modifiée</p> <p>Pouls</p>



## 8. Risques de biais des études incluses

Pour évaluer la qualité méthodologique des ECRs, l'utilisation de l'échelle PEDro est indispensable.

Cette évaluation a été faite après la lecture intégrale des 5 études puis confirmée grâce à la disponibilité du score sur la plateforme PEDro. L'échelle méthodologique PEDro évalue principalement la validité interne des ECRs et permet de mettre en évidence les différents biais de ces études [Annexe 2].

Le premier critère ne concerne que la validité externe et n'est pas pris en compte dans le calcul du score final. Chaque étude présente sa propre évaluation résumée ci-dessous :

Etudes Auteur, année	Items de l'échelle Pedro											Score Pedro
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<b>Vaz et al, 2021</b>	V	V	V	V	V	X	V	X	V	V	V	8/10
<b>Linder et al, 2021</b>	V	V	X	V	X	V	V	V	V	V	V	8/10
<b>De Menezes et al, 2019</b>	V	V	V	V	V	X	V	V	V	V	V	9/10
<b>Langhammer et al, 2009</b>	V	V	X	V	V	X	V	V	V	V	V	8/10
<b>Mead et al, 2007</b>	V	V	X	V	V	X	V	X	V	V	V	7/10

Tableau 5 : Tableau récapitulatif de la qualité méthodologique avec l'application de l'échelle PEDro

Concernant la synthèse des biais, nous pouvons mettre en évidence :

**Item 3 :** Les trois études « **Linder et al, 2021** », « **Langhammer et al, 2009** » et « **Mead et al, 2007** » ne mentionnent pas le terme **d'assignation secrète** ou l'utilisation d'une tierce personne par appel téléphonique pour le tirage au sort des groupes. Ce manquement invalide l'item 3, ce qui constitue un **biais de sélection** de recrutement.

**Item 5 et 6 :** Ces items s'intéressent à la mise « en aveugle » du patient et du thérapeute. Il est en effet facile d'explorer l'efficacité des exercices d'endurance par rapport à un exercice de force ou un exercice placebo et d'imaginer de faux exercices. Toutes les études présentées remplissent soit l'item 5, soit l'item 6, jamais les deux, ce qui amène à conclure **que toutes les études ont un biais de performance**. Cependant l'item 7, qui concerne la mise « en aveugle » des évaluateurs est validé dans toutes les études (absence de biais de détection).

**Item 8 :** Ce critère s'intéresse au respect du nombre de sujets initialement répartis dans les groupes et le nombre de sujets finalement mesurés dans l'étude. Il est présent dans les études « **Vaz et al, 2021** » et « **Mead et al, 2007** » **constituant donc un biais de suivi**.

Le tableau ci-dessous explique comment cet item 8 a été invalidé car les effectifs initiaux sont strictement inférieurs à 85%.

<b>Vaz et al, 2021</b>	<b>Mead et al, 2007</b>
<p>Sur les 50 personnes incluses dans l'étude, 23 appartenaient au groupe expérimental et 27 au groupe contrôle.</p> <p>Dans le groupe expérimental (n=23), il y a eu 4 perdus de vue qui ne participaient pas de façon régulière à l'étude.</p> <p>Dans le groupe contrôle (n=27), il y a eu aussi 4 perdus de vue.</p> <p>Ainsi, sur les 50 personnes incluses au départ 42 ont participé et terminé le protocole de formation, 23 appartiennent au groupe témoin et 19 au groupe expérimental.</p> <p><b>Soit 84% des effectifs initiaux.</b></p>	<p>Sur les 66 personnes incluses dans l'étude, 32 appartenaient au groupe expérimental et 34 au groupe contrôle.</p> <p>Dans le groupe expérimental (n=32), il y a eu 13 perdus de vue.</p> <p>Dans le groupe contrôle (n=34), il y eu 17 perdus de vue.</p> <p>Ainsi, sur les 66 personnes incluses au départ, seulement 36 patients ont participé et terminé l'étude, soit 19 du groupe expérimental et 17 du groupe contrôle.</p> <p><b>Soit 54,5% des effectifs initiaux.</b></p>

Afin de compléter l'évaluation de la validité interne des études, le tableau ci-dessous met en évidence la présence ou non d'un des quatre biais existants : biais de sélection, biais d'évaluation, biais de suivi et d'attrition.

<b>Etudes</b>	<b>Biais de sélection (item 3)</b>	<b>Biais de performance (item 5,6)</b>	<b>Biais de suivi (8)</b>	<b>Biais d'attrition</b>
<i>Vaz et al, 2021</i>		X	X	X
<i>Linder et al, 2021</i>	X	X		
<i>De Menezes et al, 2019</i>		X		X
<i>Mead et al, 2007</i>	X	X	X	
<i>Langhammer et al, 2009</i>	X	X		

**Tableau 6 : Tableau des biais**

X : présence du biais dans l'étude

## 9. Effets de l'intervention sur les paramètres de la marche

Pour chaque article nous réaliserons une analyse statistique intragroupe et intergroupe afin d'évaluer les critères de jugement choisis pour cette revue.

Afin de savoir si les résultats obtenus sont réellement dû à l'intervention ou seulement au hasard, nous devons prendre en compte dans notre analyse la valeur p ou coefficient de signification.

- ✓ Si  $p < 0,05$ , alors il y a moins de 5% de chance que le résultat obtenu soit dû au hasard. Dans ce cas de figure on dira que la différence est statistiquement significative et que le traitement explique les résultats.
- ✓ Si  $p > 0,05$ , nous aurons une augmentation des chances que le résultat soit simplement dû au hasard.

Pour l'analyse de ces articles, nous apprécierons également la taille de l'effet (TE) qui est une estimation de la force de l'effet observable du traitement sur une variable. Lorsque les moyennes des deux groupes ne seront pas identiques, cette taille de l'effet sera calculée en faisant la différence des résultats obtenus post intervention. Nous calculerons et tiendrons aussi compte de l'intervalle de confiance à 95% (IC95), un intervalle de valeurs ayant 95% de chances de contenir la vraie valeur de la variable qu'on cherche à mesurer. Plus celui-ci sera large, moins il sera précis. La taille de l'effet et l'IC95 seront calculés dans cette revue à l'aide d'un fichier Excel fournit par l'IFMK de Marseille, sauf si l'auteur l'a déjà calculé et transcrit dans l'étude.

Afin de pouvoir évaluer l'effet de l'intervention, nous devons nous pencher sur les résultats obtenus dans les différentes études. Dans un premier temps, nous nous intéresserons tout particulièrement à la capacité de marche, qui est le critère de jugement principal de notre revue et qui est évalué dans la totalité des articles sélectionnés, puis les critères de jugements secondaires qui sont la force musculaire, la puissance musculaire et la vitesse de marche.

Les résultats obtenus seront analysés puis retranscrits dans cette partie sous la forme de tableaux avant d'être abordés plus en détails dans la partie « Discussion » de cette revue.

### 1.1. Résultats des études sur le critère de jugement principal

Les valeurs avant et après intervention sont données sous la forme moyenne+/-écart type, sauf dans l'étude « Linder et al, 2021 », où il n'y a pas d'écart-type mais les Quartiles 1 et 3 et l'étude « Mead et al, 2007 » où les moyennes sont ajustées avec un intervalle de confiance de 95%.

Les résultats ont été complétés par la création de différents « forest plot » grâce au logiciel « REVMAN 5 » (version 5.4.1 publiée en septembre 2020), afin de faciliter la lecture ainsi que l'interprétation des résultats.

Concernant la lecture et l'interprétation d'un « forest plot » :

Chaque ligne horizontale sur un « forest plot » représente une étude individuelle avec le résultat tracé sous forme de boîte et l'intervalle de confiance à 95% du résultat affiché sous forme de ligne. L'implication de chaque étude tombant d'un côté de la ligne verticale ou de l'autre dépend de la statistique utilisée. Si l'étude individuelle croise la ligne verticale, cela signifie que la valeur nulle se situe dans l'intervalle de confiance à 95 %. Cela implique que le résultat de l'étude est en fait la valeur nulle et que, par conséquent, l'étude n'a pas observé de différence statistiquement significative entre les groupes expérimental et contrôle.

Le losange noir (« diamant ») au bas du graphique en forêt montre le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. Les points horizontaux du losange sont les limites des intervalles de confiance à 95 % et sont sujets à la même interprétation que n'importe laquelle des autres études individuelles sur le graphique.

Enfin, la statistique I<sub>2</sub> donne une idée de l'hétérogénéité des études, c'est-à-dire de leur cohérence. Si la valeur I<sub>2</sub> est supérieure à 50 %, cela peut signifier que les études sont incohérentes pour une raison autre que le hasard. Cela pourrait rendre discutables les conclusions tirées du « forest plot ».

### **1.1.0. Vaz et al, 2021**

Les évaluations ont été effectuées au départ (semaine 0), après l'intervention (semaine 6) et trois mois après l'intervention (semaine 18) par des évaluateurs des résultats qui n'avaient pas connaissance de l'attribution du traitement. Le protocole de formation a été délivré par un kinésithérapeute expérimenté en rééducation neurofonctionnelle et respiratoire. Les sujets étaient également en aveugle, le dispositif utilisé pour l'entraînement des muscles inspiratoires étant scellé avec un matériau opaque, ce qui empêchait la discrimination du groupe d'entraînement. La capacité de marche a été évaluée par la distance parcourue lors du test de marche de six minutes.

Pendant six semaines, les deux groupes ont participé aux activités du programme de réadaptation de l'équipe interdisciplinaire. Selon le potentiel physico-fonctionnel et les préférences des patients, les professionnels de l'éducation physique ont en outre effectué des exercices de fitness auto-sélectionnés, d'une durée de 30 à 35 minutes par jour, de 150 à 180 minutes par semaine, avec une intensité légère à modérée.

L'intensité était auto-sélectionnée par le patient. Les modalités suivantes étaient proposées : marche en plein air, tapis roulant, vélo ergomètre des membres inférieurs ou supérieurs, aviron ergomètre, aquagym ou natation. Cet entraînement a été encadré et s'est déroulé selon la tolérance jugée par le professionnel de l'éducation physique.

Le groupe expérimental, en plus de la rééducation standard, suivait un entraînement des muscles inspiratoires initialement à 50% de Pression Inspiratoire Maximale, réajustée toutes les semaines par un kiné spécialisé.

Le groupe contrôle, en plus de la rééducation standard, suivait un exercice factice d'entraînement des muscles inspiratoires avec une résistance à 1 cmH<sub>2</sub>O, très négligeable, évalué chaque semaine sans réajustement.

Statistiques : la normalité des variables a été vérifiée par le test de Kolmogorov-Smirnov.

- ✓ Les variables catégorielles ont été exprimées en valeurs absolues et en pourcentage et comparées par l'utilisation du test du chi carré.
- ✓ Les variables continues normalement distribuées ont été exprimées en moyenne et écart-type, et comparées par le test t de Student ou le test de Mann-Whitney.

Le test de Mann-Whitney ou le test t de Student a servi à comparer les groupes, permettant de calculer les différences intergroupes (avec un seuil de signification à 5%). La régression linéaire multivariable a été utilisée pour ajuster les déséquilibres de base entre les groupes, en utilisant la distance parcourue dans le test de marche de six minutes comme variable dépendante.

Tests utilisés	Valeurs avant l'intervention (So)	Valeurs après l'intervention (en semaines)	Delta avant/après	Différence intergroupe intervalle de confiance (IC) à 95%	Valeur de p
Endurance : 6MWT (m)	GC : 256 +/- 151 GE : 310 +/- 129	A 6 semaines (S6) : GC : 322 +/- 27 GE : 358 +/- 25	A S6 : $\Delta$ GC = +66 $\Delta$ GE = +48	S6 = +36 [+21 ; +51]	P > 0.1
		A 18 semaines (S18): GC : 334 +/- 30 GE : 384 +/- 25	A S18 : $\Delta$ GC = +78 $\Delta$ GE = +74	S18 = +50 [+34 ; +66]	P > 0.1

Tableau 7 : Résultats 6MWT de « Vaz et al, 2021 »

La gravité de l'AVC, mesurée à l'aide du **Score de NIHSS** était légère dans les deux groupes, mais plus élevée dans le **groupe expérimental** que dans le groupe control avec un **p = 0,022**. De plus, **l'obésité** était également plus fréquente dans le **groupe expérimental** par rapport au groupe témoin (35 % contre 11 %, respectivement, avec **p = 0,044**). Les autres caractéristiques de base étaient similaires, notamment l'âge, le sexe, les paramètres respiratoires et la performance au test de marche de six minutes.

Le **degré d'amélioration du test de marche de six minutes n'était pas significativement différent** entre les groupes (63 ± 42 m vs 67 ± 59 m pour les groupes du groupe expérimental et du groupe témoin, **P = 0,803**).

**Trois mois après l'intervention**, les valeurs de pressions inspiratoires maximales, la distance de test de marche de six minutes et la qualité de vie ont été maintenues pour les deux groupes par rapport à la période post-intervention immédiate (avec un **p > 0,1** pour toutes les comparaisons).

### Evolution intragroupe 6MWT :

-A la 6<sup>ème</sup> semaine, on note une augmentation de 66 points pour le groupe contrôle, et de 48 points pour le groupe expérimental.

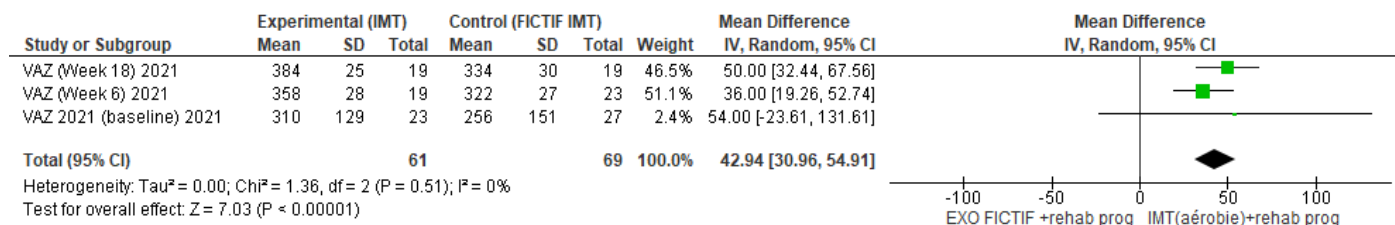
-Puis à la 18<sup>ème</sup> semaine, une augmentation de 78 points pour le groupe contrôle et de 74 points pour le groupe expérimental.

### Evolution intergroupe 6MWT :

-A la 6<sup>ème</sup> semaine, il existe entre ces deux groupes une différence post-traitement de **36 points en faveur du groupe expérimental**, cette taille d'effet pouvant varier dans 95% des cas entre **+21 et +51 points** ; l'intervalle de confiance **ne croisant pas le zéro**, ce **résultat est statistiquement significatif**.

-A la 18<sup>ème</sup> semaine, il existe aussi une différence post-traitement de **50 points en faveur du groupe expérimental**, variant entre **+34 et +66 points** [IC à 95%], démontrant également un **résultat statistiquement significatif**.

Grâce au logiciel « **REVMAN 5** » (version 5.4.1 publiée en septembre 2020), la moyenne et l'écart-type calculées précédemment, nous avons pu obtenir le « forest plot » concernant l'étude « **Vaz et al, 2021** » à 3 moments différents (au début (baseline), à la 6<sup>ème</sup> semaine, et la 18<sup>ème</sup> semaine). On remarque que les lignes horizontales « Week 6 » et « Week 18 » ne touchent pas la ligne verticale (le zéro, autrement appelée, « null effect ») et les résultats, sous forme de boites, sont importante en taille et sont à droite de la ligne verticale ; on peut donc dire que **les résultats à la 6<sup>ème</sup> et 18<sup>ème</sup> semaine sont en faveur du groupe expérimental et statistiquement significatifs singulièrement**. Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>, qui représente l'hétérogénéité des études entre elles.



### 1.1.1. Linder et al, 2021

La capacité de marche a été évaluée par la distance parcourue lors du test de marche de six minutes.

Après les tests de base, les participants ont été randomisés dans les groupes suivants à l'aide d'une méthode d'extraction d'enveloppe. Toutes les sessions duraient environ 90 minutes, les participants y assistant 3 jours par semaine pendant 8 semaines.

Les groupes expérimentaux FE+RTP et VE+RTP ont subi 45 minutes d'exercice aérobique (EA) en utilisant les différents modes de cyclisme, suivis de 45 minutes de RTP.

Le groupe témoin a suivi : soit 90 minutes d'enseignement RTP, soit 45 minutes d'enseignement sur l'AVC +45 minutes d'enseignement RTP ; ces deux groupes d'exercices non aérobiques ont été combinés en un seul groupe témoin.

Les groupes randomisés ont été comparés sur la démographie des participants :

- en utilisant **l'analyse de la variance** pour les variables à **distribution normale**
- le **test de Kruskal-Wallis** pour les **variables continues** à distribution **non normale**
- ou le **test du chi carré** pour les **variables catégorielles.**

Un modèle linéaire à effets mixtes a été utilisé à un niveau de signification de 0,05 pour déterminer l'effet du groupe dans le temps.

Tests utilisés	Valeurs avant l'intervention (So)	Valeurs après l'intervention (S8)	Delta avant/après	Différence intergroupe intervalle de confiance (IC) à 95%	Valeur de p
Endurance : 6MWT (m)	GC : 335 GE1 (FE+RTP) : 417+/-116 GE2 (VE+RTP) : 296+/-55	GC : 312 GE1 (FE+RTP) : 480+/-238 GE2 (VE+RTP) : 327+/-21	AS8: $\Delta GC = -23$ $\Delta GE1 = +63$ $\Delta GE2 = +31$	Incalculable pour le groupe contrôle  <b>Entre le GE1 et GE2 :</b> So = +121 [+51 ; +191] S8 = +153 [+22 ; +284]	P=0,07

*Tableau 8 : Résultats 6MWT de « Linder et al, 2021 »*

Evolution intragroupe 6MWT :

-A la 8<sup>ème</sup> semaine, on note une diminution de 23 points pour le groupe contrôle et une augmentation de 63 et 31 points, respectivement pour le groupe FE+RTP et VE+RTP

Evolution intergroupe 6MWT :

-A la 8<sup>ème</sup> semaine, il existe entre ces deux groupes une différence post-traitement de **153 points en faveur du groupe expérimental**. Cette taille d'effet pouvant varier dans 95% des cas entre **+22 et +284 points**. L'intervalle de confiance **ne croisant pas le zéro**, ce **résultat est statistiquement significatif**.

Il est important de noter qu'il ne peut pas y avoir de comparaison avec le groupe contrôle car nous ne pouvons pas calculer l'écart-type du groupe contrôle.

**Using the p-value of a t-test to find the SD.**

First you must derive the corresponding t-value:

p-value =

No. of participants in Group 1 =

No. of participants in Group 2 =

t-value =

Now go to the calculation box for t-values.

**Using the t-value to find the SD**

First you must derive the corresponding Standard Error:

t-value =

Difference in means (between groups) =

Standard Error =

Now go to the calculation box for Standard Errors.

**Using the Standard Error to find the SD**

Standard Error of the difference in means =

No. of participants in Group 1 =

No. of participants in Group 2 =

Estimated SD for each group =

Exemple de calcul de l'écart-type via le p-value et le t-value pour le groupe expérimental pour le 6MWT (Ici, l'écart-type est de 116), étude « Linder et al, 2021 ».

Voici le « forest plot » de « **Linder,2021** » : on remarque que la ligne horizontale « VE+RTP » ne touche pas la ligne verticale et les résultats, sous forme de boîtes, sont importante en taille et sont à droite de la ligne verticale ; on peut donc dire que les résultats à la 8<sup>ème</sup> semaine sont **en faveur du groupe expérimental volontaire** et sont **statistiquement significatifs**.

Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>, qui représente l'hétérogénéité des études entre elles.

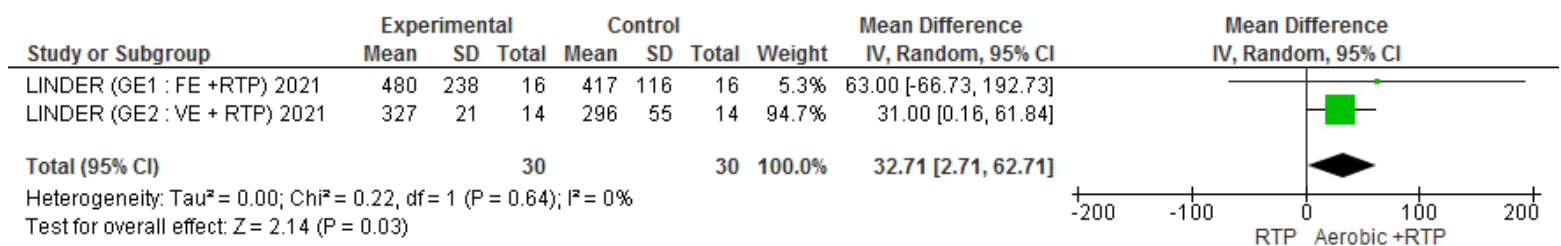


Figure 12 Forest Plot "6MWT" Linder et al,2021



### 1.1.2. De Menezes, 2019

Dans cette étude, les participants ont suivi une formation à domicile. Ils ont tous reçu une valve « Orygen-dual », un dispositif à seuil de charge, qui permet un entraînement simultané des muscles inspiratoires et expiratoires avec des charges ajustées indépendamment. Chaque session de 20 minutes comprenait des séries d'entraînement de 4 minutes, suivies d'une minute de repos entre les séries. Il y avait 2 sessions de 20 minutes par jour, 7 fois par semaine, pendant 8 semaines. Les participants ont reçu le même programme de formation.

Groupe expérimental : la charge d'entraînement a été adaptée individuellement et a progressé comme suit : la charge initiale a été fixée à 50 % de la force de base maximale des participants, pour l'entraînement inspiratoire et expiratoire. Une fois par semaine, lors de la visite à domicile, le kinésithérapeute traitant mesurait les valeurs actuelles de force inspiratoire et expiratoire et réajustait la charge d'entraînement.

Le groupe contrôle : entraînement respiratoire factice avec le même appareil, sans aucune résistance (0 cmH<sub>2</sub>O) ni progression.

« Les différences entre les groupes au fil du temps (semaine 8 ≥ 0 et semaine 12 ≥ 0) pour les résultats des données continues ou ordinales ont été analysées à l'aide d'une analyse de la variance à mesures répétées 2\*2 et rapportées sous forme de différences moyennes (intervalle de confiance à 95 %, calculé à l'aide de la **méthode de Newcombe-Wilson**). Ce type de rapport aide à déterminer l'interprétation clinique et l'importance des différences observées, ainsi que la signification statistique des résultats. Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel SPSS (version 17.0) », d'après l'auteur de l'étude.

La capacité de marche a été évaluée par la distance parcourue lors du test de marche de six minutes.

Tests utilisés / Paramètre évalué	Valeurs avant l'intervention (So)	Valeurs après l'intervention (en semaines)	Delta avant/après	Différence intergroupe intervalle de confiance (IC) à 95%	Valeur de p
Endurance : 6MWT (m)	GC : 329 +/-143 GE : 338 +/-125	A S8 : GC : 328 +/-162 GE : 375 +/-141	A S8 : <b>Δ GC = -1</b> <b>Δ GE = +37</b>	S8= +56 [-20 ; +132]	P<0,29
		A S12 : GC : 316 +/-150 GE : 369 +/-121	A S12 : <b>Δ GC = -13</b> <b>Δ GE = +31</b>	S12= +53 [-37 ; + 143]	

Tableau 9 : Résultats 6MWT de « De Menezes et al 2019 »

Evolution intragroupe 6MWT :

-A la 8<sup>ème</sup> semaine, on note une diminution de 1 point pour le groupe contrôle et une augmentation de 37 points pour le groupe expérimental.

-A la 12<sup>ème</sup> semaine, une diminution de 13 points pour le groupe contrôle et une augmentation de 31 points pour le groupe expérimental.

Evolution intergroupe 6MWT :

-A la 8<sup>ème</sup> semaine, il existe entre ces deux groupes une différence post-traitement **de 56 points en faveur du groupe expérimental**, cette taille d'effet pouvant varier dans 95% des cas entre **-20 et +132 points**. L'intervalle de confiance **croisant le zéro**, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 12<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **53 points en faveur du groupe expérimental**, variant entre **-37 et +143 points** [IC à 95%]. **Croisant le zéro**, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

Voici le « forest plot » de « **De MENEZES,2019** » : on remarque que les lignes horizontales à la « Week 8 » et « Week 12 » touchent la ligne verticale (le zéro, autrement appelée, « null effect ») et les résultats, sous forme de boîtes, sont importante en taille et sont à droite de la ligne verticale ; on peut donc dire **que les résultats à la 8<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> semaine sont en faveur du groupe expérimental** mais en **croisent la ligne verticale**, ce qui signifie que chaque étude **n'est pas singulièrement significative**. Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>,zqui représente l'hétérogénéité des études entre elles.

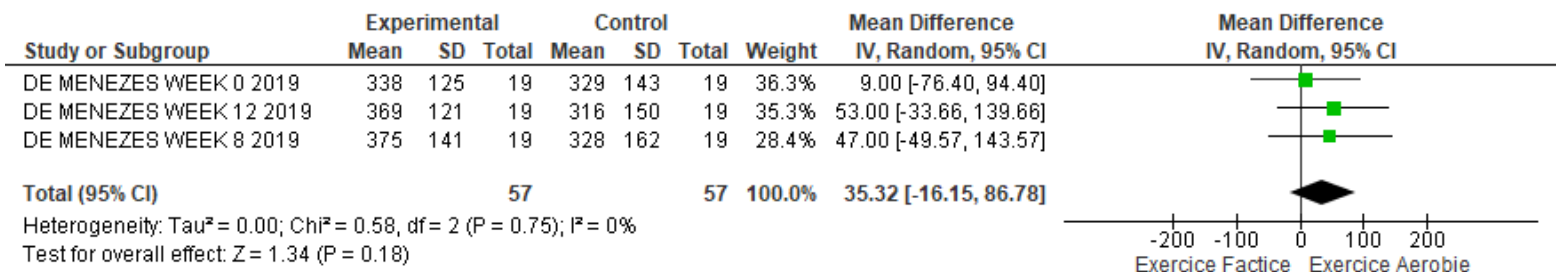


Figure 13 : Forest Plot 6MWT De Menezes et al, 2019

### 1.1.3. Langhammer, 2009

Les patients ont été testés à l'admission, à la sortie et à trois, six et douze mois après l'accident vasculaire cérébral par un enquêteur expérimenté, en aveugle à l'assignation des groupes. Les séances d'examen ont eu lieu à l'hôpital général, au domicile des patients ou dans des centres de services communautaires.

La capacité de marche a été contrôlée par un test de marche de 6 minutes (6MWT) en utilisant un protocole standardisé.

Les moyennes et écart-types ont été calculés pour 6MWT, BBS, et le TUG. Un modèle linéaire général, avec une ANOVA mixte, avec un facteur inter-groupes, une mesure répétée dans le temps et un contrôle des différences au départ, a été réalisé, en utilisant les variables dépendantes, MAS, 6MWT, BBS et TUG. Le seuil de signification a été fixé à  $p < 0,05$ .

Groupe expérimental : Les patients affectés au groupe d'exercices intensifs ont été programmés après leur sortie pour avoir quatre périodes de physiothérapie supervisée en séances individuelles au cours de la première année après leur AVC, avec un total minimum de 80 heures. La physiothérapie a été répartie sur un minimum de 20 heures tous les trois mois après leur incident initial. La première période d'intervention a commencé immédiatement après la sortie. Les patients à domicile ou dans un cabinet privé de kinésithérapie avaient deux ou trois séances hebdomadaires jusqu'à un total d'au moins 20 heures. Les patients d'un service de rééducation avaient des séances d'exercices quotidiennes. La durée dépassait 20 heures dans ces cas. Cette intervention a été répétée 3, 6 et 12 mois après l'AVC. Les exercices du groupe d'exercices intensifs étaient axés sur des exercices intensifs d'endurance fonctionnelle, de force et d'équilibre.

Groupe contrôle : les patients du groupe d'exercices auto-initiés n'ont reçu aucune recommandation de traitement spécifique en dehors du traitement en cas de besoin ; les patients appartenant aux auto-initiés groupe d'exercice n'ont pas été envoyés pour un traitement de suivi régulièrement. Cependant, ces patients ont été encouragés à maintenir leur niveau d'activité élevé. Si le patient avait besoin d'un traitement de suivi ou d'une rééducation, il était affecté à une thérapie en fonction de ses besoins. Aucun traitement spécifique n'a été recommandé à ce groupe, et c'était à chaque patient de décider s'il devait ou non faire de l'exercice.

#### Evolution intragroupe 6MWT :

-A la sortie de l'hôpital, on note une augmentation chez le groupe contrôle comme chez le groupe expérimental, respectivement de 58 et 85 points.

-A la 12<sup>ème</sup> semaine, on note une augmentation chez le groupe contrôle comme chez le groupe expérimental, respectivement de 94 et de 117 points.

-A la 24<sup>ème</sup> semaine, on note une augmentation chez le groupe contrôle comme chez le groupe expérimental, respectivement de 173 et 128 points. On note également une nette inversion de la tendance dans les résultats des groupes à 6 mois.

-A la 52<sup>ème</sup> semaine, on note une augmentation chez le groupe contrôle comme chez le groupe expérimental, respectivement de 258 et 148 points.

Evolution intergroupe 6MWT :

-A la sortie, il existe entre ces deux groupes une différence post-traitement de **7 points en faveur du groupe contrôle**, cette taille d'effet pouvant varier dans 95% des cas entre -95 et +81 points. L'intervalle de confiance croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

- A la 12<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **11 points en faveur du groupe contrôle**, variant entre -112 et +90 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 24<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **79 points en faveur du groupe contrôle**, variant entre -183 et +25 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 52<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **144 points en faveur du groupe contrôle**, variant entre -258 et +30 points [IC à 95%]. **Ne croisant pas le zéro**, ce résultat **est statistiquement significatif**.

Tests utilisés	Valeurs avant l'intervention (So)	Valeurs après l'intervention (en semaines)	Delta avant/après	Différence intergroupe intervalle de confiance (IC) à 95%	Valeur de p
6MWT(m)	GC : 222 +/-198 GE : 188 +/-211	A la sortie de l'hôpital (« Discharge »): GC : 280 +/-192 GE : 273 +/-189	A la sortie de l'hôpital (« Discharge », SH): $\Delta GC = +58$ $\Delta GE = +85$	SH = -7 [-95 ; +81]	P=0.03
		A 3 mois (S12): GC : 316 +/-228 GE : 305 +/- 206	A 3 mois (S12): $\Delta GC = +94$ $\Delta GE = +117$	S12 = -11 [-112 ; +90]	
		A 6 mois (S24): GC : 395 +/-225 GE : 316 +/-228	A 6 mois (S24): $\Delta GC = +173$ $\Delta GE = +128$	S24 = -79 [-183 ; +25]	
		A 12 mois (S52): GC : 480 +/-235 GE : 336 +/-260	A 12 mois (S52): $\Delta GC = +258$ $\Delta GE = +148$	S52 = -144 [-258 ; -30]	

Tableau 10 : Résultats 6MWT de « Langhammer et al, 2009 »

Voici le « forest plot » de « Langhammer, 2009 » pour le 6MWT : on remarque que les lignes horizontales « 6MWT DIS », « 6MWT W12 », et « 6MWT 24 » touchent la ligne verticale (le zéro, autrement appelée, « null effect »), avec des « boîtes » en faveur du groupe contrôle « self initiated », cependant ils ne sont pas statistiquement significatifs. **Cependant, la ligne horizontale « 6MWT W52 » est en faveur du groupe contrôle « self initiated » et est statistiquement significative** car elle ne croise pas avec la ligne verticale. Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>, qui représente l'hétérogénéité des études entre elles.

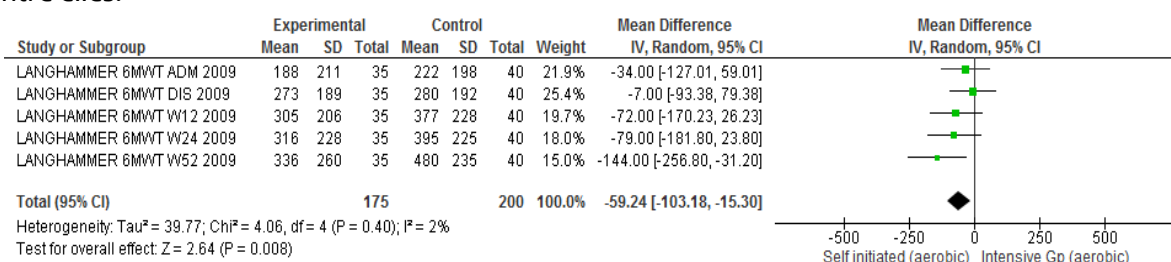


Figure 14 : Forest Plot "6MWT" Langhammer et al,2009

Dans cette étude « **Langhammer, 2009** », le **TUG** est un test de mobilité utilisé en clinique pour évaluer l'équilibre dynamique, la marche et les transferts. Le test est valide et fiable pour la fonction et les transferts à l'intérieur des personnes âgées fragiles.

Tests utilisés	Valeurs avant l'intervention (So)	Valeurs après l'intervention (en semaines)	Delta avant/après	Différence intergroupe intervalle de confiance (IC) à 95%	Valeur de p
TUG (s)*	GC : 15+/-14 GE : 18 +/-13	A la sortie de l'hôpital (« Discharge ») : GC : 10+/-5 GE : 13+/-10	A la sortie de l'hôpital (« Discharge », SH) : <b>ΔGC = -5</b> <b>ΔGE = -5</b>	SH= +3 [-1.6 ; +7.8]	P= 0.06
		<u>A 3 mois (S12) :</u> GC : 9+/-4 GE : 11 +/-9	<u>A 3 mois (S12) :</u> <b>ΔGC = -6</b> <b>ΔGE = -7</b>	S12= +2 [-2.1 ; +6.1]	
		<u>A 6 mois (S24) :</u> GC : 9+/-5 GE : 12+/-10	<u>A 6 mois (S24) :</u> <b>ΔGC = -6</b> <b>ΔGE = -6</b>	S24= +3 [-1.6 ; +7.6]	
		<u>A 12 mois (S52) :</u> GC : 8+/-4 GE : 11+/-11	<u>A 12 mois (S52) :</u> <b>ΔGC = -7</b> <b>ΔGE = -7</b>	S52= +3 [-1.8 ; +7.8]	
MAS (en mètres)	GC : 31 +/-17 GE : 27 +/-18	A la sortie de l'hôpital (« discharge ») : GC : 34 +/- 16 GE : 34 +/-15	L'hôpital (« Discharge », SH) : <b>ΔGC = +3</b> <b>ΔGE = +7</b>	SH = 0 [-7,2 ; +7,2]	P=0.08
		<u>A 3 mois (S12) :</u> GC : 39 +/-13 GE : 36 +/-14	<u>A 3 mois (S12) :</u> <b>ΔGC = +8</b> <b>ΔGE = +9</b>	S12= -3 [-9,2 ; +3,2]	
		<u>A 6 mois (S24) :</u> GC : 40 +/-12 GE : 38 +/-13	<u>A 6 mois (S24) :</u> <b>ΔGC = +9</b> <b>ΔGE = +11</b>	S24= -2 [-7,8 ; +3,8]	
		<u>A 12 mois (S52) :</u> GC : 41 +/- 12 GE : 37 +/-14	<u>A 12 mois (S52) :</u> <b>ΔGC = +10</b> <b>ΔGE = +10</b>	S52= -4 [-9.9 ; +2]	

\*Les résultats, pour le TUG utilisé dans cette étude, sont données pour une population comprise entre n=20 (pour le groupe expérimental) et n=25 (pour le groupe contrôle). Tableau 11 : Résultats TUG et MAS de « Langhammer et al, 2009 »

Evolution intragroupe TUG :

-A la sortie de l'hôpital, à la 12<sup>ème</sup> semaine, à la 24<sup>ème</sup> semaine et à la 52<sup>ème</sup> semaine on note globalement une diminution pour les deux groupes, entre 5 et 7 points chacun.

Evolution intergroupe TUG :

-A la sortie, il existe entre ces deux groupes une différence post-traitement de **3 points en faveur du groupe contrôle**, cette taille d'effet pouvant varier dans 95% des cas entre -1.6 et +7.8 points. L'intervalle de confiance croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 12<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **2 points en faveur du groupe contrôle**, variant entre -2.1 et +6.1 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 24<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **79 points en faveur du groupe contrôle**, variant entre -1.6 et +7.6 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 52<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **144 points en faveur du groupe contrôle**, variant entre -1.8 et +7.8 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

Voici le « forest plot » de « **Langhammer, 2009** » pour le TUG : on remarque que les lignes horizontales « TUG DIS », « TUG W12 », « TUG 24 », et « TUG 52 » touchent la ligne verticale (le zéro, autrement appelée, « null effect »), avec des « boîtes » en faveur du **groupe expérimental** « intensive group », cependant ils **ne sont pas statistiquement significatifs**. Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>, qui représente l'hétérogénéité des études entre elles.

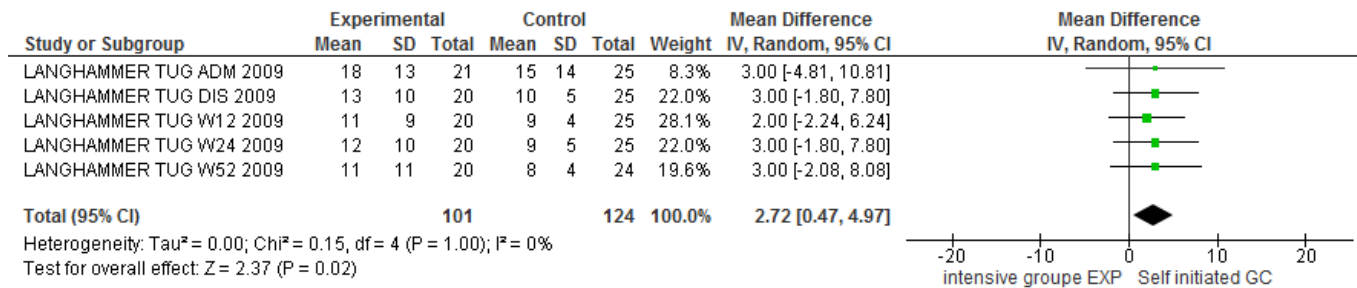


Figure 15 : Forest Plot "TUG" Langhammer et al, 2009

Dans cette étude « **Langhammer, 2009** », « l'échelle d'évaluation motrice (**MAS**, cf.annexe 8) est un test de la fonction motrice développé par Carr et Shepherd (1985) pour l'évaluation des personnes ayant subi un AVC à l'aide d'activités motrices pertinentes et fonctionnelles ; il a été conçu pour être utilisé dans la pratique clinique et la recherche. Huit activités fonctionnelles sont évaluées : (1) se tourner dans son lit ; (2) s'asseoir ; (3) équilibre en position assise ; (4) debout ; (5) marcher ; (6) activités du haut du bras ; (7) activités du poignet ; et (8) activités de la main, avec les items 6 à 8 testés avec le bras parétique. Chaque item est noté de 0 à 6. Par conséquent, les scores totaux varient entre 0 et 48. Il a été démontré que le test a une fiabilité inter et intra élevée et une validité transversale de construit élevée » (D'après l'article lui-même). L'item qui nous intéresse dans notre revue est l'item 5 : la marche. En effet dans « **Langhammer, 2009** » la MAS est évaluée en mètre.

#### Evolution intragroupe MAS :

-A la sortie de l'hôpital, à la 12<sup>ème</sup> semaine, à la 24<sup>ème</sup> semaine et à la 52<sup>ème</sup> semaine on note globalement une augmentation, entre 3 et 10 points pour le groupe contrôle, et 7 à 11 points pour le groupe expérimental.

#### Evolution intergroupe MAS :

-A la sortie, il existe entre ces deux groupes une différence post-traitement de **0 point** en faveur d'aucun groupe, cette taille d'effet pouvant varier dans 95% des cas entre -7.2 et +7.2 points. L'intervalle de confiance croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

- A la 12<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **3 points en faveur du groupe contrôle**, variant entre -9.2 et +3.2 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 24<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **2 points en faveur du groupe contrôle**, variant entre -7.8 et +3.8 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 52<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **4 points en faveur du groupe contrôle**, variant entre -9.9 et +2.0 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

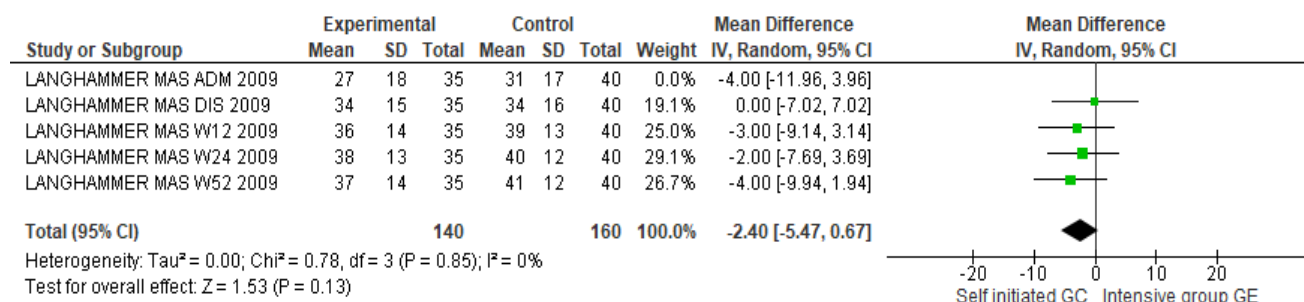


Figure 15 : Forest Plot "MAS" Langhammer et al, 2009

Voici le « forest plot » de « **Langhammer, 2009** » pour la MAS : on remarque que les lignes horizontales « MAS DIS », « MAS W12 », « MAS W24 », et « MAS W52 » touchent la ligne verticale, avec des « boîtes » en faveur du groupe contrôle « self initiated », cependant ils **ne sont pas statistiquement significatifs**. Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>, qui représente l'hétérogénéité des études entre elles.

### 1.1.4. Mead et al, 2007

Tests utilisés	Valeurs avant l'intervention (So)	Valeurs après l'intervention (en semaines) [sous forme de moyenne ajustée +/- écart-type*	Delta avant/après (3 <sup>e</sup> et 7 <sup>e</sup> mois)	Différence intergroupe intervalle de confiance (IC) à 95% entre le 3 <sup>e</sup> et 7 <sup>e</sup> mois	Valeur de p
TUG (s) : capacité de marche	Aucune donnée n'est exposée explicitement dans l'étude	A 3 mois (S12): GC : 11.5 +/- 1.4 GE : 10.4 +/- 1.3 A 7 mois (S28): GC : 11.5 +/- 1.3 GE : 11.2 +/- 1.2	$\Delta GC = 0$ $\Delta GE = +0.8$	S12 = -1,1 [-1.77 ; -0.43] S28 = -0,3 [-0.92 ; +0.32]	A 3 mois : P=0.03  A 7 mois : P=0.41

Tableau 12 : Résultats TUG de « Mead et al, 2007 »

Groupe expérimental : Echauffement 15 min + cycloergomètre 15 min + entraînement contre résistance membre supérieur (10 min) + retour au calme avec la relaxation musculaire et respiration profonde.

Groupe contrôle : relaxation assise + respiration profonde et relaxation musculaire. (de 20 à 49 min).

#### Evolution intragroupe TUG :

-En comparaison à la 12<sup>ème</sup> semaine, à la 28<sup>ème</sup> semaine le groupe contrôle n'a pas gagné ni perdu de points, alors que le groupe expérimental a gagné 0.8 point.

#### Evolution intergroupe TUG :

-A la 12<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **1.1 points en faveur du groupe expérimental**, variant entre -1.77 et -0.43 points [IC à 95%]. Ne croisant pas le zéro, **ce résultat est statistiquement significatif**.

-A la 28<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.3 points en faveur du groupe expérimental**, variant entre -0.92 et +0.32 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

Voici le « forest plot » de « **Mead et al, 2007** » **pour le TUG** : on remarque que la ligne horizontale « TUG W28 » touche la ligne verticale, avec une « boîte » en faveur du groupe contrôle « relaxation », cependant **le résultat n'est pas statistiquement significatif**. Ce qui n'est pas le cas pour la ligne au-dessus « **TUG W12** », qui ne touche pas la ligne vertical d'effet nul, et est donc **statistiquement significatif**. Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>, qui représente l'hétérogénéité des études entre elles.

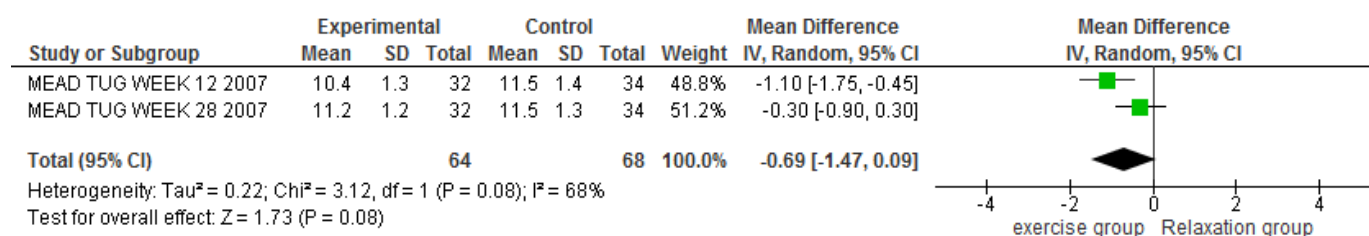


Figure 16 : Forest Plot "TUG" Mead et al, 2007



\*Dans les études « **Mead et al, 2007** » et « **Linder et al, 2021** », la différence intergroupe (IC à 95%) ne pouvait pas se calculer immédiatement avec les données de moyenne et écart-type (non fourni dans l'étude ici présente) comme pour les autres études, mais en utilisant les bornes inférieurs et supérieurs de l'intervalle de confiance calculé par le fichier Excel (« finding SD ») par l'IFMK de Marseille. Le résultat affiché dans le tableau concernant la différence intergroupe sera finalement calculé par le second fichier Excel fourni par l'IFMK de Marseille (« calculateur intervalle de confiance »).

**Using the Confidence Intervals to find the SD**

First you must derive the Standard Error:

Upper CI limit =

Lower CI limit =

% CI used (enter 0.95 for 95%) =

No. of participants in Group 1 =

No. of participants in Group 2 =

(divisor = 4,084545 )

Standard Error =

Now go to the calculation box for Standard Errors.

**Using the Standard Error to find the SD**

Standard Error of the difference in means =

No. of participants in Group 1 =

No. of participants in Group 2 =

Estimated SD for each group =

Exemple de calcul de l'écart-type pour le groupe expérimental au 3e mois pour le TUG. (Ici, l'écart-type est de 1,29), étude « Mead et al, 2007 ».

**TO ESTIMATE A CONFIDENCE INTERVAL FOR THE DIFFERENCE BETWEEN TWO MEANS:**

Enter the mean of the CONTROL group here: 11,5

Enter the estimated population standard deviation for the CONTROL group here: 1,4

Enter the sample size (eg, number of subjects) for the CONTROL group here: 34

Enter the mean of the EXP group here: 10,4

Enter the estimated population standard deviation for the EXP group here: 1,3

Enter the sample size (eg, number of subjects) for the EXP group here: 32

Enter the required confidence interval (eg, 95%) here: 95

**RESULT**

The estimated difference between the two population means is: -1,1

The estimated CI is: -1,77 to -0,43

Figure 2 Exemple de calcul de l'estimation de l'intervalle de confiance pour la différence intergroupe : GC vs GE au 3ème mois pour le TUG

## 1.2. Résultats des études sur les critères de jugements secondaires

### 1.1.1. Mead et al, 2007

Tests utilisés / Paramètres évalués	Valeurs avant l'intervention (So)	Valeurs après l'intervention (en semaines)	Delta entre le 3 <sup>ème</sup> et le 7 <sup>ème</sup> mois	Différence intergroupe intervalle de confiance (IC) à 95%	Valeur de p
Vitesse de marche (m/s)	Aucune donnée n'est exposée explicitement dans l'étude	A 3 mois (S12) : GC : 0,735+/-0.08 GE :0,735+/-0.08  A 7 mois (S28) : GC :0,736+/-0.07 GE :0,698+/-0.07	$\Delta GC = +0,001$  $\Delta GE = -0,037$	S12 = 0 [-0.04 ; +0.04]  S28 = -0.04[-0.08 ; -0.00]	A 3 mois : P=1.0  A 7 mois : P = 0.14
Sit-to-stand test, (secondes)		A 3 mois (S12) : GC : 1,01+/- GE :0,94+/-  A 7 mois (S28) : GC :1,09+/- GE :1,02+/-	$\Delta GC = +0,08$  $\Delta GE = +0,08$	S12 = +0,07 [-0.18 ; +0.04]  S28 = +0,07 [-0.17 ; +0.03]	A 3 mois : P=0,43  A 7 mois : P = 0.31
Puissance Appareil extenseur du Membre inférieur (MI) (W/kg)		A 3 mois (S12) : MI hémiplégique (1/2) GC : 1,04+/-0.20 GE : 1,1+/-0.22	A 3 mois (S12) : MI Sain GC : 1,23+/-0.21 GE : 1,25+/-0.23	$\Delta GC = +0,19$  $\Delta GE = +0,15$	MI ½ : S12 = +0.06 [-0.04 ; +0.16] S28 = +0.02 [-0.09 ; +0.13]
	A 7 mois (S28) : MI (1/2) : GC : 1,09+/-0.22 GE :1,11+/-0.23	A 7 mois (S28) MI sain : GC : 1,25+/-0.20 GE : 1,29+/-0.21	$\Delta GC = +0,16$  $\Delta GE = +0,18$	MI sain : S12 = +0.02 [-0.09 ; +0.13] S28 = +0.04 [-0.06 ; +0.14]	MI sain ; A 3 mois : P=0.81 A 7 mois : P= 0.61

Tableau 13 : Résultats « Speed Walking », « Sit-to-stand test » et « Power » de « Mead et al, 2007 »

Evolution intragroupe Vitesse de Marche :

-En comparaison à la 12<sup>ème</sup> semaine, à la 28<sup>ème</sup> semaine le groupe contrôle a gagné 0.001 point, alors que le groupe expérimental a perdu 0.037 point.

Evolution intergroupe Vitesse de Marche :

- A la 12<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0 point en faveur d'aucun groupe**, variant entre -0.04 et +0.04 points [IC à 95%]. En croisant le zéro, **ce résultat n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 28<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.04 points en faveur du groupe contrôle**, variant entre -0.08 et -0.00 points [IC à 95%]. Ne croisant pas le zéro, **ce résultat est statistiquement significatif**.

Voici le « forest plot » de « **Mead et al, 2007** » pour le **Vitesse de marche** : on remarque que la ligne horizontale « Vitesse W12 » touche la ligne verticale, avec une « boîte » en faveur du groupe contrôle « relaxation », cependant **le résultat n'est pas statistiquement significatif**. Ce qui n'est pas le cas pour la ligne au-dessus « **VITESSE W28** », qui ne touche pas la ligne vertical d'effet nul, et est donc **statistiquement significatif**. Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>, qui représente l'hétérogénéité des études entre elles.

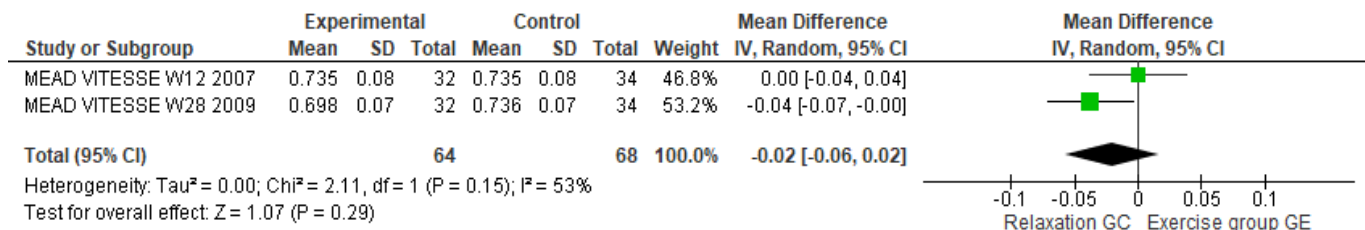


Figure 17 Forest Plot "Vitesse" Mead et al, 2007

Evolution intragroupe Puissance Appareil Extenseur « Coté sain » :

-En comparaison à la 12<sup>ème</sup> semaine, à la 28<sup>ème</sup> semaine le groupe contrôle a gagné 0.19 point et le groupe expérimental 0.15 point.

Evolution intergroupe Puissance Appareil Extenseur « Coté Sain » :

A la 12<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.02 points en faveur du groupe expérimental**, variant entre -0.09 et +0.13 points [IC à 95%]. En croisant le zéro, **ce résultat n'est pas statistiquement significatif**.

A la 28<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.04 points en faveur du groupe expérimental**, variant entre -0.06 et +0.14 points [IC à 95%]. En croisant le zéro, **ce résultat n'est pas statistiquement significatif**.

Evolution intragroupe Puissance Appareil Extenseur « Coté hémiplégique » :

-En comparaison à la 12<sup>ème</sup> semaine, à la 28<sup>ème</sup> semaine le groupe contrôle a gagné 0.16 point et le groupe expérimental 0.18 point.

Evolution intergroupe Puissance Appareil Extenseur « Coté hémiplégique » :

- A la 12<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.06 point en faveur du groupe expérimental**, variant entre -0.04 et +0.16 points [IC à 95%]. En croisant le zéro, **ce résultat n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 28<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.02 points en faveur du groupe expérimental**, variant entre -0.09 et +0.13 points [IC à 95%]. En croisant le zéro, **ce résultat n'est pas statistiquement significatif**.

Voici le « forest plot » de « **Mead et al, 2007** » pour la Puissance de l'appareil extenseur du membre inférieur côté **sain et hémiplégique** : on remarque que toutes les lignes horizontales touchent la ligne verticale, avec une « boîte » en faveur du groupe expérimental, cependant **les résultat ne sont pas statistiquement significatif**. Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>, qui représente l'hétérogénéité des études entre elles.

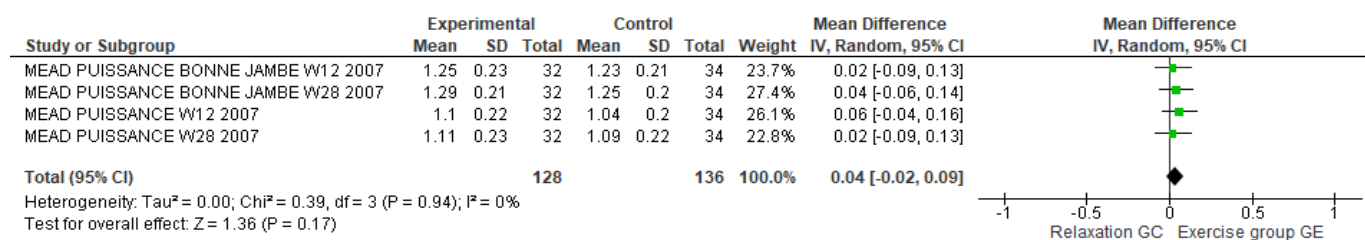


Figure 18 :Forest Plot "Puissance" Mead et al, 2007

Evolution intragroupe du Sit to Stand Test :

-En comparaison à la 12<sup>ème</sup> semaine, à la 28<sup>ème</sup> semaine le groupe contrôle et le groupe expérimental ont gagné 0,08 point.

Evolution intergroupe du Sit to Stand Test :

A la 12<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.07 points en faveur du groupe expérimental**, variant entre -0.18 et +0.04 points [IC à 95%]. En croisant le zéro, **ce résultat n'est pas statistiquement significatif**.

A la 28<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.07 points en faveur du groupe expérimental**, variant entre -0.17 et +0.03 points [IC à 95%]. En croisant le zéro, **ce résultat n'est pas statistiquement significatif**.

Voici le « forest plot » de « **Mead et al, 2007** » pour le Sit-to-stand Test : on remarque que toutes les lignes horizontales touchent la ligne verticale, avec une « boîte » en faveur du groupe **expérimental**, cependant **les résultats ne sont pas statistiquement significatif**. Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>, qui représente l'hétérogénéité des études entre elles.

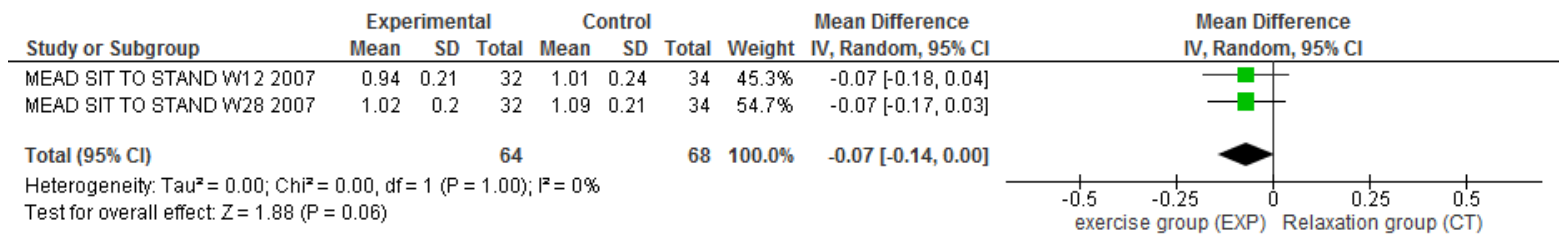


Figure 19 : Forest Plot "Sit to Stand" Mead et al, 2007

### 1.1.2. Langhammer et al, 2009

Tests utilisés	Valeurs avant l'intervention (So)	Valeurs après l'intervention (en semaines)	Delta avant/après	Différence intergroupe intervalle de confiance (IC) à 95%	Valeur de p
6MWT/s (m/s : vitesse)	GC : 0,6 +/- 0,6  GE : 0,5 +/- 0,6	A la sortie de l'hôpital (« Discharge ») :	l'hôpital (« Discharge »,SH) :	SH = 0 [-0,2 ; +0,2]	P=0.03
		GC : 0,8 +/- 0,6 GE : 0,8 +/- 0,5	$\Delta GC = +0,2$ $\Delta GE = +0,3$	S12= -0,2 [-0,5 ; + 0,1]	
		A 3 mois (S12) :	A 3 mois (S12):	S24= -0,2 [-0,5 ; + 0,1]	
		GC : 1,1 +/- 0,6 GE : 0,9 +/- 0,6	$\Delta GC = +0,5$ $\Delta GE = +0,4$		
A 6 mois (S24) :	A 6 mois (S24):				
GC : 1,1 +/- 0,6 GE : 0,9 +/- 0,6	$\Delta GC = +0,5$ $\Delta GE = +0,4$				
A 12 mois (S52) :	A 12 mois (S52):				
GC : 1,3 +/- 0,7 GE : 1,0 +/- 0,7	$\Delta GC = +0,7$ $\Delta GE = +0,5$				

Tableau 14 : Résultats « vitesse avec le 6MWT/s » de « Langhammer et al, 2009 »

Evolution intragroupe 6MWT/s :

-A la sortie de l'hôpital, on note une augmentation chez le groupe contrôle comme chez le groupe expérimental, respectivement de 0.2 et 0.3 points.

-A la 12<sup>ème</sup> semaine, on note une augmentation chez le groupe contrôle comme chez le groupe expérimental, respectivement de 0.5 et de 0.4 points.

-A la 24<sup>ème</sup> semaine, on note une augmentation chez le groupe contrôle comme chez le groupe expérimental, respectivement de 0.5 et 0.4 points.

-A la 52<sup>ème</sup> semaine, on note une augmentation chez le groupe contrôle comme chez le groupe expérimental, respectivement de 0.7 et 0.5 points.

Evolution intergroupe 6MWT/s :

-A la sortie, il existe entre ces deux groupes une différence post-traitement de **0 points** en faveur d'aucun groupe, cette taille d'effet pouvant varier dans 95% des cas entre -0.2 et +0.2 points. L'intervalle de confiance croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

- A la 12<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.2 points en faveur du groupe contrôle « self initiated »**, variant entre -0.5 et +0.1 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

- A la 24<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.2 points en faveur du groupe contrôle « self initiated »**, variant entre -0.5 et +0.1 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

-A la 52<sup>ème</sup> semaine, la différence intergroupe est **0.3 points en faveur du groupe contrôle « self initiated »**, variant entre -0.06 et +0.02 points [IC à 95%]. Croisant le zéro, ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

Voici le « forest plot » de « **Langhammer, 2009** » pour le 6MWT/s : on remarque que les lignes horizontales « VITESSE DIS », « VITESSE W12 », « VITESSE W24 » et « VITESSE W52 » touchent la ligne verticale, avec des « boîtes » en faveur du groupe contrôle « self initiated », cependant ils **ne sont pas statistiquement significatifs**. Le losange noir au bas du graphique n'est pas interprétable car il doit montrer le résultat lorsque toutes les études individuelles sont combinées et moyennées. De même pour I<sup>2</sup>, qui représente l'hétérogénéité des études entre elles.

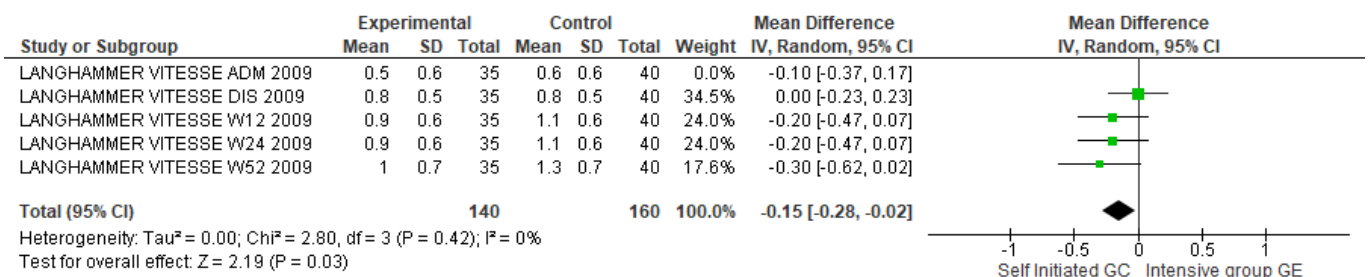


Figure 10 Forest Plot "Vitesse" Langhammer et al, 2009 (6MWT/s)

## DISCUSSION

### 10. Analyse des principaux résultats

L'analyse des résultats est de vérifier si l'hypothèse de travail, à savoir que « la pratique d'un programme d'exercice aérobie améliore plus la capacité de marche par rapport à l'exercice contre résistance chez les patients hémiplegiques adultes », est confirmée ou non. Il s'agit ici de discuter de la validité interne des résultats de ces études, d'observer si les résultats sont fiables ou non et s'il est possible d'établir des conclusions. Cette validité interne est évaluée par rapport aux nombres de biais présents (qualité méthodologique) et par l'aspect statistiquement significatif des résultats (la valeur p des tests statistiques et l'intervalle de confiance à 95%).

Les études cliniques randomisées sélectionnées avaient pour but de rechercher un effet du réentraînement à l'effort sur plusieurs critères de jugement principaux qui les différenciaient les unes par rapport aux autres.

On retrouve toutefois des critères de jugement propres à la qualité des composantes de la marche comme la distance de marche ; mais aussi, des composantes générales de la condition physique dans l'exercice contre résistance comme la puissance musculaire, la force musculaire ou la vitesse de marche qui permettent d'évaluer les fonctions motrices quotidiennes chez les patients AVC.

### Comparaison de l'analyse de la capacité de marche

Grâce au logiciel Revman 5, la compilation des études des paramètres similaires a pu être réalisé. En effet, cette compilation, qui résume les études au travers d'un « forest plot » permet de comparer les études étudiées sur 3 grands paramètres de la marche :

- la **distance de marche** mesurée dans toutes les études via le test de marche de 6 minutes (6MWT) sauf pour « **Mead et al, 2007** ».
- la **vitesse de marche confortable** mesurée dans « **Mead et al, 2007** » et « **Langhammer et al 2009** », par le 6MWT/s et le test de marche de 10-mètres.
- et la **mobilité générale évaluée (équilibre dynamique, marche et transferts)** par le **Time Up and Go Test (TUG)** dans « **Mead et al, 2007** » et « **Langhammer et al 2009** ».



### 1.3. Comparaison entre les études utilisant le 6MWT

Rappelons que chez un patient hémiplégique, la distance perçue par le sujet, au test de marche de 6 minutes, comme étant une amélioration est de **34,4 mètres**, selon une étude de Tang, Eng & Rand (2012) [85]. Cette étude indique également que plus la vitesse de marche de base est faible, moins le sujet perçoit une amélioration dans sa vitesse de marche. Les études « *Linder et al, 2021* » et « *Langhammer et al 2009* » décident de comparer deux exercices d'aérobies différents.

Alors que les études « *Vaz et al, 2021* » et « *De Menezes et al, 2019* » adoptent une approche de comparaison entre un exercice aérobic et un exercice factice.

#### A. Exercice aérobic 1 vs Exercice Aérobic 2

❖ Dans l'étude de « *Linder et al, 2021* », huit semaines d'interventions supervisées en vélo forcé (FE+RTP) et volontaire (VE+RTP) ont amélioré respectivement la capacité de marche, de 63 mètres et de 31 mètres (intragroupes). Les améliorations du groupe **FE+RTP ont dépassé la différence minimale cliniquement significative** pour les personnes ayant subi un AVC chronique (soit 34,4 mètres), tandis que les améliorations du groupe **VE+RTP se sont approchées** de la valeur minimale de la différence cliniquement significative mais **ne l'ont pas atteint**. Les résultats précédents sont corroborés avec la **taille d'effet global de 32,71 mètres [+2,71 ; +62,71], statistiquement significative mais pas cliniquement significative (inférieur à 34,4m)**. Les points faibles de cette étude étant **l'absence de surveillance** des niveaux d'activité physique en dehors de l'intervention de l'étude, mais aussi des **valeurs initiales de 6MWT différentes** d'un groupe à l'autre.

Les facteurs « cadence » et « résistance modérée et élevée » permettent d'améliorer les résultats. En effet, l'auteur conclut que « *les résultats indiquent qu'une intervention de cyclisme aérobic de 8 semaines prescrite à 60 % à 80 % de la fréquence cardiaque et à une cadence et une résistance modérées à élevées améliore la capacité de marche chez les personnes victimes d'un AVC chronique* ».

❖ Dans l'étude « *Langhammer et al, 2009* », les deux groupes ont reçu une formation fonctionnelle axée sur les tâches et adaptée en fonction de leurs besoins spécifiques pendant la période aiguë de la rééducation. La quantité de formation dans le cadre des soins aigus était égale dans les deux groupes, avec deux sections de traitement par jour, un total d'une heure de physiothérapie, en combinaison avec d'autres thérapies spécialisées selon les besoins. Les patients affectés au groupe d'exercices intensifs (expérimental) ont été programmés après leur sortie pour avoir quatre périodes de physiothérapie supervisée en séances individuelles au cours de la première année après leur AVC, avec un total minimum de 80 heures. La physiothérapie a été répartie sur un minimum de 20 heures tous les trois mois après leur incident initial. Les patients appartenant aux auto-initiés (contrôle) n'ont pas été envoyés pour un traitement de suivi régulièrement. Cependant, ces patients ont été encouragés à maintenir leur niveau d'activité élevé. Si le patient avait besoin d'un traitement de suivi ou d'une rééducation, il était affecté à une thérapie en fonction de ses besoins. Aucun traitement spécifique n'a été recommandé à ce groupe, et c'était à chaque patient de décider s'il devait ou non faire de l'exercice. Si le patient faisait de l'exercice, les

thérapeutes étaient libres de décider du type, de la fréquence et de l'intensité en fonction des besoins spécifiés du patient.

« **Langhammer et al, 2009** » montre une nette augmentation de la capacité de marche au test de 6 minutes de l'admission à l'hôpital jusqu'à 12 mois autant pour le groupe contrôle que l'expérimental :

-En partant d'une valeur de 222 mètres à la sortie de l'hôpital, jusqu'à 480 mètres 1 an plus tard pour le groupe « self initiated ».

-Et de 188 mètres à la sortie de l'hôpital, à 336 mètres 1 an plus tard avec le groupe d'exercices intensifs.

Avec une taille d'effet de **59,24 mètres** en faveur du groupe « self-initiated » ([-103 ; -15,3]), **le résultat est statistiquement et cliniquement significatif.**

Il est à noter que cette étude longitudinale est la seule à avoir recruté des **patients aigus** avec AVC et à **suivre la même population pendant 1 an** avec des exercices programmés.

D'après l'auteur, « les principaux résultats de notre étude indiquent une amélioration constante des paramètres de marche, de l'équilibre [...] jusqu'à 6 mois après l'AVC, quel que soit l'assignation de groupe. Dans notre étude, les deux groupes se sont améliorés d'environ 20 à 30 % entre l'admission et un an après l'AVC sur la MAS, le 6MWT, le BBS et la force de préhension, ce qui devrait être considéré comme une amélioration satisfaisante ».

Voici le « forest plot » de ces deux études pour le 6MWT :

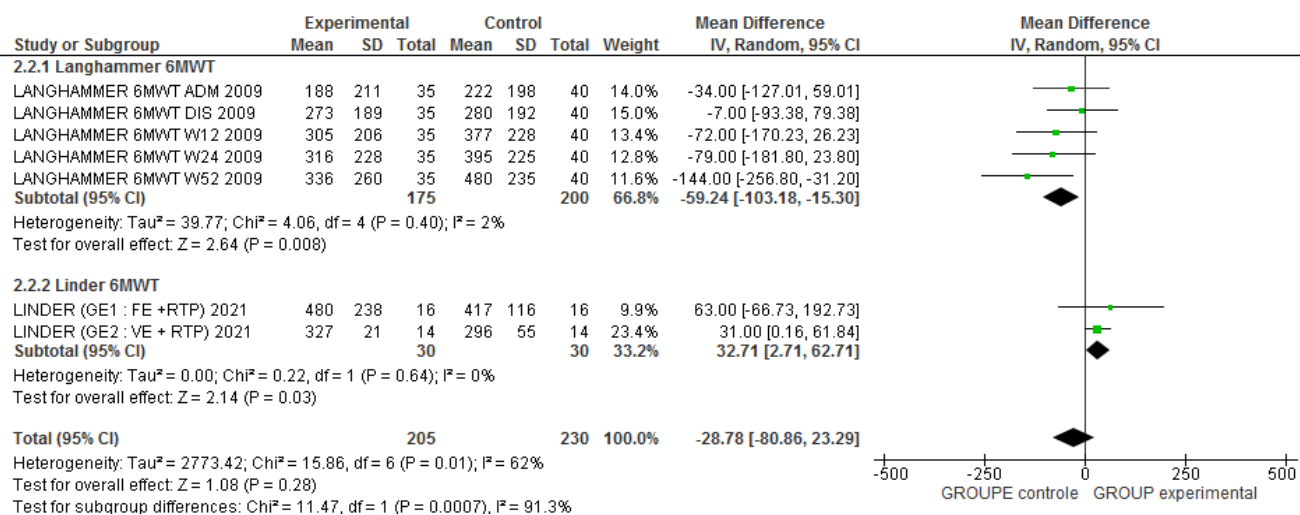


Figure 21 : Forest Plot comparatif 6MWT (Linder vs Langhammer)

Au travers de ce « forest plot », on peut comprendre que les résultats de ces deux études sont statistiquement significatifs, autant pour le groupe « self-initiated » dans « Langhammer et al, 2009 », que « VE+RTP » dans « Linder et al, 2021 ». Et même cliniquement significatif pour « Langhammer et al, 2009 ». Le résultat global schématisé par le losange noir en bas du graphique démontre une autre réalité statistique ; en effet, il indiquerait que les résultats de ces études ne sont pas statistiquement significatif et pencherait même en faveur des groupes contrôles. Or, l'hétérogénéité étant de 62% donc supérieure à 50%, pourrait signifier que les études sont incohérentes pour une raison autre que le hasard, ce qui pourrait rendre discutables les conclusions tirées du « forest plot ».

La comparaison de deux exercices aérobies telle que présentée ci-dessus, ne nous permet pas de conclure avec certitude quant à l'intérêt d'un exercice par rapport à un autre. En effet, ces études sont suffisamment hétérogène dans leur population (phases d'AVC différents, aigu vs chronique) mais aussi dans les exercices proposés (exercice d'endurance avec des cadences et des intensités très différents) et enfin dans la durée de l'intervention (8 semaines contre 1 an).

## B. Exercice Aérobie vs Exercice factice

❖ Dans l'étude de « **Vaz et al,2021** », les deux groupes ont participé aux activités du programme de réadaptation de l'équipe interdisciplinaire, 30 min par jour, 5 fois par semaine pendant 6 semaines d'une intensité légère à modérée.

Le groupe expérimental, en plus de la rééducation standard, suivait un entraînement des muscles inspiratoires initialement à 50% de Pression Inspiratoire Maximale, réajustée toutes les semaines par un kiné spécialisé.

Le groupe contrôle, en plus de la rééducation standard, suivait un exercice factice d'entraînement des muscles inspiratoires avec une résistance à 1 cmH<sub>2</sub>o (très négligeable), évalué chaque semaine sans réajustement.

L'auteur conclut que « l'ajout d'IMT à un programme de rééducation améliore l'endurance des muscles inspiratoires, mais **n'améliore pas** davantage le MIP, **la distance 6-MWT**, les activités de la vie quotidienne ou la qualité de vie des personnes après un AVC chronique, au-delà de la rééducation seule » or la **taille d'effet, de 42,94 mètres** ([+30,96 ; + 54,91] IC à 95%), est **cliniquement** (car supérieur à 34,4 mètres) et **statistiquement significative** (n'intégrant pas le zéro dans son intervalle).

Mais selon l'auteur, « *ces résultats sont conformes à une étude antérieure [88], avec une amélioration similaire des performances du test de marche de six minutes **indépendamment** des performances d'entraînement des muscles inspiratoires, chez des personnes qui ont également suivi une thérapie physique et un entraînement à la montée d'escaliers après un AVC chronique* ».

Cependant, cette étude a **pour limite l'absence de surveillance** lors des exercices (« *l'entraînement des muscles inspiratoires a été effectué **sans supervision***»), ce qui pourrait avoir interféré avec les **performances et le dosage appropriés**, malgré que des améliorations significatives des variables des résultats respiratoires ont été observées.

**L'intensité et la tolérance à l'exercice n'ont pas été mesurées** directement et peuvent avoir été déséquilibrées entre les groupes. Cependant, les variables de base qui pourraient prédire la tolérance à l'exercice étaient comparables entre les groupes, telles que la gravité de l'AVC, l'humeur, la fonction motrice et la vitesse de marche.

L'auteur ajoute également que « nous avons perdu 16 % des patients au cours du suivi pour notre critère de jugement principal. Cependant, il est peu probable que ces patients aient modifié les résultats de l'étude primaire ». **Or, 16% de perdus de vues accentue le biais d'attrition, ce qui pourrait empêcher une conclusion affirmée comme le prône l'auteur.**

❖ Dans l'étude de « De Menezes, 2019 », une fois par semaine, lors de la visite à domicile, le kinésithérapeute traitant mesurait les valeurs actuelles de force inspiratoire et expiratoire et réajustait la charge d'entraînement, initialement fixée à 50% de la force de base maximale des participants. Cette charge augmentée progressivement pour le groupe expérimental, mais l'exercice était factice pour le groupe contrôle, avec une résistance nulle tout le long de l'étude. Concernant la capacité de marche mesurée par le 6MWT dans cette étude, le groupe expérimental s'est constamment amélioré durant les 8 premiers semaines dépassant le seuil des 34,4 mètres à la avec un maximum à 56 mètres ([ -20 ; +132 ]) mais non statistiquement significatif. Cependant, les 4 dernières semaines non pas vu d'amélioration concernant ce groupe stagnant autour de 53 mètres ([ -37 ; +143 ]) mais également non statistiquement significatif. Quant au groupe contrôle, les résultats montrent que l'exercice factice n'entraîne pas d'amélioration, au contraire une diminution

flagrante à la 12ème semaine. Globalement, dans cette étude la taille d'effet est de 35,28 mètres avec un intervalle allant de -16 mètres à +86 mètres. Cliniquement les résultats sont significatifs mais pas statistiquement. D'après l'auteur, cette étude « fournit des preuves que l'entraînement à domicile de haute intensité des muscles respiratoires augmente la force et l'endurance des muscles respiratoires et réduit la dyspnée. Les bénéfices ont été largement maintenus 1 mois après l'arrêt de la formation. Cependant, il n'y avait pas d'effet significatif sur les complications respiratoires ou la capacité de marche ». Les limites de cette étude peuvent influencer les interprétations des résultats qui ont été présentés. En effet, certaines variations dans les données démographiques, telles que le temps écoulé depuis l'AVC et les mesures de base de l'endurance et de la dyspnée, peuvent avoir influencé les résultats. Le biais d'attrition : la perte de vue de 6 participants ( sur 38 soit 16% des participants) pour les évaluations de suivi empêche également une conclusion affirmée concernant le maintien des effets.

De plus, aucun ajustement pour les comparaisons multiples n'a été effectué et cela doit être pris en considération, pour les critères de jugement secondaires (ici la capacité de marche).

**Cette étude a révélé de grandes améliorations de l'endurance des muscles inspiratoires, le groupe expérimental augmentant leur endurance de 300 %. Cela signifie que les individus ont pu solliciter les muscles respiratoires plus longtemps, ce qui pourrait avoir des effets positifs sur la tolérance à l'effort et les activités quotidiennes.**

Voici le « forest plot » de ces deux études pour le 6MWT :

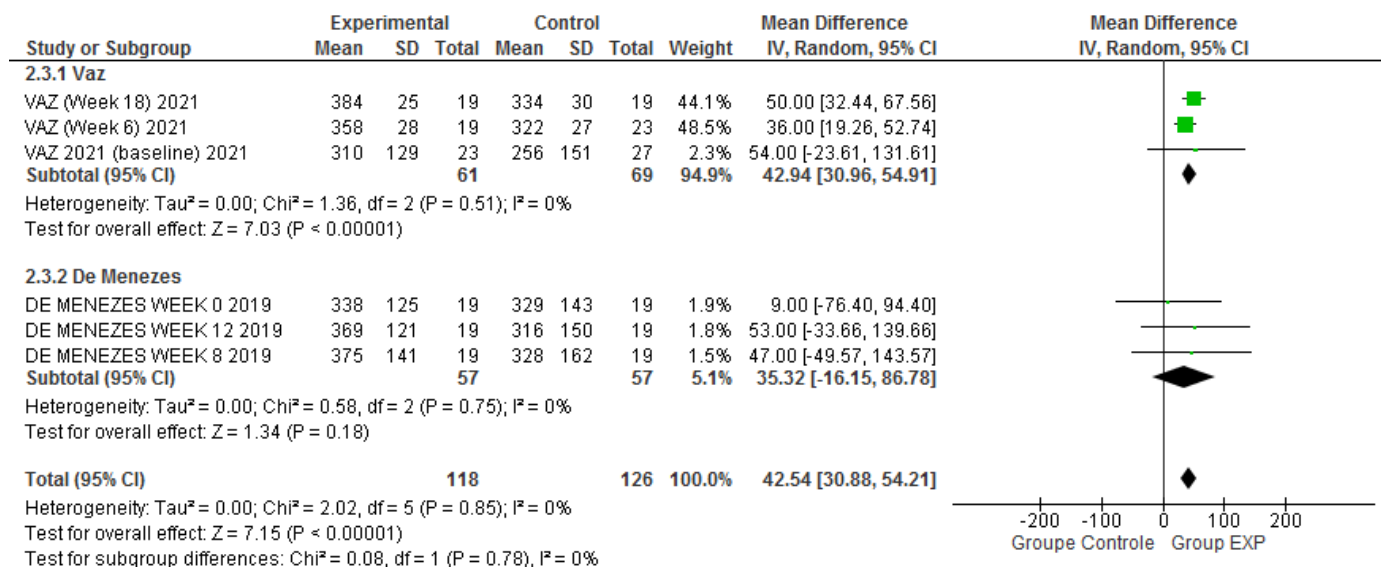


Figure 22 :Forest Plot comparatif "6MWT" ( Vaz vs De Menezes)

Au travers de ce « forest plot », on peut comprendre que les résultats de ces deux études sont cliniquement significatifs, en faveur pour les groupes expérimentaux ; mais pas statistiquement significatifs pour « **De Menezes et al, 2019** ». Il est à noter que « **Vaz et al, 2021** » a un « poids » beaucoup plus important, du fait de ces valeurs d'écart-type beaucoup plus centrée et précise que l'autre étude.

Le résultat global schématisé par le losange noir en bas du graphique démontre la même réalité statistique ; en effet, il indique que les résultats de ces études sont **cliniquement significatif** et pencherait même en faveur des groupes expérimentaux. De plus, l'hétérogénéité étant de 0% donc

très largement inférieure à 50%, pourrait signifier que les études sont très cohérentes entre elles, ce qui pourrait rendre difficilement discutables les conclusions tirées du « forest plot », même si un biais d'attrition empêche de conclure avec affirmation.

**Dans la comparaison de l'exercice aérobic et de l'exercice factice on pourrait émettre l'hypothèse que l'exercice aérobic apporte une amélioration non négligeable dans la récupération de la capacité de marche au travers du paramètre 6MWT.**

## 1.4. Comparaisons entre les études utilisant la vitesse de marche confortable

Pour être cliniquement significative, la vitesse de marche doit être supérieure à 0,14 m/s, selon l'étude de Perera, Mody, Woodman & Studenski (2006) [86].

- ❖ Dans « **Mead et al, 2007** », le groupe expérimental avait comme traitement : un échauffement de 15 min + Cycloergomètre 15 min + Entraînement contre résistance membre supérieur (10 min) + Retour au calme avec la relaxation musculaire et respiration profonde ; alors que le groupe contrôle avait de la relaxation assise + respiration profonde et relaxation musculaire. (de 20 à 49 min).

La vitesse de marche est meilleure dans le groupe contrôle que l'expérimental ; avec une taille d'effet de 0,02 m/s [-0,06 ; +0 ;02]. Cette différence ne semble pas cliniquement ni statistiquement significative.

Les données de l'évaluation de 7 mois suggèrent que les avantages de l'entraînement physique ne sont pas conservés à long terme, avec un taux de données manquantes de 11%, donc un essai définitif devrait également évaluer les stratégies pour faciliter la participation à long terme à l'activité physique. Cette étude exploratoire, avec une faible puissance, suggère des avantages significatifs qui justifient un essai clinique plus large pour évaluer l'efficacité d'une intervention d'exercice d'endurance et de résistance sur les mesures de la fonction physique.

- ❖ Dans l'étude « **Langhammer et al, 2009** » : une amélioration de la vitesse de marche pour le groupe contrôle (le « self-initiated ») qui tout le long de l'étude sera non statistiquement significative. Cependant, la taille d'effet est largement supérieure à celle de « Mead et al, 2007 » avec 0,14 m/s [-0,26 ; -0,02] ce qui pourrait s'expliquer par des patients en phase aiguë avec une marge de progression plus grande au départ; on peut considérer globalement qu'elle est statistiquement et cliniquement significative.

Voici le « forest plot » résumant les résultats des différentes études concernant la vitesse de marche :

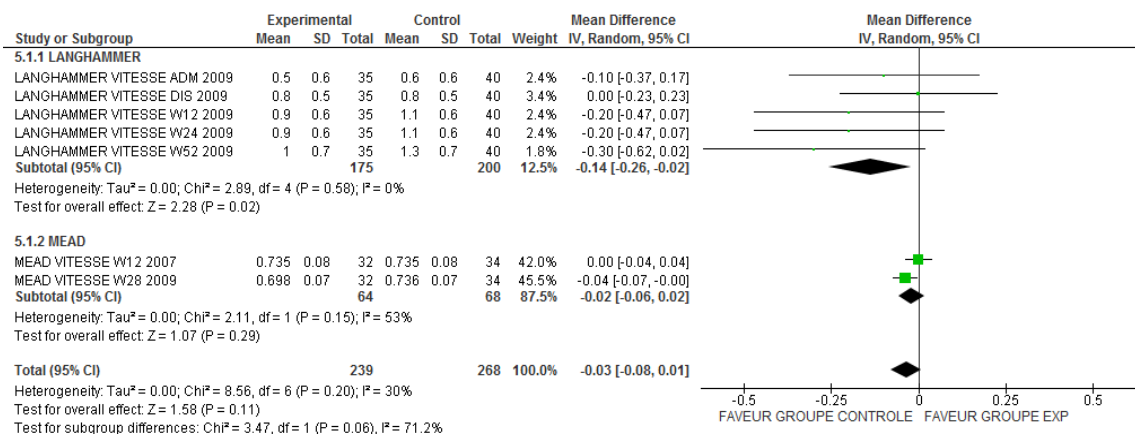


Figure 23 : Forest plot comparatif "Vitesse" (Langhammer vs Mead)

Au travers de ce « forest plot », on peut voir que les résultats de ces deux études en faveur des groupes contrôles ne sont pas statistiquement significatifs. Seul « **Langhammer et al, 2009** » est **cliniquement significatif, pouvant être justifié par l'inclusion de patients en phase aiguë d'AVC ayant une grande marge de progression par rapport aux patients en phase chronique.**

Le résultat global schématisé par le losange noir en bas du graphique démontre la même réalité statistique ; en effet, il indique que les résultats de ces études ne sont pas statistiquement et cliniquement significatif et pencherait même en faveur des groupes contrôles. De plus, l'hétérogénéité étant « basse » (30%) donc inférieure à 50%, pourrait signifier que les études sont cohérentes entre elles, ce qui pourrait rendre difficilement discutables les conclusions tirées du « forest plot ».



## 1.5. Comparaison entre les études utilisant le TUG

En 2002, Steffen, Hacker et Mollinger [87] ont rapporté qu'en moyenne, les individus en **bonne santé âgés de 60 à 80 ans complètent le TUG en 10 secondes ou moins. Des normes formelles n'ont pas encore été établies pour les patients ayant subi un AVC.**

Dans « **Mead et al, 2007** », la comparaison entre les groupes a démontré que, lors de l'évaluation à 3 mois ( $p=0,03$ ), les patients affectés à l'exercice (expérimental) ont obtenu des résultats significativement meilleurs que ceux affectés à la relaxation (contrôle). Ce qui n'est pas le cas pour le 7<sup>ème</sup> mois ( $p=0,41$ ).

Dans l'étude « **Langhammer et al, 2009** », les résultats sont contraires à la précédente étude citée. En effet, c'est le groupe contrôle (« self-initiated ») qui montre les meilleurs résultats de l'admission jusqu'à 1 an post-intervention. Cependant, à toutes les dates données, les résultats ne sont pas statistiquement significatif. De plus, on constate que le temps d'exécution du TUG diminue au fur et à mesure que le temps passe, ce qui traduit une amélioration des performances dans les deux groupes, qui pourrait être dû à l'entraînement répétés car les patients pris en charge en phase aigu sont devenu des patients chroniques et ont peut-être su s'adapter et évoluer afin d'améliorer leur score et leur niveau de qualité de vie afin de tendre à une autonomie la plus complète possible.

Voici le « forest plot » résumant les résultats des différentes études concernant la mobilité générale évaluée par le TUG, en secondes\* :

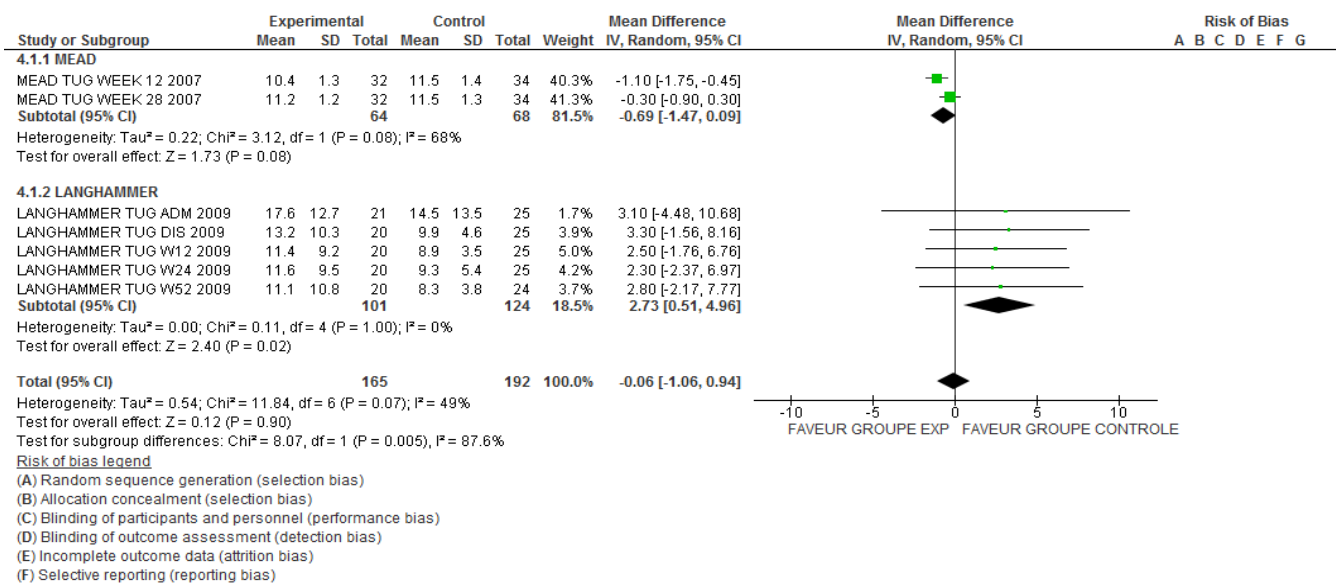


Figure 24 :Forest plot comparatif "TUG" (Mead vs Langhammer)

\*Ici, **les groupes expérimentaux sont à gauche** car le test doit être réalisé le plus rapidement possible donc avec des valeurs les plus petites possibles.

Le losange noir est au milieu du graphique, très **légèrement en faveur du groupe expérimental** avec une taille d'effet de 0,06 seconde [-1,06 ; +0,94] (IC à 95%). Cependant **non statistiquement significatif**.

L'hétérogénéité  $I^2$  est modérée (49%) mais restante inférieure à 50%, permettrait quand même de dire que les études sont cohérentes.

## 1.6. Analyse de la Puissance musculaire de l'appareil extenseur des membres inférieurs par le Nottingham Power Rig (cf.annexe 9 ) dans « Mead et al, 2007 »

La puissance d'extension des jambes (PEL) est définie comme la capacité des muscles extenseurs des jambes à effectuer un travail sur des périodes d'une demi-seconde ou moins. Il a été démontré que la PEL est liée à la mobilité, aux activités instrumentales de la vie quotidienne, et a été identifiée comme un facteur de risque de chutes. Cette mesure est également considérée comme étant liée à des activités fonctionnelles telles que monter des escaliers. Il a également été démontré qu'elle a plus d'influence sur la performance physique que de simples mesures de la force. Le **Nottingham Power Rig** est un appareil utilisé pour mesurer le PEL. Pour obtenir l'estimation de la puissance, le participant est assis dans un siège réglable et appuie sur un pédale de pied jusqu'à ce que la jambe soit tendue. Cet exercice utilise des angles similaires de la hanche, du genou et de la cheville pour se lever d'une chaise.

Voici le « forest plot » de « *Mead et al, 2007* » pour la Puissance de l'appareil extenseur du membre inférieur côté sain et hémiparétique évaluée grâce au Nottingham Power Rig : **les résultats ne sont pas statistiquement significatifs**. On ne peut juger du caractère clinique de ce paramètre, car il n'y a actuellement pas de normes de puissance de l'appareil extenseur pour les patients hémiparétiques. De plus, étant seulement présent dans cette étude, ils ne peuvent pas être comparés aux autres études, créant une limite non négligeable à notre interprétation et ainsi à notre revue de littérature.

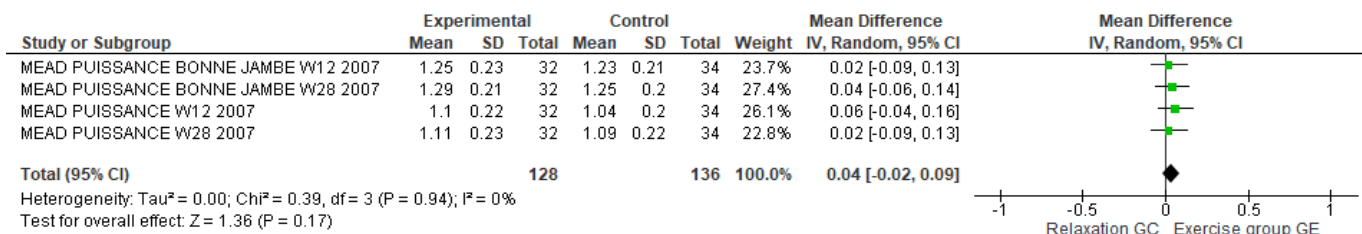


Figure 2511 : Forest plot "Puissance" Mead et al, 2007

### 1.7. Analyse de la Force fonctionnelle des membres inférieurs par le Sit-to- Stand test dans « Mead et al, 2007 »

\*Ici, **les groupes expérimentaux sont à gauche** car le test doit être réalisé le plus rapidement possible donc avec des valeurs les plus petites possibles.

Voici le « forest plot » de « Mead et al, 2007 » pour le Sit-to-stand Test : **les résultats ne sont pas statistiquement significatifs.**

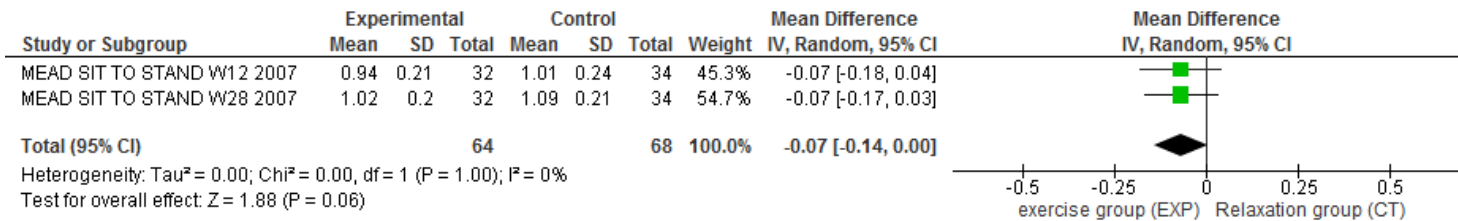


Figure 26 : Forest Plot "Sit-to-stand" Mead et al, 2007

### 1.8. Analyse de la fonction motrice dans la marche par le Motor Assessment Scale, MAS (cf. annexe 8) dans « Langhammer et al, 2009 »

Voici le « forest plot » de « *Langhammer, 2009* » pour la MAS : les résultats **ne sont pas statistiquement significatifs**. On ne peut juger du caractère clinique de ce paramètre, car l'auteur n'a pris que l'item « marche » et non le score de la MAS globale. Les valeurs ici sont en mètres, il n'existe pas de normes uniquement pour cet item, étant seulement présent dans cette étude, les paramètres « force fonctionnelle », « puissance » et « MAS » ne peuvent pas être comparés aux autres études, créant une limite non négligeable à notre interprétation et ainsi qu'à notre revue de littérature.

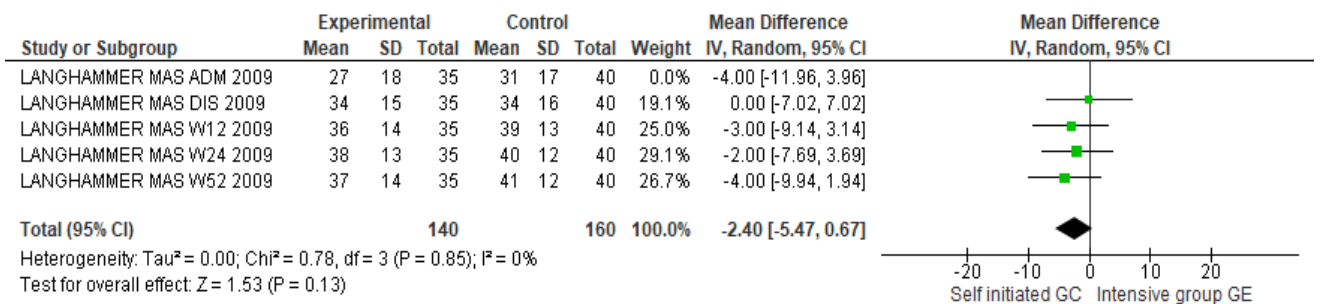


Figure 27 : Forest Plot "MAS" Langhammer et al, 2009

## 1.9. Synthèse des résultats

Etudes	Paramètres étudiés	Conclusion de l'auteur		Conclusion de ma revue de littérature	
Vaz et al, 2021	6MWT	<b>Pas d'amélioration significative de la distance au 6MWT dans les 2 groupes</b>		<b>Amélioration statistiquement et cliniquement significative de la distance au 6MWT dans les deux groupes</b>	
Linder et al, 2021	6MWT	<b>Amélioration significative dans les deux groupes</b>		<b>Amélioration significative dans les deux groupes (mais pas cliniquement)</b>	
De Menezes et al, 2019	6MWT	<b>Pas d'effet significatif de l'amélioration de la capacité de marche dans les deux groupes</b>		<b>Pas d'effet statistiquement significatif</b> mais <b>cliniquement significatif</b> à partir de la 8 <sup>e</sup> semaine	
Langhammer et al, 2009	6MWT	<b>Amélioration significative dans les deux groupes</b>		Amélioration toute au long de l'année, mais devient <b>statistiquement significative dès le 12<sup>ème</sup> mois, cliniquement depuis le 3<sup>ème</sup> mois.</b>	
	MAS	<b>Amélioration significative dans les deux groupes</b>		Même conclusion, sans aucune significativité statistique ni clinique.	
	Vitesse	<b>Amélioration de la fonction motrice dans les 6 premiers mois et une légère diminution dans les 6 derniers mois, dans le groupe contrôle. Dans le groupe expérimental, amélioration constante jusqu'au 12 mois.</b>		Même conclusion. Cependant amélioration mais <b>pas significative.</b>	
	TUG	<b>Amélioration significative dans les deux groupes</b>		Amélioration mais significative statistiquement et cliniquement.	
Mead et al, 2007	Groupes :	Contrôle	Expérimental	Contrôle	Expérimental
	Puissance	<b>Amélioration statistiquement significative au 3<sup>e</sup> mois uniquement</b>	<b>Amélioration statistiquement significative au 3<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> mois</b>	<b>Amélioration</b> non statistiquement significative	
	Vitesse de marche confortable	<b>Amélioration statistiquement significative au 3<sup>e</sup> mois uniquement</b>	<b>Amélioration statistiquement significative au 3<sup>e</sup> mois uniquement</b>	Amélioration mais pas <b>statistiquement significative</b>	Amélioration mais pas <b>statistiquement significative</b>
	TUG	<b>Pas de progrès Pas de diminution</b>	<b>Amélioration statistiquement significative au 3<sup>e</sup> mois uniquement</b>	<b>Pas de progrès Pas de diminution</b>	<b>Régressions</b> (allongement du temps TUG) non statistiquement significative
	Sit-to-stand test	<b>Diminution</b>	<b>Amélioration statistiquement significative au 3<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> mois</b>	<b>Régression</b> non statistiquement significative	

Tableau 15 : Synthèses des résultats des différentes études de cette revue

## 11. Applicabilité des résultats en pratique clinique

Après l'analyse des résultats et l'étude de la validité interne de chaque article, montrant que l'exercice aérobie présentait un intérêt pour l'amélioration de la capacité de marche chez les adultes hémiplegiques, il est important de s'interroger sur la pertinence clinique du traitement. La taille de l'effet d'un traitement est nécessaire mais celle-ci doit toujours être recontextualisée afin d'améliorer nos pratiques et notre raisonnement clinique.

On s'intéresse dans cette partie à la validité externe des résultats, c'est-à-dire la pertinence de l'applicabilité et de la faisabilité des résultats obtenus sur une population plus large à notre pratique et du bénéfice contextualisé.

Ainsi, nous allons analyser si les résultats obtenus sont applicables cliniquement en nous appuyant sur les paramètres méthodologiques de PICO, c'est-à-dire la population, l'intervention, le comparateur et l'outcome (critères de jugements).

### 1.10. La population

L'item 1 de l'échelle PEDro, correspondant à la validité externe qui tend à vérifier si les critères d'éligibilité sont respectés. D'après l'échelle PEDro (cf. annexe 1) tous les ECR ont respecté ce critère.

En effet, les 5 études incluses rassemblent 272 patients hémiplegiques, de sexe masculin et féminin âgé de 39 à 89 ans, ayant tous un déficit léger à modéré dans leur marche.

Les résultats sont applicables à la population cible, à savoir des patients âgés de plus de 18 ans, ayant subi un AVC ischémique ou hémorragique en phase aiguë, subaiguë ou chronique.

Pour autant, certaines réserves peuvent être relevées :

Concernant la population sélectionnée, il est important de considérer les différentes variables inhérentes aux sujets en présence. Effectivement, 4 études sur les 5 sélectionnées (sauf « **Langhammer et al, 2009** ») traitent de sujets uniquement en phase chronique. Cette différence est d'autant plus à prendre en compte que *les patients en phase aiguë ont une marge de progression plus grande au départ que les patients en phase chronique sur différents paramètres de marche comme la vitesse ou la distance*. De ce fait, il est possible que l'intervention produise des résultats différents selon les études.

Concernant les échantillonnages finaux, le nombre de participants par groupe, entre 14 et 40, varie beaucoup ; de plus que le nombre total de participants (272) est au final très faible, diminuant ainsi la puissance de l'étude.

### 1.11. L'Intervention

Les programmes d'entraînement proposés sont différents selon les études mais il existe quelques points de ressemblance possible nous permettant de faire des comparaisons directes et indirectes.

**L'étude de « Vaz et al, 2021 »** présente un programme **d'entraînement des muscles inspiratoires accompagné d'une rééducation kinésithérapique conventionnelle** (cf *Annexe 10*). Dans cette étude, la participation des sujets a été excellente, on ne relève aucun désistement en cours de traitement.

**L'étude de « Linder et al, 2021 »** présente un programme aérobie de pédalage sur vélo stationnaires semi-allongés, entre 60% et 80% de leur réserve de fréquence cardiaque pendant 45 minutes. Pour le groupe VE+RTP : les patients se sont exercés à un rythme auto-sélectionné. Pour le groupe FE+RTP : les patients se sont exercés à un rythme sur un cycle conçu sur mesure, équipé d'un moteur avec un taux de pédalage de 30% supérieur au taux volontaire (sur la base de leur test cardiaque préalablement réalisé par la structure clinique). Après ces 45 minutes, ils se sont tous exercés pendant 45 autres minutes à répéter une tâche spécifique du membre supérieur. La durée de l'intervention est de 90 minutes par jour, 3 fois par semaine, pendant 8 semaines (cf. *annexe 11*).

**L'étude de « De Menezes et al, 2019 »** présente un programme d'entraînement des muscles inspiratoires et expiratoires avec des charges ajustées. La durée de l'entraînement a été 40 minutes par jour, 7 fois par semaine pendant 8 semaines (cf. *annexe 12*).

**L'étude de « Langhammer et al, 2009 »** présente un programme d'entraînement intensif (marche, tapis, step, vélo, travail avec ballons, équilibre, force et léger étirement). La durée de l'entraînement a été de 40 à 60 minutes par jour, 2 à 3 fois par semaine pendant 52 semaines (cf. *annexe 13*).

Et enfin, l'étude de « **Mead et al, 2007** » présente un programme d'exercice d'endurance et de résistance des membres supérieurs : un échauffement de 15 min + cycloergomètre 15 min + entraînement contre résistance membre supérieur (10 min) + retour au calme avec la relaxation musculaire et respiration profonde (cf. *annexe 14*).

### 1.12. Le comparateur

Les comparateurs sont soit des groupes contrôle avec absence de traitement ou traitement factice, soit un groupe contrôle n'ayant aucune recommandation d'exercice comme dans « **Langhammer et al, 2009** ».

### **1.13. L'Outcome**

Les critères de jugements sont principalement la capacité de marche évaluée par différents tests comme le test de marche de 6 minutes (6MWT), ou par un test de mobilité générale comme avec le TUG et enfin la vitesse de marche étant un facteur prédictif de bonne récupération aussi ; et secondairement, la puissance musculaire, la force fonctionnelle (Sit-to-stand test), et la fonction motrice (MAS). Ces tests sont fiables et valides et sont facilement reproductibles.

Concernant l'applicabilité, ces programmes nous semblent suffisamment bien décrits et compréhensibles pour être reproduit par les participants et les thérapeutes. Il comprend peu d'exercices, réalisables dans un laps de temps acceptable, sans coût et peu de matériel requis. Aucun effet indésirable n'a été relevé. Ces programmes ont été bien accepté par les patients et présentent peu de contraintes.



## 12. Qualité des preuves

Le système de recommandations de la HAS et le système GRADE qui est une méthodologie utile dans l'évaluation de la qualité d'un ensemble de preuves dans les revues de littérature systématiques ont été utilisés dans notre revue de littérature. [89][90]

Concernant le cadre des recommandations de la HAS, il faut vérifier :

- L'existence de données de la littérature pour répondre aux questions posées ;
- Le niveau de preuve des études disponibles ;
- La cohérence de leurs résultats.

Premièrement, les données concernant l'exercice aérobique chez les AVC sont abondantes dans la littérature scientifique, cependant la comparaison avec les exercices contre résistance est plus complexe. Deuxièmement, la présence de biais, une qualité méthodologique moyenne forte avec 5 études supérieures à 7/10, mais le manque de significativité de certains résultats ou de contradiction des données avec des protocoles d'études proches ne permettent de juger qu'à une puissance intermédiaire pour le niveau de preuve des études.

Niveau de preuve	Description
Intermédiaire	Le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée La puissance nettement insuffisante (effectif insuffisant ou puissance a posteriori insuffisante) ; Et/ou des anomalies mineures

Tableau 16 : Caractéristiques de la puissance intermédiaire selon les recommandations de la HAS

Ce qui nous amène, selon le grade de l'HAS, à une recommandation en **grade B** c'est-à-dire basée sur une **présomption scientifique** fournie par des études de niveau intermédiaire de preuves comme dans la présente revue avec des **essais comparatifs randomisés de faible puissance compte-tenu de leur taille d'échantillon**.

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
<b>A</b>  <u>Preuve scientifique établie</u>	<b>Niveau 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Essais comparatifs randomisés de forte puissance ;</li> <li>- Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ;</li> <li>- Analyse de décision fondée sur des études bien menées.</li> </ul>
<b>B</b>  <u>Présomption scientifique</u>	<b>Niveau 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Essais comparatifs randomisés de faible puissance ;</li> <li>- Etudes comparatives non randomisées bien menées ;</li> <li>- Etudes de cohortes.</li> </ul>
<b>C</b>  <u>Faible niveau de preuve scientifique</u>	<b>Niveau 3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudes cas-témoins</li> </ul>
	<b>Niveau 4</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudes comparatives comportant des biais importants ;</li> <li>- Etudes rétrospectives ;</li> <li>- Série de cas ;</li> <li>- Etudes épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).</li> </ul>

Figure 28 : Grades des recommandations selon HAS

Concernant l'évaluation par le système **GRADE**, il est important de préciser le type d'étude car celui-ci conditionne le niveau initial de qualité de la revue de littérature pour chaque critère. Dans cette revue, nous avons **5 études cliniques randomisées**, ce qui correspond au **plus haut niveau de qualité méthodologique** qui fournissent souvent des données scientifiques de qualité élevée.

Cependant, il faut prendre en considération ce qui peut limiter les études :

- **L'hétérogénéité importante des résultats**
- **Le risque de biais** : c'est pourquoi dans cette revue de littérature seuls les essais cliniques randomisés avec un score strictement supérieur à 5 sur l'échelle de PEDro ont été inclus.
- **Le caractère indirect des données**
- **Une imprécision des données**
- **Un biais de publication**

Type d'étude	Niveau de preuve 1 à 4	Augmenter de 1 ou 2 (selon l'importance ou la probabilité) si :	Diminuer de 1 ou 2 (selon l'importance ou la probabilité) si :
Essais randomisés	Elevé (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Limites méthodologiques</li> <li>-Inconsistance des résultats</li> <li>-Critères indirects</li> <li>-Imprécision</li> <li>-Biais de publication</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Effet de grande amplitude</li> <li>Gradient dose-réponse</li> <li>-Situation dans laquelle tous les biais plausibles diminueraient l'amplitude de la réponse obtenue.</li> </ul>
	Modéré (2)		
Etudes observationnelles	Faible (3)		
	Très faible (4)		

Tableau 17 : Caractéristiques de la qualité des preuves selon le système GRADE

Critères de jugements	Capacité de Marche	Puissance Musculaire, Force fonctionnelle et Vitesse de marche
Type d'étude	ECR en parallèle	ECR en parallèle
Nombre d'étude	4 études	2 études
Risque de biais	Score Pedro moyen : 8,25/10	Score Pedro moyen : 7,5/10
Précision	Tailles d'échantillons faibles et intervalles de confiance étroits à larges	Tailles d'échantillons faibles et intervalles de confiance étroits à larges
Inconstance	Homogénéité globale de l'effet de l'intervention	Hétérogénéité globale de l'effet de l'intervention
Biais de publication	Aucun biais observé	Aucun biais observé

Tableau 18 : Récapitulatif de la qualité des preuves des critères de la revue selon le système GRADE

Ainsi, pour les résultats issues de la capacité de marche, on peut établir un **GRADE 1B** :

**« Preuves de qualité modéré avec un ratio bénéfices/risques positif dont les preuves sont issues d'études cliniques randomisées ayant des limites méthodologiques importantes ».**

Il est donc recommandé d'appliquer un programme d'exercice aérobie dans la recherche d'amélioration de la capacité de marche dans la mesure où cette intervention s'applique à la plupart des patients, dans une grande partie des cas. Il est possible que des études de meilleures qualités puissent avoir un impact important sur l'estimation de l'effet obtenu et modifient ainsi la recommandation. En ce qui concerne les autres paramètres (puissance, force fonctionnelle, vitesse de marche), il est difficile d'établir avec certitude une quelconque recommandation ou non à cause de la faible taille de l'échantillon et surtout de l'hétérogénéité des résultats. Dans le cas de l'étude de ces paramètres, nous sommes dans l'incertitude dans l'évaluation des bénéfices, toutefois aucune étude n'a montré d'inconvénients ou de risques de l'intervention.

### 13. Limites et Biais potentiels de la revue

Cette revue de littérature présentes plusieurs limites.

Cette revue comptabilise 272 patients, ce qui est un nombre assez faible, réduisant la puissance de l'étude et ainsi la fiabilité des conclusions. Une seule étude (« *Langhammer et al, 2009* ») inclus des patients hémiparétiques en phases aigu et subaigu en plus de la phase chronique. Les autres études ne traitent que des patients en phase chronique. Ce qui ne permet pas d'avoir de conclusion claire et fiable quant aux patients en phases aigu ou subaigu car pas de comparatif. Une seule étude traite de la puissance musculaire, de la fonction motrice et de la force fonctionnelle, sans comparaison, les données sont difficilement interprétable de façon généralisée et fiable. Des comparaisons indirectes entre les études ont eu lieu, ce qui augmente le risque de faire une erreur dans l'interprétation des résultats. De plus, les analyses statistiques réalisées par certains auteurs ne sont pas complètement transparentes, diminuant ainsi leur fiabilité.

Dans cette revue, seules 5 études ont été incluses, ce qui ne permet pas de construire un « funnel plot » pour vérifier les biais de publication (item 15 AMSTAR-2). Pour assurer une bonne méthodologie, la recherche documentaire, la sélection des articles ainsi que l'extraction des données d'une revue de littérature doivent être réalisées par deux personnes. Ce qui est n'est pas possible dans la réalisation d'un mémoire.

Les biais potentiels de la revue ont été analysés en nous appuyant sur la grille AMSTAR-2 (cf. Annexe 3) qui permet d'évaluer la qualité méthodologique d'une revue systématique.

Les 16 items présents comportent chacun 4 réponses possibles : « oui », « partiellement oui », « non », « sans objet ». Elle ne donne pas de score à la revue mais permet de cibler les biais potentiels via les items.

**Item 1 :** « *Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?* »

**OUI :** Ils sont détaillés dans la partie « METHODE »

**Item 2 :** « *Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue. Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?* »

**OUI :** Avant de réaliser la revue de littérature les critères d'inclusions ont été identifiés et aucune déviation par rapport au protocole n'a été relevée.

**Item 3 :** « *Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schéma d'étude à inclure dans la revue ?* »

**OUI :** Il était précisé que les études étaient des ECR, qui sont les schémas d'études les plus conforme à la question thérapeutique et avec le plus haut niveau de preuve.

**Item 4 :** « *Les auteurs ont-ils utilisés une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?* »

**OUI :** Une recherche exhaustive a été réalisée dans les bases de données médicales et paramédicales PubMed, Cochrane, Embase et PEDro.

**Item 5 :** « *Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?* »

**NON :** La sélection des études a été faite de façon individuelle, dans le cadre de la réalisation d'un mémoire de fin d'étude.

**Items 6 :** « *Les auteurs ont-ils effectué en double l'extraction des données ?* »

**NON :** L'extraction des données a été faite de façon individuelle pour les mêmes raisons que l'item 5

**Item 7 :** « *Les auteurs ont-ils fourni une liste de des études et justifiés les exclusions ?* »

**OUI :** Les études exclues ont été répertoriées dans un tableau récapitulatif, présent dans la partie « RESULTATS »

**Item 8 :** « *Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?* »

**OUI :** Une fiche synthétique pour chacune des 4 études est présente en annexe.

**Item 9 :** « *Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?* »

**OUI :** L'échelle PEDro à été utilisée pour évaluer la qualité méthodologique et le risque de biais.

**Item 10 :** « *Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?* »

**NON :** Ce sujet n'a pas été abordé.

**Item 11 :** « *Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?* »

Sans objet : Aucune méta-analyse n'a été effectuée

**Item 12 :** « *Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?* »

Sans objet : Aucune méta-analyse n'a été effectuée

**Item 13 :** « *Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation/ de la discussion des résultats de la revue ?* »

**Oui,** Le risque de biais a été pris en compte pour chaque étude

**Item 14 :** « *Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue et une discussion sur celle-ci ?* »

**OUI**, dans la partie « DISCUSSION »

**Item 15** : « *S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?* »

**Sans objet** : le nombre d'articles inclus (5) dans la revue la littérature n'est pas suffisant pour évaluer le risque de biais de publication. En effet un minimum de 10 articles est nécessaire pour réaliser et interpréter correctement un « funnel plot », évaluant ainsi le risque de biais de publication.

**Item 16** : « *Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?* »

**Oui** : Toutes sources potentielles de conflit d'intérêts et de financement sont exclues.

## CONCLUSION

L'objectif de cette revue était de répondre à la problématique suivante : « Chez les adultes hémiparétiques, est-ce que la pratique d'exercice aérobie est plus efficace que l'exercice contre résistance dans la récupération de la capacité de marche ? »

Pour cela, il a fallu vérifier et faire un état des lieux de la littérature scientifique, sans limite de date, sur la thématique en question. Les études incluses peuvent être réparties en deux groupes : les études récentes avec une date de publication inférieure à 10 ans avec « Vaz et al, 2021 », « Linder et al, 2021 », et « De Menezes et al, 2019 » puis « Langhammer et al, 2009 » et « Mead et al, 2007 » faisant partie des études plus anciennes.

La balance « bénéfices / risques » ainsi que l'applicabilité et la pertinence clinique sont manifestement en faveur de la mise en place de programmes d'exercice aérobie et par extension de la pratique d'une activité physique adaptée.

Sur les 5 études analysées, trois auteurs seulement s'accordent à dire que grâce à l'intervention, une amélioration significative de la capacité de marche par l'évaluation de la distance parcourue au test de 6 minutes (6MWT), la vitesse de marche, et le Time Up and Go (TUG). Les deux autres auteurs ne sont pas de cet avis, cependant d'après l'analyse des résultats (dans la partie synthèse des résultats), tend à la même conclusion positive que les trois autres auteurs. En revanche, les résultats concernant la puissance musculaire, la MAS, le Sit-to-stand test n'ont pas permis d'établir l'existence d'une amélioration réelle de la capacité de marche chez les patients hémiparétiques.

Bien que les études aient montré un effet positif de l'exercice aérobie dans certaines conditions, il existe une grande variation dans la mise en œuvre des protocoles d'intervention, dans la fréquence des séances, dans la durée du programme et dans le suivi. En effet, on retrouve plusieurs limites dans les études :

La faible taille de l'échantillon qui, sur l'ensemble de la revue, représente 272 adultes hémiparétiques, diminuant par conséquent la puissance de l'étude (étude de grade 1B : ECR de faible puissance)

Des phases de prises en charge différentes (1 étude avec des patients en phase aiguë, subaiguë et chronique, contre uniquement des patients chroniques dans les 4 autres études).

Une hétérogénéité non négligeable entre les études et des comparaisons indirectes, rendant l'interprétation des résultats plus délicate.

Les avantages d'un entraînement aérobie attentif et individualisé avec, comme le suggère l'auteur de « Linder et al, 2021 », une « cadence » et une « résistance modérée et élevée » permettront une amélioration de la capacité de marche chez les personnes victimes d'un AVC. Le traitement actuel peut être perçu comme une ressource nécessaire dans l'arsenal thérapeutique des kinésithérapeutes. Il permettrait, en plus d'améliorer l'autonomie et la qualité de vie des patients, d'engendrer des économies sur les dépenses liées à la mortalité et la morbidité, tout en contribuant à la réduction des dépenses de santé. La mise en place de ce type d'intervention, une sensibilisation via l'éducation thérapeutique et un suivi méthodique seraient favorables pour les patients hémiparétiques à un retour à domicile avec une autonomie quotidienne suffisante.

Cependant, d'autres essais cliniques randomisés utilisant des échantillons plus importants seront nécessaires et une méthodologie également plus appropriée afin de mesurer et confirmer ou infirmer les résultats obtenus. Avec une population examinée plus importante et des études plus



longues, nous pourrions évaluer les effets à long terme de l'exercice aérobic sur la capacité de marche, et déterminer quelle serait la forme la plus appropriée et la plus bénéfique de ce type d'entraînement.

Grâce à la rédaction de cette revue de littérature, j'ai pu approfondir mes connaissances, développer des compétences d'analyse, et apprendre à porter un regard critique sur des études qui me serviront prochainement dans la profession car cette démarche clinique doit sans cesse continuer d'évoluer, de se réévaluer et de réactualiser les connaissances afin de prodiguer le meilleur soin possible, basée sur des réflexions scientifiques et médicales.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] Dr France Woimant pour la Société française neurovasculaire, audition des sociétés savantes du 7 novembre 2007 sur l'objectif 72 relatif aux accidents vasculaires cérébraux de la loi du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique, organisée par le Haut Conseil de la santé publique.
- [2] La prévention et la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France : Rapport à Madame la ministre de la santé et des sports, par Docteure Elisabeth Fery-Lemonnier juin 2009
- [3] « Le patient hémiparétique. Pratique de la rééducation neurologique. Elsevier Masson. 2014. »
- [4] Mailhan L, Cantalloube S et Monteil I. Hémiparétiques. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Neurologie, 17-004-A10,2003, 15 p
- [5] Sousa R M, Ferri C P, Acosta D, Albanese E, Guerra M., and others. 2009. "Contribution of Chronic Diseases to Disability in Elderly People in Countries with Low and Middle Incomes: A 10/66 Dementia Research Group Population-Based Survey." *The Lancet* 374 (9704): 1821–30
- [6] Broussy, S., Rouanet, F., Lesaine, E., Domecq, S., Kret, M., Maugeais, M., ... Saillour-Glenisson, F. (2019). Post-stroke pathway analysis and link with one year sequelae in a French cohort of stroke patients : The PAPASePA protocol study. *BMC Health Services Research*, 19(1)
- [7] Schöttke, H., & Giabbiconi, C. M. (2015). Post-stroke depression and post-stroke anxiety: Prevalence and predictors. *International Psychogeriatrics*, 27(11), 1805–1812.
- [8] Zhang, E., & Liao, P. (2020). Brain-derived neurotrophic factor and post-stroke depression. *Journal of Neuroscience Research*, 98(3), 537–548
- [9] Robinson, R. G., & Jorge, R. E. (2016). Post-stroke depression: A review. *American Journal of Psychiatry*, 173(3), 221–231.
- [10] Caplan, L. R., & Simon, R. P. (2015). Cerebrovascular Disease - Stroke. *Neurobiology of Brain Disorders: Biological Basis of Neurological and Psychiatric Disorders*, 339–355.
- [11] Monroe, J. (2020). Ischemic stroke. *MEDSURG Nursing*, 29(4), 278–279.
- [12] Anderson C S, Huang Y, Arima H, Heeley E, Skulina C. et d'autres. 2010. « Effects of Early Intensive Blood Pressure-Lowering Treatment on the Growth of Hematoma and Perihematomal Edema in Acute Intracerebral Hemorrhage: The Intensive Blood Pressure Reduction in Acute Cerebral Haemorrhage Trial (INTERACT) ». *AVC* 41 (2) : 307 à 12
- [13] Tadi, P., & Lui, F. (2021). Acute Stroke. In *StatPearls*.

- [14] « Actualités dans la prise en charge de l'AVC », Alain Yelnik, François Daniel, Arnaud Griffon, Edition SAURAMPS MEDICAL, 2010, pages 7-31 et 183-190.
- [15] Prise en charge diagnostique et traitement immédiat de l'accident ischémique transitoire de l'adulte, Anaes, Service des recommandations professionnelles, Mai 2004
- [16] « Accidents vasculaires cérébraux, Thérapeutique », Jean-Louis Mas, Didier Leys, DOIN EDITEURS, 2018, pages 53-54, 131-133, 209-221, 247-267, 567-579, 633-648.
- [17] Panuganti KK, Tadi P, Lui F. Transient Ischemic Attack. 2021 Sep 29
- [18] National Guideline Centre (UK). Stroke and transient ischaemic attack in over 16s: diagnosis and initial management. London: National Institute for Health and Care Excellence (UK); 2019 May.
- [19] Navis A, Garcia-Santibanez R, Skliut M. Epidemiology and Outcomes of Ischemic Stroke and Transient Ischemic Attack in the Adult and Geriatric Population. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2019 Jan;28(1):84-89.
- [20] Cereda CW, Olivot JM. Emergency Department (ED) Triage for Transient Ischemic Attack (TIA). *Curr Atheroscler Rep.* 2018 Sep 25;20(11):56
- [21] Clare CS. Role of the nurse in stroke rehabilitation. *Nurs Stand.* 2018 Oct 01;33(7):59-66.
- [22] Basaraba JE, Picard M, George-Phillips K, Mysak T. Pharmacists as Care Providers for Stroke Patients: A Systematic Review. *Can J Neurol Sci.* 2018 Jan;45(1):49-55
- [23] Evers S M, Struijs J N, Ament A J, Genugten M L van, Jager J H., and others. 2004. "International Comparison of Stroke Cost Studies." *Stroke* 35 (5): 1209–15.
- [24] Rosamond W, Flegal K, Furie K, Go A, Greenlund K., and others. 2008. "Heart Disease and Stroke Statistics—2008 Update: A Report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee." *Circulation* 117 (4): e25–146
- [25] Allender S, Scarborough P, Peto V. 2008. « Statistiques européennes des maladies cardiovasculaires 2008. » European Heart Network, Bruxelles
- [26] Lee C D, Folsom A R, Blair S N. 2003. "Physical Activity and Stroke Risk: A Meta-Analysis." *Stroke* 34 (10): 2475–81
- [27] « Approche thérapeutique neuro-environnementale après une lésion cérébrale », Michele H. Gerber Editions Deboeck, 2014, pages 69-83.
- [28] « Réentraînement à l'effort », G. Kemoun et J. Pélissier, Editions Frison-Roche, 1999, pages 91-95.
- [29] « Le Réentraînement à l'effort », Ch. Hérisson, C. Préfaut et N. Kotzki, Edition Masson, 1995, pages 201-211.
- [30] <http://mesh.inserm.fr/FrenchMesh/> [consulter en décembre 2021]

- [31] US Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention, 2008
- [32] Saunders DH, Sanderson M, Hayes S, Kilrane M, Greig CA, Brazzelli M, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Mar 24;3(3):CD003316. doi: 10.1002/14651858.CD003316.pub6. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* 2020 Mar 20;3:CD003316. PMID: 27010219; PMCID: PMC6464717.
- [33] KRAEMER, WILLIAM J.1 ; RATAMESS, NICHOLAS A.2 Principes fondamentaux de l'entraînement en résistance : progression et prescription d'exercices, *Médecine et science dans le sport et l'exercice*: avril 2004 - Volume 36 - Numéro 4 - p 674-
- [34] Mazzetti SA, Kraemer WJ, Volek JS, Duncan ND, Ratamess NA, Gómez AL, Newton RU, Häkkinen K, Fleck SJ. The influence of direct supervision of resistance training on strength performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 Jun;32(6):1175-84. doi: 10.1097/00005768-200006000-00023. PMID: 10862549.
- [35] Fleck, S. J., and W. J. Kraemer. *Designing Resistance Training Programs*, 2nd Ed. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1997, pp. 1–115.
- [36] Komi, P. V., M. Kaneko, and O. Aura. EMG activity of leg extensor muscles with special reference to mechanical efficiency in concentric and eccentric exercise. *Int. J. Sports Med.* 8( Suppl.): 22–29, 1987.
- [37] Ebbeling, C. B., and P. M. Clarkson. Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports Med.* 7: 207–234, 1989
- [38] Dudley, G. A., P. A. Tesch, B. J. Miller, and M. D. Buchanan. Importance of eccentric actions in performance adaptations to resistance training. *Aviat. Space Environ. Med.* 62: 543–550, 1991.
- [39] Collège américain de médecine sportive. Position stand: modèles de progression dans l'entraînement en résistance pour les adultes en bonne santé. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34: 364–380, 2002.
- [40] Didier J.P « La plasticité de la fonction motrice », Springer-Verlag 2004
- [41] Mateos-Aparicio P, Rodríguez-Moreno A. The Impact of Studying Brain Plasticity. *Front Cell Neurosci.* 2019;13:66
- [42] Puderbaugh M, Emmady PD. Neuroplasticity. 2021 Jul 22. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan–.
- [43] Adkins DL. Cortical Stimulation-Induced Structural Plasticity and Functional Recovery after Brain Damage. In: Kobeissy FH, editor. *Brain Neurotrauma: Molecular, Neuropsychological, and Rehabilitation Aspects*. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis; 2015. Chapter 43

- [44] Béjot, Y., Daubail, B., Jacquin, A., Durier, J., Osseby, G. V., Rouaud, O., & Giroud, M. (2014). Trends in the incidence of ischaemic stroke in young adults between 1985 and 2011: the Dijon Stroke Registry. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 85(5), 509–513.
- [45] Aboiron H. « la classification internationale du fonctionnement du handicap de la santé, de la CIH1 à la CIF », *Kinésithérapie scientifique* 2002 ; 436 : 35-40
- [46] Mori, B. (2015). Clinical Education in the Health Professions. *Physiotherapy Canada. Physiotherapie Canada*, 67(2), 215.
- [47] Severinsen K, Jakobsen JK, Overgaard K, Andersen H. Normalized muscle strength, aerobic capacity, and walking performance in chronic stroke: a population-based study on the potential for endurance and resistance training. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011 Oct;92(10):1663-8. doi: 10.1016/j.apmr.2011.04.022. Epub 2011 Aug 27.
- [48] Hendricks HT, van Limbeek J, Geurts AC, Zwartz MJ. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(11):1629-37. 11
- [49] Kollen B, Kwakkel G, Lindeman E. Functional recovery after stroke: a review of current developments in stroke rehabilitation research. *Rev Recent Clin Trials* 2006;1(1):75-80
- [50] Recommandation de bonne pratique dans le cadre du Plan National « Accidents Vasculaires Cérébraux 2010-2014 », Juin 2012 par la HAS.
- [51] Programmes de formation continue pour professionnels de soins dans le domaine de la prévention des maladies chroniques, OMS, Education thérapeutique du Patient, 1996.
- [52] Béjot, Y., Daubail, B., Jacquin, A., Durier, J., Osseby, G. V., Rouaud, O., & Giroud, M. (2014). Trends in the incidence of ischaemic stroke in young adults between 1985 and 2011: the Dijon Stroke Registry. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 85(5), 509–513 ;
- [53] Chu, K. S., Eng, J. J., Dawson, A. S., Harris, J. E., Ozkaplan, A., & Gylfadóttir, S. (2004). Water-based exercise for cardiovascular fitness in people with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(6), 870–874.
- [54] SHERRINGTON, C. (1906) *The Integrative Action of the Nervous System*. Yale University Presse.
- [55] Pallot A. *Evidence Based Practice en rééducation – Démarche pour une pratique raisonnée*. 1ère édition : Elsevier-Masson© SAS ; 2019.[55]
- [56] « Pratique de la rééducation neurologique », 2e édition -2014, Anne de Morand, Muriel Peltier, et François Genêt.
- [57]. [ Lee MJ, Kilbreath SL, Singh MF, Zeman B, Lord SR, Raymond J, Davis GM. Comparison of effect of aerobic cycle training and progressive resistance training on

walking ability after stroke: a randomized sham exercise-controlled study. *J Am Geriatr Soc.* 2008 Jun;56(6):976-85. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01707.x. Epub 2008 Apr 18. PMID: 18422947.]

[58] Eng JJ, Dawson AS, Chu KS. Submaximal exercise in persons with stroke: test-retest reliability and concurrent validity with maximal oxygen consumption. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 Jan;85(1):113-8.

[59] Fulk GD, Echternach JL. Test-retest reliability and minimal detectable change of gait speed in individuals undergoing rehabilitation after stroke. *J Neurol Phys Ther.* 2008 Mar;32(1):8-13.

[60] Flansbjerg UB, Holmbäck AM, Downham D, Patten C, Lexell J. Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *J Rehabil Med.* 2005 Mar;37(2):75-82.

[61] Galloway M, Marsden DL, Callister R, Erickson KI, Nilsson M, English C. What Is the Dose-Response Relationship Between Exercise and Cardiorespiratory Fitness After Stroke? A Systematic Review. *Phys Ther.* 2019 Jul 1;99(7):821-832. doi: 10.1093/ptj/pzz038. Erratum in: *Phys Ther.* 2019 Dec 16;99(12):1732. PMID: 30834439.

[62] Mänttari A, Suni J, Sievänen H, Husu P, Vähä-Ypyä H, Valkeinen H, Tokola K, Vasankari T. Six-minute walk test: a tool for predicting maximal aerobic power ( $VO_2$  max) in healthy adults. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2018 May 31. doi: 10.1111/cpf.12525. Epub ahead of print. PMID: 29851229.

[63] Tang A, Sibley KM, Bayley MT, McIlroy WE, Brooks D. Do functional walk tests reflect cardiorespiratory fitness in sub-acute stroke? *J Neuroeng Rehabil.* 2006 Sep 29;3:23. doi: 10.1186/1743-0003-3-23. PMID: 17010203; PMCID: PMC1592502.

[64] Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest.* 2001 Jan;119(1):256-70. doi: 10.1378/chest.119.1.256. PMID: 11157613.

[65] Outermans J, van de Port I, Wittink H, de Groot J, Kwakkel G. How strongly is aerobic capacity correlated with walking speed and distance after stroke? Systematic review and meta-analysis. *Phys Ther.* 2015 Jun;95(6):835-53. doi: 10.2522/ptj.20140081. Epub 2015 Jan 8. PMID: 25573761.

[66] Pang MY, Eng JJ, Dawson AS. Relationship between ambulatory capacity and cardiorespiratory fitness in chronic stroke: influence of stroke-specific impairments. *Chest.* 2005 Feb;127(2):495-501. doi: 10.1378/chest.127.2.495. PMID: 15705987; PMCID: PMC4820333.

[67] Marzolini S, Brooks D, Oh P, Jagroop D, MacIntosh BJ, Anderson ND, et al. Aerobic With Resistance Training or Aerobic Training Alone Poststroke: A Secondary Analysis From a Randomized Clinical Trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2018;32:209–22. doi:10.1177/1545968318765692.

- [68] Lund C, Dalgas U, Grønborg TK, Andersen H, Severinsen K, Riemenschneider M, et al. Balance and walking performance are improved after resistance and aerobic training in persons with chronic stroke. *Disabil Rehabil* 2018;40:2408–15. doi:10.1080/09638288.2017.1336646.
- [69] Middleton A, Merlo-Rains A, Peters D, Greene J, Blanck E, Moran R, et al. Body weight-supported treadmill training is no better than overground training for individuals with chronic stroke: A randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabil* 2014;21:462–76. doi:10.1310/tsr2106-462.
- [70] Globas C, Becker C, Cerny J, Lam JM, Lindemann U, Forrester LW, et al. Chronic stroke survivors benefit from high-intensity aerobic treadmill exercise: A randomized control trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2012;26:85–95. doi:10.1177/1545968311418675.
- [71] Lee MJ, Kilbreath SL, Singh MF, Zeman B, Davis GM. Effect of Progressive Resistance Training on Muscle Performance after Chronic Stroke. *Med Sci Sports Exerc* 2010;42:23–34. doi:10.1249/MSS.ob013e3181b07a31.
- [72] Lee MJ, Kilbreath SL, Singh MF, Zeman B, Lord SR, Raymond J, et al. Comparison of effect of aerobic cycle training and progressive resistance training on walking ability after stroke: A randomized sham exercise-controlled study. *J Am Geriatr Soc* 2008;56:976–85. doi:10.1111/J.1532-5415.2008.01707.X.
- [73] Lee YH, Park SH, Yoon ES, Lee C Do, Wee SO, Fernhall B, et al. Effects of combined aerobic and resistance exercise on central arterial stiffness and gait velocity in patients with chronic poststroke hemiparesis. *Am J Phys Med Rehabil* 2015;94:687–95. doi:10.1097/PHM.000000000000233.
- [74] Lamberti N, Straudi S, Malagoni AM, Argirò M, Felisatti M, Nardini E, et al. Effects of low-intensity endurance and resistance training on mobility in chronic stroke survivors: A pilot randomized controlled study. *Eur J Phys Rehabil Med* 2017;53:228–39. doi:10.23736/S1973-9087.16.04322-7.
- [75] Severinsen K, Jakobsen JK, Pedersen AR, Overgaard K, Andersen H. Effects of resistance training and aerobic training on ambulation in chronic stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2014;93:29–42. doi:10.1097/PHM.ob013e3182a518e1.
- [76] Rose DK, Nadeau SE, Wu SS, Tilson JK, Dobkin BH, Pei Q, et al. Locomotor training and strength and balance exercises for walking recovery after stroke: Response to number of training sessions. *Phys Ther* 2017;97:1066–74. doi:10.1093/ptj/pzx079.
- [77] Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brouwer B. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:1211–8. doi:10.1016/S0003-9993(99)90018-7.
- [78] Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, Brouwer B. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:1211–8. doi:10.1016/S0003-9993(99)90018-7.

- [79] Scianni A, Teixeira-Salmela LF, Ada L. 4Effect of strengthening exercise in addition to task-specific gait training after stroke: A randomised trial. *Int J Stroke* 2010;5:329–35. doi:10.1111/j.1747-4949.2010.00449.x.
- [80] Vaz L de O, Almeida J de C, Froes KS dos SO, Dias C, Pinto EB, Oliveira-Filho J. 1 Effects of inspiratory muscle training on walking capacity of individuals after stroke: A double-blind randomized trial. *Clin Rehabil* 2021;35:1247–56. doi:10.1177/0269215521999591.
- [81] Linder SM, Davidson S, Rosenfeldt A, Lee J, Koop MM, Bethoux F, et al. 2Forced and Voluntary Aerobic Cycling Interventions Improve Walking Capacity in Individuals With Chronic Stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2021;102:1–8. doi:10.1016/j.apmr.2020.08.006.
- [82] Parreiras de Menezes KK, Nascimento LR, Ada L, Avelino PR, Polese JC, Mota Alvarenga MT, et al. 3High-Intensity Respiratory Muscle Training Improves Strength and Dyspnea Poststroke: A Double-Blind Randomized Trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2019;100:205–12. doi:10.1016/j.apmr.2018.09.115.
- [83] Mead GE, Greig CA, Cunningham I, Lewis SJ, Dinan S, Saunders DH, et al. 4Stroke: A randomized trial of exercise or relaxation. *J Am Geriatr Soc* 2007;55:892–9. doi:10.1111/j.1532-5415.2007.01185.x.
- [84] Langhammer B, Stanghelle JK, Lindmark B. 5An evaluation of two different exercise regimes during the first year following stroke: A randomised controlled trial. *Physiother Theory Pract* 2009;25:55–68. doi:10.1080/09593980802686938.
- [85] Tang A, Eng JJ, Rand D. Relationship between perceived and measured changes in walking after stroke. *J Neurol Phys Ther.* 2012 Sep;36(3):115-21
- [86] Perera S, Mody SH, Woodman RC, Studenski SA. Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2006 May;54(5):743-9.
- [87] Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Phys Ther.* 2002 Feb;82(2):128-37.
- [88] Cho JE, Lee HJ, Kim MK, et al. The improvement in respiratory function by inspiratory muscle training is due to structural muscle changes in patients with stroke: a randomized controlled pilot trial. *Top Stroke Rehabil* 2018; 25(1): 37–43.
- [89] HAS (ANAES). Service Recommandations Professionnelles : Guide d’analyse de la littérature et gradation des recommandations. 2000
- [90] Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, Schünemann HJ; GRADE Working Group. GRADE : an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *BMJ.* 2008 Apr 26;336(7650):924- 6.



## ANNEXES

### Annexe 1 : échelle de Pedro

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

## Annexe 2 : Tableau d'extraction des données basé sur le modèle PICO

Type d'étude	ECR [obligatoirement]
Noms des auteurs	
Année de réalisation et de publication	
Taille de l'échantillon (nombre de patients étudiés) avec un intervalle de confiance de 95%	
Taille des thérapeutes	
Provenance des sujets	-Participation ou non à d'autres thérapeutiques -Groupe d'appartenance à l'étude (groupe de « l'exercice aérobie » ou groupe « exercice contre résistance »
Population	-Critères d'éligibilité respecté comme indiqué dans la méthode de sélection de la population (critères d'inclusion et exclusion) -Age moyen -Sex ratio -Type d'AVC (ischémique ou hémorragique) -Cote de l'atteinte de l'AVC (D/G) -Phase de l'AVC (aigu ou chronique) -Durée de l'atteinte -Etat de santé physique (sévérité de l'atteinte motrice) et mentale -IMC moyen -Utilisation ou non de bêtabloquant (car bride l'appareil cardio-vasculaire) -Vitesse de marche de base
Modalités de l'Intervention et du comparateur	-Les caractéristiques de l'exercice aérobie employé. -La durée d'intervention et les différentes phases du protocole.
Comparateur	-Le programme de l'exercice contre résistance établi ou placebo ? -La durée d'intervention et les différentes phases du protocole.
Les échelles (ou tests) utilisés pour évaluer le critère de jugement étudié	-La capacité de marche (l'endurance): Test de marche de 6 min (6MWT), Time Up and Go test (TUG), Motor Assessment Scale (MAS). - les critères de jugements secondaires : la vitesse de marche : le test des 10 mètres la force musculaire : fugl-meyer des membres inférieurs ( voir annexe 4)

## Annexe 3 : Grille AMSTAR-2

<p><b>1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?</b></p>		
<p>For Yes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Population</li> <li><input type="checkbox"/> Intervention</li> <li><input type="checkbox"/> Comparator group</li> <li><input type="checkbox"/> Outcome</li> </ul>	<p>Optional (recommended)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Timeframe for follow-up</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>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?</b></p>		
<p>For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> review question(s)</li> <li><input type="checkbox"/> a search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> inclusion/exclusion criteria</li> <li><input type="checkbox"/> a risk of bias assessment</li> </ul>	<p>For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i></li> <li><input type="checkbox"/> a plan for investigating causes of heterogeneity</li> <li><input type="checkbox"/> justification for any deviations from the protocol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?</b></p>		
<p>For Yes, the review should satisfy ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Explanation for</i> including only RCTs</li> <li><input type="checkbox"/> OR <i>Explanation for</i> including only NRSI</li> <li><input type="checkbox"/> OR <i>Explanation for</i> including both RCTs and NRSI</li> </ul>		
<p><b>4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?</b></p>		
<p>For Partial Yes (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched at least 2 databases (relevant to research question)</li> <li><input type="checkbox"/> provided key word and/or search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> justified publication restrictions (e.g. language)</li> </ul>	<p>For Yes, should also have (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched the reference lists / bibliographies of included studies</li> <li><input type="checkbox"/> searched trial/study registries</li> <li><input type="checkbox"/> included/consulted content experts in the field</li> <li><input type="checkbox"/> where relevant, searched for grey literature</li> <li><input type="checkbox"/> conducted search within 24 months of completion of the review</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>5. Did the review authors perform study selection in duplicate?</b></p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include</li> <li><input type="checkbox"/> OR two reviewers selected a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer.</li> </ul>		

<p><b>6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?</b></p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p>		
<input type="checkbox"/> at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies		<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> 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.		
<p><b>7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?</b></p>		
<p>For Partial Yes:</p> <input type="checkbox"/> provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review	<p>For Yes, must also have:</p> <input type="checkbox"/> Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No
<p><b>8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?</b></p>		
<p>For Partial Yes (ALL the following):</p> <input type="checkbox"/> described populations <input type="checkbox"/> described interventions <input type="checkbox"/> described comparators <input type="checkbox"/> described outcomes <input type="checkbox"/> described research designs	<p>For Yes, should also have ALL the following:</p> <input type="checkbox"/> described population in detail <input type="checkbox"/> described intervention in detail (including doses where relevant) <input type="checkbox"/> described comparator in detail (including doses where relevant) <input type="checkbox"/> described study's setting <input type="checkbox"/> timeframe for follow-up	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No
<p><b>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?</b></p>		
<p><b>RCTs</b></p>		
<p>For Partial Yes, must have assessed RoB from:</p> <input type="checkbox"/> unconcealed allocation, <i>and</i> <input type="checkbox"/> lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality)	<p>For Yes, must also have assessed RoB from:</p> <input type="checkbox"/> allocation sequence that was not truly random, <i>and</i> <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Includes only NRSI
<p><b>NRSI</b></p>		
<p>For Partial Yes, must have assessed RoB:</p> <input type="checkbox"/> from confounding, <i>and</i> <input type="checkbox"/> from selection bias	<p>For Yes, must also have assessed RoB:</p> <input type="checkbox"/> methods used to ascertain exposures and outcomes, <i>and</i> <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Partial Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Includes only RCTs
<p><b>10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?</b></p>		
<p>For Yes</p> <input type="checkbox"/> 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		
<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		

<p>11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?</p>	
<p><b>RCTs</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present.	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> AND investigated the causes of any heterogeneity	<input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted
<p><b>For NRSI</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted
<input type="checkbox"/> AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review	
<p>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?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> 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.	<input type="checkbox"/> No
	<input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted
<p>13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> No
<p>14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<input type="checkbox"/> There was no significant heterogeneity in the results	
<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> Yes
	<input type="checkbox"/> No
<p>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?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<input type="checkbox"/> performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias	<input type="checkbox"/> Yes
	<input type="checkbox"/> No
	<input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted
<p>16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?</p>	
<p>For Yes:</p>	
<input type="checkbox"/> The authors reported no competing interests OR	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest	<input type="checkbox"/> No

## Annexe 4 : Fugl-meyer Lower Extremity

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

<b>F. COORDINATION/SPEED</b> , supine, after one trial with both legs, eyes closed, heel to knee cap of the opposite leg, 5 times as fast as possible		marked	slight	none
<b>Tremor</b>	at least 1 completed movement	0	1	2
<b>Dysmetria</b>	pronounced or unsystematic slight and systematic no dysmetria	0	1	2
		≥ 6s	2 - 5s	< 2s
<b>Time</b>	6 or more seconds slower than unaffected side	0	1	2
start and end with the hand on the knee	2-5 seconds slower than unaffected side less than 2 seconds difference			
<b>Total F</b> (max 6)				

<b>H. SENSATION</b> , lower extremity eyes closed, compare with the unaffected side		anesthesia	hypoesthesia or dysesthesia	normal
<b>Light touch</b>	leg foot sole	0 0	1 1	2 2
		less than 3/4 correct or absence	3/4 correct or considerable difference	correct 100%, little or no difference
<b>Position</b>	hip knee ankle great toe (IP-joint)	0 0 0 0	1 1 1 1	2 2 2 2
<b>Total H</b> (max12)				

<b>I. PASSIVE JOINT MOTION</b> , lower extremity supine position, compare with the unaffected side				<b>J. JOINT PAIN</b> during passive motion, lower extremity			
		only few degrees (<10° hip)	decreased	normal	pronounced pain during movement or very marked pain at the end of the movement	some pain	no pain
<b>Hip</b>	Flexion	0	1	2	0	1	2
	Abduction	0	1	2	0	1	2
	External rotation	0	1	2	0	1	2
	Internal rotation	0	1	2	0	1	2
<b>Knee</b>	Flexion	0	1	2	0	1	2
	Extension	0	1	2	0	1	2
<b>Ankle</b>	Dorsiflexion	0	1	2	0	1	2
	Plantar flexion	0	1	2	0	1	2
<b>Foot</b>	Pronation	0	1	2	0	1	2
	Supination	0	1	2	0	1	2
<b>Total</b> (max 20)				<b>Total</b> (max 20)			

<b>E. LOWER EXTERMTY</b>	/28
<b>F. COORDINATION / SPEED</b>	/6
<b>TOTAL E-F (motor function)</b>	/34





## Annexe 6 : Time Up and Go Test (TUG)

### (26) Timed up and go test

**Réf :** Podsiadlo D, Richardson S : *The timed up and go : a test of basic functional mobility for frail elderly persons J Am Geriat Soc 1991 ; 39 : 142-8.*

Originellement développé par Mathias et al (Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients : the « Get-up and Go » test. Arch Phys Med Rehabil 1986 ; 67 : 387-9) le TUG (Timed up and go) évalue les transferts assis, debout, la marche et les changements de directions du patient. Cette épreuve a été validée par comparaison des résultats avec ceux d'une étude posturographique de l'équilibre statique réalisée sur plate-forme dynamométrique.

Le test : le sujet assis confortablement sur un siège avec accoudoirs (46 cm de haut, accoudoirs à 65 cm), distance de marche de 3 mètres

- à se lever ;
- à marcher 3 mètres à vitesse confortable ;
- à faire demi-tour ;
- à revenir jusqu'à son siège ;
- à s'y asseoir de nouveau.

Un essai est possible avant la mesure.

Les résultats sont exprimés en fonction d'une échelle cotée de 1 à 5.

Il est possible de chronométrer le temps d'exécution des tâches.

#### **COTATION :**

- 1 aucune instabilité
- 2 très légèrement anormale (lenteur exécution)
- 3 moyennement anormale (hésitation, mouvement compensateur des membres supérieurs et du tronc)
- 4 anormale (le patient trébuche)
- 5 très anormale (risque permanent de chute)
- Un score supérieur ou égal à 3 à chaque question traduit un risque important de chute et doit alerter la vigilance des soignants

#### **Observations durant le test :**

1 Se lever du siège : observer si le sujet se penche en avant normalement au moment de se lever ou s'il se rejette en arrière ?

#### **Cotation :**

Se rejette en AR : -4

Se penche anormalement en AV 0

Obligé de s'aider des accoudoirs : -2

Se lève d'un seul élan : 0 Besoin de plusieurs essais : -1

#### **Marcher devant soi 3 m :**

Marche rectiligne : 0

Méandres prononcés : -1

#### **Faire 1/2 tour rapidement :**

Pivote sur place : 0

Fait plusieurs pas sur place pour tourner : -3

#### **Retourner s'asseoir :**

Descend avec contrôle des genoux : 0

Se laisse tomber : -4

## Annexe 7 : Test de 10 mètres de marche

Référentiel d'auto-évaluation des pratiques professionnelles en masso-kinésithérapie

---

### (24) Test des dix mètres de marche

*Réf : Viel E. La marche humaine, la course et le saut. Paris : Masson, 2000.*

*Réf : Rossier P, Wade DT. Validity and reliability comparison of 4 mobility measures in patients presenting with neurologic impairment. Arch Phys Med Rehabil 2001 ; 82 (1) : 9-13.*

**Compter le nombre de pas pour parcourir une distance de 10 mètres (à vitesse confortable)**

Sujets jeunes, allure tranquille	Sujets jeunes, allure rapide	Sujets âgés	Sujets pathologiques
11-17	8-10	12-14	13-25

**Chronométrer le temps nécessaire pour parcourir une distance de 10 mètres**

	Moyenne	Extrêmes
Sujets masculins	7,6 s	5,0-10,0 s
Sujets féminins	8,0 s	6,0-12,0 s

## Annexe 8 : Echelle d'évaluation motrice (Motor Assessment Scale, MAS)

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

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

Score de 0 à 6 de 9 items

#### **Transfert allongé sur le dos à sur le côté sain**

- 1 : se tire lui-même sur le côté (position de départ doit être allongé sur le dos, les genoux non fléchis. Le patient se tire lui-même avec le bras sain, déplace la jambe atteinte avec la jambe saine).
- 2 : déplace les jambes activement et la moitié inférieure du corps suit (même position de départ que dessus. Le bras est laissé en arrière).
- 3 : le bras est levé au-dessus du corps avec l'autre bras. Les jambes sont mobilisées activement et le corps suit en bloque (position de départ comme au-dessus).
- 4 : déplace les bras activement à travers le corps et le reste du corps suit en bloque (position de départ comme au-dessus).
- 5 : déplace les bras et les jambes et roule sur le côté mais va au-delà (position de départ comme au-dessus. Les épaules enroulées vers l'avant et les bras fléchis vers l'avant).
- 6 : roule sur le côté en 3 secondes (position de départ comme au-dessus. Ne doit pas utiliser les mains).

#### **Transfert allongé/assis sur le côté du lit**

- 1 : allongé sur le côté, soulève la tête sur le côté mais ne peut pas s'asseoir (patient assisté pour se mettre sur le côté).
- 2 : transfert allongé sur le côté/assis sur le côté du lit (le thérapeute assiste le patient pour les mouvements. Patient contrôle la position de la tête pendant les mouvements).
- 3 : Transfert allongé sur le côté/assis sur le côté du lit (le thérapeute donne des aides pour se maintenir (voir annexe suivant) en aidant le déplacement des jambes sur le côté du lit).
- 4 : Transfert allongé sur le côté/assis sur le côté du lit (sans aide de maintien).
- 5 : Transfert allongé/assis sur le côté du lit (sans aide de maintien).
- 6 : Transfert allongé/assis sur le côté du lit en moins de 10 secondes (sans aide de maintien).

#### **Équilibre assis**

- 1 : s'assoit uniquement avec un dossier (le thérapeute doit aider le patient à s'asseoir).
- 2 : s'assoit sans appui pendant 10 secondes (sans se tenir, genoux et pieds joints, pied éventuellement en appui sur le sol).
- 3 : s'assoit sans appui avec le poids bien équilibré vers l'avant et bien réparti (le poids doit être en avant des hanches, tête et rachis thoracique en extension, poids bien réparti sur les 2 côtés).
- 4 : s'assoit sans appui, tourne la tête et le tronc pour regarder derrière (pieds joints et en appui. Ne pas laisser partir les jambes en abduction ou les pieds bouger. Laisser les mains sur les cuisses, ne pas laisser les mains saisir les accoudoirs).
- 5 : s'assoit sans appui, se penche vers l'avant pour toucher le sol, et revient dans la position de départ (pieds en appui sur le sol. Ne pas permettre au patient de se tenir. Ne pas permettre aux jambes et aux pieds de bouger, soutenir le bras atteint si nécessaire. Les mains doivent toucher le sol à au moins 10 cm en avant des pieds).
- 6 : s'assoit sur un tabouret sans appui, arrive à toucher de chaque côté le sol, et revient dans la position de départ (pieds en appui sur le sol. Ne pas permettre au patient de se tenir. Ne pas

**Transfert assis/debout**

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

**Marche**

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

**Fonction du membre supérieur**

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

### **Annexe 9 : Nottingham Power Rig (dans « Mead et al, 2007 »)**

La puissance d'extension des jambes (PEL) est définie comme la capacité des muscles extenseurs des jambes à effectuer un travail sur des périodes d'une demi-seconde ou moins. Il a été démontré que la PEL est liée à la mobilité, aux activités instrumentales de la vie quotidienne, et a été identifiée comme un facteur de risque de chutes.

Cette mesure est également considérée comme étant liée à des activités fonctionnelles telles que monter des escaliers. Il a également été démontré qu'elle a plus d'influence sur la performance physique que de simples mesures de la force.

Le Nottingham Power Rig est un appareil utilisé pour mesurer le PEL.

Pour obtenir l'estimation de la puissance, le participant est assis dans un siège réglable et appuie sur un pédale de pied jusqu'à ce que la jambe soit tendue. Ce pédale accélère un volant d'inertie, et c'est cette puissance moyenne en watts qui est mesurée. Cet exercice utilise des angles similaires de la hanche, du genou et de la cheville pour se lever d'une chaise. Cette mesure est préférable pour les personnes âgées car elle nécessite moins d'équilibre de la part du participant que d'autres mesures (saut, montée d'escaliers, marche).



## Annexe 10 : Compléments des caractéristiques des études incluses (Vaz et al 2021)

Eléments		Détails / Précisions
Sources	Auteurs	Lorena de Oliveira Vaz, Juliana de Carvalho Almeida, Karla Simone dos Santos Oliveira Froes, Cristiane Dias, Elen Beatriz Pinto, and Jamary Oliveira-Filho
	Année de publication	2021
	Revue	Clinical Rehabilitation SAGE
Méthodes	Données	Tableau 4
AVC	Phase de l'AVC	Phase <b>Chronique</b> : GE : 14 [10-26] mois GC : 14 [8-18] mois
	Type d'AVC	GE : 14 ischémiques + 9 hémorragiques GC : 15 ischémiques + 12 hémorragiques
	Sévérité de l'AVC (NIHSS score)	GE : 4 [2-6] GC : 2 [1-3]
	Vitesse de marche de base	GE : 0,73 +/-0,31 m/s GC : 0,65 +/-0,39 m/s
Participants	Nombre	50 adultes hémiparésiques (GE =23 / GC =27)
	Age	GE : 52+/- 13 // GC : 56+/-9
	Sexe	GE : 13 femmes et 10 hommes GC : 16 femmes et 11 hommes
	Paramètres	Tableau 4
	Critères d'inclusion	Les participants étaient éligibles s'ils étaient des adultes atteints d'hémiparésie après un AVC qui marchaient avec ou sans aides à la marche ; âgé de 18 à 80 ans ; entre six mois et cinq ans après le début de l'AVC ; cliniquement stable, avec une faiblesse des muscles inspiratoires, définie comme une pression inspiratoire maximale inférieure à -80 cmH <sub>2</sub> O <sub>12</sub> et un score au Mini Mental State Examination ajusté au niveau d'éducation normal.
	Critères d'exclusion	Fumeurs ou ex-fumeurs de moins de 5 ans, paralysie faciale, maladie pulmonaire, problème neurologique ou orthopédique ou douleur interférent avec le test de marche de 6 min
	Pays	Brésil
	Date de l'étude	Juin 2017 à Mars 2019
Intervention	Données	Tableau 4
Résultats	Données	Tableau 15

## Annexe 11 : Compléments des caractéristiques des études incluses (Linder et al, 2021)

Éléments		Détails / Précisions
Sources	Auteurs	Susan M.Linder, PT, DPT, Sara Davidson, PTA, Anson Rosenfeldt, DPT, MBA, John Lee, MD, Mandy Miller Koop, PhD, François Bethoux, MD, Jay L.Alberts, PhD
	Année de publication	2021
	Revue	American Congress Of Rehabilitation Medecine
Méthodes	Données	Tableau 4
AVC	Phase de l'AVC	<b>Chronique :</b> FE+RTP : 12 [7-16] mois VE+RTP : 14 [11-28] mois Control : 12 [9-20] mois
Participants	Nombre	43 adultes hémiplegiques
	Age	FE+RTP : 51+/-12 VE+RTP : 60+/-14 Control : 59+/-11
	Sexe	FE+RTP = 16 dont 12 hommes et 4 femmes VE+RTP = 14 dont 9 hommes et 5 femmes Control = 13 dont 12 hommes et 1 femme
	Paramètres	Tableau 4
	Critères d'inclusion	Les principaux critères d'inclusion étaient un score compris entre 19 et 55 dans la section UE moteur de l'évaluation de Fugl-Meyer et un âge compris entre 18 et 85 ans.
	Critères d'exclusion	Les principaux critères d'exclusion étaient l'hospitalisation pour infarctus du myocarde, insuffisance cardiaque congestive ou chirurgie cardiaque dans les 3 mois suivant l'inscription à l'étude ; arythmie cardiaque grave; cardiomyopathie hypertrophique; sténose aortique sévère ; hypertension non contrôlée; embolie pulmonaire; autre contre-indication médicale ou musculo-squelettique à l'exercice ; déficience cognitive importante, ou injection antispasmodique dans l'UE dans les 3 mois suivant l'inscription à l'étude
	Pays	Etats-Unis
	Date de l'étude	Octobre 2018-Janvier 2019
Intervention	Données	Tableau 4
Résultats	Données	Tableau 15

**Annexe 12 : Compléments des caractéristiques des études incluses (De Menezes et al, 2019)**

Elements		Détails / Précisions
Sources	Auteurs	Kênia Kiefer Parreiras de Menezes, PT, PhD, Lucas Rodrigues Nascimento, PT, PhD, Louise Ada, PT, PhD, Patrick Roberto Avelino, PT, MSc, Janaine Cunha Polese, PT, PhD, Maria Tereza Mota Alvarenga, PT, Mariana Hoffman Barbosa, PT, MSc, Luci Fuscaldi Teixeira-Salmela, PT, PhD
	Année de publication	2019
	Revue	American Congress of Rehabilitation Medecine
Méthodes	Données	Tableau 4
AVC	Phase de l'AVC	Chronique : GE : 24+/-20 mois GC : 16+/-12 mois
	Type d'AVC	GE : 12 ischémiques et 3 hémorragiques + 4 origines inconnues GC : 15 ischémiques et 3 hémorragiques + 1 origine inconnue
	Coté hémiplégique	GE : 12 à Droite ; 6 à gauche ; 1 inconnu GC : 6 à Droite ; 11 à gauche ; 2 inconnus
	Vitesse de marche de base	GE : 0,91+/-0,40 m/s GC : 0,93+/-0,35 m/s
Participants	Nombre	38 participants
	Age	GE : 60+/-14 GC : 67+/-11
	Sexe	GE : 19 dont GC :
	Paramètres	Tableau 4
	Critères d'inclusion	Les participants étaient éligibles s'ils étaient > 3 mois et < 5 ans après l'AVC, avaient > 20 ans, avaient une pression inspiratoire maximale (MIP) < 80 cmH <sub>2</sub> O ou une pression expiratoire maximale (MEP) < 90 cmH <sub>2</sub> O,19 et n'entreprenaient aucune activité respiratoire.
	Critères d'exclusion	Ils ont été exclus s'ils avaient des déficits cognitifs, une paralysie faciale et/ou des conditions qui empêchaient la mesure ou l'entraînement.
	Pays	Brésil
	Date de l'étude	Non précisée
Intervention	Données	Tableau 4
Résultats	Données	Tableau 15



**Annexe 13 : Compléments des caractéristiques des études incluses (Langhammer et al, 2009)**

Elements		Détails / Précisions
Sources	Auteurs	Birgitta Langhammer, PhD, Johan K Stanghelle, MD, PhD, and Birgitta Lindmark, PhD
	Année de publication	2009
	Revue	Physiotherapy Theory and Practice
Méthodes	Données	Tableau 4
AVC	Phase de l'AVC	Du 1er jour à son entrée à l'hôpital jusqu'à 1 an : 3 phases ☐ Aigu, subaigu et chronique
	Coté de l'hémiplégie	GE : 19 à droite et 16 à gauche GC : 19 à droite et 21 à gauche
	Vitesse de marche de base	GE : 0,5+/-0,6 m/s GC : 0,6+/-0,6 m/s
Participants	Nombre	75 participants
	Age	GE : 76+/-12,7 GC : 72 +/-13,6
	Sexe	GE : 21 hommes et 14 femmes GC : 22 hommes et 18 femmes
	Paramètres	Tableau 4
	Critères d'inclusion	1er AVC Confirmation par signes neurologiques et une tomодensitométrie Participation volontaire
	Critères d'exclusion	saignements sous-arachnoïdiens ; tumeur; autre maladie grave; et AVC du tronc cérébral
	Pays	Norvège
	Date de l'étude	Non précisé
Intervention	Données	Tableau 4
Résultats	Données	Tableau 15

## Annexe 14 : Compléments des caractéristiques des études incluses (Mead et al, 2007)

Elements		Détails / Précisions
Sources	Auteurs	Gillian E. Mead, MD, Carolyn A. Greig, PhD, Irene Cunningham, Susan J. Lewis, PhD, Susie Dinan, PGDip, David H. Saunders, M Phil, Claire Fitzsimons, PhD, and Archie Young, MD
	Année de publication	2007
	Revue	The American Geriatrics Society
Méthodes	Données	Tableau 4
AVC	Phase de l'AVC	Chronique : GE : 6 [3-10] mois GC : 5 [3-8] mois
	Type d'AVC	GE : 28 ischémiques et 4 hémorragiques GC : 32 ischémiques et 2 hémorragiques
	Coté hémiplégique	GE : 12 à Droite ; 19 à gauche GC : 15 à Droite ; 18 à gauche
Participants	Nombre	66 participants
	Age	GE : 72 +/- 10 GC : 72 +/- 10
	Sexe	GE : 18 hommes et 14 femmes GC : 18 hommes et 14 femmes
	Paramètres	Tableau 4
	Critères d'inclusion	Indépendance ambulatoire Absence de dysphasie, de confusion grave empêchant le consentement éclairé Absence de contre-indications médicales à l'entraînement physique Pas de problèmes cardiaques Pas de chute récente Pas de trouble visuels ou vestibulaires non contrôlés Incapacité à adhérer au programme d'exercices
	Critères d'exclusion	
	Pays	Ecosse
	Date de l'étude	Entre Octobre 2002 et Juin 2004
Intervention	Données	Tableau 4
Résultats	Données	Tableau 15

Toutes les études sont des essais cliniques randomisés.

**Titre :**

« UNE REVUE SYSTEMATIQUE : L'EXERCICE AEROBIQUE EST-IL PLUS EFFICACE QUE L'EXERCICE CONTRE RESISTANCE DANS LA RECUPERATION DE LA CAPACITE DE MARCHÉ CHEZ LES PATIENTS ADULTES POST-AVC ? »

**Title :**

« A SYSTEMATIC REVIEW : IS AEROBIC EXERCISE MORE EFFECTIVE THAN RESISTANCE EXERCISE IN RECOVERING WALKING CAPACITY IN ADULT POST-STROKE PATIENTS? »

**Résumé**

**Introduction :** L'Accident Vasculaire Cérébral (AVC) est un événement brutal qui entraîne de nombreux déficits, limitations d'activité et de participation. Chez le patient hémiplégique, le renforcement musculaire et le réentraînement à l'effort sont utiles pour améliorer les capacités fonctionnelles. Une prise en charge kinésithérapique régulière est essentielle, surtout pour les patients en phase chronique car un des objectifs principaux des patients hémiplégiques en phase chronique est l'amélioration de la marche.

**Objectif :** L'objectif de cette revue est de montrer l'efficacité de l'exercice aérobie sur les performances de marche du sujet adulte hémiplégique par rapport à l'exercice contre résistance.

**Méthode :** 5 études cliniques randomisées ont été incluses dans la revue de littérature. La recherche documentaire a été effectuée sur les moteurs de recherche Pubmed, PEDro, Cochrane Library et Embase. Une sélection des articles a été réalisée avec des critères de sélection établis en amont. Puis la qualité méthodologique des études a été évaluée via l'échelle PEDro.

**Résultats et Analyses :** On retrouve un total de 272 adultes hémiplégiques incluses dans les RCTs. Les patients étaient âgés de 39 à 89 ans avec une durée d'intervention variant de 6 à 52 semaines. Les résultats montrent dans la majorité des études, une différence inter-groupe significative en faveur du groupe intervention dans l'amélioration de la capacité de marche. En ce qui concerne les critères de jugements secondaires suivants : « force fonctionnelle », « puissance musculaire » et « fonction motrice » ; les résultats sont plus hétérogènes.

**Discussion :** La littérature scientifique montre un consensus sur l'effet de l'exercice aérobie chez les patients adultes hémiplégiques sur l'amélioration de la capacité de marche par rapport à l'exercice contre résistance. Cependant, d'autres études devront être réalisées avec des échantillons plus importants afin de pouvoir vérifier la réelle applicabilité des données actuelles.

**Abstract**

**Introduction :** Stroke is a brutal event that causes many bodily deficits, activity limitations and daily participation. In the hemiplegic patient, muscle building and stress training are useful elements to improve regular functional abilities. To achieve this, a regular physiotherapy management is essential, especially for patients in the chronic phase because one of the main objectives of patients in chronic phase hemiplegic is the improvement of walking.

**Objective :** The objective of this review is to show the effectiveness of aerobic exercise on the walking performance of the hemiplegic adult subject in relation to exercise against resistance.

**Method :** Five randomized clinical studies were included in the literature review. The search was conducted on search engines pubmed, pedro, cochrane library and embase. a selection of articles was made with selection criteria established beforehand, afterwards, the methodological quality of the studies was assessed via the pedro scale.

**Results and analyses :** There are a total sample population of of 272 hemiplegic adults included in the RCTs. Patients were between 39 to 89 years of age with an intervention duration ranging from 6 to 52 weeks. The results show in the majority of the studies a significant inter-group difference in favour of the intervention group in improving walking capacity. with respect to the secondary judgements of "functional strength", "muscle power" and "motor function", the results are more heterogeneous.

**Discussion :** The scientific literature shows a consensus on the effect of aerobic exercise in adult hemiplegic patients on improving walking ability compared to exercise against resistance. however, further studies will need to be carried out with larger samples in order to verify the true applicability of the current data.

**Mots clés** : AVC, adulte, exercice aérobie, exercice contre résistance, capacité de marche, revue de littérature.  
**Keywords** : stroke, adult, aerobic exercise, resistance exercise, walking ability, review.