

Le renforcement musculaire chez les patients hémiplésiques post accident vasculaire cérébral, une méta-analyse

Julie Clivaz

Etudiante HES – Filière Physiothérapie

Sophie Wist

Etudiante HES – Filière Physiothérapie

Directeur de travail : Martin Sattelmayer

**TRAVAIL DE BACHELOR POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME
BACHELOR OF SCIENCE HES-SO EN PHYSIOTHERAPIE
JUN 2014**

Résumé

Introduction : La faiblesse musculaire est un des principaux symptômes apparaissant à la suite d'un accident vasculaire cérébral et peut conduire à une réduction de l'activité physique. Une atteinte de la performance de marche peut alors être observée, se traduisant par une asymétrie et une diminution de la vitesse ainsi qu'une augmentation du coût énergétique.

Objectif : L'objectif de notre travail de Bachelor est de définir dans quelle mesure le renforcement musculaire chez les patients hémiplegiques chroniques suite à un AVC, améliore la force, la marche et l'équilibre.

Méthode : Nous avons effectué nos recherches d'articles sur cinq bases de données, soit Pubmed, Cinhal, Cochrane, Web of science et Embase, et avons trié les études randomisées contrôlées trouvées, avant d'évaluer leurs risques de biais. Les résultats de dix études ont été extraits afin de réaliser une revue systématique de la littérature et une méta-analyse.

Résultats : Nous avons retenu dix études traitant de l'entraînement par résistance progressive, par tâche spécifique, par électrostimulation fonctionnelle et d'aérobic sur vélo à haute intensité. Ces interventions ont montré un effet général statistiquement significatif sur la force et le *Timed up and go*, ainsi qu'un effet positif non significatif sur la marche et la *Berg balance scale*.

Conclusion : Il semblerait que l'entraînement par résistance progressive soit le traitement le plus efficace de notre analyse et que s'il est mené de manière ciblée, il améliore la force de manière considérable.

Mots-clefs : Accident vasculaire cérébral, force, marche, équilibre, traitement

Zusammenfassung

Hintergrund: Muskelschwäche ist eines der häufigsten Symptome nach Schlaganfall, und kann zu einer Abnahme von körperlicher Aktivität führen. Die Gehfähigkeit kann durch Asymmetrie, verringerte Geschwindigkeit und höhere Energiekosten verschlechtert sein.

Ziel: Das Ziel unserer Bachelorarbeit ist es, zu definieren inwiefern Muskelkrafttraining beim chronischen hemiplegischen Patienten nach Schlaganfall hilft, Kraft, Gehen und Gleichgewicht bei funktionellen Aktivitäten zu verbessern.

Methode: Die fünf Datenbanken Pubmed, Cinhal, Cochrane, Web of Science und Embase wurden nach Artikeln durchsucht. Daraufhin haben wir die Kontrollierten Randomisierten Studien ausgewählt und deren Risk of Bias bewertet. Die Ergebnisse von zehn Studien wurden extrahiert, um eine systematische Literaturrecherche und Meta-Analyse durchzuführen.

Resultate: Wir haben zehn Studien eingeschlossen, die sich mit dem Training durch progressiven Widerstand, spezifische Handlungen, funktionelle elektrische Stimulation und aerobes Radfahren mit hoher Intensität beschäftigen. Diese Interventionen haben in der Regel eine statistisch signifikante positive Wirkung auf Kraft und den *Timed Up and Go* gezeigt, und eine nicht-signifikante positive Wirkung auf Gehfähigkeit und die *Berg Balance Scale*.

Schlussfolgerung: Es scheint, dass das Training mit progressivem Widerstand die effizienteste Behandlung unserer Analyse darstellt, und wenn es gezielt durchgeführt wird, die Kraft wesentlich verbessert wird.

Schlüsselwörter: Zerebrovaskulärer Insult, Schlaganfall, Kraft, Gehen, Gleichgewicht, Behandlung

Abstract

Introduction: Muscle weakness is a common consequence of stroke and can conduce to a decrease of physical activity. A lack of gait performance can be seen, that means a diminution of speed, and increased asymmetry and energy cost while walking.

Objective: The aim of our Bachelor work is to determine whether Strengthening of the lower extremity can improve strength, walking abilities and balance in patients with chronic stroke.

Method: Five databases (Pubmed, Cinhal, Cochrane, Web of Science and Embase) were used to search for studies, then we selected the randomized controlled studies that were found and evaluated the risk of bias for each study. Ten studies were used to make a systematic review and a meta-analysis

Results: We kept ten studies on the progressive resistance training, specific task, functional electrical stimulation and aerobic cycling at high intensity. These interventions have generally shown a statistically significant effect on strength and the *Timed Up and Go*, and a non-significant positive effect on walking and *Berg Balance Scale*.

Conclusion: According to our analysis, the progressive resistance training seems to be the most effective treatment, and when it is conducted in a targeted way, it improves strength significantly.

Keywords: stroke, strength, gait, balance, treatment

Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement notre directeur de Bachelor, Monsieur Martin Sattelmayer pour ses conseils, remarques et son expérience qu'il a mis à notre disposition.

Nous souhaitons également remercier Katia Giacomino et nos parents pour le temps consacré à la correction de notre travail ainsi que Miriam Knobbe pour la relecture et la correction de notre résumé en version allemande et anglaise.

Nous remercions les professeurs et étudiants de Loèche-les-Bains pour avoir essayé de répondre à nos interrogations et résolu nos problèmes de mise en page.

Nous remercions également la HES-SO Valais qui octroie aux étudiants le budget nécessaire à la commande d'articles, et nous donne accès à certaines bases de données.

Avertissement

Les prises de position, la rédaction et les conclusions de ce travail n'engagent que la responsabilité de ses auteurs et en aucun cas celle de la Haute Ecole de Santé Valais, du Jury ou du Directeur du Travail de Bachelor.

Nous attestons avoir réalisé seules le présent travail, sans avoir utilisé d'autres sources que celles indiquées dans la liste de références bibliographiques.

03 juin 2014, Julie Clivaz et Sophie Wist

Table des matières

1	INTRODUCTION	1
1.1	CONTEXTE.....	1
1.2	ACCIDENT VASCULAIRE CÉRÉBRAL	1
1.2.1	<i>Symptômes et conséquences.....</i>	2
1.3	HÉMIPLÉGIE AIGUË, SUBAIGUË ET CHRONIQUE	2
1.4	FAIBLESSE MUSCULAIRE	4
1.4.1	<i>Fonctions organiques et structures anatomiques</i>	4
1.4.2	<i>Hémiplégie et hémiparésie</i>	5
1.4.3	<i>Activités</i>	5
1.5	INTERVENTION.....	6
1.5.1	<i>Entraînement par résistance progressive (PRT)</i>	7
1.5.2	<i>Entraînement par tâche spécifique (TST)</i>	7
1.5.3	<i>Entraînement aérobie intensif.....</i>	8
1.5.4	<i>Functional Electrical stimulation (FES)</i>	8
1.6	OUTILS DE MESURES	9
1.6.1	<i>La force</i>	9
1.6.2	<i>La marche</i>	10
1.6.3	<i>L'équilibre</i>	10
1.7	RÉSULTATS OBTENUS LORS DES PRÉCÉDENTES REVUES	11
1.8	OBJECTIF DE LA REVUE SYSTÉMATIQUE.....	12
1.9	QUESTION DE RECHERCHE	12
2	MÉTHODE.....	12
2.1	CRITÈRES D'INCLUSION DES ÉTUDES POUR CETTE REVUE	12
2.1.1	<i>Types d'études</i>	12
2.1.2	<i>Types de participants.....</i>	13
2.1.3	<i>Types d'interventions.....</i>	13
2.1.4	<i>Issues et outils de mesures</i>	13
2.2	STRATÉGIE DE RECHERCHE.....	14
2.2.1	<i>Recherche électronique</i>	14
2.2.2	<i>Recherches manuelles</i>	15
2.3	RÉCOLTE DES DONNÉES ET ANALYSE	15
2.3.1	<i>Sélections des études.....</i>	15
2.3.2	<i>Extraction des données.....</i>	16
2.3.3	<i>Evaluation du risque de biais.....</i>	16
2.3.4	<i>Analyse et synthèse des données</i>	16
2.3.5	<i>Données manquantes</i>	17
2.3.6	<i>Evaluation de l'hétérogénéité.....</i>	17
2.3.7	<i>Biais de report.....</i>	18
3	RÉSULTATS	18
3.1	DESCRIPTIONS DES ÉTUDES.....	18
3.1.1	<i>Résultats de la recherche.....</i>	18
3.1.2	<i>Études exclues.....</i>	19
3.1.3	<i>Études incluses.....</i>	20
3.2	RISQUES DE BIAIS DANS LES ÉTUDES SÉLECTIONNÉES	25
3.2.1	<i>Allocation.....</i>	26
3.2.2	<i>Aveugle</i>	26
3.2.3	<i>Données incomplètes.....</i>	26
3.2.4	<i>Report sélectif.....</i>	27
3.2.5	<i>Autres sources de biais</i>	27
3.3	EFFETS DE L'INTERVENTION	27
3.3.1	<i>Force</i>	27
3.3.2	<i>Marche.....</i>	32

3.3.3	<i>Equilibre</i>	35
4	DISCUSSION	38
4.1	RÉSULTATS PRINCIPAUX	38
4.1.1	<i>Force</i>	39
4.1.2	<i>Marche</i>	41
4.1.3	<i>Equilibre</i>	42
4.2	VALIDITÉ EXTERNE	42
4.3	LIMITATIONS	43
4.4	FORCES ET FAIBLESSES	45
4.5	COMPARAISON AVEC LA LITTÉRATURE	46
5	CONCLUSION	47
5.1	IMPLICATIONS POUR LA PRATIQUE	47
5.2	IMPLICATIONS POUR LA RECHERCHE	47
	BIBLIOGRAPHIE	I
	ANNEXES	VIII

1 Introduction

1.1 Contexte

Dans les pays industrialisés, l'accident vasculaire cérébral est la troisième cause de mortalité après les maladies cardiovasculaires et les cancers. Il représente la cause la plus fréquente de handicap chez les adultes. En Suisse, entre 400 et 1200 patients par an dépendent de soins après un accident vasculaire cérébral (AVC), ce qui engendre une charge financière élevée pour le système de santé (Lyrer, 2000). Le taux de mortalité après un tel accident devrait s'abaisser, grâce à une meilleure prise en charge lors de la survenue du problème. Nous pouvons donc nous attendre à ce que le nombre de personnes vivant avec un handicap suite à un AVC augmente (Eng, 2010). La faiblesse musculaire semble être un des facteurs principaux limitant le rétablissement des capacités physiques normales du patient (Cramp, Greenwood, Gill, Rothwell, & Scott, 2006).

En Suisse, le taux d'AVC est de 296.3 pour 100 000 personnes (Meyer, Simmet, Arnold, Mattle, & Nedeltchev, 2009). L'incidence des AVC a augmenté dramatiquement chez les sujets jeunes, de sorte qu'au moins le vingt pourcent des personnes touchées sont âgées de moins de 65 ans (Patten, Lexell, & Brown, 2004).

1.2 Accident vasculaire cérébral

Selon la définition de l'organisation mondiale de la santé (WHO), l'accident vasculaire cérébral est un développement rapide de signes cliniques localisés ou globaux de dysfonctions du système nerveux central d'origine vasculaire, durant plus de 24 heures, sauf s'il est interrompu par la chirurgie ou la mort, lorsqu'aucune autre cause non vasculaire est apparente (Béjot, Daubail, & Giroud, 2013).

Actuellement, on différencie principalement deux types d'AVC, l'accident ischémique et l'hémorragie intracrânienne. Plus fréquent (80-83%), le premier est dû à une occlusion qui coupe le débit sanguin d'une partie du cerveau provoquant une hypoxie et une diminution des métabolites essentiels à la survie tissulaire (Bogousslavsky, Bousser, & Mas, 1993). Dans le cas de l'hémorragie cérébrale, des saignements de

différentes tailles se créent principalement dans le tissu cérébral ou dans l'espace sous-arachnoïdien (Tsai, Thomas, & Sudlow, 2013).

1.2.1 Symptômes et conséquences

Les principaux symptômes dus à un accident vasculaire cérébral sont la faiblesse musculaire, la spasticité, une fatigue généralisée, une perte de contrôle moteur et des dysfonctions cognitives et sensorielles (Pak & Patten, 2008). Ils peuvent se différencier selon le type et la localisation de l'AVC. Une lésion de l'hémisphère gauche du cerveau causera le plus fréquemment des affections telles que l'hémi-parésie, l'hémi-plégie, l'aphasie, l'apraxie, des troubles de langage ou de coordination motrice. Une lésion de l'hémisphère droit provoquera le plus souvent des troubles de la vision et de la mémoire ou un syndrome d'hémi-négligence (Mehrholz, 2012).

Après un AVC, l'hémi-parésie est un dysfonctionnement moteur important puisque plus de 65% des personnes en sont atteintes un an après l'accident (Cauraugh & Kim, 2003). La faiblesse musculaire, est un symptôme évident (Richard W Bohannon, 2007). Ce dernier sera approfondi dans le chapitre 1.4.

1.3 Hémiplégie aiguë, subaiguë et chronique

Quelle que soit la cause de l'accident vasculaire cérébral, une proportion de patients se rétablira. Cette récupération est liée au site, à l'étendue et à la nature de la lésion, ainsi qu'à l'intégrité de la circulation collatérale et à l'état initial du patient (Cramer et al., 2011 ; Duncan et al., 1994). De plus, le temps permet la récupération spontanée des fonctions corporelles, seize pourcents des améliorations ont lieu dans les six à dix premières semaines après l'apparition des symptômes (G. Kwakkel, Kollen, & Twisk, 2006). Selon Wade & Langton Hewer, (1985) chez les patients qui reprennent conscience dans les 24 heures post AVC, les trois premiers mois sont une période critique, où la plus grande récupération est attendue.

Après un accident vasculaire cérébral, on distingue trois phases qui varient selon les auteurs. La phase aiguë est la période qui suit l'accident, et se caractérise par un potentiel de réadaptation élevé. Effectivement, durant les premières semaines, des

mécanismes spontanés de guérison auront lieu, tels que la diminution de la pénombre, la réorganisation physiologique et neuro-anatomique, la réduction du diaschisis, ainsi que le retour d'une perfusion normale. Le premier phénomène cité est la diminution de la zone à risque de mort cellulaire, par un retour de la vascularisation pour les ischémies ou une réduction de l'œdème. Ceci permettra, par exemple, la réparation des dendrites (Buma, Kwakkel, & Ramsey, 2013). Le second, soit la réorganisation, dépend de la plasticité du tissu cérébral, donc de phénomènes ipsi- et controlatéraux, tels que la modification des neurotransmetteurs et la recherche de nouvelles connexions, qui permettent de rétablir un certain nombre de compétences (Mühl & Vuadens P., 2011). Le diaschisis correspond à une zone externe à la lésion, qui sera perturbée par le choc de l'accident vasculaire cérébral dû à une diminution ou l'arrêt de l'excitation nerveuse venant de la blessure (Feeney & Baron, 1986).

La phase subaiguë survient ensuite, mais varie selon les auteurs. Elle peut donc se trouver entre le premier et sixième mois (Peurala, Karttunen, Sjögren, Paltamaa, & Heinonen, 2014), ou entre six mois et une année (Patil & Rao, 2011).

La phase chronique se présente finalement après six mois. A ce stade, l'évolution sera ralentie, et la régénération autonome se fera plus discrète ou disparaîtra totalement, alors, seuls des efforts continus pourront avoir un effet sur le statut du patient (Mühl & Vuadens P., 2011 ; Ada, Dorsch, & Canning, 2006).

Une autre étude définit les différentes phases selon le lieu d'hospitalisation des participants : les personnes sont dans la phase aiguë si elles sont admises dans une unité de soins-aigus ou dans un service dédié aux AVC. La phase subaiguë comprend toutes les personnes admises dans un service de rééducation ou dans une clinique, n'ayant plus besoin de soins aigus, ou les personnes recevant des soins à domicile. Enfin, les personnes sont considérées comme chroniques si elles n'ont plus de rééducation et vivent à domicile ou en institution (Verheijde et al., 2013). Toutefois, il a été prouvé que la prévention et la réduction du handicap résiduel post-AVC, soit en phase chronique, serait l'approche la plus efficace pour réduire la souffrance des individus et les coûts engendrés par la diminution de participation et d'activité (Teixeira-Salmela, Olney, Nadeau, & Brouwer, 1999).

1.4 Faiblesse musculaire

Un déficit des capacités motrices chez les personnes ayant subi un accident vasculaire cérébral se présente sous plusieurs formes; La plus importante est la parésie du corps du coté controlatéral à la lésion cérébrovasculaire (Pak & Patten, 2008). La faiblesse musculaire se définit comme une altération de la capacité à générer un niveau normal de force musculaire (Flansbjerg, Miller, Downham, & Lexell, 2008). Il s'ensuit une posture anormale et des réflexes d'étirement diminués, ainsi qu'une perte de mouvement volontaire. Par cette perte, les activités de la vie quotidienne deviennent plus difficiles (Swati Mehta et al., 2012). Les trois facteurs permettant de produire une force musculaire normale sont les facteurs structurels, mécaniques et neuraux. Une lésion de l'un des ces trois facteurs peut altérer la capacité d'exercer une force normale (Patten et al., 2004).

1.4.1 Fonctions organiques et structures anatomiques

Les facteurs structurels comprennent la taille du muscle soit sa masse et sa zone de section. Ceci dépend du nombre, du type et de la qualité des fibres musculaires. Les facteurs mécaniques sont la relation entre la longueur de tension et la force-vitesse du muscle. Finalement, les facteurs neuraux, comprennent la capacité du système nerveux à activer les muscles par les unités motrices et le traitement des informations (Patten et al., 2004).

La réduction de la force survenant immédiatement après un AVC est due à une perte de stimulus du motoneurone descendant, réduisant l'activation des unités motrices. Celles-ci deviennent moins nombreuses mais couvrent un plus grand nombre de fibres musculaires (Gray, Rice, & Garland, 2012). Six mois après l'AVC, la zone de section du muscle est diminuée par la sédentarité, aggravant ainsi la perte de force (Ada et al., 2006; Ryan, Dobrovolsky, Smith, Silver, & Macko, 2002). Cette immobilisation, est délétère à la sollicitation musculaire et favorise la dénervation, ce qui conduit à une atrophie. Celle-ci est définie par une diminution du ratio protéinique contenu dans les fibres, une réduction de la taille de ces dernières et par un manque de résistance à la fatigue (Carda, Cisari, & Invernizzi, 2013). La fatigue musculaire est observée uniquement dans le membre controlatéral à la lésion, alors que les autres facteurs sont

souvent bilatéraux, bien que moins présents dans le membre non-parétique (Gerrits et al., 2009).

1.4.2 Hémiplégie et hémiparésie

Dans le cadre d'un AVC, la faiblesse musculaire est différenciée selon la gravité des symptômes. L'hémiparésie décrit un degré de faiblesse léger à modéré alors que l'hémiplégie désigne une perte de fonction motrice sévère, voir complète, du membre contro-lésionnel (Garnier, Delamare, Delamare, & Delamare, 2004). Cependant des études montrent que le côté non parétique peut aussi être touché et être sujet à une faiblesse musculaire (Chestnut & Haaland, 2008).

1.4.3 Activités

La faiblesse musculaire peut conduire à une immobilisation ou à une activité physique nettement diminuée (Patten et al., 2004). La force musculaire est aussi intimement liée à la capacité de marche, et celle-ci est à son tour liée à la participation (Flansbjerg, Miller, Downham, & Lexell, 2008). Dans leur étude, Hsu, Tang, & Jan (2003) démontrent que la performance de marche des patients atteints d'AVC comparée à des sujets sains est caractérisée par une réduction de la vitesse de marche et une asymétrie spatiale et temporelle gauche-droite résiduelle. La force des fléchisseurs de hanche et des extenseurs du genou du membre hémiplégique sont les facteurs les plus importants déterminant la vitesse de marche, respectivement, confortable et rapide. Cependant, la spasticité des fléchisseurs plantaires de la cheville semblait être un facteur important dans l'asymétrie temporelle et spatiale de la marche. Les fléchisseurs plantaires influencent aussi la vitesse de marche (Cramp et al., 2006). Péliissier, Pérennou, & Laassel (1997) décrivent d'autres caractéristiques se retrouvant chez les patients post-AVC lors du test de dix mètres tels qu'une diminution de la longueur du pas et de la vitesse d'oscillation du membre hémiplégique, une augmentation du temps d'appui du côté sain et finalement une prolongation de la durée du double appui (temps de transfert du côté hémiplégique vers le côté sain). Mercer, Freburger, Chang, & Purser (2009) ajoutent que la faiblesse musculaire provoque une asymétrie lors de la marche et des activités en positions assise et debout. Il a aussi été démontré que la marche

pathologique d'un hémiplégique après un AVC pouvait demander le double de coût énergétique par rapport à une personne saine (Hill et al., 2012).

1.5 Intervention

Selon la classification internationale du fonctionnement (CIF), un programme de réhabilitation devrait autant influencer l'activité et la participation que la fonction (Flansbjer et al., 2008). Les buts principaux de la réhabilitation sont donc de permettre la meilleure indépendance possible et de minimiser les déficits à long-terme en augmentant la participation du patient (Pak & Patten, 2008).

Depuis les années nonante, des études ont montré que ni les activités demandant de l'effort, ni les entraînements de force chez les patients post-AVC n'augmentent la spasticité (Patten et al., 2004). Jusque là, le renforcement musculaire n'était pas utilisé dans les programmes de réadaptation post-AVC car la croyance était que de telles pratiques pouvaient augmenter la spasticité. Ces traitements sont donc maintenant inclus dans la rééducation post-AVC (Pak & Patten, 2008).

Lorsqu'une faiblesse musculaire importante est présente, des exercices de renforcement sont nécessaires afin de diminuer les effets de l'atrophie qui est en partie responsable du handicap post-AVC (Gray et al., 2012). Mais il semblerait que le renforcement musculaire apporte principalement un gain de force grâce à une adaptation du tissu nerveux principalement et non uniquement grâce à l'hypertrophie musculaire chez les patients atteints de pathologies neuromusculaires (Dromerick, Lum, & Hidler, 2006). Par ailleurs, le renforcement a pour avantage d'engendrer une perte des tissus adipeux, de réduire la quantité de protéine C-réactive – celle-ci est un agent inflammatoire associé aux troubles cardiaques – et d'améliorer la densité osseuse, ce qui aura un effet positif sur l'ostéoporose souvent présente dans le membre plégique (Eng, 2010).

Au contraire de l'entraînement d'endurance, le renforcement musculaire utilise le principe de la force maximale (1 RM) décrite par DeLorme en 1948 (Todd, Shurley, & Todd, 2012). Il se définit, pour des personnes saines, par une à trois séries de huit à douze répétitions à 60-80% de la 1 RM, et cela deux à trois fois par semaine (Cramp et al., 2006). Pour des personnes ayant subi un AVC, Gordon (2004) prescrit un entraînement contenant plus de répétitions, soit entre dix et quinze mais avec une charge

(pourcentage de la 1 RM) plus réduite. Différents auteurs ont pu évaluer des gains de force pour des charges principalement entre 50 et 80%, mais il semblerait possible qu'une charge à seulement 40% ait aussi un effet positif (Cramp et al., 2006).

Vu les différentes modalités de renforcement possible, voici ci-dessous une description de certains types d'entraînement utilisés chez les patients ayant survécu à un accident vasculaire cérébral et se trouvant en phase de rééducation.

1.5.1 Entraînement par résistance progressive (PRT)

Le renforcement par résistance progressive est basé sur une charge de 70 -80 % de la force maximal (1 RM) ou plus (Lexell & Flansbjer, 2008). Cela implique que la 1 RM soit mesurée régulièrement, pour adapter la charge aux améliorations constantes du patient AVC (Ouellette et al., 2004), grâce à des appareils isocinétiques (Eng, Kim, & Macintyre, 2002), des dynamomètres manuels (Wong, Yam, & Ng, 2013), ou par testing manuel (Andersen & Jakobsen, 1997).

Pour la durée du traitement et sa fréquence, il n'existe aucune évidence à l'heure actuelle. Cependant, il semblerait qu'un traitement d'un minimum de seize heures apporterait une amélioration des capacités fonctionnelles (Kwakkel, 2006).

1.5.2 Entraînement par tâche spécifique (TST)

L'entraînement fonctionnel, soit spécifique à une tâche, peut être organisé sous forme de séries de postes d'exercices. Il a démontré son efficacité quant à l'amélioration de la marche, lorsqu'il est délivré de manière intensive (Scianni, Teixeira-Salmela, & Ada, 2010). De plus, d'après (Pak & Patten (2008), le fonctionnel devrait toujours être intégré, vu que son amélioration représente le but final de la thérapie.

Le lever de chaise par exemple, est une tâche motrice complexe qui demande un contrôle postural adéquat dans un mouvement dynamique. Celui-ci requiert principalement de la force musculaire, de la coordination ainsi que de l'équilibre. Les muscles principaux du lever de chaise sont les quadriceps et les ischios-jambiers qui agissent en co-contraction, pour effectuer ainsi une extension de hanche et de genou (Engardt, 1994). Quand ce mouvement est effectué rapidement, cela indique une

meilleure symétrie dans la position relevée, une meilleure stabilité posturale ainsi qu'un meilleur contrôle directionnel (Tung, Yang, Lee, & Wang, 2010).

1.5.3 Entraînement aérobic intensif

Il a été démontré que la combinaison du renforcement et de l'entraînement de la capacité aérobic avait un effet positif chez les sujets âgés. De plus, grâce à ce type d'exercices, on observe entre autres une amélioration du recrutement des unités motrices musculaires (Teixeira-Salmela et al., 1999) et de la vitesse de marche (Pang, Charlesworth, Lau, & Chung, 2013).

L'intensité d'entraînement peut être calculée par la formule de Karvonen, qui utilise la mesure de la fréquence cardiaque de réserve (HRR) pour ainsi définir la fréquence cardiaque d'entraînement. Chez les patients AVC, l'intensité d'aérobic visée étant de 50 à 70% de la HRR, le patient débute entre 40 et 50% et augmente progressivement de cinq pourcents chaque deux semaines (Ivey, Hafer-Macko, & Macko, 2008).

Les risques de ce type d'intervention sont faibles, cependant il faut considérer le fait que les patients atteints d'un AVC peuvent être couramment sujets à des problèmes cardiaques à l'effort. Un diagnostic médical ainsi qu'une thérapie adaptée aux comorbidités de ces patients devraient être prescrits (Billinger et al., 2014).

1.5.4 Functional Electrical stimulation (FES)

L'électrostimulation fonctionnelle est un outil qui permet une transmission de signaux électriques au muscle. Une contraction fonctionnelle est alors possible par la dépolarisation des motoneurons produisant une réponse synchronisée des unités motrices du muscle concerné (Modesto, Pinto, Modesto, & Pinto, 2013). Ce type d'entraînement permet de recruter plus de fibres musculaires, et ainsi augmenter leur activité métabolique. Il permet aussi d'augmenter l'intensité de l'exercice et ainsi de travailler simultanément sur le tableau cardiovasculaire (Janssen et al., 2008).

Certains articles (Ambrosini, Ferrante, Ferrigno, Molteni, & Pedrocchi, 2012; Ferrante, Pedrocchi, Ferrigno, & Molteni, 2008; Janssen et al., 2008) traitant d'électrostimulation travaillent en corrélation avec le pédalage sur vélo. Il semblerait que cela soit plus

bénéfique au patient que du guidage manuel avec FES. Cette technique permet au patient de réapprendre à mener un mouvement complet correct et d'augmenter la vision du mouvement par la bilatéralité du pédalage (Ferrante et al., 2008).

1.6 Outils de mesures

1.6.1 La force

Il existe différentes manières de quantifier la force chez un patient AVC. Tous les auteurs ne s'accordent pas, ni sur le type de force, ni sur la manière de l'évaluer. De plus, cela dépend aussi du matériel à disposition.

Au sujet du type, il est décrit dans la littérature, que la force excentrique est la maximale pouvant être produite (Smith, Silver, Goldberg, & Macko, 1999).

Il existe différentes manières de tester la 1RM des patients post-AVC. L'une d'elles consiste à augmenter de cinq à quinze pourcents la charge estimée par le testeur, avec une pause de deux à trois minutes entre l'effort. Ceci est répété deux à trois fois pendant le test pour trouver la charge maximale, soit la charge que le patient ne peut soulever qu'une seule fois. Si le patient est incapable de soulever la charge, celle-ci est abaissée de cinq à dix pourcents pour que le mouvement soit complété une fois (Stavric & McNair, 2012). Chez les sujets non entraînés, la charge maximale pouvant être soulevée peut être calculée à l'aide d'une formule, comme celle de Brzycki qui reste très précise tant que le patient n'effectue pas plus de dix répétitions de la charge donnée (Abdul-Hameed, Rangra, Shareef, & Hussain, 2012).

Pour les tests dynamiques du genou, une amplitude confortable doit être choisie pour les mesures (Flansbjerg et al., 2008) : elle se trouve généralement entre 20 et 70 degrés de flexion (Patterson et al., 2007), ce qui diminue le risque de lésion, et elle est généralement applicable par tout les patients (Smith et al., 1999). En ce qui concerne la validité des test de force, l'isocinétique semblerait être très reproductible et fiable (Eng et al., 2002).

Le test musculaire manuel (MMT) appliqué à l'aide de l'échelle *Medical Research Council* (MRC) a été validé pour les patients atteints d'un AVC, bien qu'il ait d'abord été développé pour des lésions nerveuses périphériques (Gregson et al., 2000). L'échelle

est cotée de zéro à cinq (zéro étant l'absence de mouvement et cinq une contraction musculaire normale contre résistance) et permet de quantifier la force d'un groupe musculaire ou d'un muscle isolé (Pradon, Roche, Enette, & Zory, 2013). Le test musculaire manuel, mène souvent à une sous-estimation du manque de force, vu les difficultés du thérapeute à prendre en considération, lors de la cotation, l'âge, le poids, la taille et le sexe, qui ont un impact sur la force attendue (Andersen & Jakobsen, 1997).

Pour le dynamomètre manuel, la fiabilité semble haute et le test précis, principalement lorsque le test est effectué par un seul chercheur (Bohannon, 1986; Wong et al., 2013).

1.6.2 La marche

Deux tests de marche reviennent régulièrement dans la littérature. Le premier, le test de six minutes (6MWT) est un test fonctionnel très répandu dans le milieu de la réhabilitation post-AVC, car il est facile à réaliser et n'engendre pas de coûts particuliers (Verheijde et al., 2013). Il a une relation positive et significative avec la force du membre inférieur (Pradon et al., 2013). Ce test se déroule dans un couloir de 33 mètres sans obstacle, dans lequel le patient fait des allers-retours, le plus rapidement possible durant six minutes, sans interruption. A la fin du test, la distance parcourue est calculée en mètres, ce qui donne le résultat final (Verheijde et al., 2013). Chez les patients AVC, une différence de 50 mètres est nécessaire entre deux tests du même patient pour démontrer une amélioration substantielle (Perera, Mody, Woodman, & Studenski, 2006).

Le second est le test des dix mètres de marche (10MWT). Il permet d'évaluer la marche rapide qui est fortement touchée lors d'un manque de force des fléchisseurs dorsaux de cheville entre autres (Kim & Eng, 2003). Pour ce test, une amélioration substantielle est mesurée lors d'une différence de 0.10 mètre par seconde (Perera et al., 2006). La mesure est parfois écrite secondes par dix mètres (Flansbjer et al., 2008).

1.6.3 L'équilibre

Dans le milieu de la réadaptation neurologique, l'équilibre lors d'une activité fonctionnelle est fréquemment mesurée par le *Timed up and go* (TUG) quantitatif

(Gellez-Leman, Colle, Bonan, Bradai, & Yelnik, 2005). Ce test de mobilité fonctionnelle, consiste à se lever d'une chaise, marcher trois mètres, faire demi-tour et aller se rasseoir sur la même chaise (Ng & Hui-Chan, 2005, p. -). Il permet de quantifier le risque de chute, la marche, ainsi que l'équilibre (Verheijde et al., 2013). Le changement minimal détectable est de 23 pourcents (Jan Lexell, Flansbjer, Holmbäck, Downham, & Patten, 2005). Un test relativement similaire est le test des cinq levers de chaise. Initialement utilisé pour mesurer la force musculaire fonctionnelle des membres inférieurs, il permet aussi d'évaluer l'équilibre. Le changement minimal détectable de ce test est de 3.6 secondes. Le *Timed up and go* et le test des cinq levers de chaises ont une fiabilité excellente chez les patients AVC (Wong et al., 2013).

La Berg Balance Scale (BBS), mesure elle aussi la capacité à l'activité fonctionnelle, en testant l'équilibre dans quatorze différentes tâches effectuées en assis ou debout. Vu son utilisation fréquente dans le milieu étudié, sa validité et sa fiabilité ont été maintes fois prouvées (Verheijde et al., 2013). Ce test totalise 56 points. Un changement significatif, indiquant qu'une réelle amélioration du patient a eu lieu, s'observe dès 5,8 points d'écart avec un même test réalisé précédemment (Blum & Korner-Bitensky, 2008).

1.7 Résultats obtenus lors des précédentes revues

Selon Ada et al., en 2006, le manque d'études ne permettait pas d'analyser précisément le bénéfice du renforcement musculaire sur la force chez les patients AVC dans le cadre d'une méta-analyse. Cependant, ils concluaient que le renforcement avait bel et bien un effet positif sur la force, principalement dans le stade aigu de la réadaptation. Ils ajoutaient que cette méthode de traitement ne montrait aucun signe négatif sur la spasticité de ces patients (Ada et al., 2006). En 2012 il a été démontré que le renforcement avait un effet positif sur l'endurance et la vitesse de marche, chez les patients AVC chroniques. Néanmoins cet effet semblerait s'être estompé trois mois après l'intervention. Les auteurs proposaient tout de même de vérifier la constance de ces gains à plus longs terme (Mehta et al., 2012).

1.8 Objectif de la revue systématique

L'objectif de notre travail de Bachelor est de définir les effets du renforcement musculaire chez les patients hémiplegiques chroniques suite à un AVC, sur la force, la marche et l'équilibre ainsi que d'observer les résultats à long terme, ceci, à travers une revue systématique suivie d'une méta-analyse.

1.9 Question de recherche

Quels effets a le renforcement musculaire sur la force du membre inférieur, la marche et l'équilibre lors d'activités de la vie quotidienne, chez les patients AVC adultes, en phase chronique, par rapport à un traitement physiothérapeutique sans renforcement.

2 Méthode

2.1 Critères d'inclusion des études pour cette revue

2.1.1 Types d'études

Nous avons réalisé une revue systématique de la littérature quantitative suivie d'une méta-analyse. Nos recherches s'étendent du 1er octobre 2013 au 20 janvier 2014. Les études publiées ultérieurement à ces dates n'ont pas été intégrées dans l'analyse.

Nos critères d'inclusion ne comprenaient que des études randomisées contrôlées (RCT). Les études de suivi des RCT étaient aussi prises en compte. Nous n'avons gardé, selon le protocole, uniquement les études les plus hautes placées dans la pyramide de l'évidence, et ayant donc un fort pouvoir décisionnel. Les études randomisées contrôlées (RCT) sont les seules à avoir un groupe contrôle en plus du groupe intervention, et à garantir un partage égal entre ces deux groupes, en terme de facteurs mesurés ou non, avant l'intervention (The Cochrane Collaboration, 2011).

Les études acceptées étaient toutes en français, allemand ou anglais. Les articles rédigés dans une autre langue ont été exclus pour des raisons pratiques et des soucis de risque de biais.

2.1.2 Types de participants

Les études incluses ont pour participants, des adultes ayant survécu à un AVC et étant hémiplésiques. Les participants sont âgés de plus de 18 ans, pour être considérés comme adultes.

Les patients étaient dans la phase chronique post-AVC. En référence au chapitre 1.3 de ce dossier, nous avons défini la phase chronique comme se trouvant à six mois après l'accident vasculaire cérébral. Vu les divergences à ce sujet, nous avons pris en considération les études qui comprenaient des patients étant entre trois et six mois post-AVC ou qui stipulaient traiter à la fois des patients en phase subaiguë et chronique.

2.1.3 Types d'interventions

Nous avons inclus dans nos recherches les entraînements suivant : résistance progressive, résistance élastique, électrostimulation fonctionnelle, tâche spécifique et force maximale, pour leurs modalités peu coûteuses et pour leur efficacité escomptée. Ces méthodes de renforcement visent toutes l'amélioration des fonctions motrices des membres inférieurs, par un entraînement spécifique à la force d'un certain groupe musculaire, et ceci de manière intensive. Elles ont pour avantage de pouvoir être mise en place dans la plupart des centres de réhabilitation.

Nos critères d'exclusion étaient l'utilisation d'appareils robotiques, vu la forte composante économique que cela représente pour une institution de posséder de tels instruments. Les articles traitant du membre supérieur et du tronc étaient eux aussi exclus ; Nous nous sommes uniquement concentrées sur les membres inférieurs.

2.1.4 Issues et outils de mesures

2.1.4.1 Principaux

Tout d'abord, nous avons mesuré l'effet du renforcement sur la force du côté hémiplésique du patient post-AVC. Pour ce faire, nous avons tout d'abord séparé les résultats selon la musculature testée. Nous avons mis la priorité sur les tests

isocinétiques, suivis des dynamomètres manuels, puis le MMT, vu la validité relevée dans le chapitre introduction. La force maximale étant visée, les tests excentriques étaient prioritaires.

2.1.4.2 Secondaires

Pour observer l'effet du renforcement musculaire sur la marche, nous avons utilisé deux tests, soit le test de marche de six minutes (6MWT) et le test de marche de dix mètres (10MWT).

Nous avons aussi mesuré l'équilibre lors d'activités fonctionnelles, grâce à la *Berg Balance Scale* (BBS) et au *Timed up and go* (TUG) quantitatif. Le test des cinq levers de chaise (*chair-rise*) a été inclus avec le TUG, dans nos statistiques.

2.2 Stratégie de recherche

2.2.1 Recherche électronique

Nous avons effectué nos recherches sur les moteurs de PUBMED, COCHRANE, CINHALL, WEB OF SCIENCE et EMBASE. Dans la littérature, il est stipulé que MEDLINE (PUBMED) et EMBASE sont complémentaires (Woods & Trewheeller, 1998). Nous pouvons donc observer qu'il est nécessaire de cumuler plusieurs bases de données. Nos recherches ont débuté fin septembre 2013 pour se terminer le 20 janvier 2014 par une seconde recherche sur chacun des sites évoqués, en utilisant la même méthode. Les stratégies complètes sont disponibles dans les annexes (annexe 2), pour chaque moteur de recherche. Les différents filtres utilisés avaient pour but d'augmenter la spécificité des résultats. Pour choisir les meilleurs filtres, nous nous sommes basées sur l'article de Wong, Wilczynski, & Haynes (2006) pour embase et web of science. Pour pubmed et cinal, nous avons utilisés les « clinical queries » introduites par Haynes (Wilczynski, McKibbin, Walter, Garg, & Haynes, 2013).

Voici la recherche basic, utilisée dans chaque base de données citées :

P : stroke OR "cerebrovascular accident" OR "cerebrovascular disease" OR CVA OR hemipleg* OR hemipar*

AND

I: strength* OR power OR force OR "muscle performance" OR "resistance training" OR "task oriented training" OR "task specific training" OR FES OR "functional electrical stimulation"

AND

O: gait OR walk OR locomotion OR ambulation OR 6MWT OR "berg balance scale" OR BBS OR "timed up and go" OR TUG OR "barthel index" OR strength OR 1RM OR isokinetic OR 10MWT

2.2.2 Recherches manuelles

Nous avons régulièrement vérifié les études mentionnées dans les revues, principalement systématiques étudiant approximativement le même thème que le nôtre, ceci pour être sûr de ne pas négliger un article important.

2.3 Récolte des données et analyse

2.3.1 Sélections des études

Après avoir effectué nos recherches électroniques nous avons procédé au tri des articles en trois étapes distinctes. Pour chaque étape, nous avons d'abord effectué le tri individuellement, de manière à garantir la pertinence de notre étude (Edwards et al., 2002), puis nous réalisé une mis en commun afin de comparer les résultats et discuter des éventuels désaccords. Pour le premier tri, nous avons repéré puis supprimé les doublons. Le second tri visait à évaluer le titre et le résumé des articles selon les critères d'inclusions décrits au point 2.1. Selon nos critères d'exclusion, les articles ont été exclus s'ils spécifiaient l'utilisation de médicaments, s'ils concernaient uniquement les membres supérieurs, le tronc ou des thérapies robotisées et s'ils précisaient un type de population non adéquat (par exemple : enfant). Nous avons aussi contrôlé que les études soient de type randomisé contrôlé. Finalement, nous avons procédé à la lecture des articles complets, et avons éliminé les études non conformes que nous n'avions pas pu exclure avant.

2.3.2 Extraction des données

Nous avons rempli une grille d'extraction des données (annexe 2) pour chaque étude sélectionnée, détaillant le type d'étude, la population, les critères d'inclusion et d'exclusion. Nous avons aussi répertorié pour les deux groupes, l'intervention, les outils de mesure choisis, la méthode d'analyse des données, ainsi que les résultats principaux. Pour ce faire, nous avons divisé le travail, et avons chacune relu les documents remplis par l'autre. Les résultats ont ensuite été classés dans un tableau indiquant les différentes interventions et les mesures utilisées afin d'avoir une vue d'ensemble sur les études retenues.

2.3.3 Evaluation du risque de biais

L'évaluation du risque de biais a été réalisée à l'aide de l'échelle disponible sur Review Manager 5.2, qui est la « Cochrane Collaboration's Risk of Bias tool (ROB) », qui évalue séparément le biais de sélection, le biais de performance (aveugle des patients et thérapeutes), le biais de détection (aveugle lors des tests), le biais d'attrition (données incomplètes), le biais de report (report incomplet, résultats), et les autres biais (par ex : soutiens financiers), sans établir de score final. Cette échelle permet une meilleure transparence du risque de biais que celle des évaluations à score unique, car elle permet au lecteur de définir s'il est en accord avec le jugement établi (Higgins et al., 2011). Cette transparence est aussi préférable, aux vu des différences entre deux chercheurs lors de l'évaluation d'une étude qui implique une faible validité des oublis de mesures du risque de biais (Hartling et al., 2012). Chaque chercheuse a évalué une moitié des études, soit les articles pour lesquels elle n'avait pas fait l'extraction des données, cela pour apporter un regard plus critique et une meilleure connaissance de ces documents. Les critères utilisés sont disponibles en annexe (annexe 4).

2.3.4 Analyse et synthèse des données

Afin d'évaluer les effets du renforcement musculaire sur la force, la marche et l'équilibre, nous avons effectué des analyses statistiques en utilisant le programme Review-Manager 5.2. Lorsque les études évaluaient des issues comparables, des Forest Plots ont été réalisés afin de synthétiser les résultats continus. Lorsque les études

randomisées contrôlées utilisaient le même test, nous avons calculé la différence moyenne (MD). Si les outils de mesures étaient différents, nous avons analysé les résultats grâce à la différence moyenne standardisée (SMD). Les données utilisées étaient celles récoltées à la fin du traitement cible. Si seuls les changements de résultats par rapport aux données de base étaient disponibles, nous les avons combinés dans l'analyse avec les résultats de fin de traitement, conformément aux recherches de da Costa et al. (2013).

Vu l'hétérogénéité des interventions nous avons utilisé l'effet randomisé plutôt que l'effet fixe lors de la création des forest plots, proposé sur Review Manager 5.2.

2.3.5 Données manquantes

Lorsque nous avons commencé à extraire les résultats pour les insérer dans Review Manager 5.2, nous avons remarqué que certains auteurs n'avaient pas mis à disposition les résultats de leurs recherches ou que le format utilisé n'était pas évaluable, à cause d'une information manquante ou d'une incompréhension du graphique. Si c'était le cas, nous avons exclu l'étude de la méta-analyse, tout en la conservant dans la revue systématique.

2.3.6 Evaluation de l'hétérogénéité

L'hétérogénéité est aussi calculée automatiquement par *Review Manager 5.2*. L'interprétation peut ensuite être faite ainsi (The Cochrane Collaboration, 2011) :

- 0-40% : hétérogénéité peu ou pas importante
- 30-60% : hétérogénéité modérée
- 50-90% : hétérogénéité substantielle
- 75-100% : hétérogénéité considérable

Lorsque celle-ci s'est révélée trop importante, nous avons recherché la cause principale, en analysant l'étude participant majoritairement à l'élévation de l'hétérogénéité. Ceci est présenté dans la discussion.

2.3.7 Biais de report

Nous utiliserons les funnel-plots pour établir les biais de publications, ceux-ci seront alors discutés si une grande asymétrie apparaît. Il est possible qu'un tel biais soit présent dans cette étude, vu que les revues non publiées n'y ont pas été incluses et cela peut avoir un effet sur les résultats de l'analyse, en faveur de l'intervention (Hopewell, McDonald, Clarke, & Egger, 2007).

3 Résultats

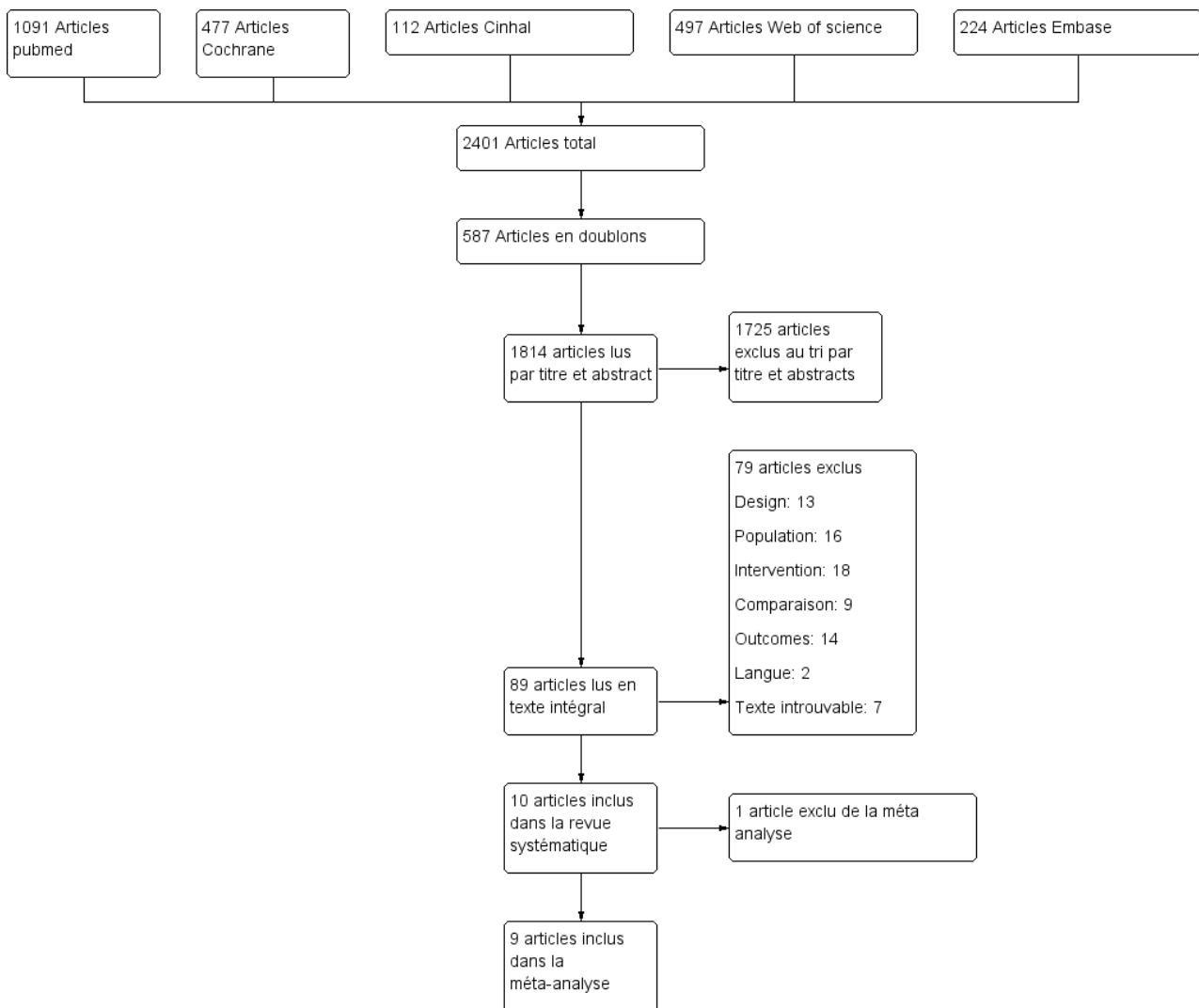
3.1 Descriptions des études

3.1.1 Résultats de la recherche

Nous avons sélectionné un total de 2401 articles suite à nos recherches électroniques en octobre 2013. Après l'élimination des doublons (587), nous avons entrepris la lecture par titre et résumé de 1814 textes. Deux ceux-ci, 1725 ont été exclus grâce aux critères de sélection prés-établis. Les 89 articles restants ont été lus en intégralité, seuls dix en furent retenus. De ceux-ci, neuf furent utilisés dans les analyses statistiques, en effet, l'étude d'Akbari & Karimi (2006) ne rapportait pas les résultats de manière détaillée. Le diagramme de flux décrit en détail cette sélection.

Nous avons effectué une seconde recherche en février 2014 apportant 95 nouveaux articles. Comme pour la première recherche, tous les nouveaux articles ont été lus par titre et résumé. Après la lecture d'un seul article en texte intégral, qui ne répondait pas à notre question de recherche, nous n'avons pas retenu d'étude supplémentaire.

Tableau 1 – Diagramme de flux



3.1.2 Etudes exclues

Sur les 89 articles retenus à la fin du second tri, 79 ont été exclus pour les raisons suivantes. Treize études n'ont pas été retenues car leur design ou leur type ne convenait pas. Elles étaient par exemple des revues descriptives, systématiques pilotes ou de cas, avec un groupe unique et/ou non randomisée ou finalement de simples protocoles. La population était non adéquate dans seize cas, avec par exemple des patients en phase aiguë ou post-aiguë lors de l'intervention et des sujets sains ou atteints d'une hémiparésie suite à une pathologie autre que l'AVC. L'intervention en radicaux 18, les études incluant du renforcement musculaire dans un programme de fitness complet ou de lutte contre le risque de chute n'ont pas été retenues. En effet l'efficacité de l'entraînement musculaire ne pouvait pas être différenciée de celle de l'équilibre ou des autres types d'exercices effectués.

De plus, nous avons uniquement admis les études dont le groupe contrôle comprenait un traitement standard. Les neuf études, dans lesquelles il était inexistant, ou ne comprenait pas de traitement, ou uniquement des thérapies du membre supérieur, ont été évincées. Une étude qui avait pour but principal de tester les symptômes de dépression chez les sujets post-AVC fut exclue car les outils de mesures cités dans nos critères d'inclusion étaient absents, le même phénomène se répéta quatorze fois. Deux études n'ont pas été retenues car les articles n'étaient disponibles qu'en Chinois et Suédois. Et finalement, sept textes restèrent introuvables, car non-publiés.

3.1.3 Etudes incluses

Les dix études qui possédaient les critères d'inclusion ont été sélectionnées pour la revue systématique. Les caractéristiques de chaque étude sont décrites dans le tableau récapitulatif des études incluses. Après nos tris, seuls des études contenant du renforcement par résistance progressive, par tâche spécifique (lever de chaise), par entraînement aérobie intensif de pédalage et par électrostimulation fonctionnelle furent retenues, car uniquement celles-ci répondaient à tous nos critères de sélection. Cependant il y a une grande disparité du temps et de l'intensité d'entraînement dans ces articles : La durée de l'intervention est de deux à douze semaines, avec des entraînements entre deux (Flansbjer et al., 2008) et cinq fois par semaine (Byun, Jung, Kim, & Lee, 2011). La comparaison se faisait avec des traitements ne comprenant pas de renforcement musculaire du membre inférieur.

Tous ces articles sont de type randomisé contrôlé. La moyenne d'âge des 355 patients se trouve entre 48.8 et 67.2 ans et le temps post-AVC moyen répertorié dans les études se situe entre 9.4 et 65 mois. Toutes les études incluent des patients se situant dans une période subaiguë ou chronique post-AVC.

Tableau 2 - Récapitulatif des études incluses

Type	Etude	Population						Intervention				Comparaison	Outcomes		
		N		Âge (SD)		Temps Post AVC (SD)		Description	Durée	Fréquence Intensité				Intensité	
		I	C	I	C	I	C								
PRT	Akbari et al. (2006)	17	17	49.3 (7.1)	48.8 (3)	34.5 (26.37) mois	35.3 (27.5) mois	Renforcement musculaire concentrique isotonique (Flex-Ext-Abd H ; Flex-Ext G ; ED-FP Exercices fonctionnels, équilibre et	4 semaines 12 séances	3x/sem 3h		70% 1RM	Mêmes exercices sauf renforcement musculaire	Force isométrique (dynamomètre) flex+ext+abd H, flex+ext G, ED + FP	
	Byun et al. (2011)	15	15	59.1 (10.2)	58.7 (13.8)	9.4 (3.7) mois	9.9 (5.4) mois	Renf. sur « sliding rehabilitation machine » + Bobath	2 semaines 10 séances	5x/sem 30 min		?	Entraînement conventionnel basé sur le concept Bobath	6MWT, TUGT, BBS, MMT (G)	
	Flansbjer et al. (2008)	15	9	61 (5)	60 (5)	18.9 (7.9) mois	20 (11.6) mois	Renf. sur Leg Extension/Curl Rehab machine Etirement passif des extenseur + flechisseurs G	10 sem. 20 séances	2x/sem 90 min (PRT 6min)		5 rep.25% 1RM 2x6-8rép. 80% 1RM	ADL et entraînement autre que PRT	Force dynamique flex + ext G , force isocinétique flex + ext G, TUG, 6MWT, 10MWT	
	Flansbjer et al. (2012)	11	7	Etude de suivi 4 ans après. Pour les données de base, cf. Flansbjer et al. (2008).											Force dynamique flex + ext G, force isocinétique flex + ext G, TUG, 6MWT, 10MWT
	Lee et al. (2008)	24	24	Gr1 : 60.5 (10.6)	Gr3 : 67.2 (10.6)	Gr1 : 63.2 (40.5)	Gr3 : 52.4 (2.2)	Gr1 : Renf. sur machine à resistance pneumatique: ext H + G unilatérale; abd-ext-flex G; FP; ED + Vélo actif	10-12 30 séances	3x/sem min	60	PRT 50% - 80% 1RM Vélo actif : 50% Vo2max	Gr3 : Exercices bilatéraux sans résistance + vélo actif	6MWT, 10MWT	
Lee et al. (2010)	Gr2 : 62.9 (9.3)			Gr4 : 65.3 (6)	Gr2 : 44.2 (63.9)	Gr4 : 65.8 (42.3)	Gr2 : idem que Gr1 mais vélo passif (motorisé)	Gr4 : Idem que Gr3, mais vélo passif					Force dynamique FP + FD + flex G + ext G + ext H, isométrique		

					mois	mois							abd H
	Ouellette et al. (2004)	21	21	65.8 (2.5)	66.1 (2.1)	31.8 (3.3) mois	25.6 (4) mois	Leg Press bilatérale et Ext G + DF + PF unilatérale	12 sem. 36 séances	3x/sem.	3sets de 8-10x 70% 1RM	ROM Bilatérale et upper body exercices	1RM, 6MWT, levé d'une chaise, 10MWT
TST	Tung et al. (2010)	16	16	51 (12.1)	52.7 (14.1)	26.9 (16) mois	12.8 (12.3) mois	Assis-debout + Physio générale (équilibre, marche, renforcement MI)	4 sem 12 séances	3x/sem 15min Renf + 30 min physio générale		physio générale (équilibre, marche, renforcement MI)	BBS, Force isométrique ext H + G + FP (dynamomètre)
Aerobic	Jin et al. (2012)	68	65	57 (6)	56 (7)	18 (5.2) mois	17.9 (4.8) mois	Aerobic cycling exercise training avec poids supplémentaire du côté parétique Stretching et équilibre	8 sem 40 séances	5x/sem 40 min	3% max du poids corporel (côté hémi) 50-70% HRR	Marche à basse intensité Stretching et équilibre	6MWT, force excentrique ext G, BBS
FES	Janssen et al. (2008)	6	6	54.2 (10.7)	55.3 (10.4)	12.3 (5.4) mois	18.3 (9.9) mois	ES-LCE	6 sem. 12 séances	2x/sem 25-30min		LCE	Force isométrique ext G, 6MWT, BBS

PRT : progressive resistance training
 TST : Task-specific training
 FES : Fonctional electrical stimulation
 N : Nombre
 I : Intervention
 C : Contrôle
 SD : Standard deviation
 Flex : Flexion
 Ext : Extention
 Abd : Abduction
 ED : Extention dorsale de cheville
 FP : Flexion plantaire de cheville
 G : Genou
 H : Hanche
 VO2max : volume maximal en oxygène

LCE : Leg Cycling Exercice
 ES : Electric Stimulation
 Sem. : Semaine
 Min. : Minutes
 MI : Membre inférieur
 1RM : Répétition maximale
 ROM : Range of motion (= amplitude)
 ADL : All day life
 Rep. : Répétitions
 HRR : Heart Rate Reserve
 BBS : Berg balance scale
 6MWT: Six minutes walk test
 10MWT: Ten meter walk test
 MMT: Manual muscle test
 Gr1/2/3/4: Groupe 1/2/3/4

3.1.3.1 Intervention

Dans les études du groupe entraînement par résistance progressive citées ci-dessus, un temps d'adaptation est laissé au patient. Il commence avec une charge adaptée et basse qui augmente progressivement jusqu'au pourcentage défini. Dans l'étude de Lee et al. (2008), une augmentation de charge est exercée à chaque entraînement, afin d'obtenir un gain de force d'approximativement trois pourcents par session de trente minutes de renforcement. Nous pouvons observer que dans les études d'Akbari & Karimi (2006), Flansbjer et al. (2008) et Ouellette et al. (2004), le nombre de répétitions et l'intensité sont comparables aux normes proposées pour le renforcement des sujets sains faisant référence à Cramp et al. (2006). D'autres études ont une base temporelle se comptant en minutes (Byun et al., 2011, Lee, Kilbreath, Singh, Zeman, & Davis, 2010).

L'intervention par tâche spécifique est représentée par l'étude de Tung, Yang, Lee, & Wang (2010). Elle se compose d'exercices de levers de chaise, sur différents sols et hauteurs. L'exercice est progressif, les patients commencent par une tâche simple pour aller vers la difficulté. La progression se fait selon la capacité du sujet à réaliser la tâche en un temps donné, calculée sur la base du temps effectué par des sujets sains âgés.

Dans l'étude de Jin (2012) où l'exercice se réalise sur vélo en aérobie, les modalités de l'entraînement sont légèrement différentes des autres. La mesure de la fréquence cardiaque de réserve (HRR) est utilisée pour définir la fréquence cardiaque d'entraînement, selon la formule de Karvonen. L'intensité aérobie visée étant de 50 à 70% de la HRR, le patient débute entre 40 et 50% et augmente progressivement de cinq pourcents chaque deux semaines (Ivey et al., 2008). Ici la progression se fait par l'augmentation en temps de cinq minutes toute les deux semaines, si supportée. Dans cette étude, une charge de trois pourcents du poids du corps était aussi ajoutée à la jambe parétique, mais cela ne devait pas empêcher au patient de compléter l'exercice.

L'étude de Janssen et al. (2008) traite de l'électrostimulation fonctionnelle dans une activité cyclique. Durant le pédalage, le but est d'effectuer aux moins trois fois cinq à dix minutes d'exercice contre résistance, et d'atteindre la cadence fixée pour chaque patient, sur une durée totale de renforcement de 25 à 30 minutes. Le patient débute l'entraînement selon l'intensité initiale prédéfinie avant l'intervention puis la résistance

est augmentée chaque deux minute. Lors de ce test, la fréquence cardiaque maximum (HRpeak) est mesurée afin d'estimer l'intensité d'exercice maximale à l'entraînement.

3.1.3.2 Outils de mesures

Une grande hétérogénéité est présente dans les outils de mesures, par exemple le type de force mesurée varie entre l'isométrique (Akbari & Karimi, 2006; Janssen et al., 2008; Tung et al., 2010a) et le dynamique concentrique ou excentrique (Flansbjer et al., 2008; Jin et al., 2012; Lee et al., 2010). Les outils utilisés sont aussi variables et sont soit des dynamomètres manuels (Akbari & Karimi, 2006; Tung et al., 2010), isocinétique (Flansbjer et al., 2008; Jin et al., 2012), soit du matériel de renforcement (Lee et al., 2010), soit des tests musculaires manuels (Byun et al., 2011) ou encore d'autres appareils conçus pour mesurer la force maximale (Janssen et al., 2008; Ouellette et al., 2004). Quand nous observons l'unité de mesure, elle est parfois inscrite en kilogrammes, en newton ou newton par mètre ou sur une échelle pour le test musculaire manuel (MMT).

3.2 Risques de biais dans les études sélectionnées

Le tableau ci-dessous représente les risques de biais de chaque étude. Les points verts signifient que le risque est bas, les rouges que le risque est élevé et les jaunes que le risque de biais n'a pas pu être évalué à cause d'un manque d'informations.

Figure 1: Risques de biais

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias): Force	Blinding of outcome assessment (detection bias): autres outcomes	Incomplete outcome data (attrition bias): Force	Incomplete outcome data (attrition bias): Autres outcomes	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Akbari 2006	?	?	-	+	?	?	?	?	-
Byun 2011	+	?	-	-	-	+	+	+	-
Flansbjerg 2008	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Flansbjerg 2012	+	-	-	-	-	-	-	+	+
Janssen 2008	?	?	-	?	+	+	+	+	+
Jin 2012	+	?	-	?	?	?	+	+	+
Lee 2008	+	+	-	-	-	+	+	+	+
Lee 2010	+	+	-	-	-	+	+	+	+
Ouellette 2004	?	?	-	?	+	?	?	+	+
Tung 2010	+	+	-	+	+	+	+	+	?

3.2.1 Allocation

Toutes les études sélectionnées spécifient que leurs groupes ont été créés au hasard (de manière randomisée), mais nous manquons d'informations dans les études d'Akbari & Karimi (2006), de Janssen et al. (2008) ainsi que celle de Ouellette et al. (2004), car la méthode utilisée à cet effet n'est pas mentionnée.

Dans les autres rapports, les chercheurs ont parfois utilisés des dés, en divisant les patients entre le groupe A si le résultat était paire et le groupe B s'il était impaire (Byun et al., 2011). Néanmoins il est possible que le chercheur ait eu une influence, car nous ignorons s'il avait accès aux noms. Le même phénomène se reproduit dans l'étude de Jin et al. (2012) où il est écrit que les patients sont tirés aux sorts, mais la manière exacte n'est pas spécifiée. Flansbjerg et al. (2008). Les auteurs utilisent des enveloppes non scellées pour l'allocation des patients aux groupes, ceci se reporte sur l'étude de suivi (Flansbjerg, Lexell, & Brogårdh, 2012).

Dans les études de Tung et al. (2010) et Lee et al. (2008; 2010), aucun biais n'apparaît lors de l'allocation car les chercheurs utilisent respectivement des enveloppes scellées et des cartes codées sélectionnées par le patient et préparées par un chercheur n'étant pas impliqué dans cette recherche.

3.2.2 Aveugle

Aucune étude ne présente de double aveugles.

Lors des tests effectués, nous pouvons observer sur le tableau récapitulatif, qu'il y a une grande disparité dans les études. Les tests étaient menés par des chercheurs en aveugle tout au long de l'étude (Akbari & Karimi, 2006; Flansbjerg et al., 2008 ; Janssen et al., 2008 ; Ouellette et al., 2004), ou uniquement lors des tests préliminaires (Lee et al., 2008, 2010); Flansbjerg et al., 2012). De plus, certains ont utilisé différents thérapeutes lors des tests pour garantir leur non-connaissance de la répartition (Tung et al., 2010). Dans les autres rapports, rien n'a été spécifié (Byun et al., 2011) ; (Jin et al., 2012).

3.2.3 Données incomplètes

Un seul rapport, celui de Flansbjerg (2012) qui est une étude de suivi, présente ce biais, car beaucoup de sujets ont quitté l'étude au cours des quatre ans.

3.2.4 Report sélectif

Aucun biais de report n'a pu être observé dans les études sélectionnées. De plus, nous avons pu remarquer, malgré le faible nombre d'études par issue (outcomes) que les funnel-plots (Annexe 5) étaient plutôt symétriques.

3.2.5 Autres sources de biais

D'autres risques de biais ont été soulevés, comme des résultats non inclus dans l'article ou des biais de financement.

3.3 Effets de l'intervention

Lorsque les études comparaient un même outil de mesure, nous avons réalisé des analyses statistiques. Nous avons décrit narrativement les résultats n'ayant pas pu être inclus dans ces analyses.

3.3.1 Force

L'effet du renforcement musculaire sur la force des membres inférieurs a été examiné en comparant sept études dont nous présentons les résultats ci-dessous.

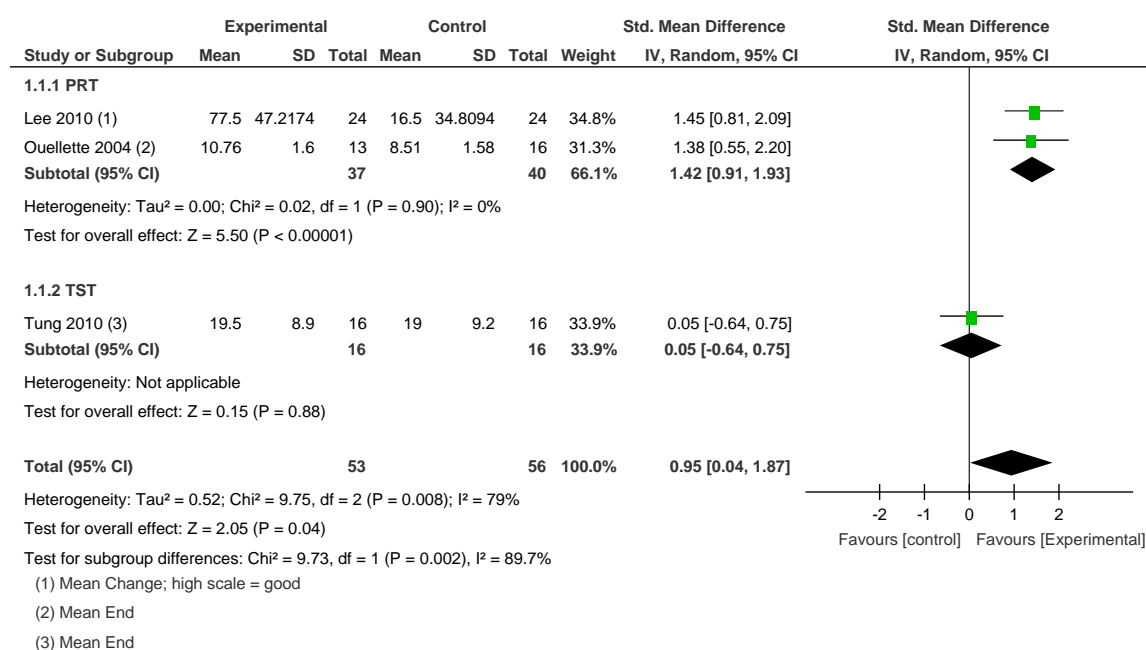
3.3.1.1 Flexion plantaire de cheville

Les résultats de trois études (Lee et al., 2010; Ouellette et al., 2004; Tung et al., 2010) ont été comparés pour examiner l'effet du renforcement musculaire sur la force de la flexion plantaire (Tableau 3). L'analyse comprend au total 109 patients et montre une amélioration statistiquement significative ($P=0.04$) en faveur du groupe intervention. L'intervalle de confiance de 95 % est compris entre 0.04 et 1.87. Cependant une haute hétérogénéité est observée ($I^2=79\%$). La différence moyenne standardisée est de 0.95, en faveur du groupe intervention.

L'entraînement par résistance progressive rapporte des résultats significatifs ($P<0.0001$) en faveur du groupe intervention (CI 95% = 0.91, 1.93), ce qui est aussi relaté dans l'étude d'Akbari & Karimi, (2006). On observe dans ce sous-groupe une hétérogénéité nulle.

L'entraînement par tâche spécifique ne montre pas d'amélioration quelconque (CI 95% = -0.64, 0.75 et P=0.88).

Tableau 3 - Force flexion plantaire - Intervention vs contrôle

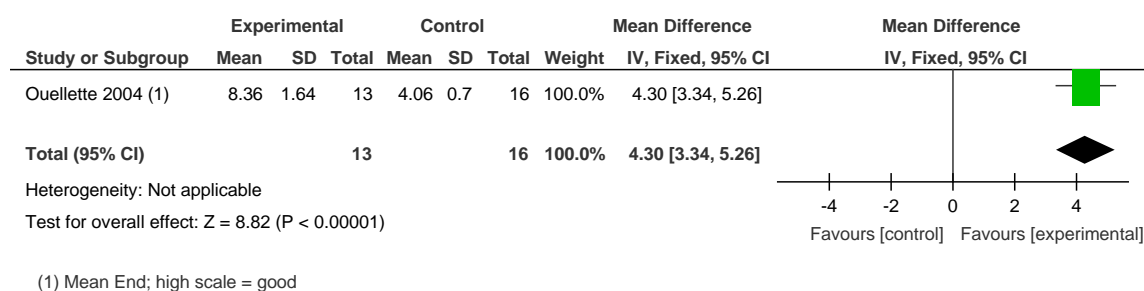


PRT , progressive resistance training ; TST, Task spesific training

3.3.1.2 Flexion dorsale de cheville

Seule une étude (Ouellette et al., 2004) a été prise en compte dans cette analyse (Tableau 4). Elle traite de l'entraînement par résistance progressive. Le nombre total de patients se chiffre à 29. Il y a une amélioration statistique significative (P<0.00001) du groupe intervention prenant part à du renforcement musculaire. L'intervalle de confiance de 95% se trouve entre 3.34 et 5.26. La différence moyenne de 4.30 indique des effets positifs en faveur du groupe expérimental. Le même type de résultat est observé dans l'étude d'Akbari & Karimi, (2006).

Tableau 4 - Force flexion dorsale – Entraînement par résistance progressive vs contrôle



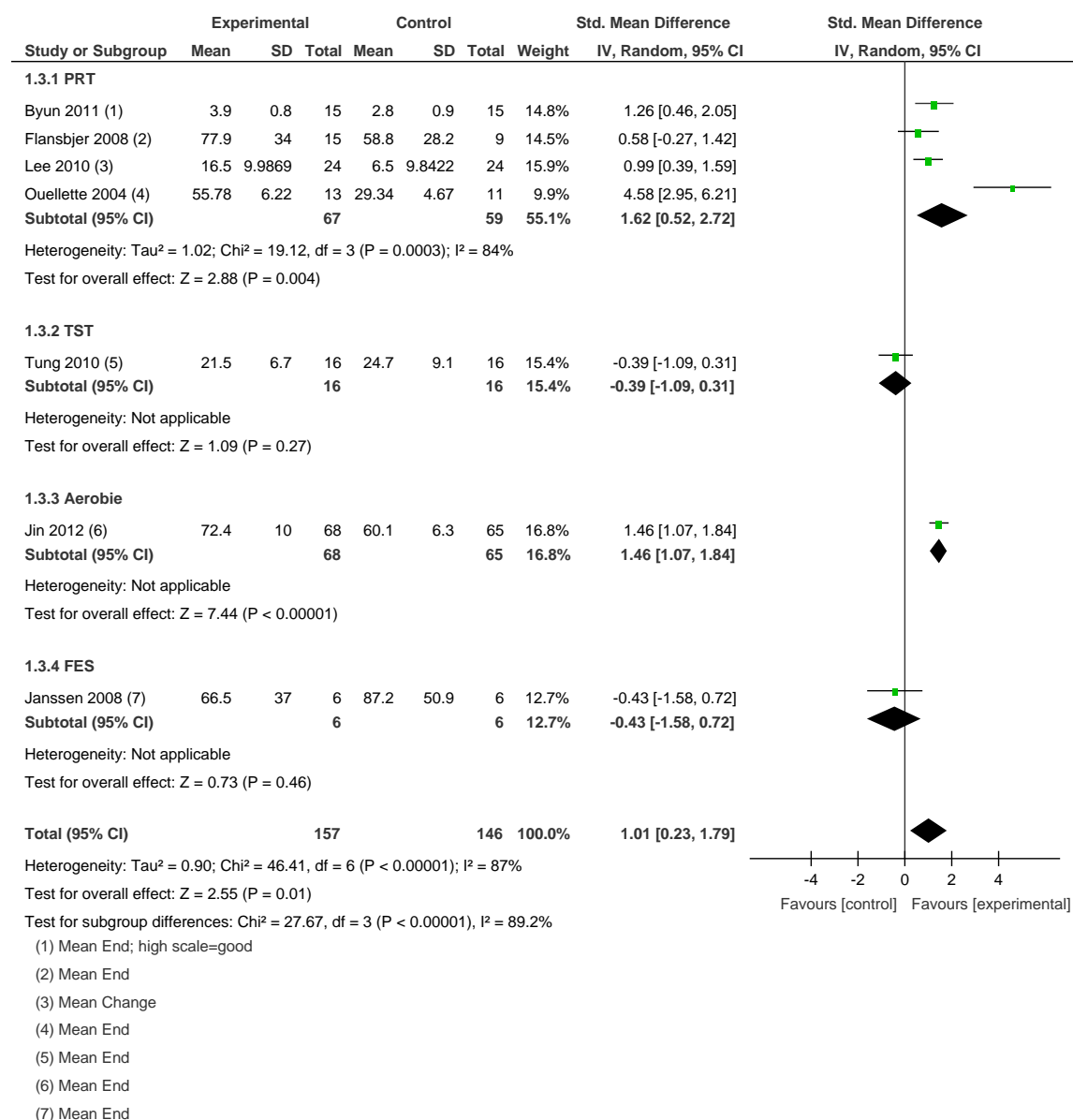
3.3.1.3 Extension de genou

Afin d'analyser les effets du renforcement musculaire sur la force des extenseurs du genou, nous avons évalué sept études, soit celles de Byun et al. (2011), Flansbjerg et al. (2008), Lee et al. (2010), Ouellette et al. (2004), Tung et al. (2010), Jin et al. (2012) et Janssen et al. (2008) (Tableau 5). Au total 303 sujets sont inclus dans l'analyse. Une amélioration statistiquement significative ($P=0.01$) est observée en faveur du groupe expérimental, chose qui se retrouve aussi chez Akbari & Karimi (2006). L'intervalle de confiance de 95% se situe entre 0.23 et 1.79. La valeur I^2 est de 87% ce qui démontre une haute hétérogénéité. La différence moyenne standardisée est de 1.01 en faveur du groupe intervention.

Dans le sous-groupe PRT on observe une amélioration statistiquement significative ($P=0.004$) en faveur du groupe intervention (95% CI= 0.52, 2.72). Le même phénomène est présent dans le sous-groupe aérobie de manière plus prononcée ($P<0.0001$ et 95%CI= 1.07, 2.72).

Dans les sous-groupes TST et FES, l'amélioration est légèrement en faveur du groupe contrôle, avec un intervalle de confiance à 95%, respectivement, entre -1.09 et 0.31, et entre -1.58 et 0.72.

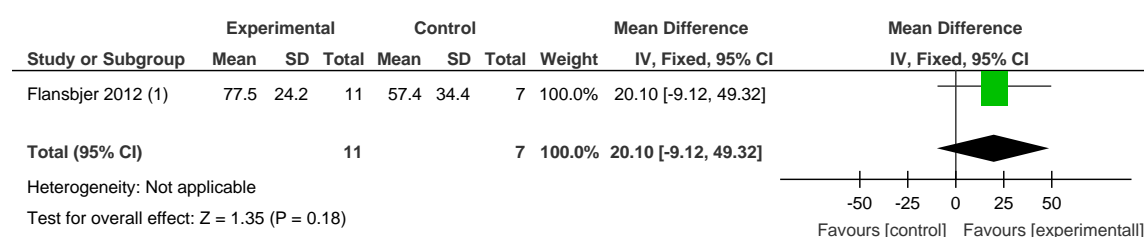
Tableau 5 - Force extension de genou - Intervention vs contrôle



PRT, Progressive Resistance Training ; TST, Task Specific Training ; FES, Functional Electrical Stimulation

Après 2008, l'étude de Flansbjerg et al. (2012) (Tableau 6) a établi des tests de force chez les patients ayant pris part à l'étude quatre ans plus tôt. Les résultats de 18 patients sont ici analysés : Une amélioration non significative ($P=0.18$) est observée en faveur du groupe expérimental. L'intervalle de confiance de 95% se situe entre -9.12 et 49.32. La différence moyenne est de 20.10 en faveur du groupe intervention.

Tableau 6 – Force extension genou- Suivi 4 ans après -Entraînement par résistance progressive vs contrôle



(1) Mean End; high scale = good

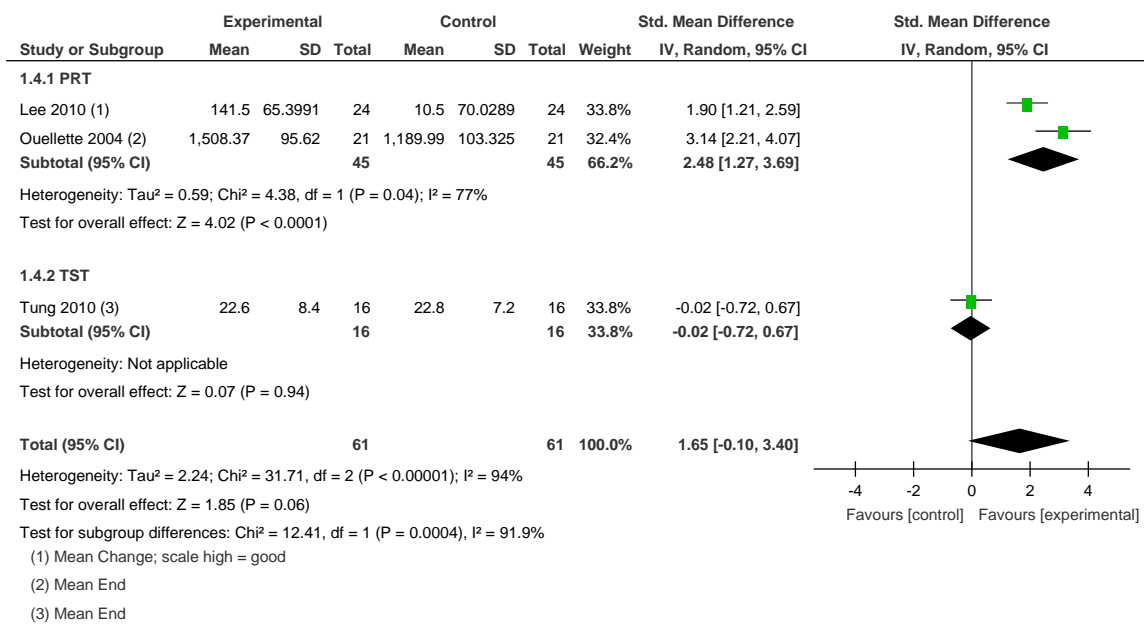
L'étude de Flansbjer et al. (2012) reprend aussi le suivi ayant eut lieu cinq mois après l'intervention, le forest plot se trouve en annexe (annexe 6), elle décrit une amélioration non significative ($p=0.33$) en faveur du groupe expérimental.

3.3.1.4 Extension de hanche

Trois études, Lee et al. (2010); Ouellette et al. (2004) et Tung et al. (2010), incluant un total de 122 patients ont été analysées. Une amélioration statistiquement non significative ($P=0.06$) est observée en faveur du groupe expérimental. L'intervalle de confiance de 95% se situe entre -0.10 et 3.40. La valeur I^2 est de 94% ce qui démontre une hétérogénéité considérable. La différence moyenne standardisée est de 1.65 en faveur du groupe intervention. Cependant, les interventions de type PRT montrent une amélioration significative ($P=0.04$), les résultats d'Akbari & Karimi, (2006) peuvent s'y ajouter car ils décrivent le même phénomène.

Le sous-groupe PRT démontre une amélioration significative ($P<0.0001$) en faveur du groupe intervention (95% CI entre 1.27 et 3.69). Alors que le sous-groupe TST n'indique aucune amélioration ni pour le groupe intervention, ni pour le groupe contrôle (95% CI = -0.72, 0.67).

Tableau 7- Force extension hanche - Intervention vs contrôle



PRT, Progressive Resistance Training ; TST, Task Specific Training

3.3.2 Marche

L'effet du renforcement musculaire sur la marche a été examiné en comparant six études à l'aide de deux outils de mesures, le Six Minutes Walking Test et la marche de courte distance. Une septième étude (Flansbjerg et al., 2012), a été analysée afin de percevoir d'éventuels effets à long terme, soit quatre ans après l'intervention.

3.3.2.1 Six Minutes walking test

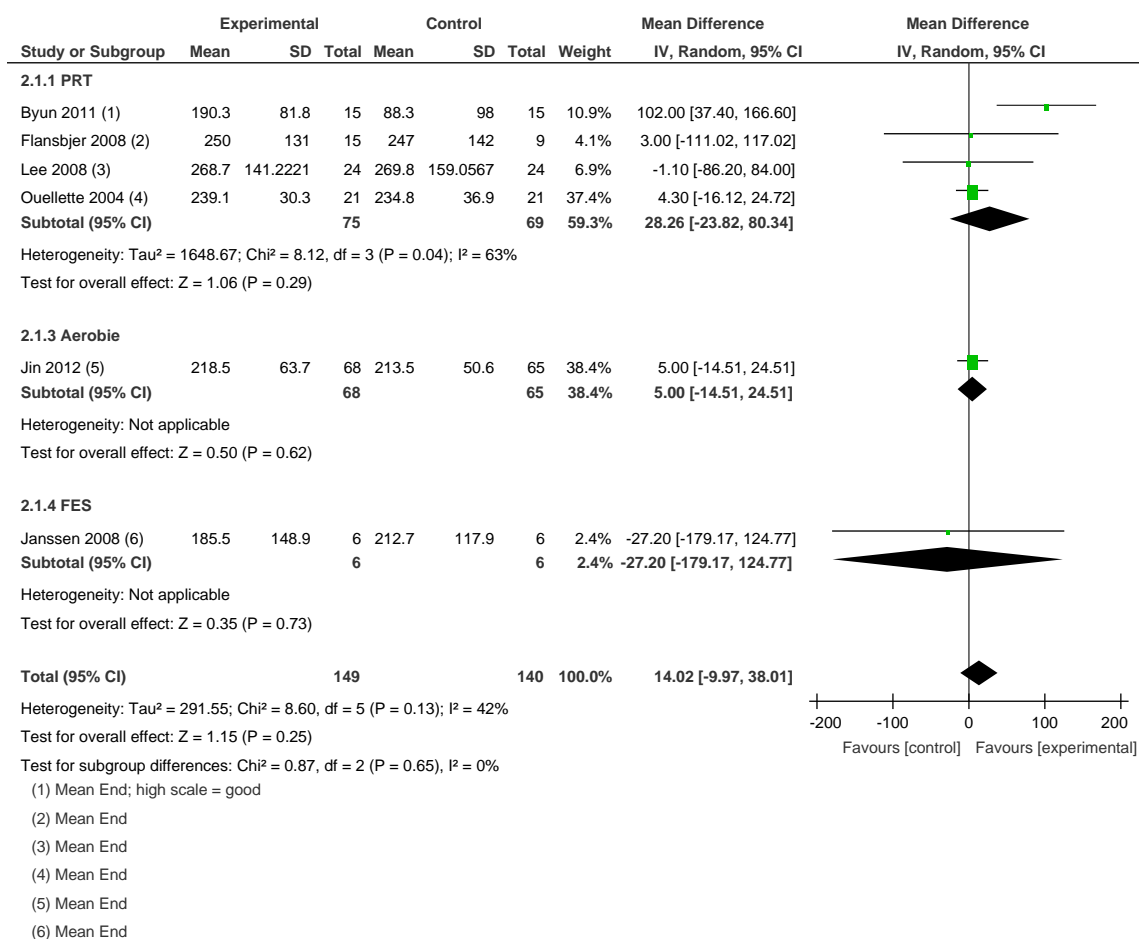
L'effet du renforcement musculaire par résistance progressive (Byun et al., 2011; Flansbjerg et al., 2008; Lee et al., 2008; Ouellette et al., 2004), de l'entraînement aérobic intensif sur vélo (Jin et al., 2012) et de la FES (Janssen et al., 2008) sur le test de six minutes à été analysé dans le tableau 8. L'analyse comprend un total de 289 participants. Il y a une amélioration statistiquement non significative pour les groupes intervention ($MD=14.02$, $P=0.25$). L'intervalle de confiance de 95% est compris entre - 9.97 et 38.01). L'hétérogénéité est modérée ($I^2= 42\%$) et la différence moyenne est de 14.02 mètres.

Dans les sous-groupes PRT et aérobic, on observe une amélioration non significative ($P=0.04$) en faveur du groupe intervention, avec un intervalle de confiance

respectivement entre -23.82 et 80.34 et entre -14.51 et 24.51. L'hétérogénéité est de 63 % dans ce groupe.

Dans le sous-groupe FES, l'amélioration non significative (P=0.73) est en faveur du groupe contrôle (95% CI = -179.17, 124.77).

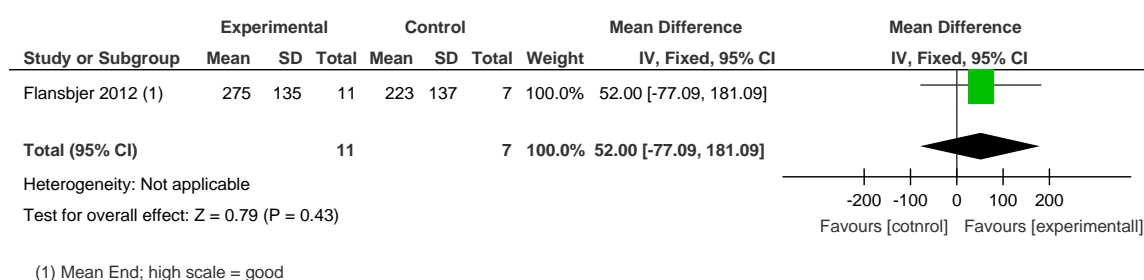
Tableau 8 - 6MWT - Intervention vs contrôle



PRT, Progressive Resistance Training ; FES, Functional Electric Stimulation

Lors des suivis à cinq mois (Annexe 6) et quatre ans (Tableau 9), Flansbjer et al. (2012) inscrit une amélioration non significative (respectivement P=0.46 et P=0.43), lors de son analyse sur 18 patients.

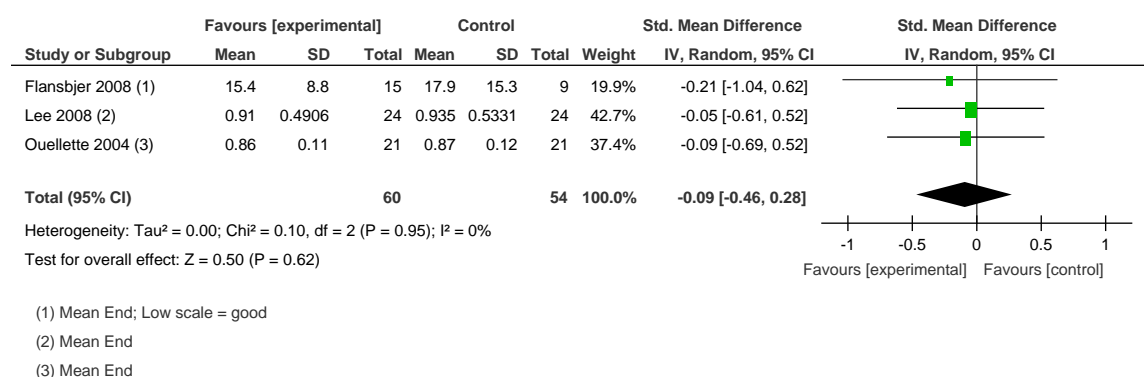
Tableau 9 – 6MWT – Suivi 4 ans après – Entraînement par résistance progressive vs contrôle



3.3.2.2 Courte distance

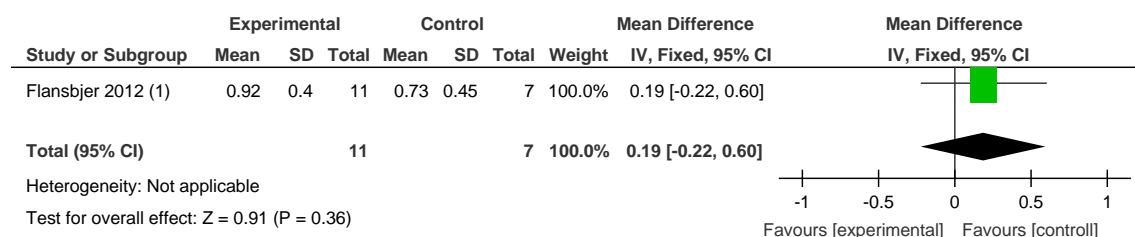
L'analyse du 10MWT (Tableau 10) comporte trois études (Flansbjerg et al., 2012; Lee et al., 2008; Ouellette et al., 2004) et compte 114 sujets, ayant tous eut un entraînement par résistance progressive. Il y a une amélioration statistique non significative (P=0.62) de la marche sur courte distance pour le groupe intervention. L'intervalle de confiance de 95% est compris entre -0.46 et 0.28. La valeur I_2 est de 0% ce qui montre une hétérogénéité peu importante. La différence moyenne standardisée est de -0.09 en faveur du groupe intervention.

Tableau 10 – 10MWT – Entraînement par résistance progressive vs contrôle



L'analyse du renforcement musculaire sur le 10MWT à long terme compte 18 sujets. Après cinq mois (Annexe 6), nous constatons une amélioration non significative (P=0.61) en faveur du groupe intervention, et pour le suivi à quatre ans (Tableau 11), une légère amélioration (P=0.36) est constatée. L'intervalle de confiance de 95% est compris entre -0.22 et 0.60 et la différence moyenne est de 0.19 en faveur du groupe intervention.

Tableau 11 - 10MWT- Suivi 4 ans après- Entraînement par résistance progressive vs contrôle



(1) Mean End; Low scale = good

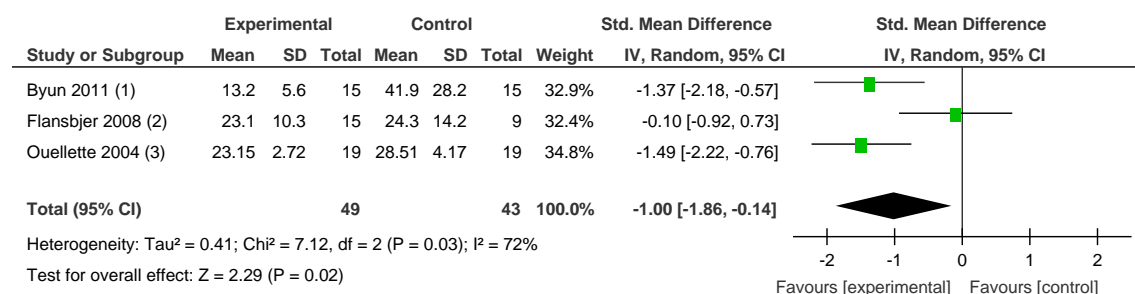
3.3.3 Equilibre

L'effet du renforcement musculaire sur l'équilibre a été analysé en comparant six études à l'aide des tests *Timed up and go* ou *Stand up* et *Berg Balance Scale*. Les résultats de Flansbjer et al., (2012), ont aussi été analysés afin de voir les résultats quatre ans post-intervention.

3.3.3.1 Timed up and go/stand up

Trois études (Byun et al., 2011; Flansbjer et al., 2008; Ouellette et al., 2004) ont été analysées, avec un total de 92 participants, pour le *Timed up and go* (Tableau 12). Il y a une amélioration statistiquement significative du groupe intervention (P=0.02). L'intervalle de confiance de 95% est compris entre -1.86 et -0.14. L'hétérogénéité semble substantielle ($I^2=72\%$). La différence moyenne standardisée est de -1.00 en faveur du groupe intervention.

Tableau 12 - Equilibre levé et marche – Entraînement par résistance progressive vs contrôle



(1) Mean End; low scale = good

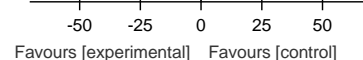
(2) Mean End

(3) Mean End

L'analyse à long terme du renforcement musculaire sur le TUG (Tableau 13 et annexe 6) comprend 18 sujets. Il y a une amélioration statistique non significative ($P=0.38$ à cinq mois et $P=0.41$ à quatre ans) en faveur du groupe intervention. L'intervalle de confiance de 95% est compris entre -23.41 et 9.01 à cinq mois et -24.15 et 9.75 à quatre ans. La différence moyenne est de -7.20 en faveur du groupe intervention dans les deux cas.

Tableau 13– Equilibre levé et marche– Suivi 4 ans après – Entraînement par résistance progressive vs contrôle

Study or Subgroup	Favours [control]			Control			Weight	Mean Difference		Mean Difference	
	Mean	SD	Total	Mean	SD	Total		IV, Fixed, 95% CI		IV, Fixed, 95% CI	
Flansbjerg 2012 (1)	20.5	8.7	11	27.7	21.8	7	100.0%	-7.20 [-24.15, 9.75]			
Total (95% CI)			11			7	100.0%	-7.20 [-24.15, 9.75]			
Heterogeneity: Not applicable											
Test for overall effect: Z = 0.83 (P = 0.41)											



(1) Low scale = good

3.3.3.2 Berg Balance scale

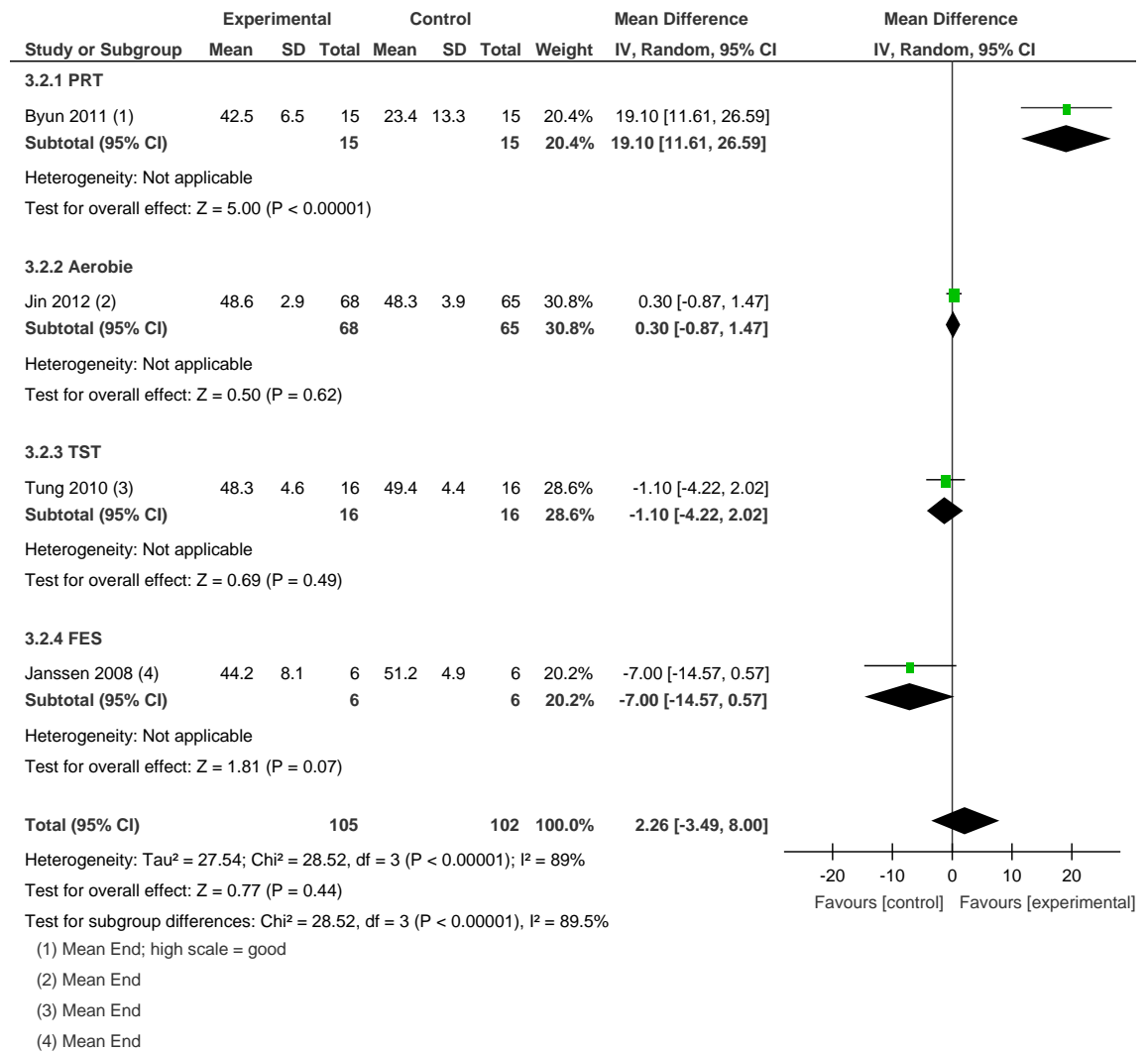
Quatre études (Byun et al., 2011 ; Janssen et al., 2008 ; Jin et al., 2012 ; Tung et al., 2010) ont pu être comparées afin d'analyser les effets du renforcement musculaire sur la *Berg Balance Scale* (Tableau 14). Un total de 207 patients est inclus dans l'analyse. Il y a une amélioration statistique non significative ($P=0.44$) en faveur du groupe intervention. L'intervalle de confiance de 95% se situe entre -3.49 et 8.00. L'hétérogénéité est élevée ($I^2 = 89\%$). La différence moyenne est de 2.26.

Le sous-groupe PRT qui ne contient que l'étude de Byun et al. (2011) est le seul à montrer une amélioration significative ($P<0.00001$) en faveur du groupe expérimental (95% CI = 11.61, 26.59).

L'étude de Jin et al. (2012) (aérobie) et celle de Tung et al. (2010) (TST) ne montrent pas d'améliorations importantes en faveur de l'un des groupes (respectivement 95% CI = -0.87, 1.47 et -4.22, 2.02).

Le sous-groupe FES (Janssen et al., 2008), relève une forte amélioration ($P=0.07$) en faveur du groupe contrôle (95% CI = -14.57, 0.57).

Tableau 14 - Berg balance scale - Intervention vs contrôle



PRT, Progressive Resistance Training ; TST, Task Specific Training; FES, Fonctional Electrical Stimulation

4 Discussion

4.1 Résultats principaux

Dans cette méta-analyse, nous avons étudié les effets du renforcement musculaire sur la force, la marche et l'équilibre chez les patients ayant survécu à un accident vasculaire cérébral et se trouvant dans le stade chronique.

Suite aux recherches menées, nous avons rassemblé dix études portant sur ce thème et répondant à nos critères, dont neuf ont pu être analysées de manière statistique.

Les résultats principaux montrent globalement une augmentation de la force du membre inférieur, suite au renforcement musculaire de ce dernier. Cette augmentation est statistiquement significative en faveur du groupe intervention pour la force des fléchisseurs plantaires (SMD=0.95; P=0.04), des extenseurs dorsaux (P<0.00001) de la cheville et des extenseurs du genou (SMD=1.01; P=0.01). Elle est non-significative mais positive pour l'extension de hanche (SMD=1.65; P=0.06). Quatre ans après l'intervention, l'amélioration de la force de l'extension du genou est non-significative (P=0.18), mais cela ne comprend que l'étude de (Flansbjerg, Lexell, & Brogårdh, 2012).

La marche est améliorée de manière non-significative autant dans le test de six minutes (MD=14.02 ; P=0.25) que dans le test de dix mètres (SMD=-0.09 ; P=0.62). L'équilibre est amélioré, le *Timed up and go* montre une progression statistiquement significative (SMD=-1 ; P=0.02) tandis que les résultats de la *Berg Balance Scale* sont non significatifs (MD=2.26 ; P=0.44).

L'hétérogénéité est globalement substantielle à considérable pour les issues de force et de l'équilibre, alors qu'elle est peu importante à modérée pour les issues de la marche. Nous expliquons cela par l'utilisation du mode effet randomisé, que nous avons dû mettre en place vu la grande variété de nos interventions, ainsi que par les diversités des modalités d'entraînement. Par exemple, le nombre de sessions varie entre deux et cinq fois par semaine sur un total de dix (Byun et al., 2011) à quarante entraînements (Jin et al., 2012). De plus l'intervention la plus courte est de deux semaine dans l'étude de (Byun et al., 2011) et la plus longue comprend douze semaine (Lee et al., 2010; Ouellette et al., 2004).

4.1.1 Force

Lorsque nous examinons les résultats de la flexion plantaire de cheville, nous pouvons observer un résultat positif significatif important ($SMD=0.95$; $P=0.04$). Si l'on observe les interventions, on peut voir que dans les études de Lee et al. (2010) et Ouellette et al. (2004), les fléchisseurs plantaires sont travaillés spécifiquement ; ces deux études portent les résultats du côté positif. L'étude de Tung et al. (2010) dont l'intervention consiste à exécuter un entraînement par tâche spécifique d'assis-debout, ne montre pas d'amélioration significative de la force des fléchisseurs plantaires. Ceci s'explique par le fait que, bien que le triceps sural soit contracté de manière excentrique lors du passage du poids vers l'avant pendant l'extension, ce n'est pas le muscles principal du mouvement assis-debout (Lomaglio & Eng, 2005). Un point négatif est l'hétérogénéité importante ($I^2=79\%$) qui peut s'expliquer par la différence entre l'étude de Tung et al. (2010) qui propose une intervention de seulement quatre semaines alors que les deux autres (Lee et al., 2010; Ouellette et al., 2004) s'étendent sur une période environ trois fois plus longue.

L'analyse de la flexion dorsale ne comprend qu'une seule étude (Ouellette et al., 2004) montrant une amélioration ($MD=4.3$) statistiquement significative ($P<0.00001$) du groupe intervention. Celle-ci comprenait du renforcement musculaire des membres inférieurs sur Leg Press en bilatéral et des exercices unilatéraux des membres parétiques et non-parétiques (extension du genou, flexion plantaire et extension dorsale).

L'analyse de l'extension de genou regroupant plus d'études, les résultats en sont d'autant plus forts. Tout d'abord, on peut voir qu'ils sont statistiquement significatifs ($P=0.01$) en faveur du groupe intervention ($SMD=1.01$) et que pour les sous-groupes « PRT » et « Aérobie », cela reste véridique même en enlevant l'étude de Ouellette et al. (2004) qui montre des effets positifs très extrêmes. Les résultats de celle-ci peuvent s'expliquer par la longue durée de l'intervention et par la spécificité des traitements, soit un travail unilatéral du membre inférieur parétique. Malheureusement cela élève l'hétérogénéité de ce sous-groupe, mais ce n'est pas la seule revue ayant cet effet, vu que les études des sous-groupes « TST » et « FES » montrent des résultats plutôt en faveur du groupe contrôle. L'entraînement par tâche spécifique de l'étude de Tung et al. (2010) ne s'étend que sur quatre semaines. Les patients ne reçoivent qu'un renforcement par lever de chaise de quinze minutes, trois fois par semaine, en

supplément de leurs heures de physiothérapie générale. De plus, cette intervention suit un protocole précis d'évolution non basé sur le gain de force. Et finalement, le groupe contrôle avait déjà obtenu de meilleurs résultats à ce test avant l'intervention. Quant à l'électrostimulation fonctionnelle jointe à la pratique du vélo (Janssen et al., 2008) les résultats ne montrent pas d'amélioration sur la force des extenseurs du genou. Il faut noter que les sujets des deux groupes accomplissaient un entraînement sur vélo et qu'une contraction musculaire des quadriceps, des fessiers et des ischio-jambiers par électrostimulation était ajoutée pour le groupe intervention. Cependant, nous ne pouvons pas définir la différence d'intensité entre le groupe contrôle et intervention, car nous ne connaissons pas la résistance appliquée sur le cycloergomètre. Dans cette étude, seule la force des extenseurs de genou a été testée. Selon les auteurs, d'éventuels effets sur la force du membre inférieur ont pu être sous-estimés car lors de la pratique du vélo, qui s'exerce aussi bien dans le groupe contrôle qu'intervention, d'autres groupes musculaires sont également activés. Nous ne pouvons donc pas conclure par l'analyse de cette unique étude, que l'électrostimulation fonctionnelle ajoutée au vélo n'est pas efficace pour augmenter la force musculaire du membre inférieur.

L'analyse de la force de l'extension de hanche comprend seulement trois études avec des méthodes de mesures très variables. Par exemple, Lee et al. (2010) et Ouellette et al. (2004) testent l'extension de genou et hanche sur leg press et les données sont en newton, tandis que Tung et al. (2010) testent l'extension de hanche pure par dynamomètre avec des valeurs rapportées en pourcentage. Les résultats les plus forts sont ceux de l'entraînement par résistance progressive (Lee et al., 2010; Ouellette et al., 2004), car la valeur P est plus petite que 0.00001 et la différence moyenne normalisée est de 1.65.

L'effet des interventions testées est positif sur la force du membre inférieur, mais cela requiert un entraînement intensif de longue durée et adapté aux capacités du patient. Les résultats positifs ne comprennent que des interventions sur Leg press et sur vélo. Ceci implique que nous ne pouvons pas extrapoler ces résultats sur le renforcement musculaire en général.

4.1.2 Marche

La méta-analyse du test de six minutes montre globalement des résultats positifs pour le groupe intervention, ceux-ci sont statistiquement et cliniquement non-significatifs ($MD=14.02$, $P=0.25$). L'amélioration la plus importante s'observe dans l'étude de Byun et al. (2011), dans laquelle le temps d'entraînement et la concentration des séances sont importants, c'est-à-dire dix séances de trente minutes réparties sur deux semaines, en plus de quarante minutes de thérapie de type Bobath cinq fois par semaine. Dans d'autres études comme celle de Flansbjer et al. (2008), les patients prenant part à l'intervention n'avaient que du renforcement musculaire et des étirements pendant nonante minutes, deux fois par semaine. Des résultats positifs plus importants pour le groupe contrôle sont observés dans l'étude de Janssen et al. (2008) mais ceux-ci ne compromettent pas l'effet globalement positif du renforcement musculaire sur le test de six minutes, cette étude n'ayant que peu de poids (2.4%) avec seulement douze sujets. De plus, dans cette étude (Janssen et al., 2008), les tests avant le début de l'intervention montrent aussi une différence importante en faveur du groupe contrôle.

L'hétérogénéité globale est modérée ($I^2=42\%$), ceci s'explique par le fait que l'intensité d'entraînement est relativement similaire, vu que le renforcement musculaire se trouve entre 70% et 80% de la 1RM, sauf dans l'étude de (Jin et al., 2012) où elle est mesurée entre 50% et 70% de la fréquence cardiaque maximale. Cependant comme dit plus haut, la concentration des sessions est très variable et le type de traitement est hétérogène. Par exemple, (Byun et al., 2011) propose une thérapie basée sur l'extension et la flexion du membre inférieur sur une machine de type Leg presse dont on peut adapter l'inclinaison. D'après les chercheurs, ce changement d'angle a une influence positive sur l'équilibre et la marche, ce qui expliquerait ces résultats très positifs.

L'analyse du test de dix mètres compte trois études (Flansbjer et al., 2008; Lee et al., 2008; Ouellette et al., 2004) se retrouvant aussi dans l'analyse du test de six minutes. Toutes trois montrent des résultats légèrement en faveur du groupe intervention ($SMD=-0.09$, $P=0.62$). L'hétérogénéité est nulle ($I^2=0\%$), car elles présentent le même type d'intervention : le renforcement par résistance progressive, et ceci sur machine.

4.1.3 Equilibre

L'analyse du test *Timed up and go* présente des effets statistiques significatifs ($P=0.02$) avec une hétérogénéité substantielle ($I^2=72\%$). Les résultats les plus importants pour le groupe intervention sont ceux de Byun et al. (2011) et Ouellette et al. (2004) dont l'intervention se réalise respectivement sur *sliding rehabilitation machine* et sur *Leg press*. Comme pour les résultats de la marche, l'intensité de l'intervention effectuée dans l'étude de Byun et al. (2011), ainsi que la modification de l'inclinaison du plateau pourrait expliquer ces résultats élevés. Quant à l'étude de Flansbjerg et al. (2008), elle ne montre pas de différence significative entre le groupe intervention et contrôle avec une légère déviation vers le premier, ce qui est maintenu à cinq mois. De plus, à cette période, le groupe contrôle retrouve son niveau initial. Après quatre ans, l'étude de Flansbjerg et al. (2012) nous fait remarquer que les résultats se sont péjorés dans les deux groupes.

La méta-analyse du *Berg Balance Scale* montre quant à elle des résultats statistiquement significatifs en faveur du groupe intervention ($P<0.00001$), surtout dans l'étude de Byun et al. (2011) alors qu'il n'y a que peu de différence entre les groupes intervention et contrôle dans les études de Jin et al. (2012) et Tung et al. (2010). Les résultats de l'étude de (Janssen et al., 2008) sont majoritairement en faveur du groupe contrôle. Les valeurs de base du groupe intervention, plus basses que celles du groupe contrôle pourraient expliquer ce phénomène. De plus, les auteurs notent que l'amélioration du BBS est plus forte dans le groupe intervention que dans le groupe contrôle, soit de 10.4% contre 4.1% (Janssen et al., 2008). L'hétérogénéité est considérable ($I^2 : 89\%$). A nouveau, comme décrit plus haut pour les autres issues, il y a une grande disparité dans les modalités et types d'intervention dans les études citées.

4.2 Validité externe

La validité de notre étude peut s'étendre à un large panel de population, vu que les articles proviennent de continents variés, le seul non représenté étant l'Afrique. Bien que l'AVC puisse survenir à tout âge, la majorité des cas se trouvent dans la tranche des 65 ans et plus (Baena-Díez et al., 2010). Les dix études répertorient des patients entre 27 et 76 ans (Lee et al., 2010; Tung et al., 2010), d'un âge moyen de 48.8 à 67.2 ans, sont donc représentatives de la population touchée par l'AVC.

Toutes les études incluses sont récentes, soit publiées entre 2004 et 2012, ceci sans avoir près-établi de critère d'exclusion dans ce sens, par exemple des dates limites de publication. C'est un aspect positif, car les interventions et les thérapies contrôles sont proches des thérapies réalisées actuellement dans les centres de réadaptation.

Les outils de mesure sélectionnés sont les plus répandus dans le domaine de la physiothérapie, et ont une validité déjà prouvée, ce qui nous laisse penser encore une fois, que les résultats de l'étude sont représentatifs de la réalité.

4.3 Limitations

Notre analyse se base sur dix études présentant différents biais, que nous avons établis dans le chapitre 3.2. Le biais le plus fréquent qui se retrouve dans toutes les études est l'absence de double-aveugle. D'une part car la description de l'intervention que les patients reçoivent et signent, et qui est contrôlée par la commission d'éthique permet de reconnaître le groupe dans lequel chacun est assigné. D'autre part, le thérapeute connaît lui aussi l'entraînement qu'il prodigue, même si cela n'est pas toujours décrit dans les rapports. Ainsi il n'est pas possible de garantir un double aveugle dans les études. Cependant nous pouvons observer de légères différences dans les textes de Lee et al. (2008, 2010) où tous les patients reçoivent le mêmes type d'exercices, mais à basse intensité et sans résistance autre que la gravité dans le groupe contrôle, ce qui permet un simple aveugle. Il en va de même pour l'étude de Janssen et al. (2008) où l'application d'une légère stimulation électrique ne produisant pas de contraction musculaire est appliquée dans le groupe contrôle. L'étude d'Akbari & Karimi, (2006) présente elle aussi une spécificité, car les patients semblent ignorer le but de la recherche, et sont donc en aveugle. Cela laisse à penser que le comité d'éthique de l'université de Tarbiat Modarres (Iran) n'a pas les mêmes exigences et mœurs qu'en Suisse par exemple (Conseil fédéral Suisse, 2013).

Certains ont utilisé différents thérapeutes lors des tests pour garantir leur non-connaissance de la répartition (Tung et al., 2010a) mais ce procédé amène à une légère baisse de la fiabilité des tests.

L'étude présentant le plus de risques de biais est celle de Flansbjer et al. (2012) qui réalise un suivi quatre ans après l'intervention. Ceci implique qu'aucun aveugle ne pouvait être mis en place, vu que la recherche de base avait déjà été publiée en 2008

(Flansbjerg et al., 2008). De plus, certains patients n'avaient plus l'envie ou la capacité de participer à ces tests, ce qui a engendré une perte de participants considérable.

Le manque d'informations transmises dans les articles porte souvent préjudice aux recherches qui ont peut-être été effectuées de manière exemplaire ou le contraire, mais qui n'ont pas pu être évaluées correctement vu l'accès limité à ces informations. Cela n'a pas uniquement un impact sur les risques de biais, mais aussi sur les résultats de la méta-analyse. Par exemple, dans l'étude de Byun et al. (2011), il n'est pas précisé sur quel membre inférieur les tests de force ont été réalisés. Puisque le renforcement musculaire s'appliquait si possible sur le membre hémiparétique, nous en avons alors déduit que les muscles testés étaient ceux touchés par l'hémiparésie. Il aurait été plus correct que les auteurs inscrivent ce type d'informations essentielles dans leurs textes. De plus, la force est testée grâce au test musculaire manuel (MMT) mais il n'est pas précisé quelle échelle a été utilisée par les chercheurs afin de quantifier la force. Dans l'article d'Akbari & Karimi (2006), aucun tableau de résultats n'est inclus, ce qui ne nous donne aucune preuve directe sur les interprétations avancées par les auteurs et nous a empêché de comparer les résultats avec ceux d'autres études et d'en faire une méta-analyse. Par conséquent, il y a un manque de précision dans les données finales : la force de tous les muscles du membre inférieur touché a augmenté, mais le résultat spécifique à chaque muscle n'est pas présenté.

Une autre source de biais peut être le soutien financier apporté à une étude par une entreprise qui crée les machines utilisées pour le renforcement par exemple. Le financier attendrait un résultat positif de l'étude et les moyens mis en œuvre auraient pour but de satisfaire cette demande. Nous ne pouvons pas certifier ce biais, mais il semble apparaître dans l'étude de Byun et al. (2011). Dans l'article de Tung et al. (2010), aucun remerciement n'est adressé, nous ne savons donc pas si des aides externes aux auteurs ont été apportées.

Un point positif est l'utilisation de la méthode d'intention de traitement, qui inclut dans les résultats les patients n'ayant pas pu réaliser certains tests, et ainsi ne se prêtent pas en faveur de l'intervention. Ceci est bénéfique, car si cette méthode est utilisée et que les résultats sont positifs, l'étude en sera d'autant plus valide (Flansbjerg et al., 2008; Lee et al., 2008; Ouellette et al., 2004).

4.4 Forces et faiblesses

La première étape de ce travail était d'établir une stratégie de recherche. Cette stratégie a fourni un nombre important d'articles pour les raisons suivantes : Tout d'abord, afin de répondre à notre question de recherche, nous avons dû rester larges quant aux différentes modalités d'interventions. Ensuite, comme nous voulions observer les effets du renforcement musculaire autant sur la force du membre inférieur, que sur la marche et l'équilibre, les outils de mesures sélectionnés étaient multiples et ont donc pu augmenter le nombre d'articles. Vu ce nombre conséquent d'articles et notre difficulté à préciser cette stratégie de recherche sans risquer de perdre des études essentielles, nous avons utilisé les différents filtres cités dans le chapitre « recherche électronique, 2.2.1 » qui ne devraient pas avoir amené de biais lors de la recherche d'articles.

Un point fort, est que lors du tri des articles, par titre, par abstract et par textes complet, nous avons travaillé séparément, et avons comparé nos résultats à la fin de chaque étape. Les articles que nous n'avions pas jugés de la même manière ont été discutés un à un, afin d'éviter l'éviction d'études importantes. Un point négatif est qu'avant le début du tri nous n'avions pas défini de manière assez précise et théorique la définition du renforcement musculaire à l'aide de l'électrostimulation fonctionnelle. Par conséquent, afin de ne pas perdre des textes éventuellement importants, nous avons dû accepter tous les articles évoquant l'électrostimulation fonctionnelle liée au renforcement musculaire. Finalement, presque tous ont été exclus par d'autres critères lors de la lecture par texte intégral. Même si cela a eu pour effet une perte de temps considérable, nous avons pu inclure dans notre étude une revue traitant de l'électrostimulation fonctionnelle (Janssen et al., 2008) et comme souhaité, comparer différents types de renforcement musculaire.

Par la suite, nous avons rempli les grilles d'extraction des données le plus assidument possible et ceci nous a permis de créer un tableau récapitulatif de toutes les études sélectionnées, d'en comprendre chaque intervention et d'en faire une synthèse. L'analyse des données a ainsi été facilitée. Cependant, le nombre d'études comprises dans chaque méta-analyse n'a pas toujours été optimal, celui-ci étant de trois à quatre pour la plupart des comparaisons, avec uniquement un article pour la flexion dorsale (Ouellette et al., 2004). Seules les analyses de l'extension du genou et celle du test de six minutes en comptaient respectivement sept et six. Cela nous a néanmoins permis de comparer les différents types de renforcement musculaire rapportés dans les études,

d'en étudier les effets sur tous les outils de mesure prédéfinis, et d'évaluer le type de traitement le plus efficace.

4.5 Comparaison avec la littérature

La méta-analyse de Mehta et al. (2012) traite des effets du renforcement musculaire sur la vitesse et l'endurance à la marche chez les patients ayant subi un AVC et étant en phase chronique. Elle regroupe dix études dont trois (Flansbjer et al., 2008; Lee et al., 2008; Ouellette et al., 2004) sont similaires aux nôtres. Dans l'analyse, nous remarquons que les auteurs ont trouvé des résultats statistiquement significatifs en faveur du groupe intervention pour la vitesse de marche confortable ainsi que pour le test des six minutes. Cela ne correspond pas à nos résultats, vu que ni le test des 10 mètres (vitesse de marche rapide), ni le 6MWT ne présentent des résultats statistiquement significatifs. Cela s'explique par le fait que notre revue comprend des groupes contrôles bénéficiant tous d'une thérapie active pour le membre inférieur, alors que la méta-analyse de Mehta et al. (2012) compte des études dont le groupe contrôle ne travaille que les membres supérieurs, les membres inférieurs en passif ou encore n'a aucun traitement. Tout ceci implique une plus grande différence entre les deux groupes, mais cela nous indique uniquement que le renforcement est mieux que de ne rien faire.

La revue systématique d'Ada, Dorsch, & Canning (2006) traite du renforcement musculaire chez les patients ayant subi un AVC, et de ses effets sur la force et l'activité fonctionnelle telle que la marche (10MWT), ou l'activité du membre supérieur (Box and Block test) (Cha, Ji, Kim, & Chang, 2014) ainsi que sur l'indépendance (Barthel Index). Leurs résultats quant à la force sont positifs et significatifs, en utilisant du biofeedback ou de l'électrostimulation chez les patients chroniques mais non significatifs lorsque toutes les interventions étaient mélangées. Les mêmes résultats ont été obtenus lors des mesures de l'activité. Nous ne pouvons comparer que globalement cette revue avec la nôtre, vu qu'il n'est pas spécifié si les résultats évaluent les membres supérieurs ou inférieurs. Cependant, nous observons des résultats statistiques principalement significatifs pour la force et non significatifs à la marche.

L'étude de Pak & Patten (2008) qui analyse l'effet du renforcement musculaire sur la force et la marche chez les patient AVC dans un stade subaigu ou chronique, démontre approximativement les mêmes résultats trouvés dans notre méta-analyse. Cette revue

comprend onze articles dont deux (Flansbjer et al., 2008; Ouellette et al., 2004) sont aussi présents dans notre analyse et celle de Mehta et al. (2012). Les buts principaux de l'étude étant d'observer si le renforcement musculaire agissait contre la faiblesse musculaire et surtout si des effets néfastes ou positifs sur la spasticité se manifestaient les auteurs ont orienté leurs critères d'inclusion et d'exclusion de manière radicalement différente.

5 Conclusion

5.1 Implications pour la pratique

Par ce travail, nous avons démontré l'impact du renforcement musculaire du membre inférieur, chez les patients post-AVC dans un stade chronique, en moyenne entre 9.4 et 65.8 mois après l'accident. Des effets sont observés sur la force musculaire lorsque l'entraînement est appliqué de manière intensive et appropriée par rapport au but recherché. Les résultats montrent un gain statistiquement significatif de la flexion plantaire et dorsale ainsi que de l'extension de genou, et non significatif de la flexion de hanche. L'entraînement par résistance progressive semble être le type de traitement le plus efficace pour améliorer la force des membres inférieurs, la distance de marche, la marche rapide, ainsi que l'équilibre. Les différents types d'interventions, c'est à dire l'entraînement par résistance progressive, par tâche spécifique, l'aérobic intensif ainsi que l'électrostimulation fonctionnelle sont aisément applicables dans la pratique de la physiothérapie, et ce à coûts raisonnables. De plus, les appareils utiles au traitement sont disponibles dans grand nombre de centres de réhabilitation et de cabinets.

5.2 Implications pour la recherche

Il semblerait que la pratique du renforcement musculaire améliore la force si elle est appliquée de manière ciblée et semble actuellement claire à nos yeux. Cependant, nous n'avons pas pu établir de résultats dichotomiques, à propos de son effet sur l'équilibre et la marche de type endurance. Nous n'avons donc pas pu définir si cela était réellement bénéfique. Il serait donc intéressant de connaître quel type d'intervention peut amener à une amélioration à la fois de la force, de la marche et de l'équilibre. De plus, aux vu de l'hétérogénéité élevée de nos résultats, nous pensons qu'il est aussi nécessaire d'orienter

les recherches sur les modalités idéales d'entraînement, et cela en observant la durée et le nombre de séances nécessaires pour être le plus bénéfique au patient. Il faudrait aussi savoir jusqu'à combien de temps après la recherche, les effets seront conservés. Pour cela, il faut plus d'études de suivi, car l'analyse d'une seule recherche allant dans ce sens (Flansbjer et al., 2012), nous a empêché de tirer des conclusions substantielles. Ceci pourrait s'effectuer lors d'un travail de master, ce qui ouvrirait les portes à une thèse de doctorat établissant les recommandations de suivi des patients chroniques après un AVC, sous forme de guide thérapeutique.

Bibliographie

- Abdul-Hameed, U., Rangra, P., Shareef, M. Y., & Hussain, M. E. (2012). Reliability of 1-repetition maximum estimation for upper and lower body muscular strength measurement in untrained middle aged type 2 diabetic patients. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(4), 267–273.
- Ada, L., Dorsch, S., & Canning, C. G. (2006). Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 52(4), 241–248.
- Akbari, A., & Karimi, H. (2006, June). The effect of strengthening exercises on exaggerated muscle tonicity in chronic hemiparesis following stroke. *J. Med. Sci. Islamic Republic of Iran*.
- Ambrosini, E., Ferrante, S., Ferrigno, G., Molteni, F., & Pedrocchi, A. (2012). Cycling Induced by Electrical Stimulation Improves Muscle Activation and Symmetry During Pedaling in Hemiparetic Patients. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 20(3), 320–330. doi:10.1109/TNSRE.2012.2191574
- Andersen, H., & Jakobsen, J. (1997). A comparative study of isokinetic dynamometry and manual muscle testing of ankle dorsal and plantar flexors and knee extensors and flexors. *European Neurology*, 37(4), 239–242.
- Baena-Díez, J. M., Vidal-Solsona, M., Byram, A. O., González-Casafont, I., Ledesma-Ulloa, G., & Martí-Sans, N. (2010). The epidemiology of cardiovascular disease in primary care. The zona franca cohort study in barcelona, Spain. *Revista Española de Cardiología (English Ed.)*, 63(11), 1261–1269. doi:10.1016/S1885-5857(10)70251-6
- Béjot, Y., Daubail, B., & Giroud, M. (2013). Épidémiologie et pronostic de l'accident vasculaire cérébral du sujet jeune., p. 3.
- Billinger, S. A., Arena, R., Bernhardt, J., Eng, J. J., Franklin, B. A., Johnson, C. M., ... on behalf of the American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health, Council on Epidemiology and Prevention, and Council on Clinical Cardiology. (2014). Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation*. doi:10.1161/STR.0000000000000022
- Blum, L., & Korner-Bitensky, N. (2008). Usefulness of the Berg Balance Scale in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Physical Therapy*, 88(5), 559–566. doi:10.2522/ptj.20070205
- Bogousslavsky, Boussier M.-G., & Mas J.-L. (1993). *Accidents vasculaires cérébraux*. Paris: Doin éditeurs.
- Bohannon, R. W. (1986). Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Physical Therapy*, 66(2), 206–209.
- Bohannon, R. W. (2007). Muscle strength and muscle training after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*, 39(1), 14–20. doi:10.2340/16501977-0018
- Buma, F., Kwakkel, G., & Ramsey, N. (2013). Understanding upper limb recovery after stroke. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 31(6), 707–722. doi:10.3233/RNN-130332

- Byun, S.-D., Jung, T.-D., Kim, C.-H., & Lee, Y.-S. (2011). Effects of the sliding rehabilitation machine on balance and gait in chronic stroke patients - a controlled clinical trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(5), 408–415. doi:10.1177/0269215510385850
- Carda, S., Cisari, C., & Invernizzi, M. (2013). Sarcopenia or muscle modifications in neurologic diseases: a lexical or pathophysiological difference? *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 49(1), 119–130.
- Cauraugh, J. H., & Kim, S. B. (2003). Chronic stroke motor recovery: duration of active neuromuscular stimulation. *Journal of the Neurological Sciences*, 215(1-2), 13–19.
- Cha, H.-K., Ji, S.-G., Kim, M.-K., & Chang, J.-S. (2014). Effect of transcranial direct current stimulation of function in patients with stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(3), 363–365. doi:10.1589/jpts.26.363
- Chestnut, C., & Haaland, K. Y. (2008). Functional Significance of Ipsilesional Motor Deficits After Unilateral Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(1), 62–68. doi:10.1016/j.apmr.2007.08.125
- Conseil fédéral Suisse. (2013, September 20). Ordonance relative à la recherche sur l'être humain.
- Cramer, S. C., Sur, M., Dobkin, B. H., O'Brien, C., Sanger, T. D., Trojanowski, J. Q., ... Vinogradov, S. (2011). Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain*, 134(6), 1591–1609. doi:10.1093/brain/awr039
- Cramp, M. C., Greenwood, R. J., Gill, M., Rothwell, J. C., & Scott, O. M. (2006). Low intensity strength training for ambulatory stroke patients. *Disability & Rehabilitation*, 28(13-14), 883–889. doi:10.1080/09638280500535157
- Da Costa, B. R., Nüesch, E., Rutjes, A. W., Johnston, B. C., Reichenbach, S., Trelle, S., ... Jüni, P. (2013). Combining follow-up and change data is valid in meta-analyses of continuous outcomes: a meta-epidemiological study. *Journal of Clinical Epidemiology*, 66(8), 847–855. doi:10.1016/j.jclinepi.2013.03.009
- Dromerick, A. W., Lum, P. S., & Hidler, J. (2006). Activity-based therapies. *NeuroRx: The Journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*, 3(4), 428–438. doi:10.1016/j.nurx.2006.07.004
- Duncan, P. W., Goldstein, L. B., Horner, R. D., Landsman, P. B., Samsa, G. P., & Matchar, D. B. (1994). Similar motor recovery of upper and lower extremities after stroke. *Stroke*, 25(6), 1181–1188. doi:10.1161/01.STR.25.6.1181
- Edwards, P., Clarke, M., DiGuseppi, C., Pratap, S., Roberts, I., & Wentz, R. (2002). Identification of randomized controlled trials in systematic reviews: accuracy and reliability of screening records. *Statistics in Medicine*, 21(11), 1635–1640. doi:10.1002/sim.1190
- Eng, J. J. (2010). Fitness and Mobility Exercise Program for Stroke: *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 26(4), 310–323. doi:10.1097/TGR.0b013e3181fee736
- Eng, J. J., Kim, C. M., & Macintyre, D. L. (2002). Reliability of lower extremity strength measures in persons with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(3), 322–328.
- Engardt, M. (1994). Rising and sitting down in stroke patients. Auditory feedback and dynamic strength training to enhance symmetrical body weight distribution. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine. Supplement*, 31, 1–57.
- Feeney, D. M., & Baron, J. C. (1986). Diaschisis. *Stroke*, 17(5), 817–830. doi:10.1161/01.STR.17.5.817

- Ferrante, S., Pedrocchi, A., Ferrigno, G., & Molteni, F. (2008). Cycling induced by functional electrical stimulation improves the muscular strength and the motor control of individuals with post-acute stroke. Europa Medicophysica-SIMFER 2007 Award Winner. *Eur J Phys Rehabil Med*, 44, 159–67.
- Flansbjerg, U.-B., Lexell, J., & Brogårdh, C. (2012). Long-term benefits of progressive resistance training in chronic stroke: a 4-year follow-up. *Journal of Rehabilitation Medicine: Official Journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine*, 44(3), 218–221. doi:10.2340/16501977-0936
- Flansbjerg, U.-B., Miller, M., Downham, D., & Lexell, J. (2008). Progressive Resistance Training After Stroke: Effects on Muscle Strength, Muscle Tone, Gait Performance and Perceived Participation. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 40(1), 42–48. doi:10.2340/16501977-0129
- Garnier, M., Delamare, V., Delamare, J., & Delamare, T. (2004). *Dictionnaire illustré des termes de médecine* (Maloine.). 27, rue de l'école-de-médecine-75006 Paris.
- Gellez-Leman, M.-C., Colle, F., Bonan, I., Bradai, N., & Yelnik, A. (2005). [Evaluation of the disabilities of hemiplegic patients]. *Annales de réadaptation et de médecine physique: revue scientifique de la Société française de rééducation fonctionnelle de réadaptation et de médecine physique*, 48(6), 361–368. doi:10.1016/j.annrmp.2005.03.008
- Gerrits, K. H., Beltman, M. J., Koppe, P. A., Konijnenbelt, H., Elich, P. D., de Haan, A., & Janssen, T. W. (2009). Isometric Muscle Function of Knee Extensors and the Relation With Functional Performance in Patients With Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(3), 480–487. doi:10.1016/j.apmr.2008.09.562
- Gordon, N. F. (2004). Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors: An American Heart Association Scientific Statement From the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council. *Circulation*, 109(16), 2031–2041. doi:10.1161/01.CIR.0000126280.65777.A4
- Gray, V., Rice, C. L., & Garland, S. J. (2012). Factors that influence muscle weakness following stroke and their clinical implications: a critical review. *Physiotherapy Canada. Physiothérapie Canada*, 64(4), 415–426. doi:10.3138/ptc.2011-03
- Gregson, J. M., Leathley, M. J., Moore, A. P., Smith, T. L., Sharma, A. K., & Watkins, C. L. (2000). Reliability of measurements of muscle tone and muscle power in stroke patients. *Age and Ageing*, 29(3), 223–228.
- Hartling, L., Hamm, M., Milne, A., Vandermeer, B., Santaguida, P. L., Ansari, M., ... Dryden, D. M. (2012). *Validity and Inter-Rater Reliability Testing of Quality Assessment Instruments*. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US). Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92293/>
- Higgins, J. P. T., Altman, D. G., Gotzsche, P. C., Juni, P., Moher, D., Oxman, A. D., ... Cochrane Statistical Methods Group. (2011). The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 343(oct18 2), d5928–d5928. doi:10.1136/bmj.d5928
- Hill, T. R., Gjellesvik, T. I., Moen, P. M. R., Tørhaug, T., Fimland, M. S., Helgerud, J., & Hoff, J. (2012). Maximal strength training enhances strength and functional performance in chronic stroke survivors. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* /

- Association of Academic Physiatrists*, 91(5), 393–400.
doi:10.1097/PHM.0b013e31824ad5b8
- Hopewell, S., McDonald, S., Clarke, M., & Egger, M. (2007). Grey literature in meta-analyses of randomized trials of health care interventions. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), MR000010. doi:10.1002/14651858.MR000010.pub3
- Hsu, A.-L., Tang, P.-F., & Jan, M.-H. (2003). Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(8), 1185–1193. doi:10.1016/S0003-9993(03)00030-3
- Ivey, F. M., Hafer-Macko, C. E., & Macko, R. F. (2008). Task-oriented treadmill exercise training in chronic hemiparetic stroke. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 45(2), 249–259.
- Janssen, T. W., Beltman, J. M., Elich, P., Koppe, P. A., Konijnenbelt, H., de Haan, A., & Gerrits, K. H. (2008). Effects of Electric Stimulation-Assisted Cycling Training in People With Chronic Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(3), 463–469. doi:10.1016/j.apmr.2007.09.028
- Jin, H., Jiang, Y., Wei, Q., Wang, B., & Ma, G. (2012). Intensive aerobic cycling training with lower limb weights in Chinese patients with chronic stroke: discordance between improved cardiovascular fitness and walking ability. *Disability and Rehabilitation*, 34(19), 1665–1671. doi:10.3109/09638288.2012.658952
- Kim, C. M., & Eng, J. J. (2003). The relationship of lower-extremity muscle torque to locomotor performance in people with stroke. *Physical Therapy*, 83(1), 49–57.
- Kwakkel, G. (2006). Impact of intensity of practice after stroke: Issues for consideration. *Disability & Rehabilitation*, 28(13-14), 823–830. doi:10.1080/09638280500534861
- Kwakkel, G., Kollen, B., & Twisk, J. (2006). Impact of Time on Improvement of Outcome After Stroke. *Stroke*, 37(9), 2348–2353. doi:10.1161/01.STR.0000238594.91938.1e
- Lee, M.-J., Kilbreath, S. L., Singh, M. F., Zeman, B., & Davis, G. M. (2010). Effect of Progressive Resistance Training on Muscle Performance after Chronic Stroke. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(1), 23–34. doi:10.1249/MSS.0b013e3181b07a31
- Lee, M.-J., Kilbreath, S. L., Singh, M. F., Zeman, B., Lord, S. R., Raymond, J., & Davis, G. M. (2008). Comparison of Effect of Aerobic Cycle Training and Progressive Resistance Training on Walking Ability After Stroke: A Randomized Sham Exercise-Controlled Study: EFFECT OF EXERCISE ON WALKING FOLLOWING STROKE. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(6), 976–985. doi:10.1111/j.1532-5415.2008.01707.x
- Lexell, J., & Flansbjer, U. B. (2008). Muscle strength training, gait performance and physiotherapy after stroke. *Minerva Medica*, 99(4), 353–368.
- Lexell, J., Flansbjer, U.-B., Holmbäck, A. M., Downham, D., & Patten, C. (2005). RELIABILITY OF GAIT PERFORMANCE TESTS IN MEN AND WOMEN WITH HEMIPARESIS AFTER STROKE. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 37(2), 75–82. doi:10.1080/16501970410017215
- Lomaglio, M. J., & Eng, J. J. (2005). Muscle strength and weight-bearing symmetry relate to sit-to-stand performance in individuals with stroke. *Gait & Posture*, 22(2), 126–131. doi:10.1016/j.gaitpost.2004.08.002
- Lyrer, P. D. P. A. (2000). Epidémiologie de l'accident vasculaire cérébral. *BMS 2000*; 37: 2082, 5.
- Mehrholtz. (2012). *Physical Therapy for the stroke Patient: early stage rehabilitation*. Thieme.

- Mehta, S., Pereira, S., Viana, R., Mays, R., McIntyre, A., Janzen, S., & Teasell, R. (2012). Resistance Training for Gait Speed and Total Distance Walked During the Chronic Stage of Stroke: A Meta-Analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 19(6), 471–478. doi:10.1310/tsr1906-471
- Mercer, V. S., Freburger, J. K., Chang, S.-H., & Purser, J. L. (2009). Measurement of paretic-lower-extremity loading and weight transfer after stroke. *Physical Therapy*, 89(7), 653–664. doi:10.2522/ptj.20080230
- Meyer, K., Simmet, A., Arnold, M., Mattle, H., & Nedeltchev, K. (2009). Stroke events, and case fatalities in Switzerland based on hospital statistics and cause of death statistics. *Swiss Medical Weekly*, 139(5-6), 65–69. doi:smw-12448
- Modesto, P. C., Pinto, F. C. G., Modesto, P. C., & Pinto, F. C. G. (2013). Comparison of functional electrical stimulation associated with kinesiotherapy and kinesiotherapy alone in patients with hemiparesis during the subacute phase of ischemic cerebrovascular accident. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 71(4), 244–248. doi:10.1590/0004-282X20130009
- Mühl, & Vuadens P. (2011). Intérêt et coût de la réadaptation neurologique des patients cérébrolésés. *revue médicale suisse*, 948–951.
- Ng, S. S., & Hui-Chan, C. W. (2005). The Timed Up & Go Test: Its Reliability and Association With Lower-Limb Impairments and Locomotor Capacities in People With Chronic Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(8), 1641–1647. doi:10.1016/j.apmr.2005.01.011
- Ouellette, M. M., LeBrasseur, N. K., Bean, J. F., Phillips, E., Stein, J., Frontera, W. R., & Fielding, R. A. (2004). High-Intensity Resistance Training Improves Muscle Strength, Self-Reported Function, and Disability in Long-Term Stroke Survivors. *Stroke*, 35(6), 1404–1409. doi:10.1161/01.STR.0000127785.73065.34
- Pak, S., & Patten, C. (2008). Strengthening to Promote Functional Recovery Poststroke: An Evidence-Based Review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 15(3), 177–199. doi:10.1310/tsr1503-177
- Pang, M. Y. C., Charlesworth, S. A., Lau, R. W. K., & Chung, R. C. K. (2013). Using Aerobic Exercise to Improve Health Outcomes and Quality of Life in Stroke: Evidence-Based Exercise Prescription Recommendations. *Cerebrovascular Diseases*, 35(1), 7–22. doi:10.1159/000346075
- Patil, P., & Rao, S. (2011). Effects of Thera-Band® elastic resistance-assisted gait training in stroke patients: a pilot study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 47(3), 427–433.
- Patten, C., Lexell, J., & Brown, H. E. (2004). Weakness and strength training in persons with poststroke hemiplegia: rationale, method, and efficacy. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 41(3A), 293–312.
- Patterson, S. L., Forrester, L. W., Rodgers, M. M., Ryan, A. S., Ivey, F. M., Sorkin, J. D., & Macko, R. F. (2007). Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(1), 115–119. doi:10.1016/j.apmr.2006.10.025
- Péllissier, J., Pérennou, D., & Laassel, E. (1997). Analyse instrumentale de la marche de l'hémiplégique adulte : revue de la littérature. *Ann Readapt Med Phys*.

- Perera, S., Mody, S. H., Woodman, R. C., & Studenski, S. A. (2006). Meaningful Change and Responsiveness in Common Physical Performance Measures in Older Adults: MEANINGFUL CHANGE AND PERFORMANCE. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(5), 743–749. doi:10.1111/j.1532-5415.2006.00701.x
- Peurala, S., Karttunen, A., Sjögren T, T., Paltamaa, J., & Heinonen, A. (2014). Evidence for the effectiveness of walking training on walking and self-care after stroke: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 46(5), 387–399. doi:10.2340/16501977-1805
- Pradon, D., Roche, N., Enette, L., & Zory, R. (2013). Relationship between lower limb muscle strength and 6-minute walk test performance in stroke patients. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 45(1), 105–108. doi:10.2340/16501977-1059
- Ryan, A. S., Dobrovolsky, C. L., Smith, G. V., Silver, K. H., & Macko, R. F. (2002). Hemiparetic muscle atrophy and increased intramuscular fat in stroke patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(12), 1703–1707. doi:10.1053/apmr.2002.36399
- Scianni, A., Teixeira-Salmela, L. F., & Ada, L. (2010). Effect of strengthening exercise in addition to task-specific gait training after stroke: A randomised trial: Protocols. *International Journal of Stroke*, 5(4), 329–335. doi:10.1111/j.1747-4949.2010.00449.x
- Smith, G. V., Silver, K. H., Goldberg, A. P., & Macko, R. F. (1999). “Task-oriented” exercise improves hamstring strength and spastic reflexes in chronic stroke patients. *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation*, 30(10), 2112–2118.
- Stavric, V. A., & McNair, P. J. (2012). Optimizing muscle power after stroke: a cross-sectional study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 9(1), 67. doi:10.1186/1743-0003-9-67
- Teixeira-Salmela, L. F., Olney, S. J., Nadeau, S., & Brouwer, B. (1999). Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(10), 1211–1218.
- The Cochrane Collaboration. (2011). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0 [updated March 2011]. Higgins JPT, Green S.
- Todd, J. S., Shurley, J. P., & Todd, T. C. (2012). Thomas L. DeLorme and the science of progressive resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 26(11), 2913–2923. doi:10.1519/JSC.0b013e31825adcb4
- Tsai, C.-F., Thomas, B., & Sudlow, C. L. M. (2013). Epidemiology of stroke and its subtypes in Chinese vs white populations: A systematic review. *Neurology*, 81(3), 264–272. doi:10.1212/WNL.0b013e31829bfde3
- Tung, F. L., Yang, Y. R., Lee, C. C., & Wang, R. Y. (2010). Balance outcomes after additional sit-to-stand training in subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 24(6), 533–542. doi:10.1177/0269215509360751
- Verheijde, J. L., White, F., Tompkins, J., Dahl, P., Hentz, J. G., Lebec, M. T., & Cornwall, M. (2013). Reliability, Validity, and Sensitivity to Change of the Lower Extremity Functional Scale in Individuals Affected by Stroke. *PM&R*, 5(12), 1019–1025. doi:10.1016/j.pmrj.2013.07.001
- Wade, D. T., & Langton Hewer, R. (1985). Hospital admission for acute stroke: who, for how long, and to what effect? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 39(4), 347–352.

- Wilczynski, N. L., McKibbin, K. A., Walter, S. D., Garg, A. X., & Haynes, R. B. (2013). MEDLINE clinical queries are robust when searching in recent publishing years. *Journal of the American Medical Informatics Association: JAMIA*, 20(2), 363–368. doi:10.1136/amiajnl-2012-001075
- Wong, S. S. T., Yam, M.-S., & Ng, S. S. M. (2013). The Figure-of-Eight Walk test: reliability and associations with stroke-specific impairments. *Disability and Rehabilitation*, 35(22), 1896–1902. doi:10.3109/09638288.2013.766274
- Wong, S. S.-L., Wilczynski, N. L., & Haynes, R. B. (2006). Developing optimal search strategies for detecting clinically sound treatment studies in EMBASE. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 94(1), 41–47.
- Woods, D., & Trewheellar, K. (1998). Medline and Embase complement each other in literature searches. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 316(7138), 1166.

Annexes

Annexe 1: Liste des tableaux et figures

Tableau 1 - Diagramme de flux.....	19
Tableau 2 - Récapitulatif des études incluses	21-22
Tableau 3 - Force flexion plantaire - Intervention vs contrôle.....	28
Tableau 4 - Force flexion dorsale – Entraînement par résistance progressive vs contrôle.....	28
Tableau 5 - Force extension de genou - Intervention vs contrôle	30
Tableau 6 – Force extension genou- Suivi 4 ans après -Entraînement par résistance progressive vs contrôle.....	31
Tableau 7 - Force extension hanche - Intervention vs contrôle	32
Tableau 8 - 6MWT - Intervention vs contrôle.....	33
Tableau 9 – 6MWT – Suivi 4 ans après – Entraînement par résistance progressive vs contrôle	34
Tableau 10 – 10MWT – Entraînement par résistance progressive vs contrôle	34
Tableau 11 - 10MWT- Suivi 4 ans après- Entraînement par résistance progressive vs contrôle	35
Tableau 12 - Equilibre levé et marche – Entraînement par résistance progressive vs contrôle...	35
Tableau 13– Equilibre levé et marche– Suivi 4 ans après – Entraînement par résistance progressive vs contrôle.....	36
Tableau 14 – Berg balance scale – Intervention vs contrôle	35
Figure 1: Risques de biais	25

Annexe 2: Stratégies de recherches

Stratégie pubmed

(Therapy/Broad[filter]) AND ((((((((((stroke) OR "cerebrovascular accident") OR "cerebrovascular disease") OR CVA) OR hemipleg*) OR hemipar*)) AND ((((((((((strength*) OR power) OR force) OR "muscle performance") OR "resistance training") OR "task oriented training") OR "task specific training") OR FES) OR "functional electrical stimulation")) AND (((((((((((gait) OR walk) OR locomotion) OR ambulation) OR 6MWT) OR "berg balance scale") OR BBS) OR ("timed up and go")) OR TUG) OR "barthel index") OR strength) OR 1RM) OR isokinetic) OR 10MWT)))

Stratégie web of knowledge

[497](#) #5 AND #4
 6 Databases=SCI-EXPANDED, SSCI, CPCI-S, CPCI-SSH Timespan=All years
 # [842,257](#) Topic=(random) OR Topic=(clinical trial) OR Topic=(health care quality)
 5 Databases=SCI-EXPANDED, SSCI, CPCI-S, CPCI-SSH Timespan=All years
 # [4,053](#) #3 AND #2 AND #1
 4 Databases=SCI-EXPANDED, SSCI, CPCI-S, CPCI-SSH Timespan=All years

- # [788,919](#) Topic=(gait) OR Topic=(walk) OR Topic=(ambulation) OR
 3 Topic=(locomotion) OR Topic=(6MWT) OR Topic=("berg balance scale")
 OR Topic=(BBS) OR Topic=("timed up and go") OR Topic=(TUG) OR
 Topic=("barthel index") OR Topic=(strength) OR Topic=(1RM) OR
 Topic=(isokinetic) OR Topic=(10mwt)
 Databases=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH
 Timespan=All years
- # [2,536,793](#) TS=(strength*) OR TS=(power) OR TS=(force) OR TS=("muscle
 2 performance") OR TS=("resistance training") OR TS=("task oriented
 training") OR TS=("task specific training") OR TS=(FES) OR
 TS=("functional electrical stimulation")
 Databases=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH
 Timespan=All years
- # [193,487](#) Topic=(stroke) OR Topic=("cerebrovascular accident") OR
 1 Topic=("cerebrovascular diseases") OR Topic=(CVA) OR
 Topic=(hemipleg*) OR Topic=(hemipar)
 Databases=SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH
 Timespan=All years

Stratégie Embase

'stroke'/de OR 'cerebrovascular accident'/de OR 'cerebrovascular disease'/de OR 'cva'/de
 OR hemipleg* OR hemipar* AND (strength* OR power OR 'force'/de OR 'muscle
 performance'/de OR 'resistance training'/de OR 'task oriented training' OR 'task specific
 training' OR fes OR 'functional electrical stimulation'/de) AND ('gait'/de OR walk OR
 'locomotion'/de OR 'ambulation'/de OR 6mwt OR 'berg balance scale'/de OR bbs OR
 'timed up and go' OR tug OR 'barthel index'/de OR 'strength'/de OR 1rm OR isokinetic
 OR 10mwt) AND 'random' OR 'clinical trial' OR 'exp health care quality'

Stratégie Cinal

Limites: Therapy- High Specificity: pas notre moteur de recherche principal, donc on
 peut rechercher précisément
 (cerebrovascular disease OR stroke OR cerebrovascular accident OR CVA OR
 hemiplegia OR hemiparesis) AND (strength OR force OR power OR muscle
 performance OR resistance training OR task oriented training OR task specific training
 OR FES OR functional electrical stimulation) AND (gait OR walk OR locomotion OR
 ambulation OR 6MWT OR berg balance scale OR BBS OR (timed up and go) OR
 isokinetic OR barthel index OR strength OR 1RM) Clinical Queries: Therapy - High
 Specificity

Stratégie Cochrane Library

#1 : "stroke":ti,ab,kw or "CVA" or "cerebrovascular accident" or "cerebrovascular
 disease" or hemip* (Word variations have been searched)

#2 : gait or walk or locomotion or ambulation or 6MWT or "berg balance scale" or BBS
 or "timed up and go" or TUG or "barthel index" or strength or 1RM or isokinetic or
 10MWT

#3 : strength* or power or force or "muscle performance" or "resistance training" or "task oriented training" or "task specific training" or FES or "functional electrical stimulation"

➔ #1 AND #3 AND #2

➔ Filters « Trials » : 477 articles

Annexe 3 : Grille d'extraction des données

Infos principales

Auteur		Année	
Titre			
Pays		Design	

Population

	Total	Groupe Intervention	Groupe Contrôle
Nombre			
Homme/femme			
Age			
Type d'AVC (isch/hémo)			
Localisation AVC/hémi			
Temps post AVC			

Critère d'inclusion	
Critère d'exclusion	

Intervention

	Groupe intervention	Groupe contrôle
Thérapie/activité		
Durée de l'intervention totale		
Nombre de séance/ Temps		
Intensité		

Outcome

	Groupe intervention	Groupe contrôle
Outils de mesures		
Mesuré quand		
Mesuré par qui		
Mesuré comment (spécificité ?)		

Résultats

Annexe 4: Critère d'évaluation des risques de biais

Table 8.5.d: Criteria for judging risk of bias in the 'Risk of bias' assessment tool (The Cochrane Collaboration, 2011)

RANDOM SEQUENCE GENERATION	
Selection bias (biased allocation to interventions) due to inadequate generation of a randomised sequence.	

Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.	The investigators describe a random component in the sequence generation process such as:
---	---

- Referring to a random number table;
- Using a computer random number generator;
- Coin tossing;
- Shuffling cards or envelopes;
- Throwing dice;
- Drawing of lots;
- Minimization*.

*Minimization may be implemented without a random element, and this is considered to be equivalent to being random.

Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.	The investigators describe a non-random component in the sequence generation process. Usually, the description would involve some systematic, non-random approach, for example:
--	---

- Sequence generated by odd or even date of birth;
- Sequence generated by some rule based on date (or day) of admission;
- Sequence generated by some rule based on hospital or clinic record number.

Other non-random approaches happen much less frequently than the systematic approaches mentioned above and tend to be obvious. They usually involve judgement or some method of non-random categorization of participants, for example:

- Allocation by judgement of the clinician;
- Allocation by preference of the participant;
- Allocation based on the results of a laboratory test or a series of tests;
- Allocation by availability of the intervention.

Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.	Insufficient information about the sequence generation process to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk'.
---	--

ALLOCATION CONCEALMENT

Selection bias (biased allocation to interventions) due to inadequate concealment of allocations prior to assignment.

Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.	Participants and investigators enrolling participants could not foresee assignment because one of the following, or an equivalent method, was used to conceal allocation:
---	---

- Central allocation (including telephone, web-based and pharmacy-controlled randomization);
- Sequentially numbered drug containers of identical appearance;
- Sequentially numbered, opaque, sealed envelopes.

Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.	Participants or investigators enrolling participants could possibly foresee assignments and thus introduce selection bias, such as allocation based on:
--	---

- Using an open random allocation schedule (e.g. a list of random numbers);
- Assignment envelopes were used without appropriate safeguards (e.g. if envelopes were unsealed or nonopaque or not sequentially numbered);
- Alternation or rotation;
- Date of birth;
- Case record number;
- Any other explicitly unconcealed procedure.

Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.	Insufficient information to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk'. This is usually the case if the method of concealment is not described or not described in sufficient detail to allow a definite judgement – for example if the use of assignment envelopes is described, but it remains unclear whether envelopes were sequentially numbered, opaque and sealed.
---	--

BLINDING OF PARTICIPANTS AND PERSONNEL

Performance bias due to knowledge of the allocated interventions by participants and personnel during the study.

Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.	Any one of the following:
---	---------------------------

- No blinding or incomplete blinding, but the review authors judge that the outcome is not likely to be

influenced by lack of blinding;

- Blinding of participants and key study personnel ensured, and unlikely that the blinding could have been broken.

Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.

Any one of the following:

- No blinding or incomplete blinding, and the outcome is likely to be influenced by lack of blinding;
- Blinding of key study participants and personnel attempted, but likely that the blinding could have been broken, and the outcome is likely to be influenced by lack of blinding.

Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.

Any one of the following:

- Insufficient information to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk';
- The study did not address this outcome.

BLINDING OF OUTCOME ASSESSMENT

Detection bias due to knowledge of the allocated interventions by outcome assessors.

Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.

Any one of the following:

- No blinding of outcome assessment, but the review authors judge that the outcome measurement is not likely to be influenced by lack of blinding;
- Blinding of outcome assessment ensured, and unlikely that the blinding could have been broken.

Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.

Any one of the following:

- No blinding of outcome assessment, and the outcome measurement is likely to be influenced by lack of blinding;
- Blinding of outcome assessment, but likely that the blinding could have been broken, and the outcome measurement is likely to be influenced by lack of blinding.

Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.

Any one of the following:

- Insufficient information to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk';
- The study did not address this outcome.

INCOMPLETE OUTCOME DATA

Attrition bias due to amount, nature or handling of incomplete outcome data.

Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.

Any one of the following:

- No missing outcome data;
- Reasons for missing outcome data unlikely to be related to true outcome (for survival data, censoring unlikely to be introducing bias);
- Missing outcome data balanced in numbers across intervention groups, with similar reasons for missing data across groups;
- For dichotomous outcome data, the proportion of missing outcomes compared with observed event risk not enough to have a clinically relevant impact on the intervention effect estimate;
- For continuous outcome data, plausible effect size (difference in means or standardized difference in means) among missing outcomes not enough to have a clinically relevant impact on observed effect size;
- Missing data have been imputed using appropriate methods.

Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.

Any one of the following:

- Reason for missing outcome data likely to be related to true outcome, with either imbalance in numbers or reasons for missing data across intervention groups;
- For dichotomous outcome data, the proportion of missing outcomes compared with observed event risk enough to induce clinically relevant bias in intervention effect estimate;
- For continuous outcome data, plausible effect size (difference in means or standardized difference in means) among missing outcomes enough to induce clinically relevant bias in observed effect size;
- 'As-treated' analysis done with substantial departure of the intervention received from that assigned at randomization;
- Potentially inappropriate application of simple imputation.

Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.

Any one of the following:

- Insufficient reporting of attrition/exclusions to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk' (e.g. number randomized not stated, no reasons for missing data provided);
- The study did not address this outcome.

SELECTIVE REPORTING

Reporting bias due to selective outcome reporting.

Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.

Any of the following:

- The study protocol is available and all of the study's pre-specified (primary and secondary) outcomes that are of interest in the review have been reported in the pre-specified way;
- The study protocol is not available but it is clear that the published reports include all expected outcomes, including those that were pre-specified (convincing text of this nature may be uncommon).

Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.

Any one of the following:

- Not all of the study's pre-specified primary outcomes have been reported;
- One or more primary outcomes is reported using measurements, analysis methods or subsets of the data (e.g. subscales) that were not pre-specified;
- One or more reported primary outcomes were not pre-specified (unless clear justification for their reporting is provided, such as an unexpected adverse effect);
- One or more outcomes of interest in the review are reported incompletely so that they cannot be entered in a meta-analysis;
- The study report fails to include results for a key outcome that would be expected to have been reported for such a study.

Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.

Insufficient information to permit judgement of 'Low risk' or 'High risk'. It is likely that the majority of studies will fall into this category.

OTHER BIAS

Bias due to problems not covered elsewhere in the table.

Criteria for a judgement of 'Low risk' of bias.

The study appears to be free of other sources of bias.

Criteria for the judgement of 'High risk' of bias.

There is at least one important risk of bias. For example, the study:

- Had a potential source of bias related to the specific study design used; or

- Has been claimed to have been fraudulent; or
- Had some other problem.

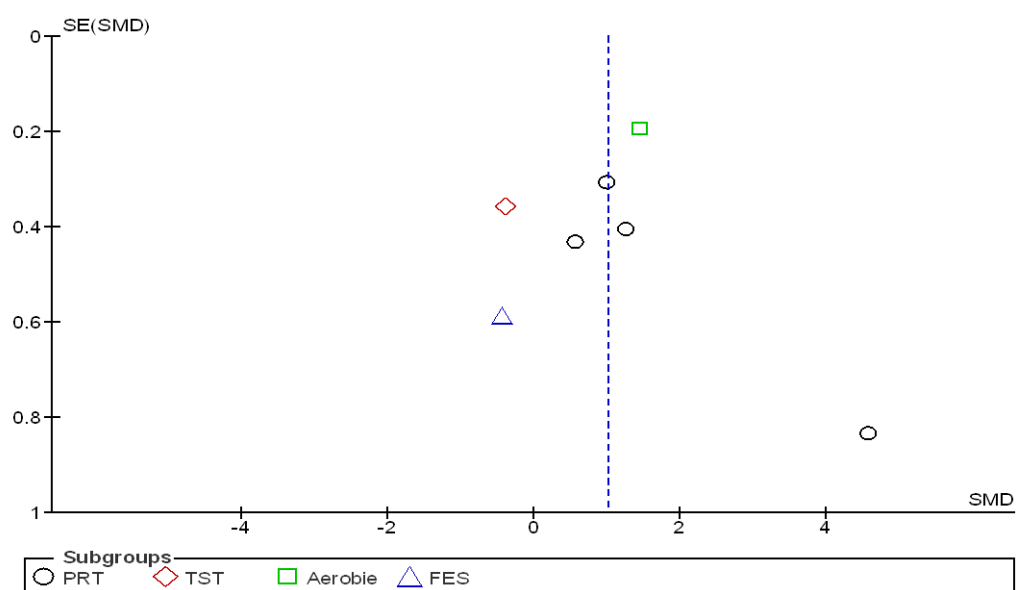
Criteria for the judgement of 'Unclear risk' of bias.

There may be a risk of bias, but there is either:

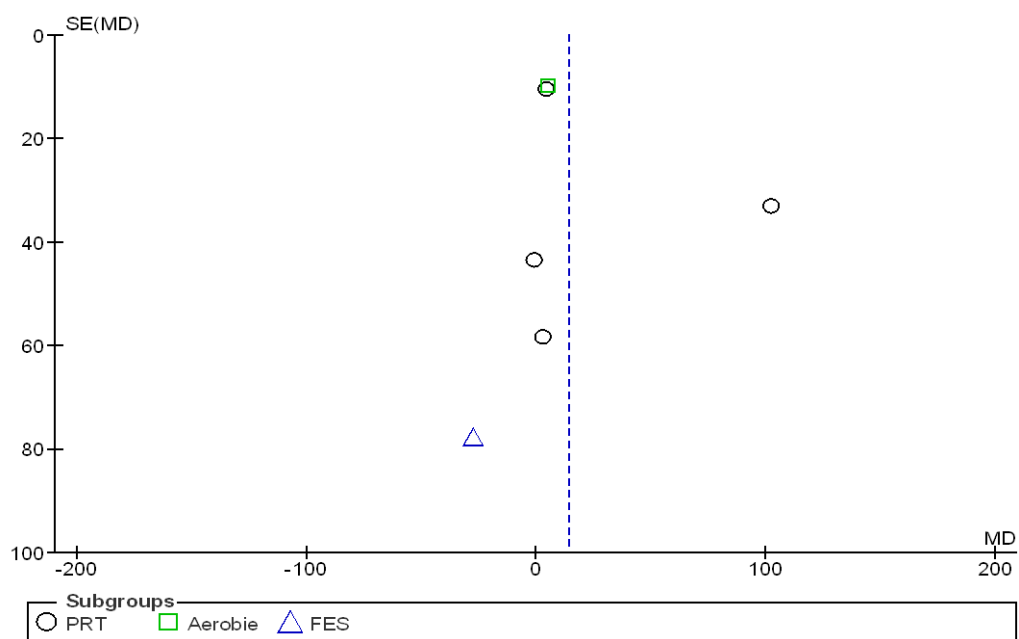
- Insufficient information to assess whether an important risk of bias exists; or
- Insufficient rationale or evidence that an identified problem will introduce bias.

Annexe 5 : Funnel-plots

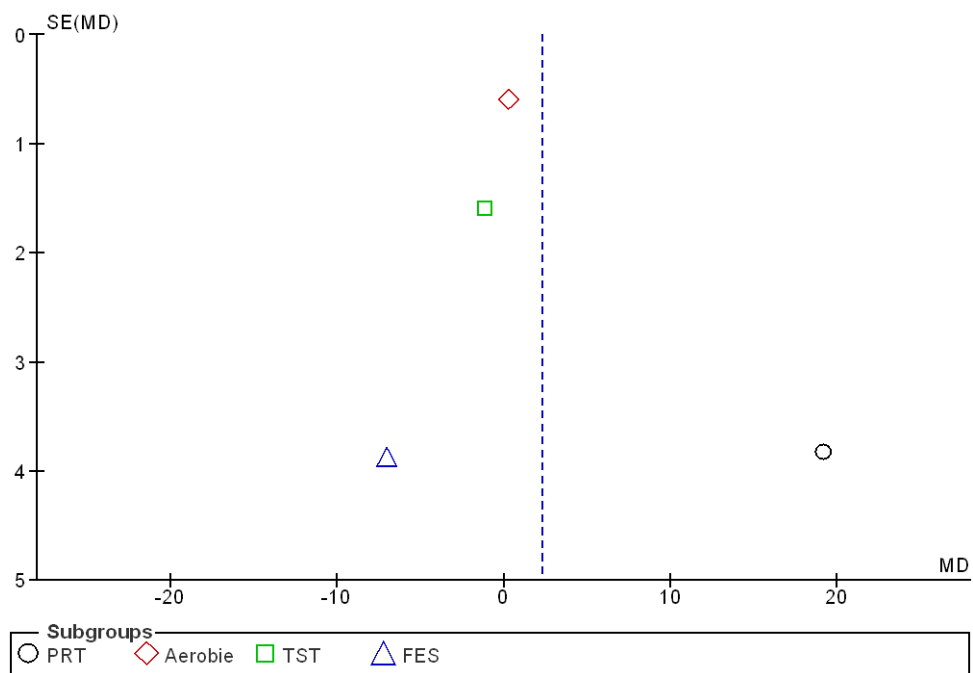
Funnel plot de l'extension de genou



Funnel plot du 6MWT

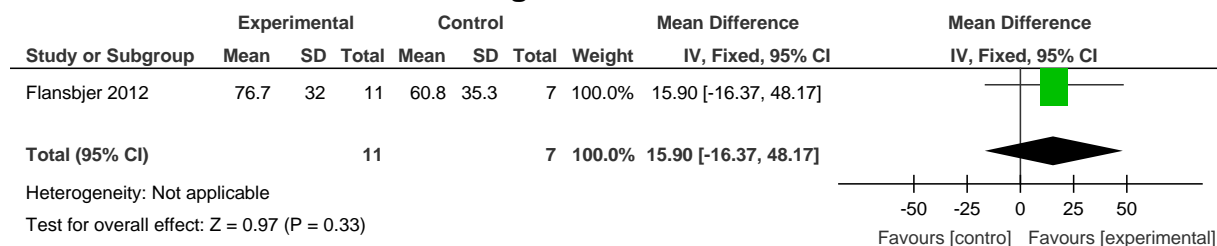


Funnel plot de la BBS

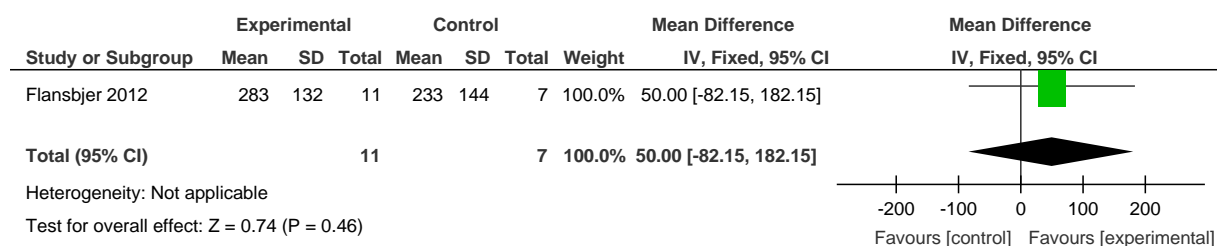


Annexe 6 : Résultats suivi 5 mois

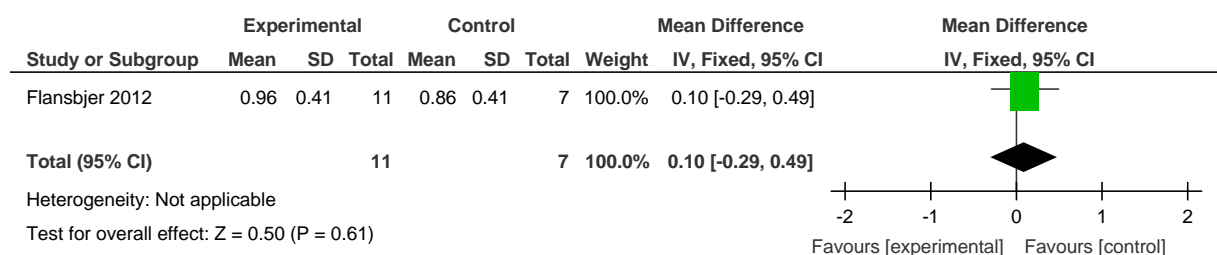
Résultats suivi 5 mois extension genou



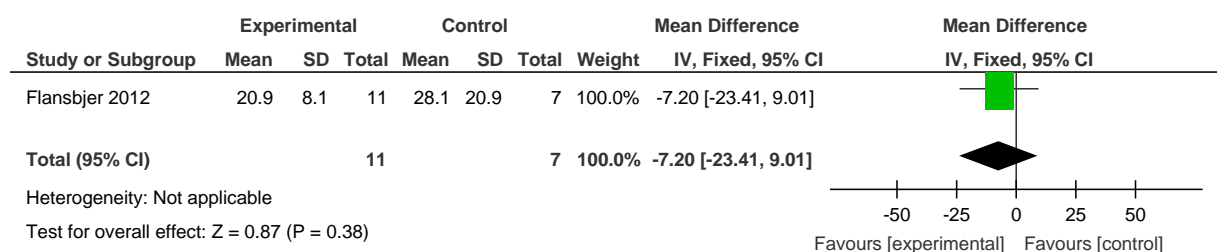
Résultats suivi 5 mois 6MWT



Résultats suivi 5 mois 10MWT



Résultats suivi 5 mois TUG



Annexe 7: Lee 2008 Résultats (précisions)

6MWT groupe expérimental

Calculator - Lee 2008 [6MWT]

Group	Mean	N	SD
Experimental (Mean1)	268.7	24	141.2221
Control (Mean2)	269.8	24	159.0567
Group 1	290.2	12	136.2
Group 2	247.2	12	148.8

N: 48, MD: -1.1000, P value: 0.9799

Confidence Interval: ☐ 90% ☒ 95% ☐ 99%

Buttons: Reset, Update data table, Cancel

6MWT groupe contrôle

Calculator - Lee 2008 [6MWT]

Group	Mean	N	SD
Experimental (Mean1)	268.7	24	141.2221
Control (Mean2)	269.8	24	159.0567
Group 1	261.5	12	162.7
Group 2	278.1	12	162.1

N: 48, MD: -1.1000, P value: 0.9799

Confidence Interval: ☐ 90% ☒ 95% ☐ 99%

Buttons: Reset, Update data table, Cancel

10MWT groupe expérimental

Calculator - Lee 2008 [10MWT]

Group	Mean	N	SD
Favours [experimental] (Mean1)	0.91	24	0.4906
Control (Mean2)	0.935	24	0.5331
Group 1	0.98	12	0.46
Group 2	0.84	12	0.53


N: 48, MD: -0.0250, P value: 0.8665


Confidence Interval: ☐ 90% ☒ 95% ☐ 99%

Buttons: Reset, Update data table, Cancel

10MWT groupe contrôle

Calculator - Lee 2008 [10MWT]

Favours [experimental] 

Control 



Mean	N	SD
Mean1 0.91	N1 24	SD1 0.4906
Mean2 0.935	N2 24	SD2 0.5331

N
48

MD
-0.0250


SD
0.5118


Confidence Interval: ☐ 90% ☒ 95% ☐ 99%

  Reset

Update data table Cancel

5 Calculate based on several groups

Group 1
Mean 0.94 SD 0.55 N 12 

Group 2
Mean 0.93 SD 0.54 N 12 

Add OK Cancel

P value1
0.0000

P value2
0.0000

P value
0.8665

Annexe 8: Lee 2010 Résultats

Flexion plantaire groupe experimental

Calculator - Lee 2010 [Flexion plantaire]

Group	Mean	N	SD
Experimental	77.5	24	47.2174
Control	16.5	24	34.8094

N: 48 MD: 61.0000

Confidence Interval: ☐ 90% ☒ 95% ☐ 99%

Buttons: ? [Icon] Reset Update data table Cancel

5 Calculate based on several groups

Group 1: Mean 91 SD 50 N 12

Group 2: Mean 64 SD 42 N 12

Buttons: Add OK Cancel

P value1: 0.0000 P value2: 0.0294 P value: 0.0000

Flexion plantaire groupe contrôle

Calculator - Lee 2010 [Flexion plantaire]

Group	Mean	N	SD
Experimental	77.5	24	47.2174
Control	16.5	24	34.8094

N: 48 MD: 61.0000

Confidence Interval: ☐ 90% ☒ 95% ☐ 99%

Buttons: ? [Icon] Reset Update data table Cancel

5 Calculate based on several groups

Group 1: Mean 16 SD 38 N 12

Group 2: Mean 17 SD 33 N 12

Buttons: Add OK Cancel

P value1: 0.0000 P value2: 0.0294 P value: 0.0000

Extension genou groupe expérimental

Calculator - Lee 2010 [extension genou]

Group	Mean	N	SD
Experimental	16.5	24	9.9869
Control	6.5	24	9.8422

N: 48 MD: 10.0000

Confidence Interval: ☐ 90% ☒ 95% ☐ 99%

Buttons: ? [Icon] Reset Update data table Cancel

5 Calculate based on several groups

Group 1: Mean 17 SD 12 N 12

Group 2: Mean 16 SD 8 N 12

Buttons: Add OK Cancel

P value1: 0.0000 P value2: 0.0037 P value: 0.0011

Extension genou groupe contrôle

Calculator - Lee 2010 [extension genou]

Group	Mean	N	SD
Experimental	16.5	24	9.9869
Control	6.5	24	9.8422

N: 48 MD: 10.0000

Confidence Interval: ☐ 90% ☒ 95% ☐ 99%

Buttons: ? [Icon] Reset Update data table Cancel

5 Calculate based on several groups

Group 1: Mean 7 SD 9 N 12

Group 2: Mean 6 SD 11 N 12

Buttons: Add OK Cancel

P value1: 0.0000 P value2: 0.0037 P value: 0.0011

Extension hanche groupe expérimental

Calculator - Lee 2010 [Extension Hanche]

Group	Mean	N	SD
Experimental	141.5	24	65.3991
Control	10.5	24	70.0289

N: 48 MD: 131.0000

Confidence Interval: ☐ 90% ☒ 95% ☐ 99%

Buttons: ? [Icon] Reset Update data table Cancel

5 Calculate based on several groups

Group 1: Mean 151 SD 85 N 12

Group 2: Mean 132 SD 39 N 12

Buttons: Add OK Cancel

P value1: 0.0000 P value2: 0.4700 P value: 0.0000

Extension de hanche groupe contrôle

Calculator - Lee 2010 [Extension Hanche]

Group	Mean	N	SD
Experimental	141.5	24	65.3991
Control	10.5	24	70.0289

N: 48 MD: 131.0000

Confidence Interval: ☐ 90% ☒ 95% ☐ 99%

Buttons: ? [Icon] Reset Update data table Cancel

5 Calculate based on several groups

Group 1: Mean 9 SD 68 N 12

Group 2: Mean 12 SD 75 N 12

Buttons: Add OK Cancel

P value1: 0.0000 P value2: 0.4700 P value: 0.0000