

Faculté des sciences de la motricité

Effets de l'entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) sur cycloergomètre sur la récupération cardiorespiratoire et motrice des patients post-AVC.

Une revue systématique

Auteur : CLEMENCE Thomas
Promoteur : GOFFART Antoine
Année académique 2025-2026
Master en kinésithérapie et réadaptation [60.0] - KINE2M

UCLouvain FSM : Déclaration d'utilisation des aides et outils Intelligence Artificielle (IA)

J'ai utilisé l'IA pour ce projet :
☒ Oui
☐ Non

Si vous avez utilisé l'IA dans ce travail, veuillez préciser comment ci-dessous :

Texte (par exemple, vérification orthographique, génération de texte, production d'idées, ...)

Le cas échéant, veuillez résumer (500 caractères maximum):

L'outil Intelligence Artificielle a servi d'aide pour la reformulation, la correction ou l'amélioration de certaines phrases.

Images

Le cas échéant, veuillez résumer (500 caractères maximum):

Code, aide à la programmation, ou algorithmes

Le cas échéant, veuillez résumer (500 caractères maximum):

Autres utilisations

Le cas échéant, veuillez résumer (500 caractères maximum):

Je connais les règles de de la Faculté des sciences de la motricité de l'UCLouvain en matière d'intelligence artificielle. Je déclare que toute utilisation d'aides ou d'outils d'intelligence artificielle est explicitement mentionnée dans le présent formulaire de déclaration

Nom	CLEMENCE	Prénom	Thomas
------------	----------	---------------	--------

Remerciements

Je tenais à remercier très sincèrement toutes les personnes qui m'ont soutenu et accompagné dans la réalisation de ce mémoire.

Je tiens tout d'abord à adresser un grand merci à mon promoteur, Monsieur Antoine GOFFART, pour avoir accepté de diriger ce mémoire. Je le remercie d'avoir pris le temps de m'accompagner, pour sa disponibilité, ses conseils avisés, son expertise clinique, ainsi que sa bienveillance tout au long de mon travail de recherche.

Enfin, je ne saurais terminer ce travail sans dire merci à ma famille, mes amis, mes proches et mes camarades. Merci pour votre soutien moral, votre patience lors de mes longues heures de rédaction, et vos relectures multiples. Votre présence a été une véritable source de motivation pour mener ce projet à son terme.

Table des matières

ABREVIATIONS	1
1 INTRODUCTION	1
1.1 L'ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL (AVC) : UN ENJEU DE SANTE PUBLIQUE	1
1.2 LES SEQUELLES CLINIQUES	2
1.3 LE CERCLE VICIEUX DU DECONDITIONNEMENT POST-AVC	2
1.4 LA REEDUCATION AEROBIE ACTUELLE ET SES LIMITES	3
1.5 L'ALTERNATIVE PHYSIOLOGIQUE VIA LE HIIT	4
1.6 L'UTILISATION DU CYCLOERGOMETRE	6
2 METHODOLOGIE	8
2.1 PROTOCOLE	8
2.2 CRITERES D'ELIGIBILITE	8
2.3 STRATEGIE DE RECHERCHE	9
2.4 PROCESSUS DE SELECTION DES ETUDES	10
2.5 ÉVALUATION DE LA QUALITE METHODOLOGIQUE	11
2.6 PROCESSUS D'EXTRACTION DES DONNEES	11
2.7 ANALYSE ET SYNTHÈSE DES DONNEES STATISTIQUES	11
3 RESULTATS	13
3.1 SELECTION DES ETUDES	13
3.2 QUALITE DES ETUDES	14
4 CARACTERISTIQUES DES ETUDES SELECTIONNEES	21
4.1 PATIENTS INCLUS	21
4.2 MODALITES GENERALES	21
4.2.1 <i>Protocoles d'entraînement à haute intensité (HIIT)</i>	22
4.2.2 <i>Interventions des groupes contrôles</i>	24
4.3 VARIABLES ANALYSEES	25
4.3.1 <i>Évaluation cardiorespiratoire et tolérance à l'effort</i>	25
4.3.2 <i>Évaluation fonctionnelle, motricité et équilibre</i>	25
4.4 SYNTHÈSE DES METHODES STATISTIQUES DES ETUDES INCLUSES	25
5 PRINCIPAUX RESULTATS	27
5.1 FONCTIONS CARDIORESPIRATOIRES	27
5.1.1 <i>Capacité maximale aérobie (VO₂peak)</i>	27
5.1.2 <i>Puissance maximale développée (WRpeak/PPO)</i>	29
5.2 RECUPERATION FONCTIONNELLE ET MOTRICE	31
5.2.1 <i>Endurance et vitesse de marche</i>	31
5.2.2 <i>Force fonctionnelle des membres inférieurs</i>	33
5.2.3 <i>Équilibre et motricité globale</i>	34
6 DISCUSSION	36
6.1 CONTEXTE	36
6.2 RESULTATS	36

6.2.1	<i>Analyse des effets du HIIT sur cycloergomètre selon les paramètres évalués</i>	37
6.2.2	<i>Récupération fonctionnelle et motrice</i>	39
6.2.3	<i>Équilibre, force fonctionnelle et transferts</i>	41
6.3	LIMITES	42
6.4	PERSPECTIVES	43
7	CONCLUSION	45
8	BIBLIOGRAPHIE	47
9	ANNEXES	55
	ANNEXE 1 : <i>CHECKLIST</i> PRISMA	55
	ANNEXE 2 : DETAIL DES EQUATIONS DE RECHERCHE	58
	ANNEXE 3 : GRILLE DETAILLEE DE L'ECHELLE PEDRO	59
	ANNEXE 4 : ÉCHELLE DE BRUNNSTROM	59
	ANNEXE 5 : ÉCHELLE NUMERIQUE DE PERCEPTION DE L'EFFORT (BORG MODIFIE)	60
	ANNEXE 6 : ÉCHELLE DE BERG (<i>BBS - BERG BALANCE SCALE</i>)	61
	ANNEXE 7 : BATTERIE COURTE DE PERFORMANCE PHYSIQUE (SPPB)	62

Abréviations

Abréviation	Signification
10mWT	<i>10-Meter Walk Test</i> (Test de marche sur 10 mètres)
5R-STST	<i>5-Repetition Sit-to-Stand Test</i> (Test de lever de chaise à 5 répétitions)
6MWT	<i>6-Minute Walk Test</i> (Test de marche de 6 minutes)
AIT	Accident Ischémique Transitoire
ANOVA	Analyse de Variance
AVC	Accident Vasculaire Cérébral
BBS	<i>Berg Balance Scale</i> (Échelle de Berg)
BDNF	<i>Brain-Derived Neurotrophic Factor</i> (Facteur neurotrophique dérivé du cerveau)
DMO	Densité Minérale Osseuse
ECR	Essai Contrôlé Randomisé
HIIT	<i>High-Intensity Interval Training</i> (Entraînement par intervalles à haute intensité)
HRreserve	<i>Heart Rate reserve</i> (Fréquence cardiaque de réserve)
IC	Intervalle de Confiance
IQR	Intervalle Interquartile
ITT	Intention de Traiter
LOCF	<i>Last Observation Carried Forward</i> (Report de la dernière observation)
MCID	<i>Minimal Clinically Important Difference</i> (Différence minimale cliniquement significative)
MD	<i>Mean Difference</i> (Différence moyenne)
MICT	<i>Moderate-Intensity Continuous Training</i> (Entraînement continu d'intensité modérée)
NO	Oxyde Nitrique
PEDro	<i>Physiotherapy Evidence Database</i>
PICOS	Population, Intervention, Comparateur, Outcomes, Study design

PPO	<i>Peak Power Output</i> (Pic de puissance maximale)
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
RCT	<i>Randomized Controlled Trial</i> (Essai contrôlé randomisé)
SD	<i>Standard Deviation</i> (Écart-type)
SE	<i>Standard Error</i> (Erreur standard)
SMD	<i>Standardized Mean Difference</i> (Différence moyenne standardisée)
SPPB	<i>Short Physical Performance Battery</i> (Batterie courte de performance physique)
VO₂peak	<i>Peak Oxygen Consumption</i> (Capacité maximale aérobie / Pic de consommation d'oxygène)
W	<i>Watt</i>
WRpeak	<i>Peak Work Rate</i> (Puissance maximale tolérée)

1 Introduction

1.1 L'accident vasculaire cérébral (AVC) : Un enjeu de santé publique

Selon Campbell et Khatri (2020), un accident vasculaire cérébral (AVC) est un trouble neurologique entraînant une atteinte focale définitive des fonctions cérébrales, par opposition à l'accident ischémique transitoire (AIT) dont les symptômes sont temporaires. Ces auteurs précisent que cet événement est causé par une interruption de l'apport sanguin dans le cerveau, privant les cellules nerveuses d'oxygène et de nutriments. Cette hypoperfusion cérébrale, qui conduit à la création de lésions localisées, est le résultat de deux mécanismes principaux qui sont l'obstruction ou la rupture d'un vaisseau sanguin. La gestion des facteurs de risque modifiables, notamment par l'activité physique régulière, constitue d'ailleurs la pierre angulaire des dernières recommandations en matière de prévention primaire (Bushnell et al., 2024).

Les données épidémiologiques mondiales récentes (Feigin et al., 2024, 2025) estiment qu'en 2021, 93,8 millions de personnes dans le monde vivaient avec un accident vasculaire cérébral (AVC), et environ 11,9 millions de nouveaux cas ont été recensés cette année-là. Bien que ces études montrent que la mortalité standardisée a diminué dans de nombreux pays développés grâce aux progrès médicaux, l'AVC reste la principale cause de handicap acquis chez l'adulte. En effet, de nombreux survivants présentent des séquelles motrices, cognitives et cardiorespiratoires complexes (Saunders et al., 2020), entraînant une perte d'autonomie et une altération significative de la qualité de vie (Baricich et al., 2024; Feigin et al., 2025; Moncion et al., 2024).

Il existe deux types d'AVC : ischémique et hémorragique. Dans la majorité des cas (environ 80 %), nous retrouvons l'accident vasculaire cérébral ischémique. Comme le décrivent Campbell et Khatri (2020), il résulte de l'obstruction d'une artère cérébrale par un embolie, une dissection artérielle ou une plaque d'athérosclérose, entraînant la mort neuronale. Autour de la zone de nécrose se trouve la « zone de

pénombre », un tissu en ischémie réversible qui peut être préservé si une reperfusion rapide est mise en place.

Dans les 20 % des cas restants, on retrouve les AVC hémorragiques. Selon les travaux de Cordonnier et al. (2018), ils sont causés par la rupture d'une artère cérébrale entraînant un saignement intracrânien. Les causes principales sont l'hypertension artérielle chronique, la rupture d'un anévrisme ou des malformations artérioveineuses. Les auteurs soulignent que, mis à part l'hypoperfusion, le saignement crée un œdème et une augmentation de la pression intracrânienne qui aggravent les dommages neurologiques dans d'autres zones du cerveau.

1.2 Les séquelles cliniques

Les lésions du système nerveux central induites par l'AVC se manifestent par des déficits de natures variées (motrices, cognitives, sensorielles). Ces atteintes impactent directement les activités de la vie quotidienne et l'autonomie sociale du patient. Sur le plan moteur, les travaux de Grefkes et Fink (2020) ainsi que de Kwakkel et al. (2017) rapportent qu'environ 80 % des survivants présentent des troubles initiaux s'inscrivant souvent dans le cadre d'un syndrome pyramidal. Ces auteurs décrivent principalement l'apparition d'une hémiparésie ou d'une hémiplégie, qui sont caractérisées par une perte de force ou une paralysie totale de l'hémicorps controlatéral à la lésion. Ils mentionnent également les troubles de la commande motrice avec une perte de la sélectivité des mouvements et l'apparition de synergies globales parasites, ainsi que de la spasticité, caractérisée par une augmentation exagérée et vitesse dépendante du tonus musculaire liée au réflexe d'étirement. Enfin, ils soulignent que les troubles de l'équilibre et de la posture entraînent une augmentation significative du risque de chute et limitent la capacité de marche autonome.

1.3 Le cercle vicieux du déconditionnement post-AVC

Les séquelles neurologiques post-AVC entraînent rapidement des complications secondaires majeures, au premier rang desquelles figure une sédentarité induite. En effet, l'hémiparésie, la spasticité et les troubles de l'équilibre limitent considérablement la mobilité et la capacité de transfert des patients. Comme le démontre l'étude de Wondergem et al. (2019), cette perte de mobilité place le patient dans un cercle

vicieux de déconditionnement physique. Leurs travaux indiquent qu'un patient post-AVC devient beaucoup plus sédentaire qu'un sujet sain du même âge, réduisant ainsi son autonomie fonctionnelle et sa qualité de vie.

Les conséquences de cette inactivité sont sévères. On observe un effondrement de la capacité cardiorespiratoire globale. La littérature récente, portée par Nindorera et al. (2025) ainsi que Saunders et al. (2020), souligne que ce paramètre, évalué par le pic de consommation d'oxygène (VO_{2peak}), est généralement divisé de moitié comparativement à une population saine. Leurs données montrent que le patient franchit alors un seuil critique, chutant fréquemment sous la barre des 15 mL/kg/min. Or, ce niveau énergétique représente le strict minimum requis pour garantir l'indépendance dans les gestes de la vie courante.

En parallèle, la sous-utilisation des membres conduit à une amyotrophie importante, particulièrement prononcée du côté parétique. Les recherches récentes de Chon et al. (2024) mettent en évidence que la sédentarité post-AVC entraîne une modification de la typologie des fibres musculaires. Ces auteurs observent une transition des fibres lentes (type I), résistantes à la fatigue, vers les fibres rapides (type II), qui se fatiguent beaucoup plus rapidement. Ce phénomène aggrave la faiblesse musculaire et diminue considérablement l'endurance des muscles atteints.

Pour finir, cet effondrement du système cardiovasculaire et cette inactivité physique globale augmentent drastiquement les risques à long terme. Comme le rappellent les recommandations de Kleindorfer et al. (2021), ce déconditionnement favorise la récurrence d'AVC ou la survenue d'un autre événement cardiovasculaire majeur, comme l'infarctus du myocarde.

Il semble donc urgent et indispensable que la rééducation post-AVC ne se limite pas uniquement à la récupération motrice, mais intègre pleinement et rapidement le réentraînement du système cardiorespiratoire.

1.4 La rééducation aérobie actuelle et ses limites

Comme le soulignent les recommandations internationales de Billinger et al. (2014) et MacKay-Lyons et al. (2020), une activité physique régulière est d'une importance capitale pour contrer le déconditionnement post-AVC. Ces auteurs précisent

que, historiquement et en pratique clinique, le MICT (*Moderate-Intensity Continuous Training*) est la modalité d'exercice la plus répandue et prescrite pour le ré-entraînement cardiorespiratoire. Cet effort aérobic continu, sans période de récupération, est maintenu à une intensité modérée, généralement comprise entre 40 % et 60 % de la fréquence cardiaque de réserve (HRreserve) ou de la capacité maximale aérobic (VO₂peak), sur une durée allant de 20 à 60 minutes.

Toutefois, selon les travaux de Crozier et al. (2018), l'application du MICT chez les patients post-AVC présente plusieurs limites physiologiques et cliniques. Leur étude met en évidence qu'en raison de l'hémi-parésie et de l'atrophie des fibres musculaires décrites précédemment, les patients subissent un épuisement neuromusculaire périphérique très précoce au niveau des membres inférieurs. Ainsi, ils doivent souvent interrompre l'effort avant même d'avoir pu stimuler efficacement leur système cardiovasculaire central.

Les auteurs ajoutent que, bien que le stimulus d'intensité modérée soit bénéfique pour la santé globale, il s'avère souvent insuffisant pour franchir un seuil d'adaptation physiologique majeur ou pour relancer une neuroplasticité cérébrale optimale. Sur le plan physiologique, la nature prolongée et monotone de cet effort continu pose fréquemment des problèmes de motivation, nuisant fortement à l'observance thérapeutique et à l'adhésion des patients au programme de rééducation.

Chez cette population, la fatigue musculaire périphérique apparaît très rapidement. La conséquence directe est que la zone cible d'entraînement cardiovasculaire n'est presque jamais atteinte. L'approche par intervalles à haute intensité répond précisément à cette limite clinique. Le fait d'alterner les pics d'effort et les temps de récupération donne au thérapeute l'opportunité de solliciter fortement le système central, sans pour autant saturer le muscle parétique.

1.5 L'alternative physiologique via le HIIT

Pour pallier les limites de l'entraînement continu, le travail fractionné s'impose comme une stratégie thérapeutique innovante en neurologie. Selon MacInnis et Gibala (2017), l'entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) se définit par l'alternance de courtes à moyennes périodes d'effort intense (allant de 30 secondes

à 4 minutes), séparées par des périodes de récupération active ou passive. Le profil d'intensité du HIIT par rapport à l'entraînement continu (MICT) est illustré en **Figure 1**. Ces pics d'effort sont calibrés pour atteindre une intensité très élevée, ciblant généralement entre 80 % et 100 % de la capacité maximale aérobie (VO_2peak) ou de la fréquence cardiaque maximale.

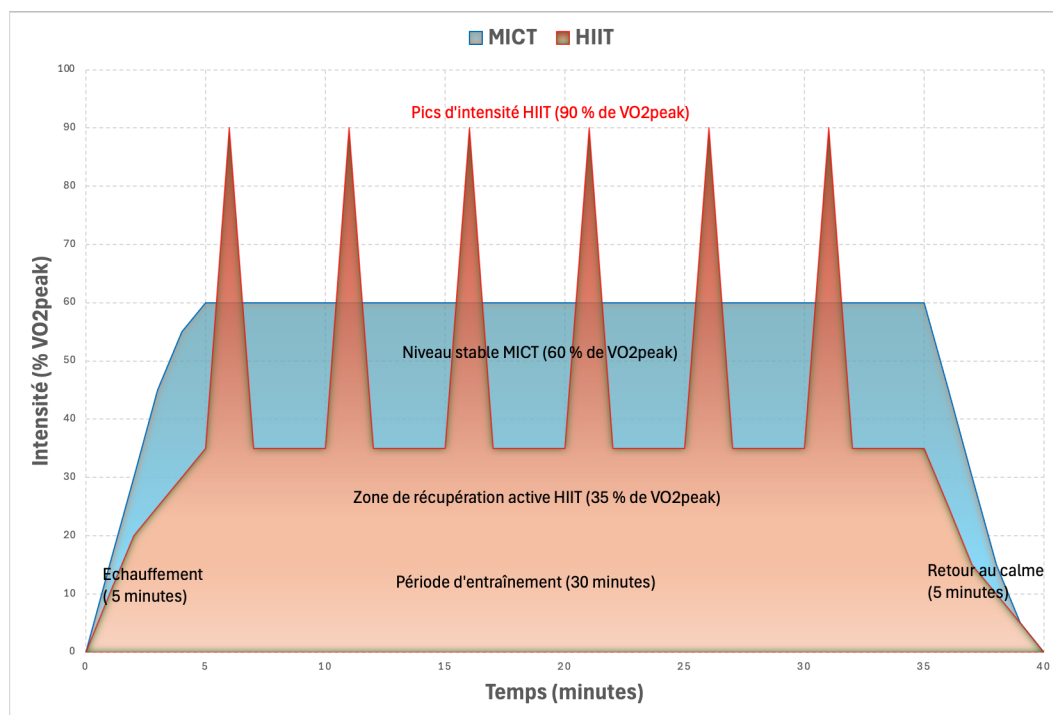


Figure 1 : Comparaison des profils d'intensité entre l'entraînement continu à intensité modérée (MICT) et l'entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT).

D'un point de vue physiologique, l'intensité de cet effort provoque un puissant stress adaptatif à plusieurs niveaux. Sur le plan périphérique et vasculaire, les recherches de Fuertes-Kenneally et al. (2023) ainsi que Luo et al. (2024) démontrent que les fortes variations du débit sanguin lors des pics d'intensité engendrent un phénomène de friction mécanique sur l'endothélium des vaisseaux, appelé force de cisaillement (*shear stress*). Ils soulignent que ce puissant stimulus mécanique favorise la libération endothéliale d'oxyde nitrique (NO). Ce gaz agit comme un puissant vasodilatateur, entraînant une souplesse vasculaire accrue, une baisse de la tension artérielle (un facteur de risque majeur de la récurrence d'AVC) et une optimisation du transport de l'oxygène vers les muscles périphériques et le cerveau.

En s'intéressant au système nerveux central, Boyne et al. (2019) ont découvert que cette amélioration de la perfusion cérébrale crée un environnement métabolique hautement favorable à la neuroplasticité. Leurs recherches montrent que le travail à haute intensité force l'activation des unités motrices à haut seuil. On sollicite ainsi spécifiquement les fibres rapides (type II). En effet, bien que le muscle post-AVC subisse une mutation au profit de ces fibres (comme vu précédemment), celles-ci souffrent paradoxalement d'une profonde amyotrophie en raison de l'absence d'efforts intenses. Le HIIT permet donc de les recruter efficacement. Ces pics d'effort majorent l'excitabilité de la voie cortico-spinale. C'est un paramètre clé pour optimiser la commande descendante et faciliter le réapprentissage moteur.

1.6 L'utilisation du cycloergomètre

Dans la littérature scientifique évaluant le HIIT chez les patients post-AVC, la grande majorité des protocoles s'appuie sur le tapis de course comme ergomètre de choix. Toutefois, pour un patient hémiparétique présentant des déficits moteurs et des troubles de l'équilibre, marcher ou courir à très haute intensité sur un tapis roulant s'avère extrêmement dangereux. Le risque de chute y est majeur. La sécurisation du patient requiert une logistique lourde, nécessitant souvent la présence de plusieurs kinésithérapeutes ou l'installation de harnais de suspension parfois complexes et coûteux.

À l'inverse, le cycloergomètre offre un avantage clinique décisif : il garantit la sécurité du patient grâce à une posture assise et stable. Cette configuration permet de minimiser le risque de chute lié à la gestion de l'équilibre lors de l'exercice.

L'utilisation du cycloergomètre permet d'emblée de retirer la problématique de l'équilibre. Dès lors que le risque de chute est nul, la barrière psychologique liée à la peur s'efface. Dans cet environnement sécurisé, la personne hémiparétique est capable d'épuiser ses réserves cardiovasculaires, sans que son déficit moteur ne vienne freiner la séance. On obtient ainsi une véritable dissociation entre la contrainte métabolique pure et le contrôle de la posture.

Malgré l'intérêt physiologique majeur du HIIT et la sécurité clinique qu'offre le cycloergomètre, il n'existe à ce jour que peu de consensus sur l'efficacité clinique réelle de cette combinaison exclusive chez la population hémiplegique. Comme le suggéraient déjà Billinger et al. (2014), la supériorité de cette modalité face à la rééducation aérobie standard (MICT) reste à démontrer clairement.

C'est sur base de ces constats que s'inscrit ce travail de recherche. Cette revue systématique a pour objectif d'évaluer l'efficacité de l'entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) exclusif sur cycloergomètre sur la récupération des capacités cardiorespiratoires et motrices des patients post-AVC. Elle visera également à comparer cette approche avec un entraînement aérobie continu classique (MICT) ou des soins courants.

Pour répondre à cette problématique, nous exposerons dans un premier temps notre méthodologie de recherche selon les recommandations PRISMA. Dans un second temps, nous analyserons les résultats des essais cliniques retenus. Enfin, nous discuterons de ces données afin d'en dégager des recommandations et des perspectives cliniques concrètes pour la prise en charge post-AVC.

2 Méthodologie

2.1 Protocole

La réalisation de cette revue de littérature a été effectuée selon les recommandations du protocole PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Page et al., 2021), mis à jour en 2020. Cette méthode, comprenant une liste de vérification (**Annexe 1**) et un diagramme de flux, a été employée pour garantir la transparence, la reproductibilité et la qualité de la démarche scientifique.

2.2 Critères d'éligibilité

La question de recherche et les critères d'inclusion ont été définis à l'aide du modèle PICOS :

Tableau 1 : Critères PICOS

Critères PICOS	
Population / Participants	Adulte (> 18 ans) ayant subi un accident vasculaire cérébral (AVC ischémique ou hémorragique), quel que soit le stade de récupération (aigu, subaigu ou chronique).
Intervention	Entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) réalisé exclusivement sur cycloergomètre.
Comparateur / Contrôle	Soins courants, entraînement continu d'intensité modérée (MICT), ou absence d'intervention spécifique.
Critères de jugement (Outcomes)	Fonction cardiorespiratoire : VO ₂ peak, puissance développée (watts), fréquence cardiaque. Récupération fonctionnelle et motrice : vitesse de marche, test de marche 6 minutes (6MWT), équilibre, force.
Types d'étude (Study design)	Essais contrôlés randomisés (ECR/RCT).

Sur base de ce modèle, les critères de sélection définitifs ont été établis :

Tableau 2 : Critères d'inclusion et d'exclusion

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
- Essais contrôlés randomisés (ECR) évaluant les effets du HIIT. - Articles publiés en texte intégral. - Publications rédigées en langue française ou anglaise. - Date de publication comprise entre janvier 2015 et février 2026.	- Études menées sur l'animal ou sur cadavre. - Articles de littérature secondaire (revues de littérature, méta-analyses) ou documents ne présentant pas de données expérimentales originales (thèses non publiées, protocole d'étude). - Patients présentant d'autres troubles neurologiques majeurs associés (maladie de Parkinson, Sclérose en plaques, etc.) pouvant biaiser les résultats. - Utilisation d'une modalité aérobie autre que le cycloergomètre classique (tapis roulant, marche au sol, vélo elliptique, etc.). - Interventions technologiques combinées ne permettant pas d'isoler l'effet de l'exercice aérobie (HIIT couplé à l'électrostimulation fonctionnelle).

2.3 Stratégie de recherche

La recherche bibliographique a été menée sur les bases de données Embase, PubMed ainsi que sur Cochrane Library, avec une dernière interrogation réalisée à la fin du mois de février 2026. Une recherche manuelle complémentaire a été

effectuée sur Google Scholar afin d'identifier d'éventuelles études supplémentaires. Pour garantir une démarche complète et approfondie, des recherches manuelles ont également été menées en scrutant les listes de références des différentes méta-analyses récentes et revues de littérature sur le sujet. Cette étape n'a mis en évidence aucune étude supplémentaire répondant à nos critères d'inclusion.

La stratégie de recherche a été construite dans le but d'optimiser la pertinence et la sensibilité des résultats. Les équations de recherche finales ont combiné les termes issus du langage contrôlé (MeSH pour PubMed et Cochrane, Emtree pour Embase) et des mots-clés libres recherchés dans le titre et le résumé. Trois concepts majeurs ont été combinés à l'aide de l'opérateur booléen « AND » : la population cible (adultes post-AVC), l'intervention (entraînement par intervalles haute intensité / HIIT) et la modalité spécifique (cycloergomètre).

Afin de conserver une sensibilité maximale et d'éviter l'exclusion d'études pertinentes, les termes liés au comparateur et aux critères de jugement n'ont volontairement pas été inclus dans les équations. Le détail des équations de recherche est disponible en **Annexe 2**.

2.4 Processus de sélection des études

Les références bibliographiques identifiées ont été importées dans le logiciel de gestion documentaire Zotero, permettant une première suppression automatique et manuelle des doublons. Les références ont ensuite été exportées vers l'application web Rayyan pour faciliter le processus de tri et finaliser l'élimination des doublons restants.

La sélection s'est déroulée en deux étapes : un premier tri sur la base du titre et du résumé, suivi d'une lecture en texte intégral des articles présélectionnés pour vérifier rigoureusement leur éligibilité. Les motifs d'exclusion ont été systématiquement relevés pour la création du diagramme de flux PRISMA. Lors de la lecture en texte intégral, une attention particulière a été portée à la définition physiologique du HIIT selon MacInnis et Gibala (2017). L'étude de Sandberg et al. (2016) a été exclue car la durée des intervalles d'effort (8 minutes) se rapprochait plus d'un entraînement aérobie soutenu qu'à un véritable entraînement fractionné, ce qui illustre la rigueur appliquée à nos critères d'inclusion.

2.5 Évaluation de la qualité méthodologique

Le risque de biais et la validité interne des études incluses ont été évalués à l'aide de l'échelle PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) (Maher et al., 2003), dont la grille détaillée est présentée en **Annexe 3**. Cet outil, conçu pour les essais cliniques en kinésithérapie, repose sur 11 critères évaluant notamment la randomisation, l'assignation secrète, l'insu et l'analyse en intention de traiter. Le premier critère (validité externe) n'étant pas comptabilisé, le score final est calculé sur 10 points. Dans le cadre de ce mémoire, un score supérieur ou égal à 6/10 indique une bonne qualité méthodologique, un score de 4 à 5 reflète une qualité moyenne, et un score inférieur à 4 traduit une qualité faible. Le détail des cotations est présenté dans la section **Résultats**.

2.6 Processus d'extraction des données

Pour chaque article inclus, les données ont été extraites de manière standardisée. Les informations suivantes ont été recueillies : l'identification de l'étude (auteurs, année), les caractéristiques de l'échantillon (taille des groupes, âge, délai post-AVC), les spécificités du protocole d'intervention (durée totale, fréquence, intensité, ratio temps d'effort/récupération), les critères de jugement évalués, et les principaux résultats cliniques significatifs.

2.7 Analyse et synthèse des données statistiques

L'évaluation de l'efficacité des protocoles a reposé sur l'extraction des données statistiques primaires issues des études sélectionnées. Ces résultats ont été divisés en deux grands axes : la fonction cardiorespiratoire (VO_2 peak et puissance développée) et la récupération fonctionnelle (évaluée par le test de marche 6 minutes).

Les valeurs numériques relevées (moyennes, écarts-types, scores médians, valeurs p et intervalles de confiance) ont été reportées telles qu'elles figuraient dans les études originales afin de conserver une précision maximale.

Le seuil de significativité statistique retenu était classique : une valeur $p \leq 0.05$ indiquait une différence statistiquement significative entre les groupes, tandis qu'une valeur $p > 0.05$ indiquait des résultats non significatifs.

Pour évaluer l'ampleur de l'effet de l'intervention entre le groupe expérimental (HIIT sur cycloergomètre) et le groupe contrôle, plusieurs indicateurs ont été utilisés :

- La différence moyenne (*MD-Mean Difference*) : a été privilégiée lorsque les études évaluaient un même critère de jugement avec la même unité de mesure.
- La différence moyenne standardisée (*SMD-Standardized Mean Difference*) : a été employée lorsque les études mesuraient un concept similaire mais utilisaient des échelles d'évaluation différentes. La SMD a permis d'exprimer la taille de l'effet en nombre d'écart-types.
- L'intervalle de confiance (IC) à 95 % : a été systématiquement relevé pour estimer la précision des résultats.

Enfin, pour les données non paramétriques exprimées sous forme de médiane, l'intervalle interquartile (IQR) a été extrait pour décrire la dispersion des valeurs autour de la médiane.

3 Résultats

3.1 Sélection des études

Une première recherche documentaire a été réalisée sur les bases de données Embase et PubMed. L'utilisation de filtres spécifiques (essais contrôlés randomisés, articles disponibles en texte intégral et date de publication) a permis de faire ressortir 154 articles sur Embase et 29 articles sur PubMed. En février, une recherche complémentaire sur la base de données Cochrane a ajouté 51 résultats. Dans un souci d'exhaustivité, une recherche manuelle a été effectuée sur le moteur de recherche Google Scholar. La sélection des 100 premiers résultats a porté le nombre total de références à 334.

L'ensemble de ces références a été exporté vers le logiciel de gestion bibliographique Zotero, puis importé dans l'outil Rayyan, ce qui a permis d'identifier et de supprimer 44 doublons, réduisant le total à 290 articles. Un premier tri, effectué par le chercheur sur la base du titre et du résumé, a exclu 283 références, le plus souvent hors sujet ou ne répondant pas aux critères PICOS.

Les sept résultats restants ont été conservés pour une lecture en texte intégral afin d'en vérifier la pertinence. Parmi eux, quatre études ont été exclues car elles ne respectaient pas strictement les critères d'inclusion : utilisation d'appareils sollicitant les quatre membres, entraînement continu sans intervalles à haute intensité, modalité d'exercice non exclusive au cycloergomètre ou encore utilisation de tapis de course.

Au terme du processus de sélection, trois ECR (Amanzonwé et al., 2025; Hsu et al., 2021; Lapointe et al., 2023) répondaient parfaitement aux différents critères d'inclusion et ont été retenus pour l'analyse finale. L'ensemble de ce processus est résumé dans le diagramme de flux ci-dessous dans la **Figure 2**.

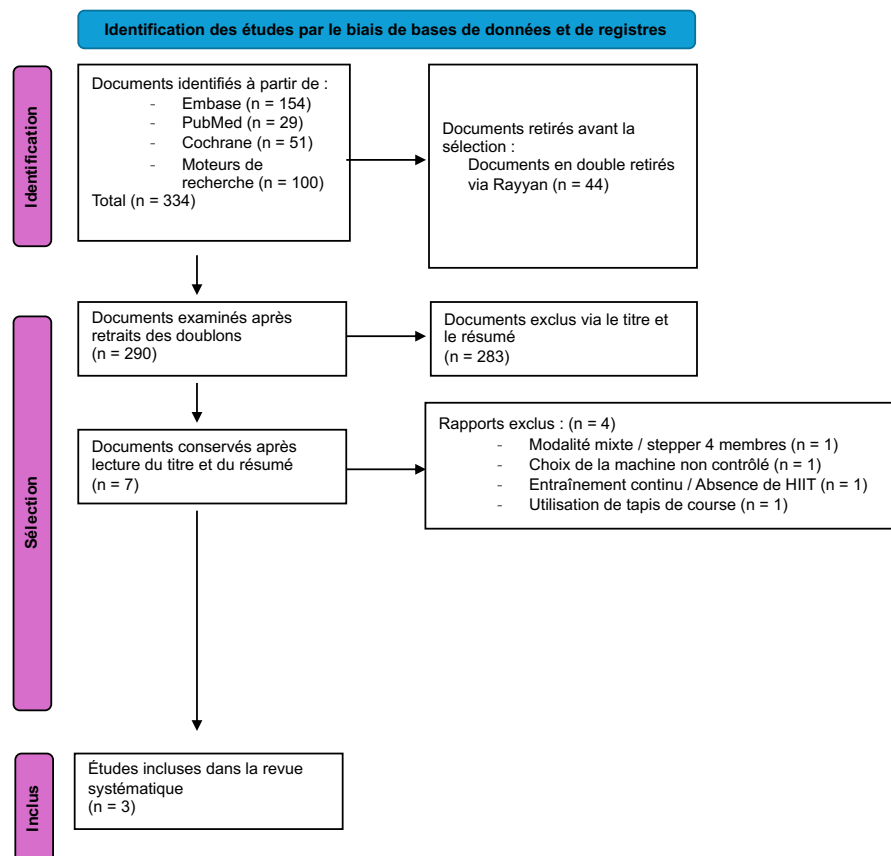


Figure 2: Diagramme de flux détaillant la sélection des études d'après les recommandations PRISMA 2020 (Page et al., 2021).

3.2 Qualité des études

Les trois études sélectionnées pour la rédaction de cette revue systématique sont des essais randomisés contrôlés. L'évaluation de la qualité méthodologique de ces articles a été réalisée à l'aide de l'échelle PEDro. Les résultats de cette évaluation se trouvent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Évaluation de la qualité méthodologique des études selon l'échelle PEDro

Critères PEDro	(Amanzonwé et al., 2025)	(Hsu et al., 2021)	(Lapointe et al., 2023)
Critères d'éligibilité précis*	OUI*	OUI*	OUI*
Randomisation	OUI (1)	OUI (1)	OUI (1)
Assignation secrète	OUI (1)	NON (0)	NON (0)
Groupes comparables au départ	OUI (1)	OUI (1)	OUI (1)
Sujets en insu	NON (0)	NON (0)	NON (0)
Thérapeutes en insu	NON (0)	NON (0)	NON (0)
Évaluateurs en insu	OUI (1)	OUI (1)	NON (0)
Suivi adéquat	OUI (1)	OUI (1)	NON (0)
Analyse en intention de traiter	OUI (1)	NON (0)	NON (0)
Comparaisons inter-groupes	OUI (1)	OUI (1)	OUI (1)
Estimations ponctuelles et variabilité	OUI (1)	OUI (1)	OUI (1)
SCORE TOTAL (/10)	8/10	6/10	4/10

*le premier critère (critère d'éligibilité) n'est pas comptabilisé dans le calcul du score final PEDro.

Les scores des études sélectionnées pour ce travail s'étendent de 4 à 8 sur l'échelle PEDro. L'étude avec la moins bonne qualité méthodologique est celle de Lapointe et al. (2023) avec un score de 4/10. Le meilleur score (8/10) concerne quant à lui l'étude d'Amanzonwé et al. (2025). On peut remarquer que le double aveugle (l'insu des patients et des thérapeutes) n'est respecté dans aucune des trois études, ce qui est logique et inévitable lorsque le protocole doit se réaliser sur cycloergomètre. Enfin, les études de Lapointe et al. (2023) et de Hsu et al. (2021) ont

principalement perdu des points sur les critères d'assignation secrète et l'absence d'analyse en intention de traiter.

Tableau 4 : Caractéristiques des études incluses

Auteurs (années)	Population (N, âge, délai post-AVC)	Intervention(s)	Contrôle(s)	Variables analysées et résultats principaux
(Amanzonwé et al., 2025)	N = 44 inclus (44 analysés, 0 abandon) Répartition : 22 HIIT / 22 Contrôle Âge moyen : $\approx 56,8$ ans Délai post-AVC : Aigu (< 1 mois, moyenne ≈ 16 jours)	Durée : 6 semaines, 3x/semaine Séance : • 30 min kiné conventionnelle • 15 min repos • 3 min échauffement vélo • <i>Sprints</i> : 1 min à 70 % WRpeak / 4 min à 30 % • Progression : + 5 % WRpeak toutes les 2 semaines (jusqu'à 80 % / 40 %) • Volume : 4 à 6 séries selon la semaine • 3 min d'étirements	Durée : 6 semaines, 3x/semaine Séance : • 30 min kiné conventionnelle • 15 min repos • Pédalage sans résistance (isocalorique au groupe HIIT)	Cardiorespiratoire : • WRpeak : Amélioration significative (MD = + 17,7 W ; $p < 0,001$) Marche et fonctionnel : • 6MWT : Amélioration significative (MD = + 126,8 m ; $p < 0,001$) • 10mWT : Amélioration significative (MD = + 0,5 m/s ; $p < 0,001$)

				• 5R-STTS : Amélioration significative (MD = - 5,1 s ; $p = 0,009$) Pas de différence significative entre les groupes pour l'équilibre BBS
(Hsu et al., 2021)	N = 28 inclus (23 analysés, 5 abandons) Répartition : 10 HIIT / 13 MICT Âge moyen : $\approx 55,4$ ans	Durée : 36 séances, 2 à 3x/semaine Séance : • 3 min échauffement à 30 % VO_{2peak}	Durée : 36 séances, 2 à 3x/semaine Séance : • 3 min échauffement à 30 % VO_{2peak}	Cardiorespiratoire : • VO_{2peak} : Amélioration significative (MD = +

	Délai post-AVC : Chronique (> 6mois, moyenne ≈ 33 mois)	• <i>Sprints</i> : 3 min à 80 % VO₂peak / 3 min à 40 % • Progression : + 10 % HRreserve toutes les 2 semaines (jusqu'à tolérance maximum) • Volume : 5 séries • 3 min de récupération à 30 % VO₂peak	• 30 min à 60 % • Progression : + 10 % HRreserve toutes les 2 semaines (jusqu'à tolérance maximum) • 3 min récupération à 30 % VO₂peak	10,9 % ; $p = 0,031$) Aucune évaluation fonctionnelle motrice n'a été réalisée dans cette étude
(Lapointe et al., 2023)	N = 52 inclus (40 analysés, 12 abandons) Répartition : 15 HIIT + MICT / 13 MICT / 12 Contrôle Âge moyen : ≈ 69,2 ans Patients post AVC (n = 39) ou AIT (n = 13) Délai post-AVC : Subaigu à chronique (> 3 mois, moyenne ≈ 39 mois)	Durée : 6 mois, 3x/semaine Programme combiné : HIIT supervisé en clinique + MICT à domicile Séance HIIT supervisée, durée 20 min à 40 min : • 5 min échauffement 40 % PPO • <i>Sprints</i> : 30 s à 60 s à 95 % PPO / 60 s récupération (passive le 1^{er} mois, puis active à 40 % PPO) • 5 min récupération à 40 % PPO	Étude avec deux groupes contrôles : 1. Groupe MICT : Durée : 6 mois, 3x/semaine Séance supervisée de 20 à 40 min à 50 % PPO + 2 séances à domicile de 30 min continu d'aérobie au choix (perception effort 4-6/10) 2. Groupe Contrôle pur : Soins courants, pas d'exercices spécifiques	Cardiorespiratoire : • VO₂peak : Amélioration significative et similaire pour les deux groupes d'exercices (+ ≈ 3 mL/kg/min ; $p < 0,001$) par rapport au contrôle • PPO : Amélioration significative ($p < 0,001$) Marche et fonctionnel :

		Séance MICT à domicile : 30 min continu d'aérobie au choix (perception effort 4-6/10)		SPPB : Pas d'amélioration globale significative, mais évolution différente du groupe contrôle (Interaction Groupe x Temps $p = 0,003$) Aucune supériorité du protocole HIIT + MICT n'a été démontrée par rapport au protocole MICT seul sur ces variables
--	--	---	--	---

Note : AIT = Accident ischémique transitoire ; BBS = *Berg Balance Scale* ; HIIT = *High-Intensity Interval Training* ; HRreserve = *Heart rate reserve* ; MD = *Mean Difference* ; MICT = *Moderate-Intensity Continuous Training* ; PPO = *Peak Power Output* ; SPPB = *Short Physical Performance Battery* ; VO₂peak = *Peak Oxygen Consumption* ; W = *Watts* ; WRpeak = *Peak Work Rate* ; 5R-STTS = *5-Repetition Sit-to-Stand Test* ; 6MWT = *6-Minute Walk Test* ; 10mWT = *10-Meter Walk Test*

4 Caractéristiques des études sélectionnées

4.1 Patients inclus

Au total, notre revue systématique a inclus 124 participants lors de la randomisation initiale. En tenant compte des 17 abandons survenus au cours des protocoles, 107 patients ont été inclus dans les analyses finales des résultats. L'âge moyen des sujets variait de 55,4 ans à 69,2 ans selon les études. Les participants avaient tous été victimes d'un AIT ou d'un AVC (majoritairement ischémique, mais également hémorragique), allant du stade aigu au stade chronique selon le consensus international actuel défini par la *Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable* (Bernhardt et al., 2017).

D'un point de vue fonctionnel, il est important de souligner que la majorité des patients inclus dans les protocoles présentaient des troubles moteurs légers à modérés, conservant ainsi une certaine autonomie. L'étude de Lapointe et al. (2023) a par exemple exclu les patients présentant des déficiences majeures en exigeant une capacité de marche d'au moins 10 minutes à l'inclusion. La population de Hsu et al. (2021) possédait quant à elle des bons scores de récupération motrice, se situant majoritairement au stade V de l'échelle de Brunnstrom (Brunnstrom, 1966 ; voir **Annexe 4**). Ce profil clinique homogène s'explique par la nature des interventions proposées, qui nécessitaient un minimum d'autonomie fonctionnelle au niveau des membres inférieurs pour être capable de réaliser un entraînement fractionné à haute intensité (HIIT) sur cycloergomètre.

4.2 Modalités générales

Les protocoles de traitement ont tous été réalisés sur cycloergomètre (Ergomedic 828E, Monark, Sweden pour Lapointe et al., (2023) ; Ergoselect 150P, ergoline GmbH, Bitz, Germany pour Hsu et al., (2021) ; R92 SOLE Fitness, United States pour Amanzonwé et al., (2025)). Les participants s'entraînaient en moyenne trois fois par semaine, pour une durée totale allant de 6 semaines à 6 mois.

4.2.1 Protocoles d'entraînement à haute intensité (HIIT)

Bien que reposant sur le même principe, les protocoles utilisés variaient selon les études.

- Amanzonwé et al. (2025) ont utilisé un protocole débutant par 30 min de kinésithérapie conventionnelle, suivies de 15 min de repos. L'intervention HIIT se découpait ensuite en 3 min d'échauffement sans résistance, un *sprint* d'1 min à 70 % de WRpeak puis de 4 min de récupération à 30 % de WRpeak. Une progression de + 5 % de WRpeak était mise en place toutes les deux semaines pour atteindre 80 % WRpeak (effort) et 40 % WRpeak (récupération) en fin de traitement. Les patients réalisaient quatre séries durant les deux premières semaines, puis cinq les deux suivantes, pour finir à six séries lors des deux dernières, comme l'illustre la **Figure 3**.

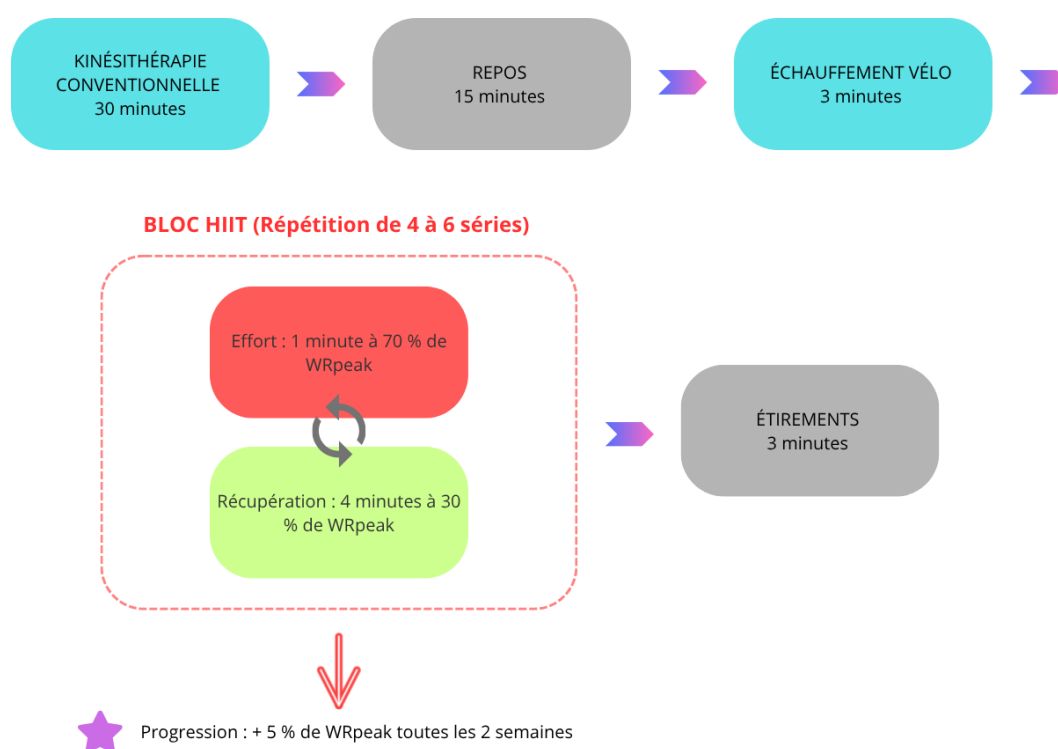


Figure 3 : Déroulement d'une séance type du groupe HIIT (Amanzonwé et al., 2025).

- Hsu et al. (2021) ont basé leur traitement sur des intervalles plus longs : après 3 min d'échauffement à 30 % de VO₂peak, les patients alternaient 3 min d'effort à 80 % de la VO₂peak et 3 min de récupération à 40 % VO₂peak. Une progression basée sur l'ajout de + 10 % de la fréquence cardiaque de réserve (HRreserve) était appliquée toutes les deux semaines,

jusqu'à la tolérance maximale du patient. Les patients réalisaient cinq séries, pour finir la séance par 3 min de récupération à 30 % VO₂peak (**Figure 4**).

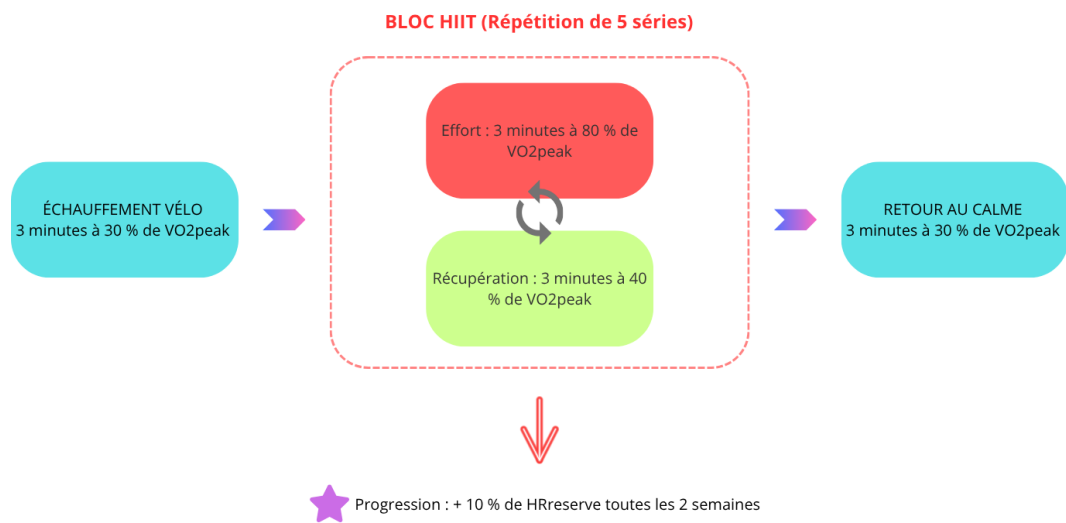


Figure 4 : Déroulement du protocole d'entraînement HIIT (Hsu et al., 2021).

- Lapointe et al. (2023) ont articulé leur protocole autour de deux interventions : une séance de HIIT supervisée en clinique et une séance continue (MICT) à domicile (**Figure 5**). La séance de HIIT (20 min à 40 min) incluait 5 min d'échauffement à 40 % de PPO, des *sprints* très courts de 30 s à 60 s à 95 % de PPO, et 60 s de récupération (passive le premier mois puis active à 40 % de PPO le reste du protocole). La séance se terminait par 5 min de retour au calme à 40 % de PPO. La séance à domicile (MICT) consistait en 30 min d'exercice aérobie modéré au choix (marche, natation, danse, vélo) avec une perception de l'effort évaluée entre 4 et 6 sur une échelle numérique de perception de l'effort de 0 à 10 (voir **Annexe 5**).

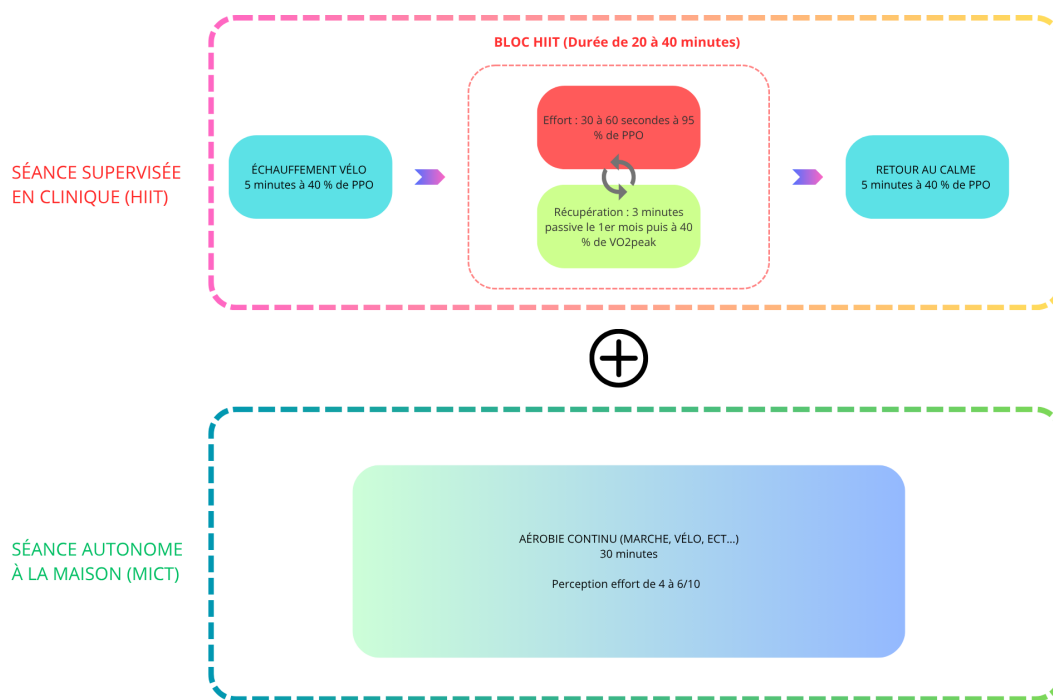


Figure 5 : Programme hybride combinant clinique et domicile (Lapointe et al., 2023).

4.2.2 Interventions des groupes contrôles

Concernant les groupes contrôles, les méthodes utilisées différaient également.

- Chez Amanzonwé et al. (2025), le groupe contrôle recevait les mêmes 30 min de kinésithérapie conventionnelle suivies de 15 min de repos, puis effectuait un pédalage sans résistance d'une durée ajustée pour être strictement isocalorique au groupe HIIT.
- Dans l'étude de Hsu et al. (2021), le groupe contrôle effectuait 30 min d'aérobic en continu à 60 % VO₂peak, encadrées par 3 min d'échauffement et 3 min de récupération à 30 % de VO₂peak. La même progression de + 10 % de HRreserve toutes les deux semaines était appliquée.
- Enfin, Lapointe et al. (2023) ont utilisé deux groupes contrôles distincts. Le premier (groupe MICT) réalisait une séance supervisée de 20 min à 40 min à 50 % de PPO, couplée à deux séances de MICT à domicile (30 min d'aérobic modéré au choix, perception de l'effort à 4-6/10). Le second groupe contrôle recevait uniquement les soins courants (recommandations de leur médecin), sans aucun conseil d'activité physique supplémentaire ni d'exercice spécifique.

4.3 Variables analysées

4.3.1 Évaluation cardiorespiratoire et tolérance à l'effort

L'adaptation cardiorespiratoire constituait un critère de jugement majeur pour l'ensemble des protocoles, bien que les outils de mesure aient différé selon les auteurs. L'étude d'Amanzonwé et al. (2025) a évalué la capacité d'effort par la mesure de la puissance maximale tolérée (WRpeak). Hsu et al. (2021) ont quant à eux privilégié la mesure directe du pic de consommation d'oxygène (VO₂peak) pour objectiver les adaptations aérobies. Enfin, Lapointe et al. (2023) ont combiné ces deux paramètres physiologiques en mesurant à la fois le VO₂peak et le pic de puissance maximale (PPO).

4.3.2 Évaluation fonctionnelle, motricité et équilibre

Concernant l'impact du HIIT sur les capacités motrices et l'autonomie, les évaluations se sont principalement concentrées sur la marche et l'équilibre. Amanzonwé et al. (2025) ont proposé une évaluation clinique incluant : l'endurance cardiorespiratoire fonctionnelle via le test de marche de 6 minutes (6MWT) (ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories, 2002), la vitesse de marche avec le test sur 10 mètres (10mWT) (Flansbjerg et al., 2005), la force fonctionnelle des membres inférieurs par le test de lever de chaise (5R-STT) (Mong et al., 2010), ainsi que l'équilibre statique et dynamique grâce à l'échelle de Berg (BBS) (Berg et al., 1992 ; voir **Annexe 6**).

De leur côté Lapointe et al. (2023) ont évalué la motricité globale de leurs patients avec la batterie courte de performance physique (SPPB) (Guralnik et al., 1994 ; voir **Annexe 7**).

Il est à noter que le protocole de Hsu et al. (2021) s'est concentré exclusivement sur les adaptations physiologiques et métaboliques, n'incluant aucun critère de jugement clinique ou fonctionnel dans ses analyses.

4.4 Synthèse des méthodes statistiques des études incluses

Afin d'assurer la fiabilité des résultats présentés et de limiter les biais, les trois essais contrôlés randomisés inclus dans cette revue ont appliqué des méthodes statistiques rigoureuses, adaptées à la taille de leurs échantillons et à leurs protocoles de suivi.

L'homogénéité des groupes à l'inclusion a été systématiquement vérifiée dans les trois études à l'aide de tests paramétriques (test t de Student) ou non paramétriques (test de Mann-Whitney), ainsi que par le test du Chi-carré pour les données catégorielles.

Pour l'analyse principale de l'efficacité des traitements dans le temps (interaction Groupe x Temps), Amazonwé et al. (2025) ont utilisé une ANOVA factorielle à deux voies (en intégrant les valeurs de base comme covariables) couplée à une correction de Greenhouse-Geisser et un test post-hoc de Bonferroni. Leur analyse se distingue par l'application stricte du principe d'intention de traiter (ITT) avec la méthode du report de la dernière observation (LOCF), ainsi que par le calcul de la taille de l'effet (d de Cohen) pour quantifier l'ampleur clinique des progrès.

Lapointe et al. (2023) ont eu recours à une ANOVA à mesures répétées. Afin de pallier certains problèmes de distribution des données (hétéroscédasticité), ils ont utilisé de manière très robuste la méthode de simulation de Monte-Carlo pour estimer précisément les probabilités d'effets entre leurs trois groupes lors du suivi à 12 mois.

En revanche, Hsu et al. (2021), en raison d'un échantillon plus restreint ($n = 23$ au total), ont privilégié des tests non paramétriques : le test de Wilcoxon pour évaluer les progrès au sein d'un même groupe (intra-groupe) et le test U de Mann-Whitney pour comparer les effets du HIIT face au MICT (inter-groupe). Ils ont également normalisé leurs données en pourcentages de progression pour faciliter la comparaison entre les individus.

Enfin, des corrélations de Pearson ont été utilisées par Hsu et al. (2021) et Lapointe et al. (2023) pour établir des liens physiologiques et cliniques afin de corrélérer, par exemple, l'amélioration du $VO_2\text{peak}$ avec la sécrétion de BDNF ou le niveau d'activité physique autodéclarée.

5 Principaux résultats

Afin de garantir une lecture uniforme des résultats, nous avons harmonisé la présentation graphique en utilisant systématiquement l'erreur standard (SE). Pour les études ne mentionnant que l'écart-type (SD), la SE a été calculée en divisant ce dernier par la racine carrée de l'effectif de chaque groupe. Ce choix méthodologique permet de maintenir une rigueur visuelle et une cohérence d'analyse, malgré l'hétérogénéité des présentations statistiques rencontrées dans les articles originaux.

5.1 Fonctions cardiorespiratoires

Les fonctions cardiorespiratoires ont été évaluées par les trois études incluses dans cette revue au travers de différentes méthodes de mesure, ciblant principalement la capacité maximale aérobie ($\text{VO}_{2\text{peak}}$) et la puissance maximale développée (WRpeak et PPO).

5.1.1 Capacité maximale aérobie ($\text{VO}_{2\text{peak}}$)

Dans les travaux de Hsu et al. (2021), cette mesure de la capacité maximale aérobie ($\text{VO}_{2\text{peak}}$) a révélé une amélioration en faveur du protocole HIIT. Avant le traitement, le groupe HIIT présentait un $\text{VO}_{2\text{peak}}$ moyen de 16,4 mL/kg/min (IC 95 % : 15,0 à 17,8). Après les 36 séances, cette valeur est passée en moyenne à 19,8 mL/kg/min (IC 95 % : 18,3 à 21,3). Les auteurs ont rapporté une amélioration médiane de 20,7 % pour le groupe HIIT contre 9,8 % pour le groupe contrôle MICT, soit une différence intergroupe significative ($p = 0,031$) (**Figure 6**).

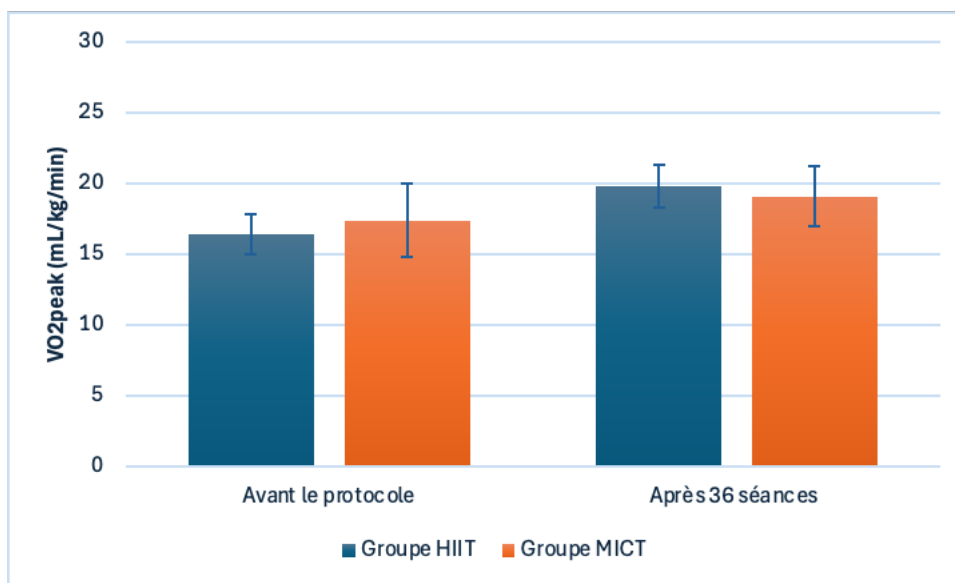


Figure 6 : Évolution de la consommation maximale d'oxygène (VO_{2peak}) au cours des 36 séances de suivi (données issues de Hsu et al., 2021). Note : Les barres de dispersion représentent l'Erreur Standard (SE).

Ces résultats sont complétés par l'étude de Lapointe et al. (2023), dans laquelle des améliorations ont été également mesurées chez les sujets ayant suivi le protocole combiné (HIIT + MICT) par rapport au groupe contrôle pur (sans intervention). Initialement mesurée à $18,9 \pm 5,5$ mL/kg/min avant le début du protocole, la capacité cardiorespiratoire du groupe expérimental a augmenté pour atteindre $21,9 \pm 6,1$ mL/kg/min à T6 (6 mois), puis s'est stabilisée à $20,6 \pm 5,6$ mL/kg/min lors du suivi à T12 (12 mois). Cette évolution représente une augmentation significative de + 3 mL/kg/min ($p < 0,001$) par rapport au groupe contrôle (**Figure 7**).

L'analyse n'a mis en évidence aucune différence significative entre le groupe HIIT + MICT et le groupe pur MICT.

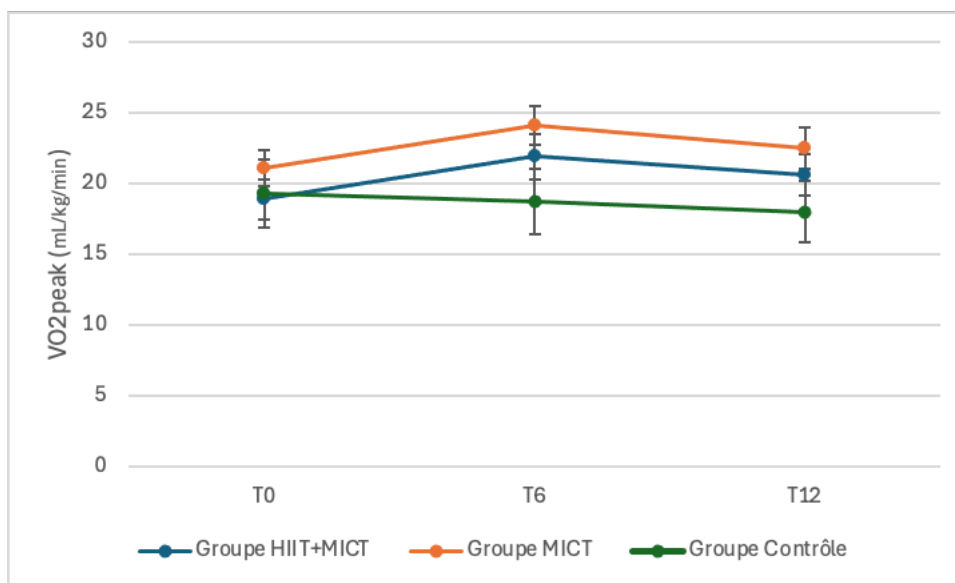


Figure 7 : Évolution de la consommation maximale d'oxygène (VO_{2peak}) au cours des 12 mois de suivi (données issues de Lapointe et al., 2023). Note : Les barres de dispersion représentent l'Erreur Standard (SE).

5.1.2 Puissance maximale développée (WRpeak/PPO)

L'adaptation à l'effort a également été évaluée dans différentes études au travers de la puissance maximale développée sur cycloergomètre.

Amanzonwé et al. (2025) ont utilisé la mesure de la puissance maximale (WRpeak) pour objectiver l'évolution de la capacité physiologique des patients à court terme (6 semaines). Avant le début du protocole, le groupe HIIT développait une puissance moyenne de $39,0 \pm 12,1$ Watts. Après l'intervention, les auteurs ont mesuré une amélioration avec une différence moyenne (MD) de $+17,7$ W (IC 95 % : 10,2 à 25,1 ; $p < 0,001$) en faveur du groupe HIIT par rapport au groupe contrôle (SHAM) (**Figure 8**). Ces gains de puissance se sont maintenus lors des suivis à 3 mois et à 6 mois post-intervention ($p < 0,001$).

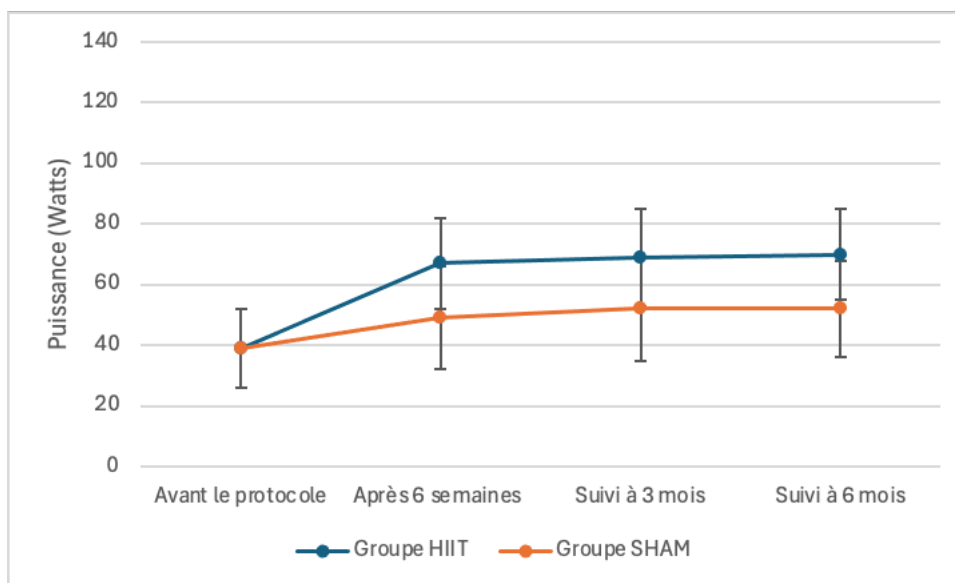


Figure 8 : Évolution de la puissance maximale (WR_{peak}) au cours des 6 mois de suivi (données issues d'Amanzonwé et al., 2025). Note : Les barres de dispersion représentent l'Erreur Standard (SE).

Ces résultats sont également documentés sur le long terme par l'équipe de Lapointe et al. (2023), qui a pris en compte le pic de puissance maximale (PPO). Initialement mesurée à $83,3 \pm 41,9$ W avant le début du protocole, la puissance du groupe expérimental (HIIT + MICT) a augmenté pour atteindre $105,3 \pm 48,4$ W à T6 (6 mois), puis s'est stabilisée à $96,0 \pm 44,1$ W lors du suivi à T12 (12 mois). Cette évolution représente une augmentation significative ($p < 0,001$) par rapport au groupe contrôle pur sans exercice (dont la PPO a chuté de $80,0 \pm 49,4$ W à T0 à $72,5 \pm 45,4$ W à T12) (**Figure 9**).

L'analyse intergroupe n'a mis en évidence aucune différence significative entre le groupe HIIT + MICT et le groupe MICT exclusif (qui est passé de $99,2 \pm 35,5$ W à $119,2 \pm 35,0$ W à T6).

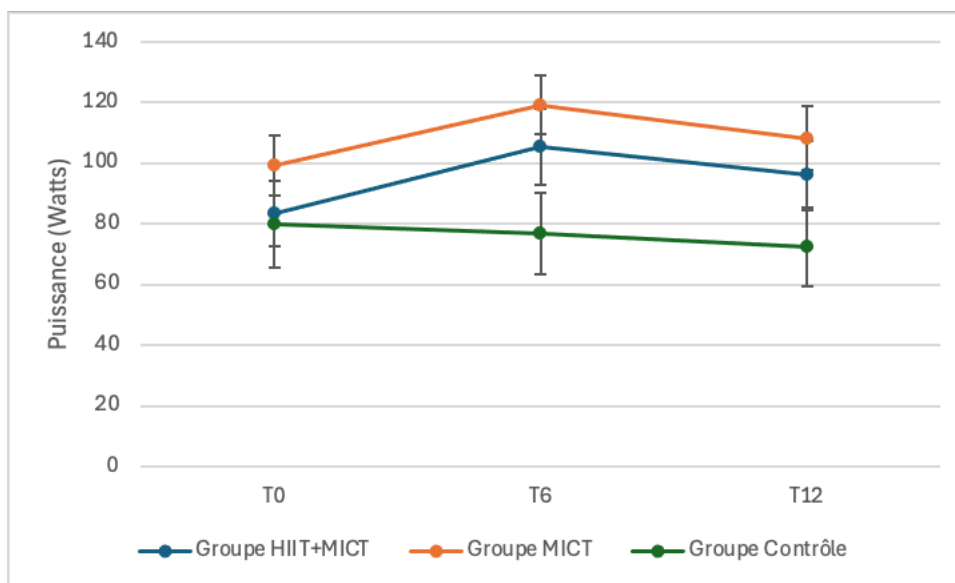


Figure 9 : Évolution de la puissance maximale (PPO) au cours des 12 mois de suivi (données issues de Lapointe et al., 2023). Note : Les barres de dispersion représentent l'Erreur Standard (SE).

5.2 Récupération fonctionnelle et motrice

Contrairement aux capacités aérobies, les fonctions motrices et habiletés fonctionnelles n'ont été évaluées que par deux études (Amanzonwé et al., 2025; Lapointe et al., 2023) avec l'utilisation de différents tests de marche, ainsi que des scores de performance motrice globale et de force des membres inférieurs.

5.2.1 Endurance et vitesse de marche

Les chercheurs de l'équipe d'Amanzonwé et al. (2025) ont évalué les performances locomotrices des sujets au travers de l'endurance et de la vitesse de marche.

L'endurance a été mesurée grâce au test de marche de 6 minutes (6MWT). Avant le protocole, le groupe HIIT parcourait une distance moyenne de $169,6 \pm 111,7$ mètres. Après l'intervention, les auteurs ont mesuré une différence moyenne (MD) de +126,8 mètres (IC 95 % : 77,9 à 175,7 ; $p < 0,001$) en faveur du groupe HIIT par rapport au groupe contrôle (SHAM) (**Figure 10**).

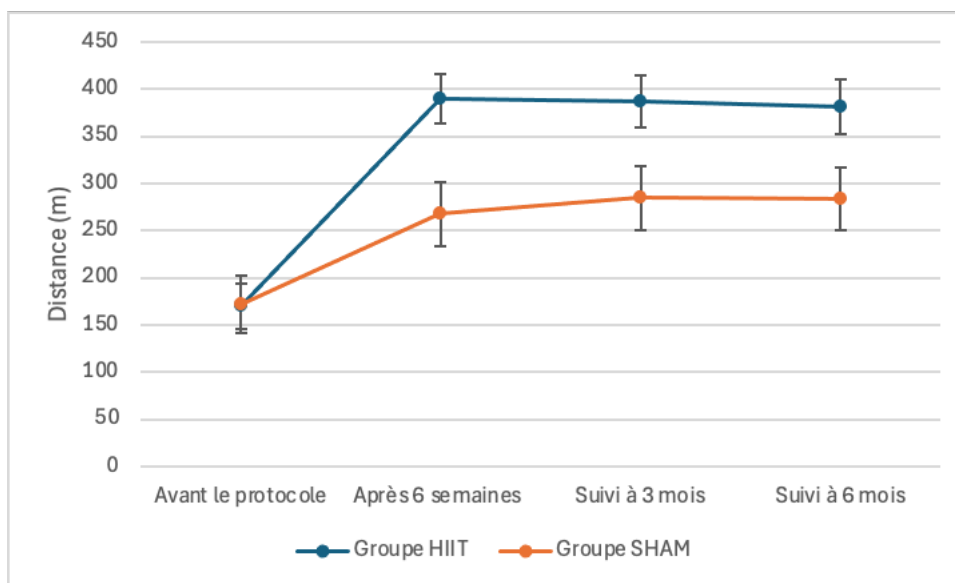


Figure 10 : Évolution de la distance de marche (6MWT) au cours des 6 mois de suivi (données issues d'Amanzonwé et al., 2025). Note : Les barres de dispersion représentent l'Erreur Standard (SE).

Concernant la vitesse de marche, évaluée par le test de marche sur 10 mètres (10mWT), le groupe HIIT marchait initialement à une vitesse de $0,5 \pm 0,3$ m/s. L'amélioration moyenne (MD) mesurée post-intervention a été de $+ 0,5$ m/s (IC 95 % : $0,3$ à $0,7$; $p < 0,001$) par rapport au groupe contrôle (SHAM). Lors des suivis à 3 mois (T3) et à 6 mois (T4) post-intervention, les performances du groupe HIIT restaient supérieures à celles du groupe SHAM (interaction : $p < 0,001$) (**Figure 11**).

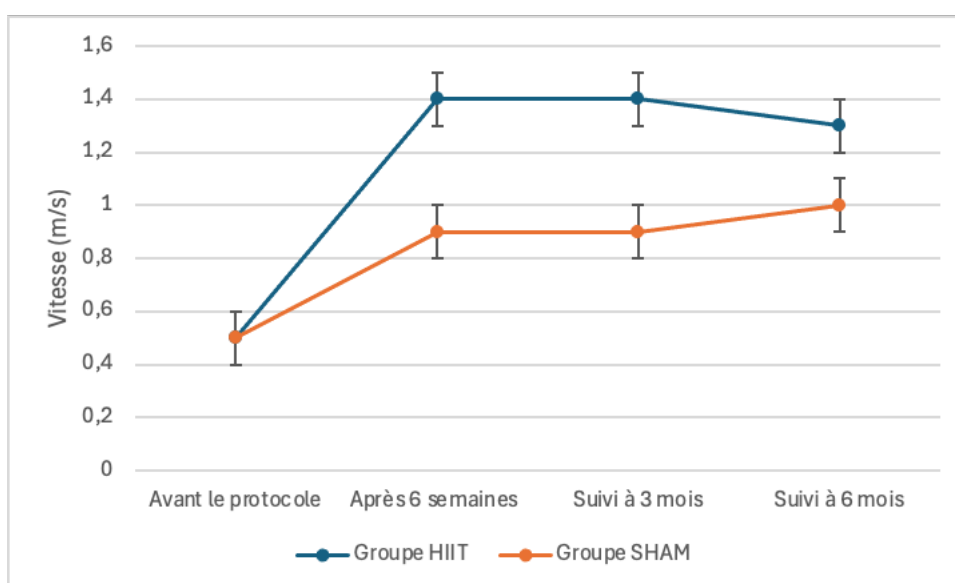


Figure 11 : Évolution de la vitesse de marche (10mWT) au cours des 6 mois de suivi (données issues d'Amanzonwé et al., 2025). Note : Les barres de dispersion représentent l'Erreur Standard (SE).

5.2.2 Force fonctionnelle des membres inférieurs

Dans les travaux d'Amanzonwé et al. (2025), la force fonctionnelle des membres inférieurs a été mesurée via le test de lever de chaise à cinq répétitions (5R-STS). Avant le protocole, les patients du groupe HIIT mettaient en moyenne $25,6 \pm 15,7$ secondes pour faire les cinq répétitions. Après les 6 semaines de traitement, les résultats indiquent que les patients avaient réduit leur temps avec une différence moyenne (MD) de - 5,1 secondes pour le groupe HIIT (IC 95% : - 13,1 à 2,8). Cette différence intergroupe est statistiquement significative (interaction $p = 0,022$). De plus, une proportion significativement plus élevée de patients du groupe expérimental a atteint une amélioration considérée comme cliniquement importante (MCID) post-intervention comparativement au groupe contrôle ($p = 0,009$) (**Figure 12**).

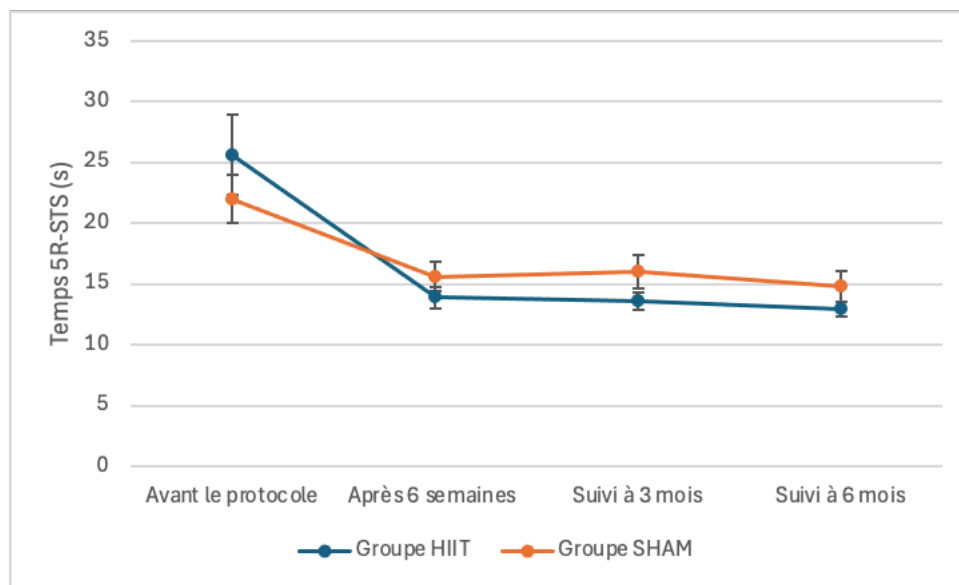


Figure 12: Évolution du temps au 5R-STS (secondes) au cours des 6 mois de suivi (données issues d'Amanzonwé et al., 2025). Note : Les barres de dispersion représentent l'Erreur Standard (SE).

5.2.3 Équilibre et motricité globale

L'équilibre et la fonctionnalité globale ont été évalués dans deux études, en utilisant le Berg Balance Scale (BBS) pour Amanzonwé et al. (2025) et la Short Physical Performance Battery (SPPB) pour Lapointe et al. (2023).

Initialement, dans l'étude d'Amanzonwé et al. (2025), le groupe expérimental présentait un score moyen au BBS de $41,4 \pm 10,4$. Après le traitement de 6 semaines, la différence moyenne (MD) entre le groupe expérimental et le groupe contrôle était de + 1,3 point (IC 95 % : - 3,7 à 6,4). L'analyse statistique n'a révélé aucune différence significative d'évolution entre le groupe HIIT et le groupe SHAM (interaction : $p = 0,58$) (**Figure 13**).

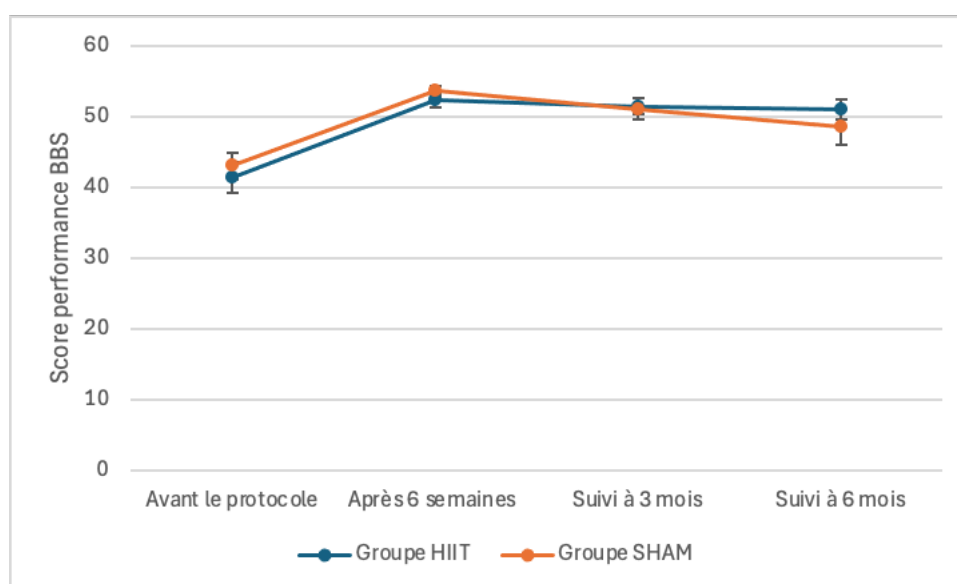


Figure 13 : Évolution du score de performance au BBS au cours des 6 mois de suivi (données issues d'Amanzonwé et al., 2025). Note : Les barres de dispersion représentent l'Erreur Standard (SE).

Ces résultats sont complétés par l'étude de Lapointe et al. (2023) avec le SPPB. La mesure initiale pré-intervention était de $9,4 \pm 3,2$ pour le groupe HIIT + MICT, passant à $10,4 \pm 2,8$ à T6 (6 mois) puis se stabilisant à $10,3 \pm 2,3$ à T12 (12 mois). Quant au groupe MICT exclusif, les mesures étaient de $9,3 \pm 2,3$ avant protocole, passant à $9,9 \pm 2,8$ à T6 (6 mois), puis à $10,3 \pm 2,6$ à T12 (12 mois). L'analyse intergroupe a révélé une différence significative (interaction : $p = 0,003$). En effet, pendant que les groupes s'entraînaient maintenaient leurs scores, le groupe contrôle

pur sans intervention a vu ses résultats diminuer au fil du temps (passant de $9,4 \pm 2,3$ avant protocole, à $8,8 \pm 2,5$ à T6, puis à $8,1 \pm 2,5$ à T12) (**Figure 14**).

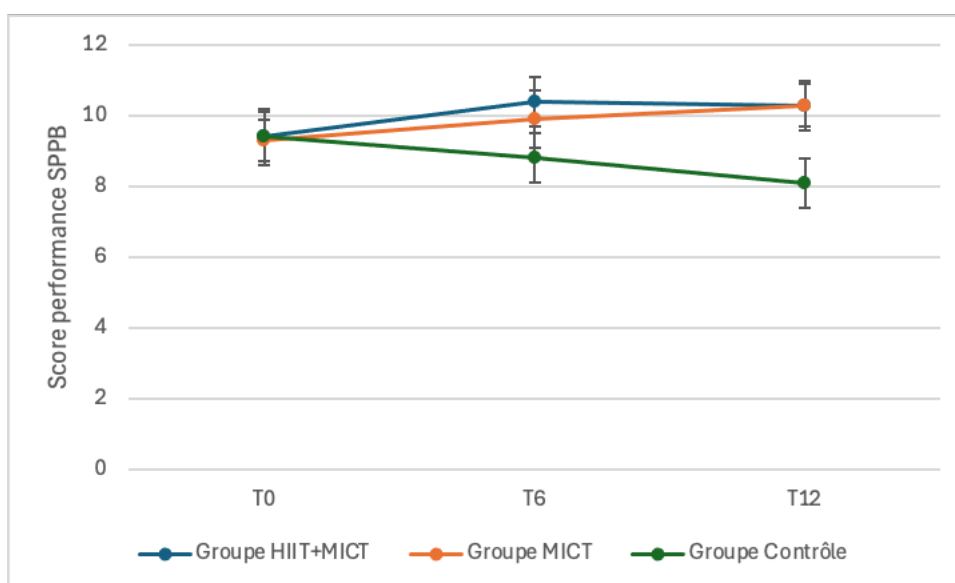


Figure 14 : Évolution du score de performance au SPPB au cours des 12 mois de suivi (données issues de Lapointe et al., 2023). Note : Les barres de dispersion représentent l'Erreur Standard (SE).

6 Discussion

6.1 Contexte

La rééducation motrice et cardiorespiratoire joue un rôle prépondérant dans la récupération et dans la prévention des récives post-AVC (Billinger et al., 2014). S'il existe actuellement plusieurs modalités d'exercices pour limiter le déconditionnement global, et que les bienfaits du travail cardiorespiratoire dans la rééducation sont largement reconnus, des questions restent en suspens (Billinger et al., 2014). Celles-ci concernent notamment l'intensité optimale des exercices à prescrire et les outils à privilégier pour une rééducation la plus efficace possible.

Notre démarche s'est donc concentrée sur l'évaluation du HIIT spécifiquement réalisé sur cycloergomètre, un ergomètre de choix permettant aux patients hémiplegiques d'atteindre une haute intensité cardiovasculaire en position assise sécurisée, en contournant ainsi les troubles de l'équilibre et le risque de chute. Le but était d'en mesurer les véritables répercussions sur les fonctions motrices et cardiorespiratoires après un AVC. Nous avons également cherché à mettre en perspective cette méthode avec le réentraînement continu traditionnel (MICT) pour identifier la stratégie thérapeutique la plus pertinente.

Au total, trois essais contrôlés randomisés répondant à nos critères d'inclusion ont été retenus. La qualité méthodologique de ces études, évaluée selon l'échelle PEDro, varie de faible à bonne. Ces scores s'expliquent en grande partie par l'impossibilité de mettre en place un double aveugle (pour les patients et les thérapeutes) lors de protocoles d'exercices physiques.

6.2 Résultats

L'examen des différents essais cliniques inclus dans cette revue met en évidence une grande diversité dans les protocoles de HIIT proposés aux patients post-AVC. Bien que cette méthode d'entraînement suscite un vif intérêt en clinique, la variabilité des protocoles rend la comparaison des résultats assez complexe.

En effet, les bénéfices observés dépendent fortement des choix méthodologiques de chaque étude. L'efficacité des traitements varie non seulement en fonction des paramètres de l'effort (le niveau et la durée de la haute intensité, ainsi que le temps de récupération), mais aussi selon le profil des patients. Comme l'illustrent parfaitement nos études incluses, les patients ont été testés à des stades de récupération neurologique très différents : Amanzonwé et al. (2025) se sont concentrés sur la phase aiguë, tandis que Hsu et al. (2021) et Lapointe et al. (2023) ont ciblé des populations en phase chronique ou en réadaptation cardiovasculaire à plus long terme. Par conséquent, il reste aujourd'hui difficile de recommander un « dosage » précis de HIIT sur cycloergomètre qui pourrait être facilement standardisé et appliqué dans les centres de rééducation neurologique.

Toutefois, malgré ces obstacles méthodologiques et la difficulté à comparer les protocoles, la littérature permet de dégager plusieurs grandes tendances cliniques concernant cette prise en charge.

6.2.1 Analyse des effets du HIIT sur cycloergomètre selon les paramètres évalués

6.2.1.1 Capacité maximale aérobie (VO_2peak)

D'après les résultats de notre revue, et plus particulièrement les travaux de Hsu et al. (2021) et Lapointe et al. (2023), le protocole HIIT se démarque par une amélioration significativement supérieure du VO_2peak comparativement à un entraînement continu d'intensité modérée (MICT) ou à un groupe contrôle. Cette supériorité statistique démontre l'efficacité du HIIT pour optimiser la puissance aérobie chez cette population, notamment via une meilleure sollicitation du système cardiovasculaire central. Comme le souligne l'étude de Hsu et al. (2021), cette augmentation du VO_2peak est d'autant plus importante chez les patients post-AVC qu'elle semble liée à une meilleure neuroplasticité (notamment via la sécrétion de facteurs neurotrophiques comme le BDNF), favorisant ainsi la récupération cérébrale globale.

Ces résultats correspondent aux nombreuses découvertes de la littérature actuelle en faveur du HIIT (Mattioni Maturana et al., 2021), bien que ces études soient

majoritairement réalisées sur tapis de course. Physiologiquement, cette supériorité s'explique par le fait que l'intensité de l'exercice agit comme principal moteur des adaptations cardiovasculaires. En effet, les pics d'effort à très haute intensité provoquent un stress hémodynamique majeur et de fortes variations du débit sanguin. Ces fluctuations engendrent un phénomène de friction mécanique, appelé force de « cisaillement » (shear stress), sur l'endothélium des vaisseaux sanguins. Ce puissant stimulus mécanique favorise la libération d'oxyde nitrique (NO), entraînant une meilleure vasodilatation, une souplesse vasculaire accrue et une optimisation du transport de l'oxygène vers les muscles périphériques (Fuertes-Kenneally et al., 2023). Ainsi, la haute intensité impose au système cardiovasculaire un stress adaptatif globalement supérieur à celui généré par un effort continu, permettant de combattre plus efficacement le déconditionnement sévère induit par l'AVC. Néanmoins, l'absence de différence entre le HIIT et le MICT chez Lapointe et al. (2023) suggère que ces deux modalités apportent des bénéfices aérobie similaires sur le long terme (6 à 12 mois).

6.2.1.2 Puissance maximale développée (WRpeak/PPO)

Les résultats de nos études sur la puissance sont quant à eux plus hétérogènes. En effet, on retrouve des résultats positifs chez Amanzonwé et al. (2025), avec une amélioration significative de la puissance (+ 17,7 Watts) grâce au HIIT par rapport au groupe contrôle. Il est primordial de souligner que ces gains de puissance se sont maintenus de manière significative lors des suivis à 3 et 6 mois post-intervention, ce qui témoigne d'une adaptation métabolique et neuromusculaire sur le long terme. Ces résultats sont nuancés avec l'étude de Lapointe et al. (2023), chez qui la puissance est bien améliorée dans le groupe HIIT + MICT par rapport au groupe contrôle, mais aucune supériorité statistique n'a été démontrée face au MICT exclusif.

Physiologiquement, l'entraînement MICT stimule le recrutement des fibres dites « lentes » de type I, tandis que les pics d'intensité du HIIT forcent le recrutement des fibres « rapides » de type II (MacInnis & Gibala, 2017). Ce travail des fibres rapides a un intérêt d'autant supérieur que l'hémiplégie post-AVC engendre une atrophie musculaire (surtout au niveau des fibres de type II) et une mauvaise synchronisation des unités motrices. Le HIIT agit comme une répétition de contraintes mécaniques qui vont stimuler le système nerveux central et améliorer les

commandes motrices (Boyne et al., 2019). En complément de ces adaptations neuromusculaires, Amazonwé et al. (2025) soulignent que cette plus grande amélioration de la capacité d'exercice avec le HIIT s'explique également par de meilleures adaptations centrales au niveau de la structure et de la fonction du ventricule gauche, forçant le muscle cardiaque à fournir un débit cardiaque supérieur vers les muscles en activité.

L'autonomie des patients est indirectement liée à cette puissance des membres inférieurs. Cela se confirme cliniquement dans l'étude d'Amazonwé et al. (2025), où les gains de puissance se sont accompagnés d'améliorations locomotrices très significatives, comme l'augmentation de la vitesse de marche (10mWT) et la capacité de lever de chaise (5R-STs). Il y a donc un lien direct et mesurable entre le gain de puissance sur le cycloergomètre et le transfert vers la rééducation fonctionnelle.

Néanmoins, les résultats contrastés de l'étude de Lapointe et al. (2023) montrent qu'il faut garder un regard critique quant à la supériorité absolue du HIIT. Les auteurs eux-mêmes avancent une explication méthodologique à ces résultats. Le fait d'avoir combiné des séances de HIIT supervisées et des séances de MICT à domicile a lissé la différence de stimulus entre les deux groupes expérimentaux, ce qui explique l'absence de différence significative de puissance entre le groupe combiné et le groupe MICT exclusif. De plus, comme le rappellent Lapointe et al. (2023), le véritable défi clinique chez ces patients post-AVC (souvent très déconditionnés et sédentaires) réside avant tout dans l'initiation d'un programme d'exercice régulier. Chez cette population, n'importe quel stimulus d'exercices régulier, qu'il soit continu (MICT) ou fractionné (HIIT), semble suffisant pour déclencher des adaptations mécaniques et des gains de puissance significatifs face à l'inactivité.

6.2.2 Récupération fonctionnelle et motrice

6.2.2.1 Vitesse de marche

Concernant la vitesse de marche (10mWT), les travaux d'Amazonwé et al. (2025) mettent en évidence une supériorité clinique et statistique nette du protocole HIIT. En effet, une différence de progression de + 0,5 m/s a été mesurée en faveur du groupe HIIT par rapport au groupe contrôle SHAM. Il est primordial de souligner

que cette amélioration dépasse très largement la Différence Minimale Cliniquement Significative (MCID), généralement estimée entre 0,14 et 0,16 m/s pour la vitesse de marche en post-AVC. Cela démontre que le HIIT sur cycloergomètre n'améliore pas seulement des données statistiques, mais induit un bénéfice fonctionnel majeur et perceptible pour le patient dans sa vie quotidienne.

Cette progression plus marquée s'explique par des transferts d'adaptations biomécaniques et neuromusculaires, ce qui confirme les données récentes de la littérature (Z. Li et al., 2024). Pour augmenter sa vitesse de marche, un patient doit optimiser sa fréquence et sa longueur de pas, ce qui nécessite une meilleure force de propulsion et un recrutement rapide des unités motrices. C'est exactement ce que permet le protocole HIIT : le pédalage à haute vélocité lors des pics d'intensité entraîne des adaptations au niveau neuromusculaire similaires à celles requises pour accélérer la cadence de pas. Ces résultats concordent d'ailleurs avec les récentes méta-analyses évaluant le HIIT sur tapis de course (Z. Li et al., 2024), confirmant que c'est le travail fractionné à haute intensité qui améliore l'excitabilité cortico-spinale, ce qui favorise une commande motrice plus rapide et plus efficace lors de la marche (Boyne et al., 2019).

6.2.2.2 Endurance de marche

Dans la même dynamique, les résultats d'Amanzonwé et al. (2025) soulignent une progression majeure d'environ + 126 m au test de marche de 6 minutes (6MWT) pour le groupe HIIT. Tout comme pour la vitesse, cette progression est bien supérieure au MCID post-AVC, généralement admis autour de 34 à 50 mètres pour le 6MWT. Le HIIT sur cycloergomètre induit donc une transformation clinique réelle de l'endurance locomotrice. Cette amélioration de l'endurance de marche est la traduction fonctionnelle directe de l'augmentation du VO_2peak présentée précédemment. En améliorant la capacité cardiorespiratoire globale, le HIIT optimise l'économie de marche des patients hémiplegiques (Z. Li et al., 2024). Les muscles périphériques, mieux vascularisés et plus performants dans l'utilisation de l'oxygène, repoussent le seuil de fatigue (MacInnis & Gibala, 2017). L'augmentation du débit cardiaque et de la fonction endothéliale permet au patient de soutenir un effort locomoteur prolongé sans s'épuiser trop rapidement.

Le tapis de course reste logiquement l'outil le plus fidèle à la biomécanique du pas. Néanmoins, nos données soulignent que le cycloergomètre génère des adaptations cardiovasculaires et des gains d'endurance de marche (6MWT) très proches, tout en offrant une sécurité primordiale, la suppression du risque de chute chez les patients instables.

6.2.3 Équilibre, force fonctionnelle et transferts

Pour évaluer la fonctionnalité globale, Amanzonwé et al. (2025) ont utilisé l'échelle de Berg (BBS) pour l'équilibre et le test de lever de chaise (5R-STs) pour les transferts. Dans le cas du BBS, l'amélioration de + 1,3 point entre les deux groupes n'a pas atteint le seuil de significativité statistique. Selon les auteurs, cette absence de différence s'explique très probablement par un effet plafond. Les patients inclus présentaient des scores d'équilibre élevés à l'inclusion, ce qui limitait la marge de progression mesurable sur cette échelle spécifique.

En revanche, pour le test de cinq répétitions de lever de chaise, l'amélioration est très nette en faveur du groupe HIIT (- 5,1 secondes par rapport au groupe SHAM). Ce résultat est cliniquement corrélé à l'amélioration de la puissance sur le cycloergomètre abordée plus haut. L'augmentation de la puissance développée par les membres inférieurs donne au patient une force explosive supérieure, indispensable pour vaincre la gravité, stabiliser le bassin et exécuter le transfert assis debout avec rapidité et assurance.

Ces résultats très positifs obtenus en phase aiguë post-AVC doivent toutefois être mis en perspective avec ceux de Lapointe et al. (2023). En effet, chez une population de patients au stade chronique, Lapointe et al. (2023) n'ont pas mesuré d'amélioration significative du score fonctionnel global (SPPB) en comparant le protocole combiné (HIIT + MICT) au MICT exclusif. Cependant, comme le concluent les auteurs eux-mêmes, l'enjeu thérapeutique à ce stade de la pathologie est différent. Pendant que les groupes d'exercice maintenaient leur fonctionnalité, le groupe contrôle inactif a subi une dégradation significative de son score SPPB. Cela démontre que pour les patients chroniques, l'exercice qu'il soit continu ou par intervalles joue un rôle neuroprotecteur essentiel. Il permet avant tout de préserver les capacités motrices, de prévenir le déclin fonctionnel et de limiter le risque de chute lié à la sédentarité.

6.3 Limites

Bien que cette revue présente des résultats cliniquement pertinents, il convient de souligner plusieurs limites associées à la littérature actuelle et à la méthodologie employée.

Premièrement, l'inclusion de seulement trois essais contrôlés randomisés (ECR) témoigne de la rareté des publications sur ce sujet précis du HIIT exclusif sur cycloergomètre en post-AVC. Bien que ce caractère novateur soit intéressant, il limite inévitablement la puissance statistique de nos conclusions. De plus, la petite taille des échantillons au sein de ces ECR constitue un frein supplémentaire. Les cohortes étudiées restent restreintes (de 28 à 52 patients à l'inclusion selon les études). Idéalement, un calcul de puissance statistique a priori (visant une puissance standard de 80 % et un risque alpha de 0,05) nécessiterait des échantillons plus larges. Des effectifs estimés à au moins 30 à 40 patients par bras de traitement seraient nécessaires pour détecter formellement une différence clinique significative sur les paramètres cardiorespiratoires et moteurs. Ces effectifs limités illustrent la difficulté de recruter et de mener à bien des protocoles exigeants chez des patients post-AVC. Cette difficulté de recrutement est par ailleurs accentuée par le caractère intrinsèquement discriminant du cycloergomètre. En effet, bien qu'il sécurise la pratique face au risque de chute, son utilisation nécessite un niveau moteur résiduel suffisant au niveau du membre parétique pour initier et maintenir le cycle de pédalage. Cette exigence biomécanique exclut de fait les patients post-AVC présentant les déficits moteurs les plus sévères, ce qui limite la généralisation de nos conclusions à l'ensemble de la population hémiplegique.

Deuxièmement, l'hétérogénéité clinique et méthodologique des études incluses limite la pertinence des comparaisons. Comme évoqué précédemment, les populations étudiées se trouvent à des stades de récupération neurologique très différents allant de la phase aiguë à la phase chronique. De plus, il est important de noter que certaines cohortes ont inclus des patients ayant subi un accident ischémique transitoire (AIT). Les séquelles neurologiques et le niveau de déconditionnement de ces patients étant par définition bien moins importants que ceux d'un AVC constitué, leur présence au sein des échantillons constitue un biais clinique susceptible de

surestimer la capacité globale de récupération fonctionnelle des groupes étudiés. À cela s'ajoutent de grandes variations dans les protocoles d'interventions eux-mêmes. Certaines études évaluent un HIIT pur, alors que d'autres, comme Lapointe et al. (2023) utilisent une combinaison de HIIT et de MICT.

Cette forte hétérogénéité rend impossible la réalisation d'une véritable méta-analyse et complique l'élaboration de recommandations cliniques standardisées.

Enfin, il est crucial de mentionner les limites méthodologiques inhérentes aux protocoles d'exercices en kinésithérapie. L'évaluation de nos études via l'échelle PEDro a révélé des scores variables allant de 4 à 8 sur 10. Ces résultats s'expliquent par l'impossibilité d'appliquer un double aveugle, lors d'un effort physique, le patient comme le thérapeute ont inévitablement conscience de l'intensité du pédalage. Il s'agit d'un biais inévitable dans ce domaine de recherche, qui impacte systématiquement le score de qualité méthodologique.

6.4 Perspectives

Dans la perspective d'une amélioration et d'une optimisation de la prise en charge kinésithérapique en neurologie, il est essentiel que de futures recherches soient menées sur de plus larges cohortes de patients. Sur le plan scientifique, l'objectif principal serait de définir un « dosage optimal » du HIIT sur cycloergomètre, en standardisant des paramètres précis comme le temps d'effort, le pourcentage de fréquence cardiaque cible, la durée de récupération et le nombre de répétitions.

La majorité des études actuelles se limitent à des évaluations à court terme de 4 à 8 semaines. Étant donné qu'il est déjà largement prouvé dans la littérature physiologique que le désentraînement et le retour à la sédentarité annulent rapidement les adaptations neuromusculaires et cardiovasculaires acquises, y compris spécifiquement chez le patient post-AVC (Pereira et al., 2021), l'enjeu n'est plus de prouver cette perte. Il serait plutôt pertinent de mettre en place des suivis longitudinaux sur 1 ou 2 ans afin d'évaluer l'observance à long terme des patients et d'identifier les stratégies thérapeutiques permettant de pérenniser ces bénéfices dans la vie quotidienne.

Sur le plan clinique, l'avenir de la rééducation post-AVC réside très certainement dans une approche hybride, combinant cycloergomètre et marche au sol. D'une part, le cycloergomètre s'impose comme un outil de choix pour les patients présentant des troubles de l'équilibre majeurs ou une hémiplégie sévère : il offre une solution sécurisée en position assise permettant d'atteindre des intensités cardiovasculaires élevées sans risque de chute. D'autre part, bien qu'il soit très utile pour relancer le système cardiorespiratoire et développer la puissance des fibres musculaires, il reste une activité en décharge, non spécifique à la marche. Il n'entraîne ni l'équilibre dynamique précaire, ni le passage du pas.

De plus, de récentes études démontrent que les patients hémiplegiques présentent un risque accru d'ostéoporose avec une perte de densité minérale osseuse (DMO) précoce et très marquée du côté parétique (Wang et al., 2024). Parallèlement, la littérature sportive souligne que la pratique exclusive de sports en décharge, comme le cycloergomètre, est associée à une DMO significativement plus faible que celle observée lors d'activités en charge comme la course à pied (Florvåg et al., 2025). Par conséquent, la pratique exclusive du cycloergomètre ne permet pas de stimuler l'ostéogenèse aussi efficacement qu'une activité avec impacts mécaniques comme la marche.

C'est pourquoi de récents essais cliniques soulignent l'importance vitale de coupler l'entraînement sur vélo avec des exercices à impacts mécaniques pour préserver le capital osseux (Hilkens et al., 2023).

Finalement, l'approche thérapeutique idéale ne devrait pas opposer le vélo à la marche, mais plutôt proposer une combinaison des deux. L'utilisation initiale du cycloergomètre à haute intensité permettrait de constituer une base cardiorespiratoire solide, tandis qu'une rééducation fonctionnelle au sol, réalisée dans la foulée, permettrait de transférer cette nouvelle puissance vers la technique de marche, la stimulation de l'ostéogenèse par les chocs, et l'amélioration globale des activités de la vie quotidienne.

7 Conclusion

Cette revue systématique avait pour objectif d'évaluer l'efficacité de l'entraînement par intervalles à haute intensité (HIIT) exclusif sur cycloergomètre sur la récupération des capacités cardiorespiratoires et locomotrices des patients post-AVC.

L'analyse des essais contrôlés randomisés inclus tend à montrer que cette modalité thérapeutique constitue un outil de rééducation cardiorespiratoire et neuromusculaire pertinent, efficace et sécuritaire. Elle présente des résultats encourageants face à l'inactivité ou aux thérapies continues traditionnelles (MICT).

L'analyse croisée des données suggère un intérêt prometteur du travail fractionné pour restaurer la capacité cardiorespiratoire (VO_{2peak}) et la force musculaire des membres inférieurs. Plus qu'une simple optimisation physiologique, cette modalité semble favoriser un bénéfice fonctionnel direct. Chez les participantes des études sélectionnées, les patients ont regagné en autonomie, avec des paramètres de locomotion dépassant régulièrement les seuils de pertinence clinique (MCID). Par ailleurs, le stade de récupération paraît influencer une partie de ces résultats. Introduit précocement en phase aiguë, le protocole semble avoir facilité la reprise de la marche et la réalisation des transferts. À plus grande distance de l'événement neurologique, bien que son efficacité se rapproche de celle d'un entraînement aérobie continu, la haute intensité s'inscrit comme une alternative thérapeutique de choix. Elle pourrait ainsi contribuer à freiner le déconditionnement sévère tout en offrant une perspective de neuroprotection au long cours.

L'utilisation du cycloergomètre prend ici tout son sens puisqu'il permet de limiter les problèmes d'équilibre typiques de l'hémiplégie. Le patient peut ainsi pousser son système cardiovasculaire à son maximum sans craindre de tomber, à condition bien sûr d'adapter le protocole à ses capacités motrices résiduelles. L'approche kinésithérapique optimale semble s'orienter vers une thérapie hybride, avec l'utilisation du cycloergomètre comme outil pour relancer les capacités cardiovasculaires, immédiatement couplée à une rééducation de la marche au sol pour transférer cette nouvelle puissance vers la locomotion et le contrôle moteur spécifique.

Malgré ces constats très encourageants, le manque de recul à long terme et la taille restreinte des échantillons limitent la portée de ce travail. De futures études, menées sur de vastes cohortes et de façon longitudinale, seraient nécessaires pour confirmer ces tendances. L'enjeu sera d'aboutir à une standardisation précise des paramètres d'effort sur cycloergomètre, une étape essentielle pour espérer intégrer concrètement cette méthode aux futures recommandations de rééducation neurologique.

8 Bibliographie

- Amanzonwé, E., Noukpo, S., Adoukonou, T., Bonnechère, B., Feys, P., Hansen, D., & Kossi, O. (2025). Exercise Intensity Matters in the Rehabilitation of Stroke in the Acute Stage : A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 39(11), 892-905. (CN-02894353).
<https://doi.org/10.1177/15459683251356969>
- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. (2002). ATS statement : Guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 166(1), 111-117. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.166.1.at1102>
- Baricich, A., Borg, M. B., Battaglia, M., Facciorusso, S., Spina, S., Invernizzi, M., Scotti, L., Cosenza, L., Picelli, A., & Santamato, A. (2024). High-Intensity Exercise Training Impact on Cardiorespiratory Fitness, Gait Ability, and Balance in Stroke Survivors : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 13(18), 5498.
<https://doi.org/10.3390/jcm13185498>
- Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J. I., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly : Validation of an instrument. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne De Sante Publique*, 83 Suppl 2, S7-11.
- Bernhardt, J., Hayward, K. S., Kwakkel, G., Ward, N. S., Wolf, S. L., Borschmann, K., Krakauer, J. W., Boyd, L. A., Carmichael, S. T., Corbett, D., & Cramer, S. C. (2017). Agreed definitions and a shared vision for new standards in stroke recovery research : The Stroke Recovery and

- Rehabilitation Roundtable taskforce. *International Journal of Stroke*, 12(5), 444-450. <https://doi.org/10.1177/1747493017711816>
- 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. (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. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000022>
- Boyne, P., Meyrose, C., Westover, J., Whitesel, D., Hatter, K., Reisman, D. S., Cunningham, D., Carl, D., Jansen, C., Khoury, J. C., Gerson, M., Kissela, B., & Dunning, K. (2019). Exercise intensity affects acute neurotrophic and neurophysiological responses poststroke. *Journal of Applied Physiology*, 126(2), 431-443. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00594.2018>
- Brunnstrom, S. (1966). Motor Testing Procedures in Hemiplegia : Based on Sequential Recovery Stages. *Physical Therapy*, 46(4), 357-375. <https://doi.org/10.1093/ptj/46.4.357>
- Bushnell, C., Kernan, W. N., Sharrief, A. Z., Chaturvedi, S., Cole, J. W., Cornwell, W. K., Cosby-Gaither, C., Doyle, S., Goldstein, L. B., Lennon, O., Levine, D. A., Love, M., Miller, E., Nguyen-Huynh, M., Rasmussen-Winkler, J., Rexrode, K. M., Rosendale, N., Sarma, S., Shimbo, D., ... Whelton, P. K. (2024). 2024 Guideline for the Primary Prevention of Stroke : A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 55(12). <https://doi.org/10.1161/STR.00000000000000475>
- Campbell, B. C. V., & Khatri, P. (2020). Stroke. *The Lancet*, 396(10244), 129-142. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)31179-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)31179-X)

- Chon, J., Soh, Y., & Shim, G. Y. (2024). Stroke-Related Sarcopenia : Pathophysiology and Diagnostic Tools. *Brain & Neurorehabilitation*, 17(3), e23.
<https://doi.org/10.12786/bn.2024.17.e23>
- Cordonnier, C., Demchuk, A., Ziai, W., & Anderson, C. S. (2018). Intracerebral haemorrhage : Current approaches to acute management. *The Lancet*, 392(10154), 1257-1268. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31878-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31878-6)
- Crozier, J., Roig, M., Eng, J. J., MacKay-Lyons, M., Fung, J., Ploughman, M., Bailey, D. M., Sweet, S. N., Giacomantonio, N., Thiel, A., Trivino, M., & Tang, A. (2018). High-Intensity Interval Training After Stroke : An Opportunity to Promote Functional Recovery, Cardiovascular Health, and Neuroplasticity. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 32(6-7), 543-556.
<https://doi.org/10.1177/1545968318766663>
- Feigin, V. L., Abate, M. D., Abate, Y. H., Abd ElHafeez, S., Abd-Allah, F., Abdelalim, A., Abdelkader, A., Abdelmasseh, M., Abd-Elsalam, S., Abdi, P., Abdollahi, A., Abdoun, M., Abd-Rabu, R., Abdulah, D. M., Abdullahi, A., Abebe, M., Abeldaño Zuñiga, R. A., Abhilash, E. S., Abiodun, O. O., ... Murray, C. J. L. (2024). Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2021 : A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Neurology*, 23(10), 973-1003.
[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(24\)00369-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(24)00369-7)
- Feigin, V. L., Brainin, M., Norrving, B., Martins, S. O., Pandian, J., Lindsay, P., F Grupper, M., & Rautalin, I. (2025). World Stroke Organization : Global Stroke Fact Sheet 2025. *International Journal of Stroke*, 20(2), 132-144.
<https://doi.org/10.1177/17474930241308142>
- Flansbjerg, U.-B., Holmbäck, A. M., Downham, D., Patten, C., & Lexell, J. (2005). Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis

after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 37(2), 75-82.

<https://doi.org/10.1080/16501970410017215>

Florvåg, A. G., Berg, Ø. A., Røksund, O. D., Jorem, G. T., & Bogen, B. E. (2025).

Exercise interventions to improve bone mineral density in athletes participating in low-impact sports : A scoping review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 26(1), 73. <https://doi.org/10.1186/s12891-025-08316-5>

Fuertes-Kenneally, L., Manresa-Rocamora, A., Blasco-Peris, C., Ribeiro, F., Sempere-Ruiz, N., Sarabia, J. M., & Climent-Paya, V. (2023). Effects and Optimal Dose of Exercise on Endothelial Function in Patients with Heart Failure : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine - Open*, 9(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00553-z>

Grefkes, C., & Fink, G. R. (2020). Recovery from stroke : Current concepts and future perspectives. *Neurological Research and Practice*, 2(1), 17. <https://doi.org/10.1186/s42466-020-00060-6>

Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., Scherr, P. A., & Wallace, R. B. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function : Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *Journal of Gerontology*, 49(2), M85-94. <https://doi.org/10.1093/geronj/49.2.m85>

Hilkens, L., Van Schijndel, N., Weijer, V. C. R., Decroix, L., Bons, J., Van Loon, L. J. C., & Van Dijk, J.-W. (2023). Jumping Exercise Combined With Collagen Supplementation Preserves Bone Mineral Density in Elite Cyclists. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 33(S1), S1-S17. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2022-0267>

- Hsu, C.-C., Fu, T.-C., Huang, S.-C., Chen, C. P.-C., & Wang, J.-S. (2021). Increased serum brain-derived neurotrophic factor with high-intensity interval training in stroke patients : A randomized controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 64(4). Embase.
<https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.03.010>
- K B, S., Vaishali, K., Kadavigere, R., Sukumar, S., K N, S., Pullinger, S. A., & Bommasamudram, T. (2024). Effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function among individuals with overweight and obesity—A systematic review. *International Journal of Obesity*, 48(11), 1517-1533.
<https://doi.org/10.1038/s41366-024-01586-4>
- Kleindorfer, D. O., Towfighi, A., Chaturvedi, S., Cockcroft, K. M., Gutierrez, J., Lombardi-Hill, D., Kamel, H., Kernan, W. N., Kittner, S. J., Leira, E. C., Lennon, O., Meschia, J. F., Nguyen, T. N., Pollak, P. M., Santangeli, P., Sharrief, A. Z., Smith, S. C., Turan, T. N., & Williams, L. S. (2021). 2021 Guideline for the Prevention of Stroke in Patients With Stroke and Transient Ischemic Attack : A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 52(7).
<https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000375>
- Kwakkel, G., Lannin, N. A., Borschmann, K., English, C., Ali, M., Churilov, L., Saposnik, G., Winstein, C., Van Wegen, E. E., Wolf, S. L., Krakauer, J. W., & Bernhardt, J. (2017). Standardized measurement of sensorimotor recovery in stroke trials : Consensus-based core recommendations from the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. *International Journal of Stroke*, 12(5), 451-461. <https://doi.org/10.1177/1747493017711813>

- Lapointe, T., Houle, J., Sia, Y.-T., Payette, M., & Trudeau, F. (2023). Addition of high-intensity interval training to a moderate intensity continuous training cardiovascular rehabilitation program after ischemic cerebrovascular disease : A randomized controlled trial. *Frontiers in Neurology*, *13*.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2022.963950>
- Li, Y., Luo, M., Chang, Q., Cao, S., Wang, Y., Chen, Z., Yang, J., & Liu, G. (2024). High-intensity interval training and moderate-intensity continuous training alleviate vascular dysfunction in spontaneously hypertensive rats through the inhibition of pyroptosis. *Heliyon*, *10*(21), e39505.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39505>
- Li, Z., Guo, H., Yuan, Y., & Liu, X. (2024). The effect of moderate and vigorous aerobic exercise training on the cognitive and walking ability among stroke patients during different periods : A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, *19*(2), e0298339. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298339>
- Luo, P., Wu, R., Gao, W., Yan, W., Wang, R., & Ye, Y. (2024). Effects of high-intensity interval exercise on arterial stiffness in individuals at risk for cardiovascular disease : A meta-analysis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, *11*, 1376861. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2024.1376861>
- MacInnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*, *595*(9), 2915-2930. <https://doi.org/10.1113/JP273196>
- MacKay-Lyons, M., Billinger, S. A., Eng, J. J., Dromerick, A., Giacomantonio, N., Hafer-Macko, C., Macko, R., Nguyen, E., Prior, P., Suskin, N., Tang, A., Thornton, M., & Unsworth, K. (2020). Aerobic Exercise Recommendations to Optimize Best Practices in Care After Stroke : AEROBICS 2019

Update. *Physical Therapy*, 100(1), 149-156.

<https://doi.org/10.1093/ptj/pzz153>

Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M.

(2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713-721.

Mattioni Maturana, F., Martus, P., Zipfel, S., & NIEß, A. M. (2021). Effectiveness of HIIE versus MICT in Improving Cardiometabolic Risk Factors in Health and Disease : A Meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(3), 559-573.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002506>

Moncion, K., Rodrigues, L., Wiley, E., Noguchi, K. S., Negm, A., Richardson, J.,

MacDonald, M. J., Roig, M., & Tang, A. (2024). Aerobic exercise interventions for promoting cardiovascular health and mobility after stroke : A systematic review with Bayesian network meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 58(7), 392-400. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-107956>

Mong, Y., Teo, T. W., & Ng, S. S. (2010). 5-repetition sit-to-stand test in subjects with chronic stroke : Reliability and validity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(3), 407-413.

<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.10.030>

Nindorera, F., Leveque, C., Meyer, E., Balestra, C., & Theunissen, S. (2025). Optimizing physical fitness in chronic stroke patients : The impact of exercise training modality and dosage on maximal and sub-maximal fitness – a systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 57, jrm43359. <https://doi.org/10.2340/jrm.v57.43359>

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement : An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pereira, A. S., Aguiar, L. T., Quintino, L. F., De Brito, S. A. F., Britto, R. R., & Faria, C. D. C. D. M. (2021). Effects of detraining on cardiorespiratory fitness of individuals with chronic stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 28(5), 321-330. <https://doi.org/10.1080/10749357.2020.1816074>
- Sandberg, K., Kleist, M., Falk, L., & Enthoven, P. (2016). Effects of Twice-Weekly Intense Aerobic Exercise in Early Subacute Stroke : A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(8), 1244-1253. Embase. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.01.030>
- Saunders, D. H., Sanderson, M., Hayes, S., Johnson, L., Kramer, S., Carter, D., Jarvis, H., Brazzelli, M., & Mead, G. E. (2020). Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2025(12). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003316.pub7>
- Wang, J., Sun, Y., Guo, X., Zhang, Z., Liang, H., & Zhang, T. (2024). The effect of stroke on the bone mineral density : A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 28(4), 100189. <https://doi.org/10.1016/j.jnha.2024.100189>
- Wondergem, R., Veenhof, C., Wouters, E. M. J., De Bie, R. A., Visser-Meily, J. M. A., & Pisters, M. F. (2019). Movement Behavior Patterns in People With First-Ever Stroke. *Stroke*, 50(12), 3553-3560. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.027013>

9 Annexes

Annexe 1 : Checklist PRISMA

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	Page de-Garde
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	4eme cou- ver- ture
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	1-6
Objec- tives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	7
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	8-9
Infor- mation sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or con- sulted.	9-10
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	10
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclu- sion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked inde- pendently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	13-14
Data col- lection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automa- tion tools used in the process.	11
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome do- main in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	10-11
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). De- scribe any assumptions made about any missing or unclear infor- mation.	8-9
Study risk of bias assess- ment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	15
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	11-12
Synthesis	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention	11-12

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is re-reported
methods		characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	11-12
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	11-12
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	11-12
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	11-12
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	11-12
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	N/A
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	N/A
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	14
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	13-14
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	17-20
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	15
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	17-20; 27-35
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	27-35
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	27-35
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	N/A
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	N/A
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	N/A
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	N/A

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	36
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	36
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	36
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	42
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	N/A
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	N/A
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	N/A
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	N/A
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	N/A
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	N/A

D'après Page et al. (2021).

Annexe 2 : Détail des équations de recherche

Base de données : PubMed

("Stroke"[Mesh] OR "Stroke Rehabilitation"[Mesh] OR stroke[Title/Abstract] OR "cerebrovascular accident"[Title/Abstract] OR "post-stroke"[Title/Abstract] OR "brain infarction"[Title/Abstract] OR hemiparesis[Title/Abstract] OR hemiplegia[Title/Abstract]) AND ("High-Intensity Interval Training"[Mesh] OR "interval training"[Title/Abstract] OR "high intensity interval"[Title/Abstract] OR "aerobic interval"[Title/Abstract] OR "sprint interval"[Title/Abstract] OR "intermittent exercise"[Title/Abstract] OR HIIT[Title/Abstract]) AND ("Bicycling"[Mesh] OR "Exercise Test"[Mesh] OR bicycle[Title/Abstract] OR cycling[Title/Abstract] OR cycle[Title/Abstract] OR ergomet*[Title/Abstract] OR "stationary bike"[Title/Abstract] OR pedal*[Title/Abstract]) AND (randomized controlled trial[Publication Type] OR randomized[Title/Abstract] OR randomised[Title/Abstract] OR "controlled clinical trial"[Publication Type] OR "clinical trial"[Title/Abstract] OR randomly[Title/Abstract]) AND ("2015/01/01"[Date - Publication] : "2026/01/28"[Date - Publication]) AND (english[Language] OR french[Language]) AND Humans[Mesh]

Équation de recherche du 28/01/2026, 29 résultats.

Base de données : Embase

('cerebrovascular accident'/exp OR 'stroke'/exp OR 'stroke patient'/exp OR 'brain infarction'/exp OR 'hemiparesis'/exp OR stroke:ti,ab OR 'post-stroke':ti,ab OR 'post stroke':ti,ab OR cva:ti,ab OR 'cerebrovascular accident':ti,ab OR hemiplegi*:ti,ab OR hemipares*:ti,ab) AND ('high intensity interval training'/exp OR 'interval training'/exp OR 'sprint interval training'/exp OR (('high intensity' OR 'high-intensity' OR 'aerobic' OR 'sprint' OR 'intermittent') NEAR/3 (interval* OR training OR exercise)):ti,ab) OR 'hiit':ti,ab OR 'hiie':ti,ab) AND ('ergometer'/exp OR 'bicycle'/exp OR 'cycling'/exp OR 'cycle ergometer'/exp OR cycle:ti,ab OR cycling:ti,ab OR bicycle:ti,ab OR ergomet*:ti,ab OR 'stationary bike':ti,ab OR pedaling:ti,ab OR pedalling:ti,ab) AND ('randomized controlled trial'/exp OR 'clinical trial'/exp OR random*:ti,ab OR rct:ti,ab OR 'controlled trial':ti,ab OR 'clinical trial':ti,ab) AND [2015-2026]/py AND [randomized controlled trial]/lim AND ([english]/lim OR [french]/lim) AND [humans]/lim

Équation de recherche du 28/01/2026, 154 résultats.

Base de données : Cochrane

([mh Stroke] OR stroke:ti,ab,kw OR "cerebrovascular accident":ti,ab,kw OR hemiparesis:ti,ab,kw OR hemiplegia:ti,ab,kw) AND ([mh "High-Intensity Interval Training"] OR "high intensity interval training":ti,ab,kw OR HIIT:ti,ab,kw OR "interval training":ti,ab,kw) AND ([mh Bicycling] OR bicycle:ti,ab,kw OR cycling:ti,ab,kw OR "cycle ergometer":ti,ab,kw OR "stationary bike":ti,ab,kw)

Équation de recherche du 28/02/2026, 51 résultats.

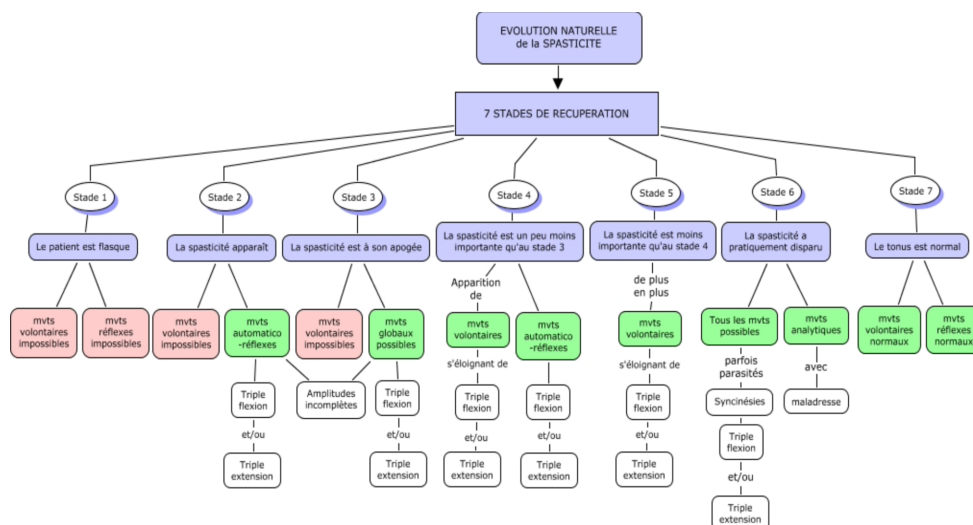
Annexe 3 : Grille détaillée de l'échelle PEDro

Échelle PEDro – Français

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

D'après Maher et al. (2003).

Annexe 4 : Échelle de Brunnstrom



D'après Brunnstrom (1966).

Annexe 5 : Échelle numérique de perception de l'effort (Borg modifié)



D'après Borg (1982).

Annexe 6 : Échelle de Berg (*BBS - Berg Balance Scale*)

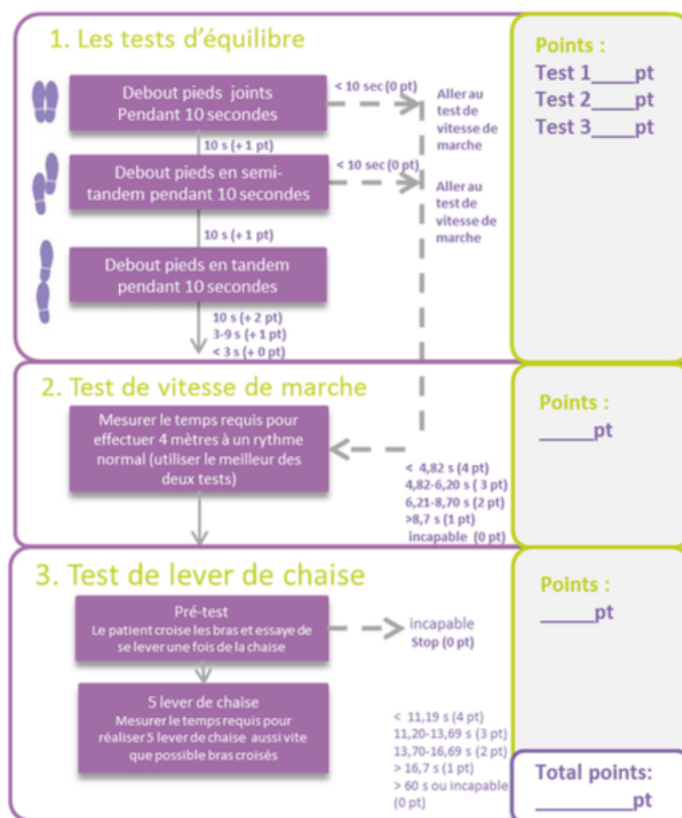
General Instructions					
Please document each task and/or give instructions as written. When scoring, please record the lowest response category that applies for each item. In most items, the subject is asked to maintain a given position for a specific time. Progressively more points are deducted if: • The time or distance requirements are not met • The subject's performance warrants supervision • The subject touches external support or receives assistance from the examiner The subject should understand that they must maintain their balance while attempting the tasks. The choices of which leg to stand on or how far to reach are left to the subject. Poor judgment will adversely influence the performance and the scoring. Equipment required for testing is a stopwatch or watch with a second hand, and a ruler or other indicator of 2, 5, and 10 inches. Chairs used during testing should be a reasonable height. Either a step or a stool of average step height may be used for item # 12.					
Item Description	Score				
1. Sitting to standing	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
2. Standing unsupported	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
3. Sitting unsupported	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
4. Standing to sitting	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
5. Transfers	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
6. Standing with eyes closed	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
7. Standing with feet together	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
8. Reaching forward with outstretched arm	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
9. Retrieving object from floor	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
10. Turning to look behind	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
11. Turning 360 degrees	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
12. Placing alternate foot on stool	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
13. Standing with one foot in front	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
14. Standing on one foot	☐ 0	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
Total Score:					

D'après Berg et al. (1992).

Annexe 7 : Batterie courte de performance physique (SPPB)

SPPB (SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY)

Le SPPB (Short Physical Performance Battery) est la somme des scores sur trois critères : le test d'équilibre, le test de vitesse de marche et le test de lever de chaise. Ce test permet d'évaluer la performance physique d'un individu.



L'addition des scores de tous les tests permet d'obtenir un score de performance globale. Un score inférieur à 8 est indicateur de risque de sarcopénie (ou dystrophie musculaire liée à l'âge)¹.

Résultats :

- SPPB 0-6 : Faible performance
- SPPB 7-9 : Performances intermédiaires
- SPPB 10-12 : Haute performance

D'après Guralnik et al. (1994).

Abstract

Objectifs : L'AVC induit un déconditionnement sévère. L'entraînement fractionné à haute intensité (HIIT) sur cycloergomètre apparaît comme une alternative sécuritaire à l'entraînement continu (MICT). L'objectif de cette revue systématique est d'évaluer l'efficacité du HIIT exclusif sur cycloergomètre sur la récupération cardiorespiratoire et motrice post-AVC par rapport au MICT ou aux soins courants.

Méthodologie : Menée selon les normes PRISMA, la recherche a interrogé les bases PubMed, Embase et Cochrane. Les essais contrôlés randomisés (ECR) évaluant le HIIT sur cycloergomètre chez l'adulte post-AVC ont été inclus. La qualité méthodologique a été évaluée via l'échelle PEDro.

Résultats : Trois ECR ont été inclus (n = 107, stade aigu à chronique, scores PEDro 4 à 8/10). Le HIIT améliore significativement la capacité aérobie (VO_{2peak}) et la puissance maximale. En phase aiguë, il surpasse les thérapies standards pour la vitesse de marche (+ 0,5 m/s), l'endurance (+ 126 m) et les transferts (5R-STs). En phase chronique, il prévient le déclin fonctionnel, avec des bénéfices cardiorespiratoires similaires à l'entraînement continu.

Conclusion : Le HIIT sur cycloergomètre semble constituer une intervention efficace et sécuritaire pour favoriser la récupération des capacités cardiorespiratoires et locomotrices post-AVC. Une approche clinique hybride, couplant vélo et marche au sol, semble pertinente pour optimiser la rééducation.