

Année universitaire 2023-2024

Master 1^{ère} année **Master 2^{ème} année**

Master STAPS mention : *Activité Physique Adaptée et Santé*

Parcours : *Activité physique adaptée et santé*

MÉMOIRE

**L'intérêt du développement de la force maximale sur la fonction
d'équilibration, au cours d'un programme d'Activité Physique
Adaptée, chez les sujets victimes d'un AVC.**

Par : M. Dupont Théo

Sous la direction de : Mme. Anthierens Agathe

**Soutenu à la Faculté des Sciences du Sport et
de l'Éducation Physique le :
13/05/2024**



« La Faculté des Sciences du Sport et de l'Education Physique n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les mémoires; celles-ci sont propres à leurs auteurs. »

Remerciements

Je tiens à remercier,

La Clinique Saint-Roch de Cambrai, pour m'avoir accueilli au sein de leur structure pour la réalisation de mon stage de Master 1 en Activités Physiques Adaptées.

Monsieur Rivaux Florian, enseignant d'Activité Physique Adaptée, pour avoir accepté de m'encadrer et de m'accompagner durant toute la durée de mon intervention.

Madame Anthierens Agathe, enseignante-chercheuse à la Faculté des sciences du sport et de l'éducation physique de Lille, pour son accompagnement tout au long de mon mémoire, sa disponibilité et ses conseils qui m'ont permis la réalisation de ce mémoire.

Ma famille et mes amis pour leur soutien, leurs encouragements et pour avoir accepté de relire et de corriger mon mémoire. Et bien sûr un grand merci à tous les patients pour avoir accepté de participer à mes séances d'activité physique adaptée, puisque c'est grâce à eux que ce mémoire a pu être réalisé.

SOMMAIRE

Glossaire	5
Liste des abréviations	6
Partie 1 : Positionnement du sujet du mémoire	7
A) Introduction	7
B) Revue de la littérature	9
1. Définition	9
2. Conséquences fonctionnelles	10
2.1. La fonction motrice	10
2.2. Les fonctions cognitives	12
2.3. Les fonctions sensorielles	12
2.4 L'aspect psycho-affectif	13
C) Les effets de l'activité physique adaptée	13
1. Situations didactiques	17
2. Programmation	21
Partie 2 : Évaluations / Résultats / Interprétations	23
A) Méthode d'évaluation	23
B) Résultats de la force maximale	24
Discussion	24
C) Résultats du test de Tinetti	25
Discussion	26
Limites des résultats	26
Conclusion	27
Bibliographie	28
Annexes	32
Résumé	35

Glossaire

Accident vasculaire cérébral : “Déficit brutal d’une fonction cérébrale focale sans autre cause apparente qu’une cause vasculaire” (HAS, 2012)

Activité physique : “Tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques qui entraîne une dépense d’énergie” (Billinger et coll, 2014)

Activité physique adaptée : “Thérapie non-médicamenteuse validée sur des données probantes dans de nombreuses pathologies chroniques et états de santé. Elle se justifie pour les personnes incapables de pratiquer des activités physiques ou sportives ordinaires en autonomie et en sécurité, et considérées comme physiquement “inactives”, car n’ayant pas un niveau d’AP conforme aux recommandations de l’OMS” (HAS, 2022)

Équilibre postural : “Moment où, en posture debout statique l’équilibre est assuré lorsque la projection au sol du centre de gravité reste en dessous de la surface d’appui.” (Pérennou et Lacourt, 2006).

Force maximale : Capacité maximale d’un individu à produire une force musculaire lors d’une contraction volontaire.

Liste des abréviations

AVC	Accident Vasculaire Cérébral
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
HAS	Haute Autorité de Santé
APA	Activité Physique Adaptée
VO ₂	Volume d'Oxygène
1RM	Une répétition maximale

Partie 1 : Positionnement du sujet du mémoire

A) Introduction

L'Organisation mondiale de la santé considère les accidents vasculaires cérébraux comme la nouvelle épidémie du 21^e siècle, de nos jours, ils représentent l'une des principales causes de mortalité (DHOS, 2009) et une cause importante de handicap. Selon un rapport de la Haute Autorité de santé, en France l'AVC touche environ 130 000 nouveaux patients en France, et 400 000 Français vivaient avec des antécédents d'AVC, dont les deux tiers sont en situation de handicap lourd à modéré (HAS, 2012). Face à l'augmentation permanente des principaux facteurs de risque que sont la sédentarité, le tabagisme et la mauvaise alimentation, des études évoquent que 85 % de tous ces AVC pourraient être évités en agissant directement dessus (Sherzai et Elkind, 2015).

L'AVC est souvent à l'origine de séquelles de différentes natures : sensorielles, cognitives et motrices telles que les hémiplésies (27%) qui peuvent entraîner des difficultés dans le contrôle de l'équilibre en position debout et/ou assise en situation statique ou dynamique, dues à une faiblesse musculaire qui est la déficience la plus importante après un accident vasculaire cérébral et est directement associée à une réduction de la capacité de marche, augmentant ainsi le risque de chute du sujet (Lee et coll, 2020). L'importance de limiter ces dysfonctionnements réside dans le fait que les chutes peuvent entraîner une cascade de conséquences sur la santé et le bien-être général du patient (Mansfield et coll, 2018). Dans son étude l'auteur nous fait part que les séquelles de l'AVC, ainsi que l'augmentation des risques de comorbidités, associés ou non à un accident vasculaire cérébral secondaire (Middleton et coll, 2013) se combinent et sont liés à la diminution du niveau d'activité physique, entraînant des difficultés à la marche et à contrôler l'équilibre en position debout et/ou assise dans les tâches volontaires de la vie quotidienne. En plus des atteintes centrales causées par l'AVC, cette réduction du niveau d'activité physique peut alors aussi entraîner d'autres troubles du contrôle de l'équilibre dus à un déconditionnement progressif des fonctions musculaires et neuromusculaires.

De plus, en cas de chute, les lésions liées à celle-ci peuvent créer d'autres atteintes centrales et/ou périphériques, augmentant les phases d'inactivité et en conséquence les facteurs liés aux troubles de l'équilibre et de la mobilité. Elles peuvent aussi avoir des conséquences psychologiques, en augmentant l'anxiété de la chute qui peut conduire à une restriction supplémentaire du niveau d'activité physique.

La pratique d'une activité physique adaptée (APA) est donc essentielle pour que les patients victimes d'un AVC récupèrent de manière optimale leur motricité et leurs capacités fonctionnelles afin qu'ils puissent vivre de manière autonome.

L'objectif de ce mémoire est de mettre en avant l'importance des effets du travail de la force musculaire des muscles posturaux sur l'amélioration de la fonction d'équilibration, au cours d'un programme d'activité physique adaptée, et donc son influence sur le risque de chute chez les patients atteints d'un AVC.

B) Revue de la littérature

1. Définition

L'accident vasculaire cérébral (AVC) est défini par l'organisation mondiale de la santé (OMS) comme "un déficit brutal d'une fonction cérébrale focale sans autre cause apparente qu'une cause vasculaire" (HAS, 2012), qui se traduit par une paralysie ou des troubles des fonctions motrices controlatérales à l'atteinte, cognitives et/ou sensorielles, plus ou moins graves en fonction de la taille et de la localisation de la lésion, et dont le degré initial de la paralysie ou des troubles est l'indicateur pronostique du potentiel de récupération du patient (Hendricks et coll, 2002).

On distingue différents types d'AVC. Les ischémiques représentent la grande majorité (80%) des AVC, ils résultent d'une réduction transitoire ou permanente du flux sanguin causée par un événement embolique ou thrombotique dans une artère cérébrale (Kunz et coll, 2010). L'AVC hémorragique représente quant à lui 20% des cas, il est la résultante de causes primaires ou secondaires, notamment l'hypertension artérielle, la rupture de malformations vasculaires congénitales ou de fistules artérioveineuses dures, et se manifeste par une hémorragie intracérébrale, et dont le pronostic de récupération est généralement plus sombre (Montaño et coll, 2021).

La récupération chez les patients atteints d'un AVC est très variable d'un individu à l'autre. En effet, elle peut être immédiate grâce à la levée de l'inhibition précoce de l'activité neuronale périlésionnelle par une intervention médicamenteuse ou chirurgicale. Mais elle peut également intervenir de façon plus tardive (jusqu'à plusieurs années) grâce au phénomène de plasticité cérébrale. Le processus de récupération à long terme ne s'effectue pas de façon linéaire, il serait plus efficace durant les premiers mois après l'AVC, puis ralentirait progressivement (Mansfield et coll, 2018).

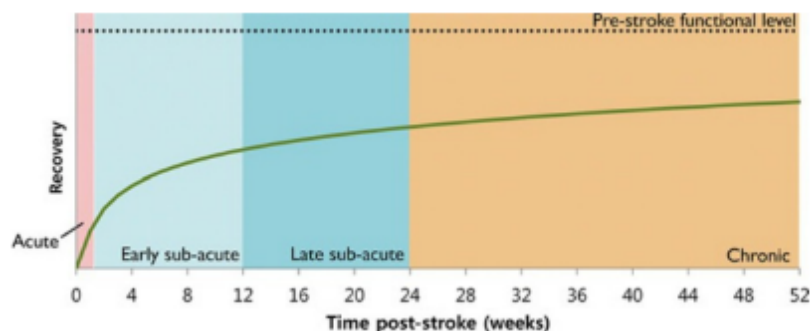


Figure 1 : Courbe stéréotypée de récupération après un accident vasculaire cérébral. (Kwakkel et al., 1999)

Sur la Figure 1, les auteurs ont représenté la chronologie de la récupération après un AVC en commençant du stade aigu, correspondant aux 12 premières semaines, où les améliorations fonctionnelles sont principalement dues à des processus de réparation spontanée. Puis viennent les stades subaigu précoce (jusqu'à 3 mois après l'AVC) et subaigu tardif (jusqu'à 6 mois après l'AVC) qui représentent des périodes critiques pour la récupération. Au-delà de 6 mois après l'AVC, le patient rentre en stade chronique où la récupération commence à plafonner. De ce fait, un consensus mondial concernant une pratique d'activité physique la plus précoce possible est mis en avant (Billinger et coll, 2014), afin de limiter les dégradations des fonctions motrices, cognitives et sensorielles causées par l'alitement et l'inactivité des individus (Mansfield et coll, 2018), et de profiter des processus de réparation spontanée de la phase aiguë.

2. Conséquences fonctionnelles

2.1. La fonction motrice

La fonction motrice est définie comme “une fonction hautement différenciée liée à la contraction musculaire, qu'elle concerne les muscles striés ou les muscles lisses. Le terme de motilité est utilisé lorsque l'activité motrice est à l'origine d'un déplacement dans l'espace ou de toute partie du corps” (De Recondo J, 2004). La fonction motrice se compose d'une part, des contractions musculaires dynamiques ou isométriques, plus ou moins rapides, qui stabilisent un certain nombre de régions corporelles et engendrent le mouvement. L'auteur nous souligne que chaque mouvement nécessite une force musculaire suffisante au maintien du système postural ou pour initier le mouvement. Pour ce faire, le tonus musculaire et la coordination des différents muscles doivent être aptes à ajuster en permanence le mouvement en fonction des différentes activités réalisées par le sujet.

Une composante importante de la fonction motrice est donc liée aux fonctions associées au système postural, qui est défini comme “un système pluriarticulaire, dont l'objectif, dans le maintien de l'équilibre, est d'une part de stabiliser certains paramètres, et d'autre part d'effectuer les mouvements de correction nécessaires pour y parvenir en cas de perturbation de l'équilibre” (Pérennou et Lacourt, 2006). Les auteurs définissent également l'équilibre postural comme le moment où en posture debout statique l'équilibre est assuré lorsque la projection au sol du centre de gravité reste en dessous de la surface d'appui. Cette projection peut donc se déplacer, pour autant qu'elle ne dépasse pas les limites du “polygone de sustentation” (Pérennou et Lacourt, 2006).

Chez les personnes ayant subi un AVC, des études nous rapportent que 89 % des individus hospitalisés en phase aiguë post-AVC présentent une altération de la fonction motrice (Hendricks et coll, 2002), et parmi les personnes qui survivent à un AVC, près de la moitié souffre d'un handicap

durable sur le long terme (Mansfield et coll, 2018) notamment à cause de l'altération du système postural.

En effet, l'altération de la fonction motrice liée à l'atteinte de la voie cortico-spinale ou pyramidale s'associant à un déficit de la commande motrice volontaire, se traduit par une paralysie ou des troubles des fonctions motrices controlatérales à l'atteinte. Cette altération peut être soit partielle appelée "l'hémi-parésie", qui est présente dans 65% des cas (Lee et coll, 2020), ou complète appelée "l'hémiplégie", qui est présente dans 27% des cas (Mansfield et coll, 2018). Ces atteintes peuvent être prédominantes à différents niveaux de la motricité, qu'elles soient proximales ou distales (Hendricks et coll, 2002).

D'autres atteintes comme des dystonies, c'est-à-dire des contractions musculaires involontaires et soutenues; une spasticité des muscles fléchisseurs des membres supérieurs ou des muscles antigravitaires supérieurs, pouvant être à l'origine de syncinésie, ce qui se manifeste par des contractions coordonnées et involontaires de certains groupes musculaires lors de la contraction volontaire d'autres groupes musculaires (HAS, 2022).

Ces altérations neuro-motrices vont donc perturber la mise en place des mouvements de correction du système postural, normalement déclenchés en cas de perturbation. Cela va se traduire chez le sujet par une modification du schéma de marche, principalement par un pas réactif le plus rapide possible avec le membre le moins affecté (Mansfield et coll, 2018), dû à la volonté de diminuer le temps unipodal du membre atteint, cela est défini selon la littérature comme la "stratégie d'abaissement" qui consiste à ramener le pied sain le plus vite au sol, entraînant une augmentation du temps pour revenir en position stable après la pose du pied. (Krasovsky et coll, 2013) Le ralentissement de la vitesse de marche est aussi un reflet des troubles du contrôle (Perry et coll, 1995), entre 0,08 et 1,05 m/s après un AVC, contre 1,0 à 1,5 m/s chez les adultes sans AVC (Nadeau et coll.,2013), causé par une diminution de la cadence et de la longueur responsable de l'augmentation du risque de chute du sujet (Mansfield et coll, 2018).

La modification de ces paramètres de marche est également en lien avec une importante fonte musculaire, une augmentation de la graisse intramusculaire, ainsi qu'une modification des caractéristiques des fibres musculaires à contraction lente à celles des fibres musculaires à contraction rapide plus "fatigables". Ces modifications ont pour conséquence d'entraîner un coût énergétique plus élevé à même vitesse qu'une personne saine, étant donné que la vitesse est plus lente, la différence énergétique est d'autant plus importante (Zamparo, 1995).

En plus de ces modifications dynamiques, la posture statique du sujet est affectée. Notamment dû à un appui prédominant sur le côté le moins touché afin de maintenir la stabilité, et donc de lutter contre la faiblesse musculaire du côté le plus touché (Mansfield et coll, 2018). Cela entraîne une diminution de la stabilité posturale dans les plans antéro-postérieur et médio-latéral. En cas de perturbation posturale, le sujet peut présenter un retard dans le déclenchement de la réponse du contrôle réactif, des schémas anormaux d'activation musculaire (Garland et coll, 1997) et une contribution réduite du membre le plus touché à la récupération de l'équilibre postural (Van Asseldonk et coll, 2006).

Ainsi, l'AVC entraîne une altération des capacités fonctionnelles des individus, perturbant leur équilibre et augmentant le coût énergétique associé aux mouvements, ce qui a pour conséquence d'augmenter leur risque de chute.

2.2. Les fonctions cognitives

D'après la Haute Autorité de Santé, près des deux tiers des patients ayant eu un AVC présentent des troubles cognitifs, entraînant chez eux une augmentation des complications à la rééducation des autres déficits et impactant alors l'autonomie, la qualité de vie, et un risque de mortalité trois fois plus élevé (HAS, 2019).

L'atteinte de ces fonctions peut se traduire de différentes formes en fonction de la localisation et de la taille de la lésion, par des syndromes aphasiques (perturbation de l'expression ou de la compréhension du langage parlé et écrit), apraxiques (trouble de la réalisation de gestes concrets (manipulation d'objets) ou symboliques (signe de croix) indépendante de toutes atteintes des fonctions motrices et sensitives et de tout trouble de la compréhension.), de la négligence spatiale unilatérale c'est-à-dire l'incapacité ou la lenteur à porter son attention du côté opposé à la lésion cérébrale, des troubles de l'attention, de la mémoire ou des fonctions exécutives (ensemble de processus reliés à la gestion de l'action).

Il a été montré que l'altération des ressources attentionnelles et de traitement de l'information entraîne des troubles de l'équilibre, notamment lors de situations de doubles tâches. (Mansfield et coll, 2018)

2.3. Les fonctions sensorielles

La déficience des fonctions sensorielles se présente sous différents niveaux, tels que la sensibilité superficielle (touché fin) ou la sensibilité profonde, qui référence l'individu sur la position de ses segments corporels et leur sens de déplacement. D'autres atteintes, comme celle de la vue,

impactent les déplacements et l'exploration de l'espace et peuvent rendre difficile la rééducation. Cette déficience est fréquemment associée à des troubles neurocognitifs comme une hémiparésie corporelle (déficit de la perception de l'hémicorps) ou une anosognosie (incapacité pour un patient de reconnaître la maladie ou la perte de capacités fonctionnelles dont il est atteint.) (HAS, 2022).

D'autres troubles du schéma corporel d'origine somesthésique sont présentés dans la littérature, comme la perception erronée de la verticalité causée par l'association de la perturbation des fonctions sensorielles somesthésiques ou vestibulaires définies précédemment. Cette perturbation va entraîner des comportements de "pushing", appelé également "latéropulsion", qui est définie comme une inclinaison latérale active du corps qui peut être ipsilatérale ou contre-lésionnelle selon la nature de l'AVC, pouvant résulter d'une asymétrie pathologique de la fonction motrice ou du tonus, ou alors, d'une tentative d'aligner le corps avec une référence verticale interne perturbée par rapport au référentiel réel de la Terre, perturbant ainsi l'équilibre corporel du patient (Pérennou et coll, 2008).

2.4 L'aspect psycho-affectif

La diminution de l'efficacité personnelle, la dépendance à l'égard d'autrui pour les activités de la vie quotidienne et la réduction de la capacité à avoir des interactions sociales normales peuvent avoir un impact psychologique profondément négatif sur le sujet (Billinger et coll, 2014) et conduire à un état d'anxiété ou de dépression (Schmid et coll, 2011, 2015). De nombreuses études nous décrivent également la présence d'une peur de la chute chez de nombreux sujets, allant d'une peur dite "saine" qui permet de protéger l'individu à une peur excessive et omniprésente appelée communément "l'anxiété de chute" (Walsh et coll, 2017), présente selon Schmid chez 40 à 66% des patients (Schmid et coll, 2011). Celle-ci peut provenir soit de l'ignorance de leurs capacités physiques ou de leurs limites, mais surtout en grande majorité (88%) des antécédents de chutes (Watanabe, 2005).

C) Les effets de l'activité physique adaptée

L'activité physique se définit comme "tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques qui entraîne une dépense d'énergie" (Billinger et coll, 2014), et l'exercice comme "un sous-ensemble d'activités physiques planifiées, structurées et répétitives dont l'objectif final ou intermédiaire est l'amélioration ou le maintien de la condition physique" (Billinger et coll, 2014). L'APA est plus précisément défini comme "une thérapie non médicamenteuse validée sur des données probantes dans de nombreuses pathologies chroniques et états de santé. Elle se justifie pour

les personnes incapables de pratiquer des activités physiques ou sportives ordinaires en autonomie et en sécurité, et considérées comme physiquement “inactives”, car n’ayant pas un niveau d’AP conforme aux recommandations de l’OMS” (HAS, 2022). Il existe des preuves selon lesquelles l'exercice adapté après un AVC peut améliorer la condition cardiovasculaire, la capacité de marche et la force musculaire (Billinger et coll, 2014). En plus de ces améliorations des fonctions physiques, de nouvelles études suggèrent que l'exercice peut améliorer les symptômes dépressifs, les fonctions exécutives, la mémoire, et la qualité de vie après un AVC (Billinger et coll, 2014).

Les auteurs nous définissent également les principaux objectifs de l’APA spécifiques de l’intervention secondaire pour un AVC qui sont d’optimiser la récupération des déficits de la fonction motrice, de diminuer les conséquences des lésions cérébrales sur la fonction motrice et de permettre l’utilisation de stratégies de compensation des fonctions lésées, dans le but de permettre au patient de retrouver des activités physiques, sociales et un mode de vie des plus autonomes (Billinger et coll, 2014).

Selon les recommandations en termes d’APA pour les patients victimes d’AVC, il faudrait pratiquer une activité physique d’intensité modérée pendant au moins 30 à 45 minutes, et ce, trois fois par semaine minimum, avec une programmation intégrant une combinaison d'exercices multimodaux pour améliorer l'aptitude cardiorespiratoire, la force musculaire et la mobilité du sujet (Gordon et coll, 2004).

Cette programmation intégrera donc dans un premier temps du renforcement musculaire, c’est-à-dire l’ensemble des techniques de rééducation qui permettent d’augmenter la force musculaire. En effet, le déficit de force musculaire est l’une des principales conséquences de l’hémiplégie consécutive à un AVC, souvent dû à l’immobilité et à l’inactivité du groupe musculaire. Les techniques utilisées ont en commun d’agir sur les propriétés du système musculaire dans le but d’entretenir ou de développer les performances motrices, afin de permettre la reprise partielle ou complète des différentes activités fonctionnelles. Par exemple la marche, qui est corrélée à la force des fléchisseurs de la hanche, qui, en phase concentrique porte le membre oscillant pour augmenter la longueur du pas, et en phase excentrique stabilise la hanche affectée lors de la phase d'appui pour faire des pas plus longs avec le côté sain (Nadeau et coll, 1999); et des extenseurs du genou et des fléchisseurs plantaires de la cheville qui permettent de fournir l'énergie de propulsion du membre vers l'avant (Nadeau et coll, 1999). Le développement de la force des membres supérieurs quant à lui est nécessaire dans les activités de préhension.

Il a été démontré que le développement de la force musculaire grâce aux exercices contre résistance est corrélé sur le court terme à l’adaptation neuromusculaire (Hughes, D et coll, 2018) comme la

synchronisation des unités motrices, et sur le moyen/long terme au développement de la masse musculaire, dû au phénomène d'hypertrophie défini comme l'augmentation du volume d'un muscle ou d'une fibre musculaire (Lim et coll, 2022).

En complément des exercices de renforcement musculaire, l'enseignant d'APA met en place des exercices de rééducation à l'effort et à la marche. En effet, les sujets ayant subi un AVC présentent majoritairement des pathologies cardiovasculaires préexistantes, telles que des coronaropathies, de l'hypertension artérielle, de la fibrillation atriale, et d'autres syndromes métaboliques comme de l'hypercholestérolémie ou du diabète. (Furie et coll, 2011)

De plus, ces individus ont vécu une période d'alitement plus ou moins prolongée, responsable de la diminution du volume plasmatique, du débit cardiaque, et d'une augmentation de la fréquence cardiaque de repos (+0,5 bpm par jour d'alitement), entraînant par conséquent une diminution de la consommation maximale d'oxygène maximale ($VO_2\text{max}$) (-0,8% par jour). Cette valeur peut atteindre parfois le seuil minimal d'environ 15 mL/min/Kg nécessaire pour vivre de façon autonome (Billinger et coll, 2014). Les mécanismes sur lesquels l'activité physique agit afin de réduire les risques évoqués sont ses effets sur la réduction de la pression artérielle, la perte de poids, l'augmentation de la tolérance au glucose, l'optimisation des niveaux de cholestérol et la réduction de l'inflammation artérielle (Billinger et coll, 2014).

Il a été démontré que l'exercice aérobie augmente le pic de VO_2 tout en réduisant le coût énergétique de la marche après un accident vasculaire cérébral (Macko et coll, 2001), leur permettant de développer et de maintenir un mode de vie actif et autonome. En effet, 40 % des survivants d'un AVC estiment que la fatigue est leur pire symptôme et qu'elle les empêche d'accomplir les activités de la vie quotidienne, ce qui a pour conséquence d'entretenir le cercle vicieux du déconditionnement (Mansfield et coll, 2018).

En plus des effets bénéfiques énoncés précédemment, l'APA a également un impact positif sur la neuroplasticité et la récupération neuromusculaire qui limitent le handicap (Dobkin et Carmichael, 2016). En effet, la plasticité du système nerveux central permet aux réseaux de se réorganiser grâce à des tâches stimulantes et significatives en créant de nouvelles stratégies de mouvement pour atteindre le même objectif (Mansfield et coll, 2018). Il existe donc selon l'HAS une relation positive dose d'APA/bénéfices qui doit être expliquée au patient (HAS, 2012).

Limites de l'APA

L'APA doit prendre en considération différents paramètres tels que l'état physiologique du patient, notamment les pathologies cardiaques présentes chez 75% des patients (Billinger et coll,

2014), la fatigabilité importante en position debout (Zamparo, 1995), et les troubles cognitifs et sensoriels limitant la récupération fonctionnelle (Mansfield et coll, 2018).

D'autres freins à la pratique d'ordre psychologique sont soulignés par la HAS, notamment le manque d'auto-efficacité, les croyances négatives concernant l'exercice, la peur de tomber, la dépression, le manque d'intérêt, ... (HAS, 2012)

1. Situations didactiques

Situation 1 : Parcours de renforcement

Objectif :

Renforcement des muscles fléchisseurs de hanches, des quadriceps et des ischios-jambiers.

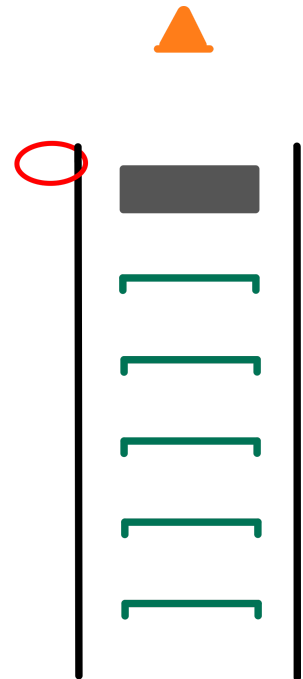
Dispositif et matériel :

Entre les barres parallèles, cinq haies de 30 cm sont disposées dans la longueur. Un step est positionné au bout du parcours, et sur le côté du step trois cerceaux sont à portée de main. Un plot lesté est positionné à 4 mètres du step. Le patient porte des poids aux chevilles.

Consignes :

Le patient doit franchir les haies en ne posant qu'un seul pied entre deux haies, puis poser le membre inférieur lésé sur le step, l'appui dominant se faisant alors sur cette jambe. Le patient doit ensuite saisir un cerceau afin de le lancer autour du plot, à répéter 3 fois. Pour finir, il franchit les haies en sens inverse afin de retourner s'asseoir dans son fauteuil.

Durée : 4 séries, repos : 2 minutes



Critères de réussite :

Franchir les haies dos droit, à la verticale, le regard fixé vers l'avant afin de faciliter la flexion de la hanche.

La pose du pied se fait en attaque talon pour provoquer le contrôle du fléchisseur de hanche en contraction excentrique.

Sur le step, la jambe en appui avant est fléchie (45°), le buste au-dessus de la jambe d'appui, avec le regard maintenu vers l'avant. Les pieds sont écartés à la largeur des épaules afin d'augmenter la stabilité.

Variables :

Modifier la hauteur et l'écartement des haies, si le patient n'a pas assez de flexion de hanche nous disposerons des bandes au sol.

Nous pouvons également placer une mousse sous le step pour intensifier le travail musculaire en termes de force et de vitesse de contraction.

Situation 2 : Circuit de football

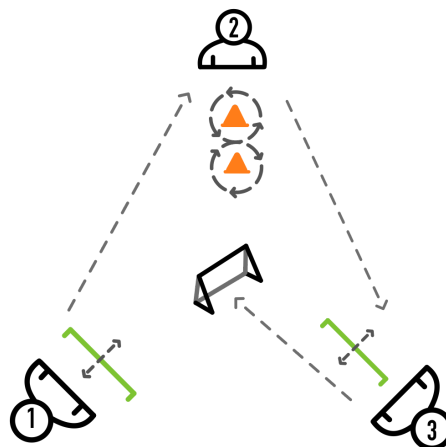
Objectif :

Renforcement des muscles fléchisseurs de hanches, des quadriceps, releveurs du pied et fléchisseurs plantaires.

Dispositif et matériel :

Par groupe de trois patients, positionnés en triangle. Chacun possède un poids à la cheville. Une balle en mousse pour le groupe. 3 ateliers :

- 1) Une haie de 45 cm située à une longueur de jambe du patient, parallèlement à son fauteuil.
- 2) 2 plots alignés face au patient, espacés de 30 cm.
- 3) Une haie de 30 cm située entre les pieds du patient, perpendiculairement à son fauteuil. Un but est également positionné 2 mètres face à ce patient.



Consignes :

Faire circuler la balle du patient 1 au patient 3, en effectuant chacun son tour 5 répétitions sur l'atelier auquel ils sont positionnés.

- 1) Coincer la balle entre les pieds, puis tendre les jambes de façon à venir toucher la haie.

Passer la balle au numéro 2.

- 2) Le pied de la jambe lésée sur le ballon, effectuer des "8" entre les plots, un tour vaut une répétition.

Passer la balle au numéro 3.

- 3) Avec la jambe lésée, faire passer la balle sous la haie, puis la réceptionner de l'autre côté avec le même pied après avoir franchi la haie.

Pour finir, tirer dans le but grâce à une extension du genou.

Changer d'atelier tous les 2 tours, dans le sens des aiguilles d'une montre.

Durée : 6 tours . Repos : égale au temps de travail des autres patients.

Critères de réussite :

Maintenir le dos droit à la verticale afin de faciliter la flexion de hanche.

- 1) Serrer les pieds et chercher à rapprocher les genoux afin de maintenir le ballon entre les pieds et à la même hauteur. Expirer lors de l'extension et inspirer à la flexion.
- 2) et 3) Synchroniser la flexion de la hanche avec la dorsiflexion de la cheville pour lever le pied du ballon, et inversement synchroniser le relâchement des fléchisseurs de hanches avec les fléchisseurs plantaires pour "écraser" et maîtriser le ballon.
- 3) Poser la pointe du pied sur le ballon, puis tendre la jambe dans l'axe de la cuisse, en direction du but.

Variables :

Nous pouvons utiliser différents types de balle, une balle plus dure complexifie l'exercice car elle demande une plus grande vitesse d'exécution, à l'inverse d'une balle en mousse.

L'exercice pourra être proposé en fin de cycle, debout afin d'augmenter l'amplitude de la flexion de la hanche et l'intensité musculaire de la jambe d'appui.

Situation 3 : Leg Press en unilatérale

Objectif :

Renforcement des muscles de la cuisse : quadriceps et ischio-jambiers.

Dispositif et matériel :

Sur une machine de renforcement appelé "Leg Presse" de la marque David.



Consignes :

Assis sur la machine, le dossier est incliné à 45°. Positionner le pied de la jambe lésée sur la plaque, dans l'axe de l'épaule. Le pied se situe à la hauteur du genou de façon à former un angle de genou d'environ 90°.

Inspirer, puis expirer progressivement lors du mouvement d'extension de la jambe, une fois la jambe presque tendue (garder une légère flexion pour éviter d'endommager le genou). Puis revenir en fléchissant la jambe, tout en inspirant.

Durée : 3 séries de 12 répétitions, à une intensité de 65% (1RM)

Critères de réussite :

Effectuer l'extension en appuyant sur le talon afin de le maintenir en appui et de solliciter la contraction de la chaîne postérieure (ischio-jambiers et fessiers).

Maintenir un alignement pied, genou, épaule en essayant d'engager le genou légèrement vers l'extérieur.

Maintenir le dos contre le dossier grâce à une contraction abdominale et un appui constant du talon.

Situation 4 : Renforcement Boccia

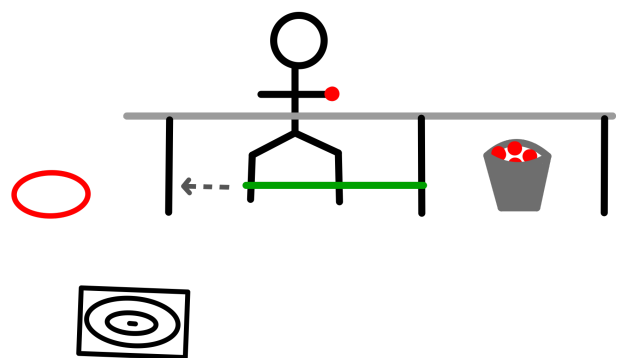
Objectif :

Renforcement des muscles adducteurs et fessiers.

Dispositif et matériel :

Entre les barres parallèles. Un élastique fixé de part et d'autre à la cheville de la jambe lésée et au pilier de la barre parallèle.

Un seau contenant des balles de boccia se situe au niveau de ce même pilier. Un cerceau au sol se situe à 5 m du seau, et face à cette bande à 3 mètres se situe une cible de boccia.



Consignes :

Le départ se fait au niveau du seau, saisir une balle puis se déplacer en pas-chassé vers la bande au sol. Une fois le pied de la jambe avec l'élastique posé de l'autre côté de la bande, jeter la balle sur la cible afin de marquer le plus de points. Revenir en pas chassé vers le seau afin de recommencer l'exercice sur 4 répétitions.

Durée : 3 séries, repos : 1 minute 30

Critères de réussite :

Écarter le pied en gardant les jambes tendues.

Maintenir les épaules à l'horizontale et le buste à la verticale dans le but de garder le centre de gravité projeté dans le polygone de sustentation.

Lors du tir, maintenir les jambes en légère flexion, les pieds parallèles et le buste droit afin de limiter les déséquilibres.

Expirer lorsque les jambes s'écartent (phase concentrique), et inspirer quand elles se rapprochent.

Variables :

Nous pouvons instaurer une contrainte temporelle, ou alors proposer cette situation en opposition avec un autre patient, dans le but d'augmenter la vitesse d'exécution du mouvement.

2. Programmation

Au sein de la clinique Saint-Roch, mon intervention a été ciblée sur des sujets en phase aiguë d'AVC (< 6 mois), tous en hospitalisation complète. La programmation de l'APA pour ces patients est effectuée sur 5 séances par semaine, d'une durée de 1 heure chacune, du lundi au vendredi.

Dans le but de développer les qualités physiques et fonctionnelles des patients, il a été démontré qu'une programmation composée d'une combinaison d'exercices multimodaux permet d'améliorer l'aptitude cardiorespiratoire, la force musculaire et la mobilité chez les patients victimes d'un AVC (Billinger et coll, 2014).

Nous avons mis en place un programme de renforcement musculaire basé sur une durée de 12 semaines (HAS, 2012b), pour une fréquence hebdomadaire de 3 séances, les lundis, mercredis et vendredis. Chaque séance comprend des exercices de renforcement musculaire des membres inférieurs, d'une durée de 30 à 45 minutes, et est composée de 8 à 10 exercices (Billinger et coll, 2014). L'intensité des exercices est basée sur 50% à 70% (Billinger et coll, 2014; Lee et coll, 2020) de la charge maximale (1 RM), dont l'évaluation se fait toutes les 2 semaines afin de réguler progressivement la prise en charge. Nous calculons le 1 RM grâce à une épreuve sur 5 RM, convertie en 1 RM grâce à la table de Berger (Annexe 2). Il a été démontré que pour améliorer continuellement la force musculaire, il est nécessaire de faire évoluer progressivement les variables d'entraînement, et ce, sur une programmation à moyen/long terme (>12 semaines) (Lee et coll, 2020).

Le nombre de séries par exercice est compris entre 2 et 4 séries (Lee et coll, 2020), allant de 10 à 15 répétitions afin de favoriser le développement de la force et de l'hypertrophie musculaire (Billinger et coll, 2014). Les principaux muscles travaillés en APA lors de la phase aiguë de l'AVC sont les muscles des membres inférieurs responsables de la position debout et de la locomotion, par exemple les fléchisseurs de hanche, les extenseurs du genou et des fléchisseurs plantaires (Nadeau et coll, 1999).

Afin de répondre aux recommandations en APA, en complément de ces exercices, nous avons mis en place dans notre programmation des exercices d'endurance à intensité modérée, c'est-à-dire environ 40% à 60% de la fréquence cardiaque de réserve. La fréquence hebdomadaire de ces

exercices est de 3 à 4 séances de 20 à 60 minutes (Billinger et coll, 2014). La durée et l'intensité de travail sont augmentées progressivement au cours du programme et en fonction de l'évolution des capacités du patient.

À la suite de cette prise en charge en phase aiguë, le patient est souvent apte à sortir de l'établissement et à entamer une prise en charge en hospitalisation de jour. L'objectif de cette prise en charge est d'encourager les personnes ayant subi un AVC à être plus indépendants et autonomes. La programmation est basée sur une fréquence de 3 séances par semaine, durant lesquelles nous focalisons le type d'exercices en fonction des déficits principaux du patient.

Partie 2 : Évaluations / Résultats / Interprétations

A) Méthode d'évaluation

Objectif :

L'objectif des tests est de déterminer l'influence du développement de la force maximale des muscles posturaux du tronc et des membres inférieurs sur les fonctions d'équilibration en position statique et dynamique. Dans le cadre de ce travail de mémoire, nous avons évalué 5 participants (1 femme et 4 hommes, 57,71 ± 3,5 ans). Chacun de ces individus a eu un diagnostic clinique d'AVC, ils présentent tous une hémiplégié chronique (> 6 mois après un AVC) et l'absence d'antécédents neurologiques ou locomoteurs antérieurs à l'AVC. Les patients sont qualifiés de chuteurs selon le test de Tinetti : score inférieur à 18. Ils possèdent un indice de masse corporelle (IMC) normal, compris entre 18,5 et 24,9 (Weir et Jan, 2023). Les critères principaux d'exclusion à l'étude étaient les patients : 1) Ayant subi d'autres AVC/AIT antérieurs ou pendant le protocole; 2) Une atteinte neurologique causée par un traumatisme externe ou une autre pathologie dégénérative (parkinson, sclérose en plaques).

Méthodes et outils :

Pour évaluer la force isométrique, nous avons mis en place un test basé sur l'utilisation d'un dynamomètre isométrique portable (Annexe 1) afin de mesurer la force maximale des principaux groupes musculaires responsables de l'équilibre statique et dynamique, tels que les fléchisseurs antérieurs et latéraux ainsi que les extenseurs du tronc, les couples fléchisseurs et extenseurs des membres inférieurs (hanche, genoux, cheville), et les muscles responsables de l'abduction et de l'adduction de la hanche.

Afin de corrélérer les données obtenues lors de l'évaluation de la force musculaire avec les paramètres d'équilibre statique et dynamique, nous avons utilisé le test de Tinetti (Scura et Munakomi, 2022). Ce test est appliqué chez de nombreuses populations dites à risque de chutes, dont les patients ayant subi un AVC. L'examen est composé de deux évaluations : l'équilibre et la démarche du patient à l'aide d'un système de notation standardisé ordinal de 0 à 28 avec une plage de zéro à deux par élément mesuré, un score de zéro signifie une déficience grave, contre un score de deux, ce qui indiquerait une indépendance. Un score total faible signifie que le patient présente des déficiences, il est admis que pour un score inférieur à 18 le patient a un risque élevé de chute. (Scura et Munakomi, 2022).

B) Résultats de la force maximale

Afin d'analyser les relations entre le gain de force des membres posturaux du tronc et des membres inférieurs sur l'équilibre, nous avons effectué une analyse statistique en deux étapes.

Tableau 1 : Évolution de la force maximale et du score au test de Tinetti après un programme de 7 semaines

	<i>Semaine 0</i>	<i>Semaine 7</i>	<i>Valeur P</i>
<i>Muscles du tronc (Kg)</i>	<i>10,83 ± 2,58</i>	<i>13,90 ± 1,21</i>	<i>0,09</i>
<i>Membre inférieur Sain (Kg)</i>	<i>13,55 ± 3,01</i>	<i>15,07 ± 2,37</i>	<i>0,026 *</i>
<i>Membre inférieur lésé (Kg)</i>	<i>9,54 ± 1,63</i>	<i>13,12 ± 1,78</i>	<i>0,003 **</i>

*Les valeurs représentent la moyenne ± écart type ; valeur de p pour le niveau de significativité ; * p<0,05 ; ** p<0,01 ; *** p<0,001 ; Kg : kilogrammes.*

Dans un premier temps, nous avons comparé l'évolution avant et après de la force maximale pour une prise en charge en APA de 7 semaines (Tableau 1). Pour cette analyse statistique, les données sont normalement distribuées sur la base du test de Shapiro-Wilk et respectent l'homogénéité des variances sur la base du test de Levene médiane. Grâce à une comparaison sur la base du test t-student pour échantillons appariés, nous pouvons observer qu'à l'issue de la prise en charge la force maximale du membre inférieur sain a augmenté de manière significative ($p<0,05$), et a augmenté de manière très significative pour le membre inférieur lésé ($p<0,01$). En revanche, aucune différence significative n'a été observée pour la force maximale des muscles du tronc, entre avant et après la prise en charge ($p>0,05$). (Tableau 1)

Donc, le programme de réentraînement de 7 semaines axé sur le renforcement musculaire, a permis de développer la force maximale des membres inférieurs des sujets de façon significative de 11,2% ($p<0,05$) pour le membre sain, et progressé de façon très significative de 37,5% ($p<0,01$) pour le membre lésé.

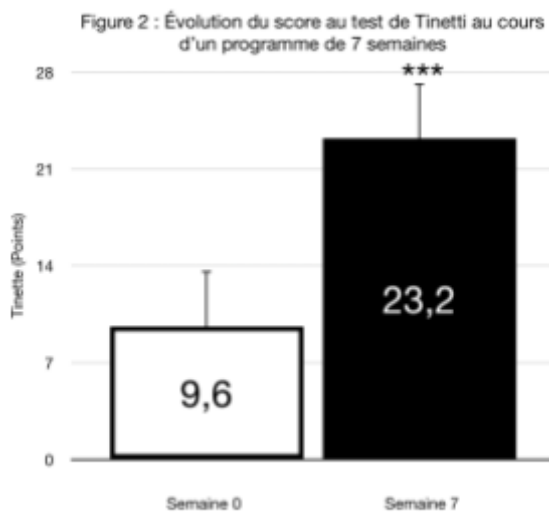
Discussion

Ces résultats peuvent s'expliquer par différents processus physiologiques, comme dans un premier temps par l'adaptation neuromusculaire, notamment par l'amélioration de la synchronisation des unités motrices, qui est la principale adaptation à court terme (Hughes et coll, 2018). Dans un second temps, l'augmentation de la force musculaire peut être due à moyen/long terme au phénomène d'hypertrophie des muscles squelettiques, qui est défini (Lim et coll, 2022) comme l'augmentation du volume d'un muscle ou d'une fibre musculaire, se produisant chez l'homme adulte en raison de l'accumulation de protéines cellulaires, en réponse à un exercice de résistance (Schoenfeld, 2010). Il a été démontré que de nombreux facteurs interviennent dans le processus hypertrophique tels que la tension mécanique, les lésions musculaires et le stress

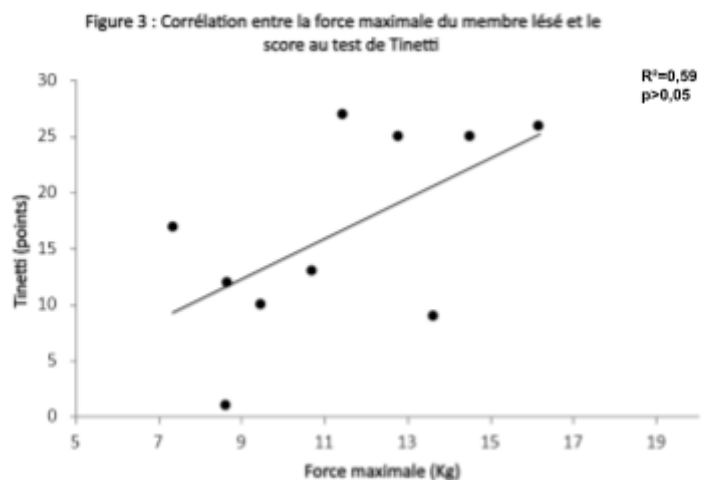
métabolique qui peuvent jouer un rôle dans la croissance musculaire induite par l'exercice (Schoenfeld, 2010).

En effet, l'activité physique et principalement l'exercice contre résistance va entraîner une cascade de réponse hormonale décrite par l'auteur, notamment par les mécanismes de libération de l'hormone de croissance et de la testostérone, en lien avec le développement de la masse musculaire du sujet. (Schoenfeld, 2010).

C) Résultats du test de Tinetti



*** : Différence très significative ($p < 0,001$)



Kg : kilogramme ; R^2 : coefficient de corrélation ; $p > 0,05$: non-significatif.

Dans un second temps, nous avons comparé l'évolution avant et après de l'équilibre, représentée au travers du score au test de Tinetti, pour une prise en charge en APA de 7 semaines (Figure 2). Pour cette analyse, les données sont normalement distribuées sur la base du test de Shapiro-Wilk et respectent l'homogénéité des variances sur la base du test de Levene médiane. Grâce à une comparaison sur la base du test t-student pour échantillons appariés, nous pouvons observer qu'à l'issue de la prise en charge le score au test de Tinetti a augmenté de 141,6% de manière très significative ($p < 0,001$) (Figure 2).

Nous avons effectué une deuxième analyse statistique afin d'évaluer la corrélation entre la force musculaire maximale du membre inférieur lésé et l'équilibre mesuré par le score de Tinetti. Pour cette analyse, les données sont normalement distribuées sur la base du test de Shapiro-Wilk et respectent l'homogénéité des variances sur la base du test de Levene médiane. Grâce au test de corrélation de Bravais-Pearson nous pouvons observer qu'il n'existe pas de corrélation significative entre les variables analysées ($R^2 = 0,59$; $p > 0,05$) (Figure 3).

Donc le score au test de Tinetti n'est pas statistiquement corrélé aux données de la force musculaire du membre inférieur lésé des patients (Figure 3).

Discussion

L'amélioration de l'équilibre (Figure 2) ne s'explique donc pas par l'augmentation significative de la force musculaire des membres inférieurs (Tableau 1), bien que certaines études aient démontré que la faiblesse musculaire est directement associée à une réduction de la capacité de marche et d'équilibration du sujet (Lee et coll, 2020). D'autres études mettent également en avant le lien entre la force des fléchisseurs de la hanche, des extenseurs du genou et des fléchisseurs plantaires de la cheville (Nadeau et coll, 1999) avec l'amélioration de la qualité de marche et de l'équilibre dynamique du sujet.

L'amélioration du score au test de Tinetti peut donc s'expliquer par des causes multifactorielles, par exemple, par des adaptations du système nerveux central et périphérique, notamment grâce au phénomène de neuroplasticité (Dobkin et Carmichael, 2016), qui permet aux réseaux neuronaux de se réorganiser grâce à des tâches stimulantes et significatives en créant de nouvelles stratégies de mouvement pour atteindre le même objectif à savoir maintenir une posture stable et en améliorant la vitesse et du contrôle des réactions de rééquilibration (Manfield et coll, 2018). D'autres facteurs comme l'amélioration des fonctions sensorielles et cognitives peuvent être à l'origine de nos résultats, en effet l'amélioration de la qualité de marche et d'équilibration peut provenir de l'amélioration des fonctions attentionnelles visuo-spatiales lors de la tâche (Bovonsunthonchai et coll, 2020).

Pour finir, le facteur psychologique peut également être un facteur de l'amélioration de la fonction d'équilibration (Schmid et coll, 2011), en effet, la diminution de l'anxiété de chute est présente selon les auteurs chez 40 à 66% des patients, grâce à une prise de conscience de leur capacité et une augmentation de leur sentiment d'auto-efficacité au cours du programme (Schmid et coll, 2011).

Limites des résultats

L'interprétation de nos résultats se limite au fait que nous n'avons analysé aucune donnée statistique sur l'état psychologique, les capacités des fonctions sensorielles et cognitives des patients avant et après la prise en charge. De nouveaux tests complémentaires devront alors être effectués avant de pouvoir établir une conclusion sur les facteurs responsables de l'amélioration de la fonction d'équilibration.

Conclusion

Le but de ce mémoire était d'observer l'intérêt du développement de la force maximale sur la fonction d'équilibration, au cours d'un programme d'activité physique adaptée, chez des individus victimes d'un AVC.

À la suite d'une programmation de 7 semaines, Sur la base du test statistique de t de student pour échantillons appariés, nous avons observé des améliorations de la force maximale des membres inférieurs et du score au test de Tinetti ($p < 0,05$). Or, sur la base d'un test statistique de corrélation de Bravais-Pearson, aucune corrélation n'a été trouvée entre la force maximale du membre inférieur lésé et le score au test de Tinetti ($p > 0,05$).

En conclusion, le développement de la force maximale ne suffit pas à expliquer l'amélioration de l'équilibre. Afin de déterminer quels sont les facteurs principaux permettant l'amélioration de l'équilibre, une approche multifactorielle doit être mise en place avec des tests complémentaires.

Bibliographie

Balaban, B., & Tok, F. (2014). Gait disturbances in patients with stroke. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*, 6(7), 635–642.

Billinger, S. A., Arena, R., Bernhardt, J., Eng, J. J., Franklin, B. A., Johnson, C. M., MacKay-Lyons, M., Macko, R. F., Mead, G. E., Roth, E. J., Shaughnessy, M., Tang, A., American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health, Council on Epidemiology and Prevention, & 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*, 45(8), 2532–2553.

Bovonsunthonchai, S., Aung, N., Hiengkaew, V., & Tretriluxana, J. (2020). A randomized controlled trial of motor imagery combined with structured progressive circuit class therapy on gait in stroke survivors. *Scientific reports*, 10(1), 6945.

De Recondo J. (2004). *Sémiologie du système nerveux : Du symptôme au diagnostic*. 2e édition. Paris: Flammarion Médecine-Sciences.

Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins (DHOS). (2009, juin). *La prévention et la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France*. Rapport.

Dobkin, B. H., & Carmichael, S. T. (2016). The Specific Requirements of Neural Repair Trials for Stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 30(5), 470–478.

Furie, K. L., Kasner, S. E., Adams, R. J., Albers, G. W., Bush, R. L., Fagan, S. C., Halperin, J. L., Johnston, S. C., Katzan, I., Kernan, W. N., Mitchell, P. H., Ovbiagele, B., Palesch, Y. Y., Sacco, R. L., Schwamm, L. H., Wassertheil-Smoller, S., Turan, T. N., Wentworth, D., & American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular Nursing, Council on Clinical Cardiology, and Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research (2011). Guidelines for the prevention of stroke in patients with stroke or transient ischemic attack: a guideline for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association. *Stroke*, 42(1), 227–276.

Garland, S. J., Stevenson, T. J., & Ivanova, T. (1997). Postural responses to unilateral arm perturbation in young, elderly, and hemiplegic subjects. *Archives of physical medicine and*

rehabilitation, 78(10), 1072–1077.

Gordon, N. F., Gulanick, M., Costa, F., Fletcher, G., Franklin, B. A., Roth, E. J., Shephard, T., & American Heart Association 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 (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.

Haute Autorité de Santé (HAS). (2012a). Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte. Recommandations de bonne pratique. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-11/11irp01_reco_avc_methodes_de_reeducation.pdf

Haute Autorité de Santé (HAS). (2012b). Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte. Recommandations de bonne pratique. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-11/11irp01_argu_avc_methodes_de_reeducation.pdf

Haute Autorité de Santé (HAS). (2019). Accident vasculaire cérébral. Pertinence des parcours de rééducation/réadaptation après la phase initiale de l'AVC. Note de problématique. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2019-06/app_260_note_de_problematique_ssr_avc_cd_2019_05_22_vfinale.pdf

Haute Autorité de Santé (HAS). (2022). La prescription d'activité physique adaptée (APA). Synthèse. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-08/synthese_prescription_apa_vf.pdf

Haute Autorité de Santé (HAS). (2022). Rééducation à la phase chronique de l'AVC de l'adulte : pertinence, indications et modalités. Argumentaire. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-07/_reco_321_argumentaire_avc_mel_lg_v0_mg.pdf

Hendricks HT, van Limbeek J, Geurts AC, Zwarts MJ. Motor recovery after stroke: a systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(11):1629-37

Hughes, D. C., Ellefsen, S., & Baar, K. (2018). Adaptations to Endurance and Strength Training.

Cold Spring Harbor perspectives in medicine, 8(6), a029769.

Krasovsky, T., Lamontagne, A., Feldman, A. G., & Levin, M. F. (2013). Reduced gait stability in high-functioning poststroke individuals. *Journal of neurophysiology*, 109.

Kunz A, Dirnagl U, Mergenthaler P (2010). Acute pathophysiological processes after ischaemic and traumatic brain injury. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 24: 495–509.

Kwakkel G, Wagenaar RC, Twisk JWR et al. (1999). Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomised trial. *Lancet* 354: 191–196.

Lee, J. & al (2020). Combined Aerobic and Resistance Training for Cardiorespiratory Fitness, Muscle Strength, and Walking Capacity after Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*, 29(1), 104498.

Lim, C., Nunes, E. A., Currier, B. S., McLeod, J. C., Thomas, A. C. Q., & Phillips, S. M. (2022). An Evidence-Based Narrative Review of Mechanisms of Resistance Exercise-Induced Human Skeletal Muscle Hypertrophy. *Medicine and science in sports and exercise*, 54(9), 1546–1559.

Macko, R. F., Smith, G. V., Dobrovolsky, C. L., Sorkin, J. D., Goldberg, A. P., & Silver, K. H. (2001). Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82(7), 879–884.

Mansfield, A., Inness, E. L., & McIlroy, W. E. (2018). Stroke. *Handbook of clinical neurology*, 159, 205–228.

Middleton, L. E., Corbett, D., Brooks, D., Sage, M. D., Macintosh, B. J., McIlroy, W. E., & Black, S. E. (2013). Physical activity in the prevention of ischemic stroke and improvement of outcomes: a narrative review. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 37(2), 133–137.

Montaño, A., Hanley, D. F., & Hemphill, J. C., 3rd (2021). Hemorrhagic stroke. *Handbook of clinical neurology*, 176, 229–248.

Nadeau, S., Betschart, M., & Bethoux, F. (2013). Gait analysis for poststroke rehabilitation: the relevance of biomechanical analysis and the impact of gait speed. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 24(2), 265–276.

Nadeau, S., Gravel, D., Arsenault, A. B., & Bourbonnais, D. (1999). Plantarflexor weakness as a limiting factor of gait speed in stroke subjects and the compensating role of hip flexors. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 14(2), 125–135.

- Pérennou, D. A., Mazibrada, G., Chauvineau, V., Greenwood, R., Rothwell, J., Gresty, M. A., & Bronstein, A. M. (2008). Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke: a causal relationship?. *Brain : a journal of neurology*, 131(Pt 9), 2401–2413.
- Pérennou, D., Lacourt, M. (2006). *Efficiences et déficiences du contrôle postural*. Solal.
- Perry, J., Garrett, M., Gronley, J. K., & Mulroy, S. J. (1995). Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*, 26(6), 982–989.
- Schmid, A. A., Arnold, S. E., Jones, V. A., Ritter, M. J., Sapp, S. A., & Van Puymbroeck, M. (2015). Fear of falling in people with chronic stroke. *The American journal of occupational therapy : official publication of the American Occupational Therapy Association*, 69(3), 6903350020.
- Schmid, A. A., Van Puymbroeck, M., Knies, K., Spangler-Morris, C., Watts, K., Damush, T., & Williams, L. S. (2011). Fear of falling among people who have sustained a stroke: a 6-month longitudinal pilot study. *The American journal of occupational therapy : official publication of the American Occupational Therapy Association*, 65(2), 125–132.
- Schoenfeld B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *Journal of strength and conditioning research*, 24(10), 2857–2872.
- Scura, D., & Munakomi, S. (2022). Tinetti Gait and Balance Test. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Sherzai, A. Z., & Elkind, M. S. (2015). Advances in stroke prevention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1338, 1–15.
- Walsh, M., Galvin, R., & Horgan, N. F. (2017). Fall-related experiences of stroke survivors: a meta-ethnography. *Disability and rehabilitation*, 39(7), 631–640.
- Watanabe Y. (2005). Fear of falling among stroke survivors after discharge from inpatient rehabilitation. *International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift für Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation*, 28(2), 149–152.
- Weir, C. B., & Jan, A. (2023). BMI Classification Percentile And Cut Off Points. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Zamparo, P., Francescato, M. P., De Luca, G., Lovati, L., & di Prampero, P. E. (1995). The energy cost of level walking in patients with hemiplegia. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 5(6), 348–352.

Annexes

Annexe 1 : Test de force maximale

Méthodes et outils :

Pour évaluer la force isométrique, nous avons mis en place un test basé sur l'utilisation d'un dynamomètre isométrique portable "KFORCE muscle controller®", de la société française Kinvent, avec une capacité de résistance maximale de 90 Kg. Le dynamomètre dispose d'une fonction Bluetooth pour communiquer avec l'application KiventPhysio®, installée sur un appareil apple iphone 11®, pour la collecte de données. L'application affiche le graphique de résistance en temps réel et à la fin de l'expérience, les valeurs de résistance moyennes et maximales obtenues en kilogrammes au cours de l'expérience sont également accessibles.



Figure 4 : Mesure de la force musculaire avec le dynamomètre portable. (A) Fléchisseurs du tronc ; (B) extenseurs du tronc ; (C) fléchisseurs latéraux du tronc ; (E) extenseurs du genou ; (F) fléchisseurs du genou ; (G) fléchisseurs de hanche ; (H) extenseurs de hanche ; (I) les abducteurs de la hanche ; adducteurs de la hanche; (J) fléchisseurs dorsaux de la cheville ; (K) fléchisseurs plantaires de la cheville

Nous avons mesuré la force des principaux groupes musculaires responsables de l'équilibre statique et dynamique, tels que les fléchisseurs antérieurs et latéraux ainsi que les extenseurs du tronc, les couples fléchisseurs et extenseurs des membres inférieurs (hanche, genoux, cheville), et les muscles responsables de l'abduction et de l'adduction de la hanche (Figure 4). Pour chaque mouvement (Tableau 2), trois tentatives ont été réalisées, avec une contraction isométrique de 5 secondes chacune. Entre chaque tentative, une période de repos de 15 secondes était accordée aux participants. Lors du test, les consignes d'encouragement verbale données aux participants à chaque contraction étaient les suivantes : "Allez, poussez" ou "Allez, tirez", "allez-y" et "encore".

Tableau 2 : Protocole de test de force musculaire des muscles du tronc et des membres inférieurs.

Groupe musculaire	Position du sujet	Emplacement du dynamomètre
Fléchisseurs du tronc	Assis sur la table, genou à 90°, hanche à 90°, axe du dos droit.	À la verticale, sur le sternum, le bas du dynamomètre au niveau du processus xiphoïde
Extenseurs du tronc	Assis sur la table, genou à 90°, hanche à 90°, axe du dos droit.	À la verticale, le long de la colonne vertébrale, entre les scapulas
Fléchisseurs latéraux du tronc	Assis sur la table, genou à 90°, hanche à 90°, axe du dos droit.	À l'horizontale, sur le deltoïde.
Fléchisseur du genou	Assis sur la table, genou à 90°, hanche à 90°, axe du dos droit.	À l'horizontale, sur le mollet, deux doigts au-dessus de la malléole interne.
Extenseur du genou	Assis sur la table, genou à 90°, hanche à 90°, axe du dos droit.	À l'horizontale, sur le tibia, deux doigts au-dessus de la malléole interne.
Fléchisseur de la hanche	Allongé sur le dos, une jambe fléchie, la hanche et genou à 90°, l'autre jambe tendue et posée sur la table.	À la verticale, sur les quadriceps, cinq doigts sous le genou.
Extenseur de la hanche	Allongé sur le dos, une jambe fléchie, la hanche et genou à 90°, l'autre jambe tendue et posée sur la table.	À la verticale, sur les ischios-jambiers, cinq doigts sous la fosse poplitée.
Fléchisseur dorsal de la cheville	Allongé sur le dos, les jambes tendues, les talons se situent à l'extérieur de la table.	À l'horizontale, sur le dos du pied, sous la ligne des orteils.
Fléchisseur de la cheville	Allongé sur le dos, les jambes tendues, les talons se situent à l'extérieur de la table.	À l'horizontale, sur la voûte plantaire, sous la ligne des orteils.

Annexe 2 : Table de Berger

Max reps (RM)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
100%	100%	95%	93%	90%	87%	85%	83%	80%	77%	75%	70%
10	9.5	9.3	9	8.7	8.5	8.3	8	7.7	7.5	7	
20	19	18.6	18	17.4	17	16.6	16	15.4	15	14	
30	28.5	27.9	27	26.1	25.5	24.9	24	23.1	22.5	21	
40	38	37.2	36	34.8	34	33.2	32	30.8	30	28	
50	47.5	46.5	45	43.5	42.5	41.5	40	38.5	37.5	35	
60	57	55.8	54	52.2	51	49.8	48	46.2	45	42	
70	66.5	65.1	63	60.9	59.5	58.1	56	53.9	52.5	49	
80	76	74.4	72	69.6	68	66.4	64	61.6	60	56	
90	85.5	83.7	81	78.3	76.5	74.7	72	69.3	67.5	63	
100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	70	
110	104.5	102.3	99	95.7	93.5	91.3	88	84.7	82.5	77	
120	114	111.6	108	104.4	102	99.6	96	92.4	90	84	
130	123.5	120.9	117	113.1	110.5	107.9	104	100.1	97.5	91	
140	133	130.2	126	121.8	119	116.2	112	107.8	105	98	
150	142.5	139.5	135	130.5	127.5	124.5	120	115.5	112.5	105	
160	152	148.8	144	139.2	136	132.8	128	123.2	120	112	
170	161.5	158.1	153	147.9	144.5	141.1	136	130.9	127.5	119	
180	171	167.4	162	156.6	153	149.4	144	138.6	135	126	
190	180.5	176.7	171	165.3	161.5	157.7	152	146.3	142.5	133	
200	190	186	180	174	170	166	160	154	150	140	
210	199.5	195.3	189	182.7	178.5	174.3	168	161.7	157.5	147	
220	209	204.6	198	191.4	187	182.6	176	169.4	165	154	
230	218.5	213.9	207	200.1	195.5	190.9	184	177.1	172.5	161	
240	228	223.2	216	208.8	204	199.2	192	184.8	180	168	
250	237.5	232.5	225	217.5	212.5	207.5	200	192.5	187.5	175	

Résumé :

En France, les deux-tiers des victimes d'accidents vasculaires cérébraux souffrent d'un handicap lourd à modéré. Chez ces individus, des atteintes des fonctions motrices, cognitives, sensorielles et psychologiques (causées directement par la lésion ou par une phase d'inactivité) sont à l'origine d'une diminution de la fonction d'équilibration, donc d'une augmentation du risque de chute.

Dans ce mémoire, nous avons étudié l'intérêt du développement de la force maximale des muscles posturaux du tronc et des membres inférieurs, sur la fonction d'équilibration, au cours d'un programme d'activité physique adaptée. Notre groupe (n = 5) a effectué un programme d'une durée de sept semaines, composé de cinq séances hebdomadaires, dont trois axés sur le renforcement musculaire. Nous avons mis en place deux tests : le test de Tinetti, dans le but d'évaluer l'équilibre et la démarche des patients ; un test de force isométrique, par l'utilisation d'un dynamomètre isométrique portable, afin de déterminer la force maximale isométrique des muscles du tronc et des membres inférieurs. Les données ont été collectées avant et après la prise en charge.

Sur la base du test statistique de t de student pour échantillons appariés, nous avons observé des améliorations de la force maximale des membres inférieurs et du score au test de Tinetti ($p < 0,05$). Or, sur la base d'un test statistique de corrélation de Bravais-Pearson, aucune corrélation n'a été trouvée entre la force maximale du membre inférieur lésé et le score au test de Tinetti ($p > 0,05$).

En conclusion, le développement de la force maximale ne suffit pas à expliquer l'amélioration de l'équilibre. Afin de déterminer quels sont les facteurs principaux permettant l'amélioration de l'équilibre, une approche multifactorielle doit être mise en place avec des tests complémentaires.

Mots-clés : accident vasculaire cérébral ; équilibre ; force maximale ; activité physique.

Abstract :

In France, two-thirds of stroke victims suffer severe to moderate disability. In this population, impairments of motor, cognitive, sensory and psychological functions (caused directly by the injury or by a period of inactivity), lead to a reduction in balance, and therefore to an increased risk of falling.

In this report, we have studied the impact of developing maximum strength in the postural muscles of the trunk and lower limbs on balance during an adapted physical activity program. Our group (n = 5) took part in a seven-week program of five sessions a week, three of which focused on muscle strengthening.

In order to collect data for our study, we set up two tests. The Tinetti test, which assess balance and gait. Then, a second test based to evaluate isometric strength, using a portable dynamometer, to measure the maximal isometric strength of the trunk muscles and lower limb muscles. Data was collected before and after the care.

According to the Student's t test for paired groups, we have observed an improvement in the maximum strength of the lower limbs and in the Tinetti test score ($p < 0,05$). However, on the statistical basis of a Bravais-Pearson correlation test, no correlation was found between the maximum strength of the injured lower limb and the Tinetti test score ($p > 0,05$).

To conclude, the development of maximal strength is not sufficient to explain the balance improvement. In order to determine what are the main factors involved in balance improvement, a multifactorial approach should be applied, with supplementary tests.

Keywords : stroke; balance ; maximal strength ; physical activity.