



Effets de l'activité physique sur les fonctions cognitives chez les patients victimes d'accident vasculaire cérébral

Céline Onfray

► To cite this version:

Céline Onfray. Effets de l'activité physique sur les fonctions cognitives chez les patients victimes d'accident vasculaire cérébral. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-02151532

HAL Id: dumas-02151532

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02151532>

Submitted on 8 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE ROUEN

ANNÉE 2018

N°

**THÈSE POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE**

Diplôme d'État

Par

Céline ONFRAY

Née le 25 novembre 1987 à Rouen (76)

Présentée et soutenue publiquement le 25 septembre 2018

**EFFETS DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE SUR LES FONCTIONS
COGNITIVES CHEZ LES PATIENTS VICTIMES
D'ACCIDENT VASCULAIRE CÉRÉBRAL**

PRÉSIDENT DU JURY : Monsieur le Professeur Éric VERIN

DIRECTRICE DE THÈSE : Madame le Docteur Sophie DEMANGEON

MEMBRES DU JURY : Monsieur le Professeur François BOYER

Madame le Docteur Evelyne GUEGAN-MASSARDIER

ANNEE UNIVERSITAIRE 2017 - 2018
U.F.R. DE MEDECINE ET DE-PHARMACIE DE ROUEN

DOYEN : **Professeur Pierre FREGER**

ASSESSEURS : **Professeur Michel GUERBET**
Professeur Benoit VEBER
Professeur Pascal JOLY
Professeur Stéphane MARRET

I - MEDECINE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mr Frédéric ANSELME	HCN	Cardiologie
Mme Gisèle APTER	Havre	Pédopsychiatrie
Mme Isabelle AUQUIT AUCKBUR	HCN	Chirurgie plastique
Mr Fabrice BAUER	HCN	Cardiologie
Mme Soumeiya BEKRI	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Ygal BENHAMOU	HCN	Médecine interne
Mr Jacques BENICHO	HCN	Bio statistiques et informatique médicale
Mr Olivier BOYER	UFR	Immunologie
Mme Sophie CANDON	HCN	Immunologie
Mr François CARON	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Philippe CHASSAGNE (<i>détachement</i>)	HCN	Médecine interne (gériatrie) – Détachement
Mr Vincent COMPERE	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mr Jean-Nicolas CORNU	HCN	Urologie
Mr Antoine CUVELIER	HB	Pneumologie
Mr Pierre CZERNICHOW (<i>surnombre</i>)	HCH	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Nicolas DACHER	HCN	Radiologie et imagerie médicale
Mr Stéfan DARMONI	HCN	Informatique médicale et techniques de communication
Mr Pierre DECHELOTTE	HCN	Nutrition
Mr Stéphane DERREY	HCN	Neurochirurgie

Mr Frédéric DI FIORE	CB	Cancérologie
Mr Fabien DOGUET	HCN	Chirurgie Cardio Vasculaire
Mr Jean DOUCET	SJ	Thérapeutique - Médecine interne et gériatrie
Mr Bernard DUBRAY	CB	Radiothérapie
Mr Philippe DUCROTTE	HCN	Hépatogastro-entérologie
Mr Frank DUJARDIN	HCN	Chirurgie orthopédique - Traumatologie
Mr Fabrice DUPARC	HCN	Anatomie - Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mr Eric DURAND	HCN	Cardiologie
Mr Bertrand DUREUIL	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mme Hélène ELTCHANINOFF	HCN	Cardiologie
Mr Manuel ETIENNE	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Thierry FREBOURG	UFR	Génétique
Mr Pierre FREGER	HCN	Anatomie - Neurochirurgie
Mr Jean François GEHANNO	HCN	Médecine et santé au travail
Mr Emmanuel GERARDIN	HCN	Imagerie médicale
Mme Priscille GERARDIN	HCN	Pédopsychiatrie
M. Guillaume GOURCEROL	HCN	Physiologie
Mr Dominique GUERROT	HCN	Néphrologie
Mr Olivier GUILLIN	HCN	Psychiatrie Adultes
Mr Didier HANNEQUIN	HCN	Neurologie
Mr Fabrice JARDIN	CB	Hématologie
Mr Luc-Marie JOLY	HCN	Médecine d'urgence
Mr Pascal JOLY	HCN	Dermato – Vénérologie
Mme Bouchra LAMIA	Havre	Pneumologie
Mme Annie LAQUERRIERE	HCN	Anatomie et cytologie pathologiques
Mr Vincent LAUDENBACH	HCN	Anesthésie et réanimation chirurgicale
Mr Joël LECHEVALLIER	HCN	Chirurgie infantile
Mr Hervé LEFEBVRE	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
Mr Thierry LEQUERRE	HB	Rhumatologie
Mme Anne-Marie LEROI	HCN	Physiologie
Mr Hervé LEVESQUE	HB	Médecine interne
Mme Agnès LIARD-ZMUDA	HCN	Chirurgie Infantile
Mr Pierre Yves LITZLER	HCN	Chirurgie cardiaque
Mr Bertrand MACE	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
M. David MALTETE	HCN	Neurologie
Mr Christophe MARGUET	HCN	Pédiatrie
Mme Isabelle MARIE	HB	Médecine interne
Mr Jean-Paul MARIE	HCN	Oto-rhino-laryngologie

Mr Loïc MARPEAU	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Stéphane MARRET	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique MERLE	HCN	Epidémiologie
Mr Pierre MICHEL	HCN	Hépatogastro-entérologie
M. Benoit MISSET	HCN	Réanimation Médicale
Mr Jean-François MUIR (<i>sumombre</i>)	HB	Pneumologie
Mr Marc MURAINÉ	HCN	Ophtalmologie
Mr Philippe MUSETTE	HCN	Dermatologie - Vénérologie
Mr Christophe PEILLON	HCN	Chirurgie générale
Mr Christian PFISTER	HCN	Urologie
Mr Jean-Christophe PLANTIER	HCN	Bactériologie - Virologie
Mr Didier PLISSONNIER	HCN	Chirurgie vasculaire
Mr Gaëtan PREVOST	HCN	Endocrinologie
Mr Jean-Christophe RICHARD (<i>détachement</i>)	HCN	Réanimation médicale - Médecine d'urgence
Mr Vincent RICHARD	UFR	Pharmacologie
Mme Nathalie RIVES	HCN	Biologie du développement et de la reproduction
Mr Horace ROMAN	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Jean-Christophe SABOURIN	HCN	Anatomie - Pathologie
Mr Guillaume SAVOYE	HCN	Hépatogastrologie
Mme Céline SAVOYE-COLLET	HCN	Imagerie médicale
Mme Pascale SCHNEIDER	HCN	Pédiatrie
Mr Michel SCOTTE	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne TAMION	HCN	Thérapeutique
Mr Luc THIBERVILLE	HCN	Pneumologie
Mr Christian THUILLEZ (<i>sumombre</i>)	HB	Pharmacologie
Mr Hervé TILLY	CB	Hématologie et transfusion
M. Gilles TOURNEL	HCN	Médecine Légale
Mr Olivier TROST	HCN	Chirurgie Maxillo-Faciale
Mr Jean-Jacques TUECH	HCN	Chirurgie digestive
Mr Jean-Pierre VANNIER (<i>sumombre</i>)	HCN	Pédiatrie génétique
Mr Benoît VEBER	HCN	Anesthésiologie - Réanimation chirurgicale
Mr Pierre VERA	CB	Biophysique et traitement de l'image
Mr Eric VERIN	HB	Service Santé Réadaptation
Mr Eric VERSPYCK	HCN	Gynécologie obstétrique
Mr Olivier VITTECOQ	HB	Rhumatologie
Mme Marie-Laure WELTER	HCN	Physiologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme Noëlle BARBIER-FREBOURG	HCN	Bactériologie – Virologie
Mme Carole BRASSE LAGNEL	HCN	Biochimie
Mme Valérie BRIDOUX HUYBRECHTS	HCN	Chirurgie Vasculaire
Mr Gérard BUCHONNET	HCN	Hématologie
Mme Mireille CASTANET	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie CHASTAN	HCN	Neurophysiologie
Mme Sophie CLAEYSSENS	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Moïse COEFFIER	HCN	Nutrition
Mr Serge JACQUOT	UFR	Immunologie
Mr Joël LADNER	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Baptiste LATOUCHE	UFR	Biologie cellulaire
Mr Thomas MOUREZ	HCN	Virologie
Mr Gaël NICOLAS	HCN	Génétique
Mme Muriel QUILLARD	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mme Laëtitia ROLLIN	HCN	Médecine du Travail
Mr Mathieu SALAUN	HCN	Pneumologie
Mme Pascale SAUGIER-VEBER	HCN	Génétique
Mme Anne-Claire TOBENAS-DUJARDIN	HCN	Anatomie
Mr David WALLON	HCN	Neurologie

PROFESSEUR AGREGÉ OU CERTIFIÉ

Mr Thierry WABLE	UFR	Communication
Mme Mélanie AUVRAY-HAMEL	UFR	Anglais

II - PHARMACIE

PROFESSEURS

Mr Thierry BESSON	Chimie Thérapeutique
Mr Roland CAPRON (PU-PH)	Biophysique
Mr Jean COSTENTIN (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Loïc FAVENNEC (PU-PH)	Parasitologie
Mr Jean Pierre GOULLE (Professeur émérite)	Toxicologie
Mr Michel GUERBET	Toxicologie
Mme Isabelle LEROUX - NICOLLET	Physiologie
Mme Christelle MONTEIL	Toxicologie
Mme Martine PESTEL-CARON (PU-PH)	Microbiologie
Mr Rémi VARIN (PU-PH)	Pharmacie clinique
Mr Jean-Marie VAUGEOIS	Pharmacologie
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

MAITRES DE CONFERENCES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et Minérale
Mr Jérémy BELLIEN (MCU-PH)	Pharmacologie
Mr Frédéric BOUNOURE	Pharmacie Galénique
Mr Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
Mme Camille CHARBONNIER (LE CLEZIO)	Statistiques
Mme Elizabeth CHOSSON	Botanique
Mme Marie Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation pharmaceutique et économie de la santé
Mme Cécile CORBIERE	Biochimie
Mr Eric DITTMAR	Biophysique
Mme Nathalie DOURMAP	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUC	Pharmacologie
Mme Dominique DUTERTE- BOUCHER	Pharmacologie
Mr Abdelhakim ELOMRI	Pharmacognosie
Mr François ESTOUR	Chimie Organique
Mr Gilles GARGALA (MCU-PH)	Parasitologie

Mme Nejla EL Gharbi-Hamza	Chimie analytique
Mme Marie-Laure Groult	Botanique
Mr Hervé Hue	Biophysique et mathématiques
Mme Laetitia Le Goff	Parasitologie – Immunologie
Mme Hong Lu	Biologie
M. Jérémie Martinet (MCU-PH)	Immunologie
Mme Marine Malleter	Toxicologie
Mme Sabine Menager	Chimie organique
Mme Tiphaine Rogez-Florent	Chimie analytique
Mr Mohamed Skiba	Pharmacie galénique
Mme Malika Skiba	Pharmacie galénique
Mme Christine Tharasse	Chimie thérapeutique
Mr Frédéric Ziegler	Biochimie

Professeurs Associés

Mme Cécile Guérard-Detuncq	Pharmacie officinale
Mr Jean-François Houivet	Pharmacie officinale

Professeur Certifié

Mme Mathilde Guérin	Anglais
----------------------------	---------

Attachés Temporaires d'Enseignement et de Recherche

Mme Anne-Sophie Champy	Pharmacognosie
M. Jonathan Hedouin	Chimie Organique
Mme Barbara Lamy-Pelletier	Pharmacie Galénique

LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et minérale
Mr Thierry BESSON	Chimie thérapeutique
Mr Roland CAPRON	Biophysique
Mme Marie-Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation et économie de la santé
Mme Elisabeth CHOSSON	Botanique
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Abdelhakim ELOMRI	Pharmacognosie
Mr Loïc FAVENNEC	Parasitologie
Mr Michel GUERBET	Toxicologie
Mr François ESTOUR	Chimie organique
Mme Isabelle LEROUX-NICOLLET	Physiologie
Mme Martine PESTEL-CARON	Microbiologie
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mr Rémi VARIN	Pharmacie clinique
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

III – MEDECINE GENERALE

PROFESSEUR

Mr Jean-Loup **HERMIL** (PU-MG) UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCE

Mr Matthieu **SCHUERS** (MCU-MG) UFR Médecine générale

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTE

Mr Emmanuel **LEFEBVRE** UFR Médecine Générale

Mme Elisabeth MAUVIARD UFR Médecine générale

Mr Philippe NGUYEN THANH UFR Médecine générale

Mme Marie Thérèse **THUEUX** UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTES

Mr Pascal BOULET UFR Médecine générale

Mr Emmanuel HAZARD UFR Médecine Générale

Mme Marianne LAINE UFR Médecine Générale

Mme Lucile PELLERIN UFR Médecine générale

Mme Yveline SEVRIN UFR Médecine générale

ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

PROFESSEURS

Mr Serguei FETISSOV (med)	Physiologie (ADEN)
Mr Paul MULDER (phar)	Sciences du Médicament
Mme Su RUAN (med)	Génie Informatique

MAITRES DE CONFERENCES

Mr Sahil ADRIOUCH (med)	Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905)
Mme Gaëlle BOUGEARD-DENOYELLE (med)	Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)
Mme Carine CLEREN (med)	Neurosciences (Néovasc)
M. Sylvain FRAINEAU (med)	Physiologie (Inserm U 1096)
Mme Pascaline GAILDRAT (med)	Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)
Mr Nicolas GUEROUT (med)	Chirurgie Expérimentale
Mme Rachel LETELLIER (med)	Physiologie
Mme Christine RONDANINO (med)	Physiologie de la reproduction
Mr Antoine OUVRARD-PASCAUD (med)	Physiologie (Unité Inserm 1076)
Mr Frédéric PASQUET	Sciences du langage, orthophonie
Mme Isabelle TOURNIER (med)	Biochimie (UMR 1079)

CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS : Mme Véronique DELAFONTAINE

HCN - Hôpital Charles Nicolle

HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME

CB - Centre Henri Becquerel

CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray

CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation

SJ – Saint Julien Rouen

Par délibération en date du 3 mars 1967, la faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

REMERCIEMENTS

À Monsieur le Professeur Éric VERIN,

Vous me faites l'honneur de présider cette thèse.

Merci de votre encadrement et de votre soutien durant ces années d'internat.

À Madame le Docteur Sophie DEMANGEON,

Vous me faites l'honneur de diriger cette thèse.

Merci de votre encadrement, de votre disponibilité et de m'avoir autorisé cette liberté dans ce travail. Merci, enfin, de m'avoir fait partager vos connaissances durant mon semestre à vos côtés.

À Monsieur le Professeur François BOYER,

Merci d'avoir accepté de juger ce travail. Soyez assuré de ma plus vive reconnaissance.

Vous l'ignorez sans doute mais, indirectement, vous avez contribué à ma formation de médecin de MPR. J'ai, en effet, le sentiment d'avoir bénéficié d'une petite formation rémoise grâce aux Dr RAPIN et Dr TAMBOSCO.

À Madame le Docteur Evelyne GUEGAN-MASSARDIER,

Merci d'avoir accepté de juger ce travail. Soyez assurée de ma profonde gratitude.

Aux autres membres de l'équipe médicale du CRMPR Les Herbiers, les Dr CHERIET, Dr DELARUE, Dr DELPOUVE, Dr LE JEAN, Dr PALACIO, Dr ROPPENNECK et Dr TAMBOSCO, ainsi que du centre La Musse, les Dr BOUBKRY, Dr DERVIN et Dr DOERR, qui ont contribué à ma formation de MPR durant ces années d'internat. Merci pour votre encadrement et votre patience à l'égard des internes. Je n'oublie pas le Dr RAPIN que j'ai eu la chance d'avoir comme chef d'unité lors de mon deuxième semestre.

À tous les médecins que j'ai croisés durant mes différents stages, qui m'ont transmis leur expérience et leur savoir dans des domaines quelquefois éloignés du mien.

Aux différentes équipes paramédicales du CRMPR Les Herbiers et de La Musse : merci pour votre accueil chaleureux, votre professionnalisme et de m'avoir fait partager vos connaissances.

Aux différentes rencontres que j'ai pu faire depuis 13 ans sans lesquelles mon parcours universitaire et professionnel aurait été autrement différent...la vie nous réserve souvent de belles surprises.

À mes co-internes de MPR et d'autres spécialités qui ont grandement participé aux bons souvenirs qu'il me restera de ces années d'internat.

À mes proches, amis et famille, en particulier mes parents, pour leur indéfectible soutien, leur bienveillance et encouragements tout au long de ces années.

Et bien sûr, à mon mari, Aurélien, et mes deux fils, Gabriel et Nathanaël...vous faites mon bonheur et ma force au quotidien.

TABLE DES MATIERES

ABRÉVIATIONS.....	18
1. INTRODUCTION	19
2. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	22
2.1. Stratégies de recherche.....	22
2.2. Sélection des articles.....	23
2.3. Évaluation de la qualité des articles.....	23
2.4. Extraction des données	24
3. RÉSULTATS.....	26
3.1. Sélection et caractéristiques des études incluses.....	26
3.2. Qualité méthodologique	30
3.3. Exercice et impact sur les fonctions cognitives.....	30
3.3.1. Types d'activités physiques	35
3.3.1.1. Entraînements en aérobic	35
3.3.1.2. Exercices en résistance.....	36
3.3.1.3. Programmes mixtes.....	36
3.3.1.4. Autres programmes.....	37
3.3.2. Intensité des programmes.....	37
3.3.3. Durée des programmes	38
3.3.4. Fréquence et durée des séances	39
3.3.5. Délai entre l'AVC et le début du programme.....	40
3.4. Types d'évaluations cognitives.....	41
4. DISCUSSION	43
5. CONCLUSION	52
6. BIBLIOGRAPHIE.....	53
7. ANNEXES.....	59
7.1. Annexe 1: The modified PEDro Scale	60
7.2. Annexe 2: The modified Downs and Black Scale.....	61
7.3. Annexe 3: The Modified Sackett Scale	64
7.4. Annexe 4: Classification des évaluations neuropsychologiques par domaines.....	65
RÉSUMÉ	66

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Stratégies de recherche.....	22
Tableau 2: Critères d'inclusion et d'exclusion des articles.....	23
Tableau 3: Caractéristiques des études incluses dans la revue systématique	28
Tableau 4: Caractéristiques des programmes d'activité physique	31
Tableau 5: Résultats	33
Tableau 6: Délais entre l'AVC et le début des programmes	41

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Sélection d'études selon PRISMA.....	26
--	----

ABRÉVIATIONS

ACE-R : Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

FCM : Fréquence Cardiaque Maximale

FCR : Fréquence Cardiaque de Réserve

MMSE : Mini Mental State Examination

MoCA : Montreal Cognitive Assessment

MSS : Modified Sackett Scale

1. INTRODUCTION

Les accidents vasculaires cérébraux (AVC) sont des pathologies fréquentes, graves et handicapantes. En France, ils constituent la première cause de mortalité chez les femmes et la troisième chez les hommes (1). Ils sont une cause majeure de handicap moteur non traumatique acquis (2) et de démence (3). Chez la majorité des patients survivant à un AVC, persistent des déficiences conduisant à des limitations d'activités et des restrictions de participation.

Parmi ces déficiences, figurent les déficiences cognitives, avec, dans la population canadienne, une prévalence estimée à 64% au décours d'un AVC (4). Les troubles cognitifs sont corrélés de manière significative à la souffrance émotionnelle (5,6), à une moindre qualité de vie (7,8), à une mortalité et une invalidité accrues (9), et sont grandement pourvoyeurs d'institutionnalisation (10).

En 2014, Pollock et al. (11) a déterminé auprès de patients victimes d'AVC, de soignants et de professionnels de santé, les 10 axes de recherche prioritaires relatifs à la vie après un AVC: les « troubles cognitifs » arrivaient en tête.

Par ailleurs, les patients victimes d'AVC ont une forte prévalence de maladies cardiovasculaires associées : hypertension artérielle, ischémie myocardique, fibrillation auriculaire, dyslipidémie, diabète...(12,13). D'où l'importance de mettre en œuvre des interventions de prévention secondaire telle que l'activité physique.

Il existe actuellement des preuves solides que l'exercice physique, après un AVC, permet d'améliorer la fonction cardio-vasculaire (14–16), la capacité de marche (17) et la force musculaire aux membres supérieurs (18). Les preuves sont moindres quant au gain de force aux membres inférieurs (19). De nouvelles études suggèrent que l'activité physique pourrait améliorer les syndromes dépressifs (20), la qualité de vie (7) et la fatigue (21) après un AVC, bien que les résultats soient encore discordants.

Depuis quelques années, on assiste à l'émergence d'études s'intéressant à l'impact de l'activité physique sur les troubles cognitifs dans cette population.

En effet, chez des individus en bonne santé, des bénéfices cognitifs ont été retrouvés après un programme de reconditionnement physique (22), notamment dans les domaines de la mémoire (23), des fonctions exécutives (24) et de l'apprentissage (25).

Les études chez les personnes âgées sont contradictoires. De nombreux travaux suggèrent que des programmes de reconditionnement physique ont des effets positifs sur les fonctions cognitives (26): l'entraînement en aérobic serait efficace pour inverser la perte du volume hippocampique, entraînant ainsi une amélioration de la mémoire visuo-spatiale (27), tandis que l'entraînement en résistance pourrait contribuer à améliorer les fonctions exécutives (28). Cependant, la méta-analyse de Young et al. en 2015 (29) ne retrouve aucune preuve indiquant que les exercices aérobiques conduisent à des bienfaits cognitifs chez les adultes âgés en bonne santé.

Les résultats sont plus probants chez les personnes âgées atteintes de démence et de maladie d'Alzheimer : l'activité physique semble, non seulement, améliorer les performances cognitives chez ces patients (30,31), mais permettrait également de limiter le risque ou retarder l'apparition de démence et de maladie d'Alzheimer (32–34).

Plusieurs hypothèses physiopathologiques coexistent quant aux bénéfices que pourrait avoir l'activité physique sur les fonctions cognitives :

- 1) Stimulation de l'angiogenèse dans le gyrus denté, zone cruciale dans les processus mnésiques (35,36).
- 2) Sécrétion accrue de catécholamines, facilitant le traitement de l'information et les processus d'apprentissage (25,37).
- 3) Sécrétion accrue de neurotrophines, tel que le BDNF (brain-derived neurotrophic factor) (38,39), essentielles dans la neurogénèse et la synaptogénèse, favorisant les processus d'apprentissage (25).
- 4) Amélioration de l'humeur et diminution de la dépression (40), pouvant avoir des effets positifs sur la cognition, notamment sur les fonctions exécutives (41).

Durant les dix dernières années, quelques auteurs ont réalisé des revues systématiques sur la relation entre l'activité physique et les fonctions cognitives au décours d'un AVC. La plupart d'entre eux n'en n'ont tiré que peu de conclusions en raison d'un nombre trop faible

d'articles au moment de leurs revues, ou de l'inclusion de patients ayant des pathologies neurologiques diverses, ou d'études mixtes humains/animaux (42–45). La revue d'Oberlin et al. (46), en 2017, est la plus contributive mais elle manque de précision quant aux programmes d'exercices physiques réalisés et ne dégage que peu de conclusions.

L'objectif de cette étude est de rassembler les données actuelles de la littérature concernant les effets de l'activité physique sur les fonctions cognitives, chez les patients victimes d'AVC. Au terme de ce travail, nous essaierons de déterminer les lignes directrices d'activités physiques, visant à influencer les performances cognitives, pouvant s'intégrer dans un programme plus global de réentraînement à l'effort chez les patients victimes d'AVC.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

2.1. Stratégies de recherche

Une revue systématique de la littérature a été réalisée de façon indépendante par deux examinateurs, en utilisant les bases de données électroniques : MEDLINE, Science Direct et The Cochrane Library (de 1980 à avril 2018).

La recherche s'est effectuée à partir de la combinaison de mots-clés telle que représentée dans le tableau 1.

Tableau 1: Stratégies de recherche

Database	Search terms	Limitations	Results
MEDLINE	(stroke or "brain ischemia" or hemiplegia or "cerebrovascular accident") AND ("resistance training" or fitness or "training program" or "physical conditioning" or "exercise program" or "physical activity" or "aerobic exercise" or "aerobic training") AND (cognition or "cognitive function" or "cognitive dysfunction" or "cognitive impairment" or "cognitive disorder" or aphasia or apraxia or memory or "executive function")	Humans Adult: 19+ years English/French	1884 (1980-2017)
Science Direct	(stroke OR "brain ischemia" OR "cerebrovascular accident") AND ("resistance training" OR fitness OR "training program" OR "physical conditioning" OR "physical activity" OR aerobic) AND (cognition OR cognitive OR aphasia OR apraxia OR memory OR "executive function")	Adults	685 (1994-2018)
Cochrane	(stroke OR brain ischemia OR cerebrovascular accident) AND (resistance training OR fitness OR training program OR physical conditioning OR physical activity OR aerobic) AND (cognition OR cognitive OR aphasia OR apraxia OR memory OR executive function)	no	11 (2009-2017)

2.2. Sélection des articles

En se basant sur les titres et les résumés, les études ont été choisies en fonction des critères d'inclusion et d'exclusion suivants:

Tableau 2: Critères d'inclusion et d'exclusion des articles

	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
Participants	1) Victimes d'un AVC ≥ 18 ans 2) AVC: ischémique/hémorragique, toutes localisations confondues, unique/multiples	1) Autres types de lésions neurologiques (sauf si les données sont bien séparées) 2) Enfants 3) Animaux
Types d'articles	1) Essais contrôlés randomisés 2) Essais prospectifs contrôlés	Articles avec un niveau de preuve > 2 (MSS)
Intervention	Activité physique permettant de majorer la consommation d'énergie par rapport au repos	1) Etudes ne précisant pas le programme d'activité physique effectué 2) Etudes incluant une remédiation cognitive associée à l'activité physique
Contrôle	Comparaison avec: une 2ème intervention de thérapie physique (à moindre consommation d'énergie) ou avec une intervention sans exercice physique ou sans intervention	
Résultats	Mesure des fonctions cognitives par des tests neuropsychologiques validés	

AVC: Accident Vasculaire Cérébral; MSS: Modified Sackett Scale

2.3. Évaluation de la qualité des articles

La qualité méthodologique des articles inclus a été évaluée à l'aide de différents outils validés:

- La « Modified Physiotherapy Evidence Database » (PEDro) (47) (annexe 1), pour les essais contrôlés randomisés. Cette échelle comprend 11 items avec un score maximal de 10 points. La qualité d'une étude est déterminée en fonction du score obtenu: "bonne" lorsque le score est compris entre 6 et 10, "moyenne" si compris entre 4 et 5, "faible" si inférieur ou égal à 3.

- La « Modified Downs and Black » (48) (annexe 2), pour les essais non randomisés. Cette échelle comprend 27 items avec un score maximal de 28 points. La qualité d'une étude est déterminée en fonction du score obtenu: "excellente" lorsque le score est compris entre 26 et 28, "bonne" si compris entre 20 et 25, "moyenne" si compris entre 15 et 19, "faible" si inférieur ou égal à 14.
- La « Modified Sackett Scale » (MSS) (49) (annexe 3): cette échelle permet de déterminer le niveau de preuve des études, entre 1 (essai contrôlé randomisé de grande qualité, niveau de preuve élevé) et 5 (études observationnelles, séries de cas).

2.4. Extraction des données

Les données extraites des études sélectionnées comprenaient :

- les auteurs, l'année de publication,
- le type d'AVC (lorsqu'il était précisé),
- le niveau de preuve,
- le nombre de sujets et leurs caractéristiques (âge, présence ou non de déficiences motrices),
- le délai entre la survenue de l'AVC et le début du programme d'activité physique,
- la durée du programme d'activité physique et ses caractéristiques (type, intensité, fréquence et durée des séances),
- les caractéristiques des groupes contrôle,
- les évaluations neuropsychologiques utilisées (annexe 4 : classification des évaluations par domaines cognitifs),
- les tests statistiques appliqués.

À noter : dans cette revue systématique, le terme « types d'exercices/activités physiques » définit les notions d'activités « en aérobie » ou « en résistance ». Le terme « en aérobie » signifie une activité en endurance, et le terme « en résistance » signifie une activité en force. Ces derniers ne désignent pas un degré d'intensité, comme cela est d'usage en français. En effet, tous les essais inclus caractérisaient leurs programmes ainsi.

Les niveaux d'intensité des programmes, lorsqu'ils étaient précisés, s'appuyaient tous sur les recommandations du Collège Américain de Médecine du Sport (50) :

- Légère : à 30–39% de la fréquence cardiaque de réserve (FCR) ou 57-63% de la fréquence cardiaque maximale (FCM).
- Modérée : à 40–59% de la FCR ou 64-76% de la FCM.
- Forte : à 60-89% de la FCR ou 77-95% de la FCM.

Une méta-analyse n'a pas été possible du fait de la grande hétérogénéité des données : programmes d'activité physique, délai entre la survenue de l'AVC et le début du programme, types d'évaluations neuropsychologiques...

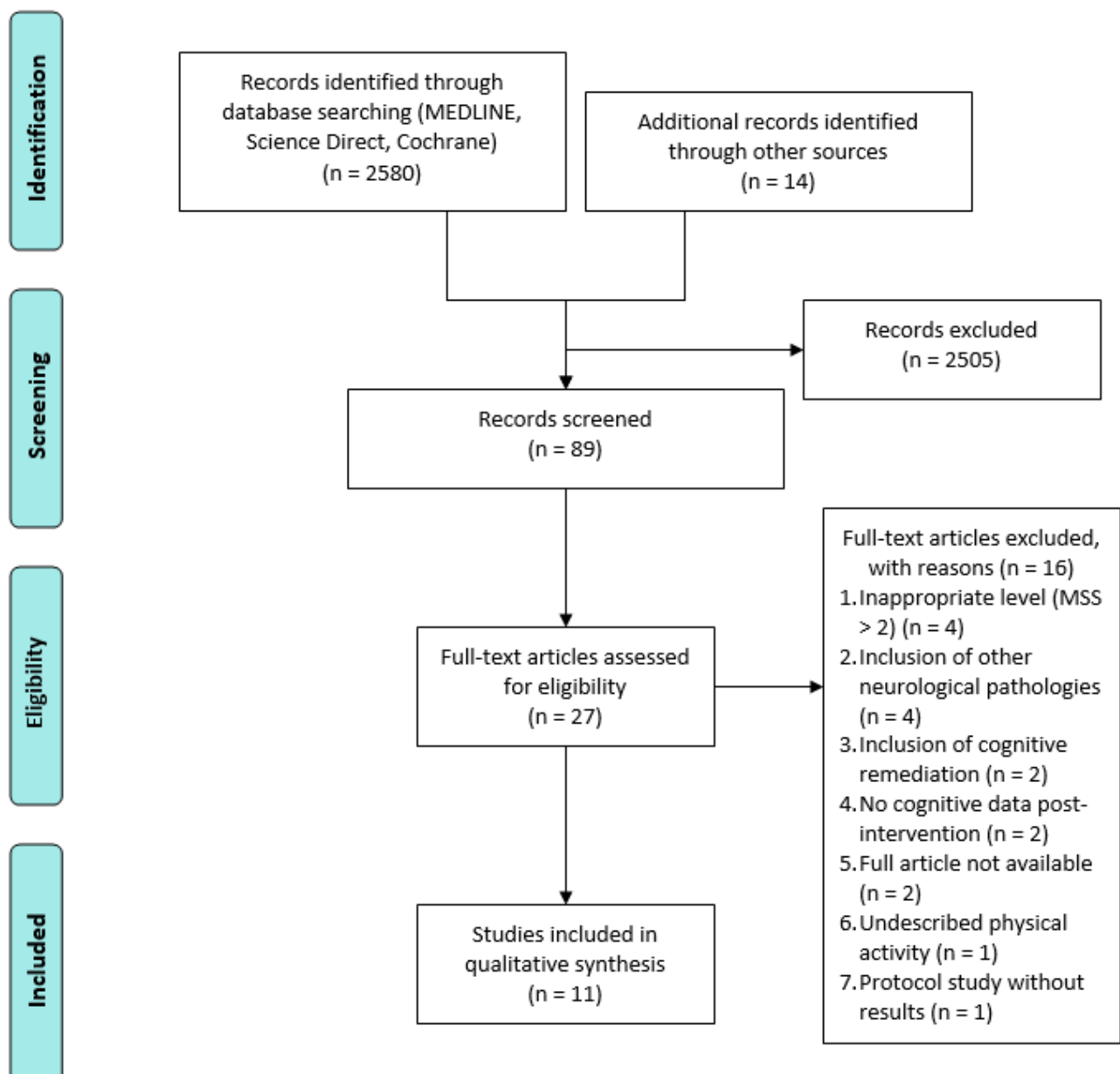
3. RÉSULTATS

3.1. Sélection et caractéristiques des études incluses

La recherche initiale, à partir des bases de données, a permis d'identifier 2580 articles. Quarante-neuf articles ont été sélectionnés sur le titre, dont 14 études récupérées à partir des listes de références. Parmi ceux-ci, 27 articles étaient éligibles après lecture du résumé. Onze essais répondaient aux critères d'inclusion et d'exclusion (Tableau 2).

Le processus de sélection des études est résumé sur l'organigramme PRISMA (51) (figure 1).

Figure 1: Sélection d'études selon PRISMA



Les études incluses ont toutes été publiées entre octobre 2001 et novembre 2016 et intégraient 393 patients âgés, en moyenne, entre 49,7 et 72 ans.

Les caractéristiques des lésions vasculaires cérébrales étaient souvent peu détaillées.

Quatre études ne décrivaient pas les déficiences motrices des patients à l'inclusion (Quaney et al. (52), El-Tamawy et al. (53), Pyöriä et al. (54), Schachten et al. (55)).

Six essais précisaient l'état cognitif des patients à l'inclusion :

- 4 avaient comme critères d'inclusion un « Mini Mental State Examination » (MMSE) $\geq$ 24/30 (Quaney et al. (52), Moore et al. (56), Fernandez-Gonzalo et al. (57)) ou $>$ 24/30 (Ploughman et al. (58)), soit un score défini comme « normal » (59).
- 2 précisaient la moyenne obtenue à la « Montreal Cognitive Assessment » (MoCA) : 23/30 (Liu-Ambrose et al. (60)) et 26/30 (Tang et al. (61)), soit une atteinte cognitive « légère » (62).

Parmi les 11 études, seul Quaney et al. (52) ont évalué la cognition à distance du programme (8 semaines après).

Les caractéristiques des études sont synthétisées dans le tableau 3.

Tableau 3: Caractéristiques des études incluses dans la revue systématique

Study	Pathology	Study Type /modified Sacket score	No. of Subjects	Mean Age (years)	Time from stroke	Participants with motor impairments?	Cognitive assessments	Statistical Analysis
El-Tamawwy et al., 2014	CVA i (anterior vascular territory)	PCT/ 2	30 (C: 15/ E: 15)	C: 49,7 ± 7 E: 48,4 ± 6,4	3-18 m	NP	ACE-R	Mean t-test
Fernandez-Gonzalo et al., 2016	CVA i/h R/L	RCT/1b	29 (C: 15/ E: 14)	C: 65,7 (12,7) E: 61,2 (9,8)	C: 4,3 y (4,9) E: 3,5 y (3,6)	Able to walk ≥ 20m	. Stroop . Digit Span Forward . Digit Span Backward . Spatial Span Backward . CPT-II . TMT A - B . RAVLT . Semantic Fluency	mean, Student's t-test, Chi-squared test, ANOVA, t-test
Immink et al., 2014	CVA R/L	RCT/1b	22 (C: 11/ E: 11)	59,6 (15,7) C: 63,2 (17,4) E: 56,1 (13,6)	C: 23,3 m (12,5) E: 81,6 m (77,5)	Able to walk with or without technical assistance	SIS-mém	Mean, t-test
Liu-Ambrose et al., 2015	CVA i/h R/L	RCT/1a	24 (C: 14/ E: 10)	65,2 (10,4) C: 66,9 (9,0) E: 62,9 (12,1)	2,7 y (1,1) C: 2,9 y (1,1) E: 2,4 y (1,0)	Able to walk > 10m (with/without technical assistance)	. Stroop . TMT A - B . Digit Span Forward . Digit Span Backward	Shapiro-Wilk test, non parametric tests, Kolmogorov-Smirnov Z test
Moore et al., 2015	CVA i/h R/L	RCT/1b	40 (C: 20/ E: 20)	C: 70 ± 11 E: 68 ± 8	C: 16 m (12) 43) E: 21 m (34) 144)	(6- Able to finish the 6 MWT (with or without a cane)	ACE-R	t test, Mann Whitney U test, Wilcoxon signed-rank test, mean

Nilsson et al., 2001	CVA i/h R/L (first)	RCT/1b	60 (C: 32/ E: 28)	C: 56 (24-66) E: 54 (24-67)	C: 17 d (8-53) E: 22 d (10-56)	Able to walk (10 MWT: > 14 sec) or not	FIM-cog	Mean, Fisher's exact test
Ploughman et al, 2008	CVA i/h (first)	RCT with cross-over design/1a	21	61,4 (10,2)	20,1 m (14,6)	Able to walk with or without a cane	. TMT A - B . Symbol Digit Substitution Test . PASAT	Mean, ANOVA Paired t-tests
Pyöriä et al., 2007	CVA i/h R/L	PCT/ 2	68 (C: 35/ E: 33)	C: 72 (47-85) E: 72 (51-89)	C: 13 d (2-73) E: 20 d (1-66)	NP	. Language: FAS, Token Test, Boston Naming Test . Visuospatial function: Clock perception test, Greek cross test, ADAS-CP . Visual attention: Line Bisection Test, Letter Cancellation Test . Mémoire : WMS, ADAS-R	Mean, t-test, Mann Whitney U test, Hodges-Lehmann, Fisher's exact test, X ²
Quaney et al., 2009	CVA i/h R/L (first)	RCT/1b	38 (C: 19/ E: 19)	C: 58,9 ± 14,7 E: 64,1 ± 12,3	4,9 ± 3,3 y C: 5,1 ± 3,5 y E: 4,6 ± 3,2 y	NP	Cognitive domains related to learning: . Stroop . SRTT . WCST . PGFM . TMT A - B	Mean, Two-sample t-test, Wilcoxon Rank sum tests
Schachten et al., 2015	CVA	PCT/ 2	14 (C: 7/ E: 7)	C: 53,1 (17,6) E: 55,1 (17,6)	C: 3,4 y (1,8) E: 3,9 y (1,7)	NP	. Go/No-Go . Block Tapping Test . Mental Rotation Test	Mean, Mann Whitney U test, Wilcoxon-test
Tang et al., 2016	CVA i/h	RCT/1b	47 (E: 22/C: 25)	50-80 C: 64 (IR 62-75) E: 66 (IR 62-71)	C: 2,3 y (IR 1,8-5,1) E: 3,5 y (IR 2,2-6,7)	Able to walk ≥ 5m	. Span Verbal Digit (Forward + Backward) . TMT B . Stroop	Mann-Whitney U test, Chi-square, Wilcoxon Signed Rank Tests

10 MWT: ten meter walk test; 6 MWT: six-minute walk test; ANOVA: analysis of variance; C: control group; CVA i/h R/L: cerebrovascular accident ischemic/hemorrhagic right/left; E: exercise groupe; IR: interquartile range; NP: not preised; PCT: Prospective Controlled Trial;RCT: Randomized Controlled Trial; Time: y: year, m: month, w: week, d: day. **Abbreviations for cognitive tests: Cf "annexe 4"**

3.2. Qualité méthodologique

Parmi les 8 essais contrôlés randomisés :

- 2 étaient de niveau de preuve 1a selon la « Modified Sackett Scale » (58,60),
- 6 étaient de niveau de preuve 1b (52,56,57,61,63,64).

Les 3 essais prospectifs contrôlés étaient de niveau de preuve 2 (53–55).

Les évaluations détaillées de la qualité des études sont présentées en annexe (Annexes 1 et 2).

3.3. Exercice et impact sur les fonctions cognitives

Les caractéristiques des programmes d'activités physiques sont synthétisées dans le tableau 4.

Les résultats sont résumés dans le tableau 5.

Tableau 4: Caractéristiques des programmes d'activité physique

Study	Participants with motor impairments?	Type of PA	Length of program	PA Session Duration	PA Frequency	Control Group
El-Tamawy et al., 2014	NP	Aerobic : cycle ergometer 40-45 min + Standard physiotherapy	8 weeks	75 min (10-15 min physiotherapy, rest, 40-45 min aerobic)	3/week	Standard physiotherapy (Stretching, gait, strength training, walking training) 25-30 min/d
Fernandez-Gonzalo et al., 2016	Able to walk ≥ 20m	Resistance: quadriceps eccentric training on the hemiplegic side: 4 sets of 7 maximal closed-chain knee extensions.	12 weeks	2 min (4 sets of 7 repetitions)	2/week	Usual activities
Immink et al., 2014	Able to walk with or without technical assistance	Yoga: Group class and home based Light intensity (stretching, balance, relaxation)	10 weeks	Group class: 90 min Home based: 40 min	Group class: 1/week Home based: 6/week	Nothing (waiting list before yoga program)
Liu-Ambrose et al., 2015	Able to walk > 10 m (with or without technical assistance)	Mixed: aerobic, resistance and balance (up to 70-80% HRR) (based on the "FAME" program (Fitness and Mobility Exercise) = multimodal exercise) + Recreational activities	27 weeks	60 min	2/week	Standard physiotherapy
Moore et al., 2015	Able to finish the 6 MWT (with/without a cane)	Mixed: inspired by "FAME" program (Fitness and Mobility Exercise) 40-50% MHR at the beginning then +10%/4 weeks up to 70-80% MHR	19 weeks	45-60 min	3/week	Stretching at home
Nilsson et al., 2001	Able to walk (10 MWT: > 14 sec) or not the patients' abilities)	Aerobic: body weight support treadmill system (from 0 to 100% of the body weight depending on the patients' abilities)+ Standard physiotherapy	10 weeks (21-30 min) 137 days	21-30 min	5/week	Standard physiotherapy + walking on the field (or standing if impossible to walk) (5/ week, 30 min)

Ploughman et al, 2008	Able to walk with or without a cane	Aerobic: . Body weight support treadmill system (20% of weight to be supported) . 70% HRR ($\approx$ 13 Borg RPE)	1 week/2 sessions in cross-over: 1 session for each group	20 min	NC	Home physiotherapy 20 min
Pyörä et al., 2007	NP	Mixed: "activating physiotherapy": . Aerobic, resistance, balance, posture . "active" = active role in planning and carrying out therapy + reduction in the use of passive handling techniques but rather with a manual, verbal and visual orientation + 2 periods of intensive rehabilitation at 6 months (12d) and 10 months (3j)	NP	NP	Frequency: NP Number of physiotherapy sessions over 12 months after stroke: 72 (22 – 200) + intensive rehabilitation 25 (0 – 26)	Standard physiotherapy (decrease of spasticity, motor control). Number of sessions over 12 months after stroke: 70 (6 – 250)
Quaney et al., 2009	NP	Aerobic : . Cycloergometer . Gradual increase in resistance: 1st week, up to 40-50% HRR (10-20 min). From the 2nd week, up to 70% HRR	8 weeks	45 min	3/week	Stretching at home
Schachten et al., 2015	NP	Golf (hand-eye coordination, balance) with cognitive task (Ex: target a ball on an answer to a question) + physiotherapy 1h/w + occupational therapy 1h/w	10 weeks	60 min	2/week	Social communication meetings (group discussion, games, reading aloud): 10 weeks, 2h/week + physiotherapy 1h/w + occupational therapy 1h/w
Tang et al., 2016	Able to walk $\geq$ 5m	Aerobic high intensity: . Progressive increase from 40 to 80% HRR . Fast walking, walking on incline, walking on site, vertical cycle and recumbent ergometer, repeated sitting, steppers	26 weeks	60 min	3/week	Low intensity activity, stretching, balance (< 40% HRR)

Borg's Scale RPE: Borg's Scale Rating of Perceived Exertion; C: control group; E: exercise groupe; HRR: Heart Rate Reserve; MHR: maximal heart rate; NC: not concerned; NP: not precised; PA: physical activity; Time: y: year, m: month, w: week, d: day, h: hour

Tableau 5: Résultats

Study	Type of PA	Time from stroke	Cognitive assessments	Main outcomes
El-Tamawy et al., 2014	Aerobic + Standard physiotherapy	3-18 m	ACE-R	Significant improvement of the ACE-R score in group E ($p = 0.017$), especially on 3/5 criteria (attention, memory and visuospatial)
Fernandez-Gonzalo et al., 2016	Resistance	C: 4,3 y (4,9) E: 3,5 y (3,6)	. Stroop . Digit Span Forward . Digit Span Backward . Spatial Span Backward . CPT-II . TMT A - B . RAVLT . Semantic Fluency	Significant improvements in group E compared to group C: . Attention: Digit Span Forward ($p = 0.02$) . Working memory: Digit Span Backward ($p = 0.03$) . Information processing speed: Stroop ($p = 0.04$) . Executive functions: FAS ($p = 0.01$)
Immink et al., 2014	Yoga	C: 23,3 m (12,5) E: 81,6 m (77,5)	SIS-mém	Significant improvement (perceived by the patient) in the field of memory compared to group C ($p = 0.02$)
Liu-Ambrose et al., 2015	Mixed + Recreational activities	2,7 y (1,1) C: 2,9 y (1,1) E: 2,4 y (1,0)	. Stroop . TMT A - B . Digit Span Forward . Digit Span Backward	Significant improvement in group E in selective attention, problem solving ability ($p = 0.02$) and working memory ($p = 0.04$)
Moore et al., 2015	Mixed	C: 16 m (12) (6-43) E: 21 m (34) (6-144)	ACE-R	Significant improvement of the ACE-R score in group E
Nilson et al., 2001	Aerobic	C: 17 d (8-53) E: 22 d (10-56)	FIM-cog	Improvement of cognitive function in the 2 groups but no significant difference between the 2
Ploughman et al., 2008	Aerobic	20,1 m (14,6)	. TMT A - B . Symbol Digit Substitution Test . PASAT	. No significant difference in group E compared to group C ($p = 0.36 - 0.75$) . No correlation between intensity of PA and cognitive test scores

Pyöriä et al., 2007	Mixed: "activating C: 13 d (2-73) physiotherapy" E: 20 d (1-66) + 2 periods of intensive rehabilitation	.Language: FAS, Token Test, Boston Naming Test .Visuospatial function: Clock perception test, Greek cross test, ADAS-CP . Visual attention: Line Bisection Test, Letter Cancellation Test . Mémoire : WMS, ADAS-R	At 12 months of stroke, cognitive reassessment: . Significant improvement of all cognitive functions in the E group: Language ($p = 0.004$), memory ($p < 0.001$), visual-spatial functions ($p = 0.016$), visual attention ($p = 0.012$). . No significant improvement in group C
Quaney et al., 2009	Aerobic	Cognitive domains related to learning: . Stroop . SRTT . WCST . PGFM . TMT A - B	. Significant improvement in information processing speed (for repeated SRTT series) in group E at the end of the program (S8) ($p = 0.024$) but not maintained 8 weeks later. . No significant difference between the 2 groups for the executive functions (WCST, Stroop, Trail). . Significant difference in motor learning (PGFM) favoring group E ($p = 0.038$) at the end of the program (S8) but not maintained 8 weeks later
Schachten et al., 2015	Golf	. Go/No-Go . Block Tapping Test . Mental Rotation Test	. Significant improvement of visuospatial function in both groups (MRT) . Significant improvement of short-term visuospatial memory (MRT and Block Tapping Test) in group E compared to group C ($p < 0.05$)
Tang et al., 2016	Aerobic	. Span Verbal Digit (Forward + Backward) . TMT B . Stroop	Similar results in the 2 groups: . Significantly improved short-term memory only. . No improvement for other parameters: working memory, executive functions, information processing speed.

C: control group; CVA i/h R/L: cerebrovascular accident ischemic/hemorrhagic right/left; E: exercise groupe; PA: physical activit; Time: y: year, m: month, w: week, d: day

3.3.1. Types d'activités physiques

Les types d'activités physiques étaient variés :

- 5 études portaient sur des programmes d'entraînement en aérobie : El-Tamawy (53), Nilsson (63), Ploughman (58), Quaney (52), Tang (61).
- 1 étude comprenait uniquement des exercices en résistance : Fernandez-Gonzalo (57).
- 3 études appliquaient un programme mixte (aérobie, résistance, équilibre, étirements) : Liu-Ambrose (60), Moore (56), Pyöriä (54).
- 2 études portaient sur des activités sans composante aérobie ni en résistance (yoga et golf) : Immink (64), Schachten (55).

Les groupes contrôles étaient également très disparates : allant de la kinésithérapie « classique » (au domicile ou en centre) (53,54,58,60,63) à l'absence d'activité (57,64), en passant par des séances d'étirements (au domicile ou en centre) (52,56,61) et des « ateliers de communication sociale » (55).

3.3.1.1. Entraînements en aérobie

Les entraînements étaient effectués sur cycloergomètre (El-Tamawy (53), Quaney (52)), sur tapis de marche (Nilsson (63), Ploughman (58)) ou sur la base de programmes variés (cycloergomètre, tapis de marche, steppers...) (Tang (61)).

El-Tamawy et Quaney ont retrouvé des améliorations significatives, au décours du programme, sur les plans de :

- L'attention et la vitesse de traitement de l'information, contrairement à Ploughman et Tang.
- Les fonctions visuo-spatiales.

El Tamawy a également remarqué une amélioration mnésique (globale) significative.

Seul Quaney avait réalisé une évaluation à distance du programme : il n'y avait pas de conservation des bénéfices 8 semaines après la fin du programme.

En revanche, d'autres études n'ont rapporté aucune amélioration ou aucune différence significative avec les groupes contrôle en ce qui concerne les fonctions exécutives (Quaney, El-Tamawy, Ploughman, Tang), le langage (El-Tamawy), l'attention (Ploughman), la vitesse de traitement de l'information, la mémoire à court terme et la mémoire de travail (Tang).

Nilsson n'a pas retrouvé de supériorité par rapport au groupe contrôle avec l'évaluation cognitive globale par la « Functional Independence Measure – cognitive ».

3.3.1.2. Exercices en résistance

Le programme de Fernandez-Gonzalo (57) consistait en un renforcement excentrique du quadriceps (4 séries de 7 répétitions) après une évaluation de la 1 RM (répétition maximale).

Au décours du programme, des améliorations significatives ont été retrouvées en matière d'attention, de vitesse de traitement de l'information, de mémoire de travail et de fonctions exécutives.

3.3.1.3. Programmes mixtes

Les programmes mixtes comprenaient tous des composantes aérobiques et en résistance ainsi que des exercices d'étirements et d'équilibre.

Deux études (Liu-Ambrose (60) et Moore (56)) se basaient sur le programme « FAME » (Fitness and Mobility Exercise Program (65)) : il a été créé pour les patients victimes d'AVC au stade chronique (> 6 mois), pouvant marcher (avec ou sans aide technique) y compris sur de très courtes distances.

Une étude (Pyöriä (54)) consistait en une « thérapie active » où le patient était acteur dans sa prise en charge. Les activités proposées n'étaient pas détaillées. Le programme comprenait également 2 périodes de « rééducation intensive » de 12 jours et 3 jours à 6 et 10 mois de l'AVC respectivement : leurs modalités pratiques n'étaient pas précisées.

Moore a retrouvé une amélioration significative des fonctions cognitives globales (évaluées par l'« Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised »).

Des améliorations significatives ont été rapportées sur toutes les évaluations cognitives spécifiques à:

- L'attention (Liu-Ambrose et Pyöriä),
- La mémoire de travail et les fonctions exécutives (Liu-Ambrose),
- La mémoire (globale), le langage et les fonctions visuo-spatiales (Pyöriä).

3.3.1.4. Autres programmes

Une étude (Immink (64)) proposait un programme de Yoga (1 séance en centre et 6 séances au domicile /semaine). Une amélioration significative était perçue par les patients dans le domaine de la mémoire, par rapport au groupe contrôle (évaluée par la « Stroke Impact Scale 3.0 - items mémoire »).

Une étude (Schachten (55)) proposait une activité de Golf, permettant un travail de coordination oculomotrice et d'équilibre. À noter que l'activité comprenant également une tâche cognitive (une question était posée au patient. Ce dernier devait envoyer la balle de golf sur la cible correspondant à la bonne réponse). Une amélioration significative était retrouvée dans les domaines de la mémoire à court terme et des fonctions visuo-spatiales. Aucune amélioration significative n'était notée quant aux fonctions exécutives.

3.3.2. Intensité des programmes

Six études précisaient le degré d'intensité de leur programme :

- Intensité faible : activité de yoga (Immink (64)).
- Intensité forte : Liu-Ambrose (60), Moore (56), Quaney (52), Ploughman (58), Tang (61).

Seules 2 études (Liu-Ambrose et Moore) précisaient le rythme des séances : les 2 proposaient des programmes en continu.

Des améliorations significatives des fonctions cognitives ont été retrouvées dans les programmes en intensité faible et forte, en matière de :

- Mémoire (globale) (Immink).
- Mémoire de travail, attention et fonctions exécutives (Liu-Ambrose).
- Vitesse de traitement de l'information et fonctions visuo-spatiales (Quaney), sans maintien des bénéfices 8 semaines après.
- Fonctions cognitives globales (Moore).

En revanche, d'autres études n'ont rapporté aucune amélioration ou aucune différence significative avec les groupes contrôle en ce qui concerne les fonctions exécutives (Quaney, Ploughman, Tang), l'attention (Ploughman), la vitesse de traitement de l'information, la mémoire à court terme et la mémoire de travail (Tang).

3.3.3. Durée des programmes

Les programmes étaient de durées très variables :

- Une séance unique (Ploughman (58)) : pas de supériorité par rapport au groupe contrôle sur le plan attentionnel ou des fonctions exécutives.
- Entre 5 et 8 semaines (El-Tamawy (53), Quaney (52)) : améliorations significatives en matière d'attention, de vitesse de traitement de l'information, de mémoire (globale) et de fonctions visuo-spatiales. Pas d'amélioration significative des fonctions exécutives ni du langage.
- Entre 9 et 12 semaines (Nilsson (63), Fernandez-Gonzalo (57), Schachten (55), Immink (64)) : Nilsson ne retrouvait pas d'amélioration significative des fonctions cognitives globales. Fernandez-Gonzalo notait des améliorations significatives sur les plans attentionnel, de la mémoire de travail, de la vitesse de traitement de l'information et des fonctions exécutives. Schachten retrouvait une amélioration significative en mémoire à court terme et en fonctions visuo-spatiales mais pas en fonctions exécutives. Immink rapportait une amélioration significative de la mémoire (globale).

- Entre 19 et 26 semaines (Moore (56), Liu-Ambrose (60), Tang (61)) : Moore remarquait une amélioration significative des fonctions cognitives globales. Liu-Ambrose notait une amélioration significative en matière de fonctions exécutives, de mémoire de travail et d'attention. En revanche, Tang ne retrouvait pas d'amélioration significative de la vitesse de traitement de l'information, des fonctions exécutives, de la mémoire à court terme ni de l'attention.

3.3.4. Fréquence et durée des séances

La fréquence des séances était très variable :

- 1 à 2 par semaine (Liu-Ambrose (60), Ploughman (58), Schachten (55), Immink (64), Fernandez-Gonzalo (57)) : des améliorations significatives ont été retrouvées sur les plans attentionnel, des fonctions exécutives, de la mémoire de travail (57,60), de la vitesse de traitement de l'information (57), de la mémoire à court terme, des fonctions visuo-spatiales (55) et de la mémoire (globale) (64). D'autres études n'ont retrouvée aucune amélioration significative en attention ni en fonctions exécutives (55,58).
- 3 à 4 par semaine (El-Tamawy (53), Quaney (52), Moore (56), Tang (61)) : des améliorations significatives ont été retrouvées en matière de fonctions cognitives globales (56), d'attention, de vitesse de traitement de l'information, de mémoire (globale), de fonctions visuo-spatiales (52,53). D'autres études ne retrouvaient pas d'amélioration significative en vitesse de traitement de l'information, en mémoire à court terme, en mémoire de travail (61), en fonctions exécutives (52,53,61) ni en fonction langagière (53).
- 5 à 7 par semaine (Nilsson (63), Immink (64)) : une étude retrouvait une amélioration significative de la mémoire (globale) (64). Une étude ne retrouvait pas de supériorité par rapport au groupe contrôle en fonctions cognitives globales (63).

La durée des séances était également très différente selon les programmes :

- < 10 Minutes : Fernandez-Gonzalo (57).
- De 20 à 30 min : Ploughman (58), Nilsson (63).
- De 31 à 45 min : Quaney (52), Immink (64) (séances au domicile).
- De 46 à 60 min : Liu-Ambrose (60), Schachten (55), Moore (56), Tang (61).
- > 60 Minutes : El-Tamawy (53), Immink (64) (séance en centre).

3.3.5. Délai entre l'AVC et le début du programme

Les stades d'évolution des patients au moment de leur inclusion dans les protocoles allaient de la phase aiguë (< 14 jours) au stade chronique (> 6 mois) : du 1^{er} jour de l'AVC (Pyöriä (54)) à 12 ans après l'AVC (Moore (56)).

Certaines études n'incluaient que des patients à un stade d'évolution similaire, tandis que d'autres incluaient des patients de stades divers, sans distinction.

Les délais entre l'AVC et le début des programmes sont résumés dans le tableau 6.

Tableau 6: Délais entre l'AVC et le début des programmes

Délai	Types d'AP	Améliorations significatives	Pas d'amélioration significative/ pas de supériorité par rapport au groupe contrôle
< J14	Aérob.	. Pyöriä: attention, mémoire (globale), langage, fonctions visuo-spatiales	
J14 - M2	Mixte		. Nilsson: fonctions cognitives globales
M3 - M18	Aérob.	. El-Tamawy : attention, vitesse de traitement de l'information, mémoire (globale), fonctions visuo-spatiales	. El-Tamawy: fonctions exécutives, langage
> M6	Mixte	. Moore: fonctions cognitives globales	
> M18	Aérob.	. Quaney: attention, vitesse de traitement de l'information, fonctions visuo-spatiales	. Quaney: fonctions exécutives . Tang: vitesse de traitement de l'information, fonctions exécutives, mémoire à court terme, mémoire de travail . Ploughman: attention, fonctions exécutives
	Mixte	. Liu-Ambrose: attention, mémoire de travail, fonctions exécutives	
	Résist.	. Fernandez-Gonzalo: attention, vitesse de traitement de l'information, mémoire de travail, fonctions exécutives	
	Golf/ Yoga	. Schachten: mémoire à court terme, fonctions visuo-spatiales	. Schachten: fonctions exécutives

Aérob.: aérobique; AP: activités physiques; J: jours; M: mois; Résist.: résistance

3.4. Types d'évaluations cognitives

Toutes les études ont utilisé des évaluations neurocognitives validées. (Cf. annexe 4 : classification des différentes évaluations neuropsychologiques).

Quatre études ont choisi d'utiliser des évaluations cognitives globales objectives (Moore (56), El-Tamawy (53)) ou subjectives (Immink (64), Nilsson (63)). Seul El-Tamawy distinguait les sous-catégories de l'ACE-R (Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised). Dans les autres études, des évaluations spécifiques à certaines fonctions cognitives ont été réalisées.

Les fonctions cognitives les plus étudiées étaient : l'attention, la mémoire de travail, les fonctions exécutives et les fonctions visuo-spatiales.

4. DISCUSSION

Nos résultats indiquent que l'activité physique améliore les performances cognitives après un AVC et occupe donc une place de choix dans la prise en charge des patients qui en sont victimes.

Types d'activités physiques

Aucune étude n'a comparé différents types de programmes. De même, aucune étude n'a comparé des programmes en centre versus au domicile.

Les résultats suggèrent que la composante aérobique seule aboutit à des résultats hétéroclites, avec notamment une absence d'amélioration des fonctions exécutives.

Les programmes mixtes, combinant des exercices aérobiques, en résistance, d'équilibre et d'étirements, semblent engendrer le plus de gain cognitif ; cette même constatation avait également été remarquée chez des patients atteints de démence et de maladie d'Alzheimer (31). De même, les 2 études portant sur le yoga et le golf (étirements, équilibre, coordination oculomotrice) ont retrouvé des bénéfices cognitifs intéressants.

Ceci va dans le sens des dernières recommandations (Billinger et al., 2014 (66)) sur la pratique de l'exercice chez les victimes d'AVC en matière de bénéfice cardio-vasculaire, de récupération motrice, d'équilibre, de gain fonctionnel et de qualité de vie.

Intensité du programme

Seules 6 études ont précisé le degré d'intensité de leur programme : 1 d'intensité faible et 5 d'intensité forte. Aucune étude n'a réalisé d'activités physiques d'intensité modérée (ou la donnée n'était pas précisée). Aucune étude n'a comparé spécifiquement des programmes d'intensités différentes.

Des améliorations significatives ont été retrouvées dans différents domaines cognitifs, que ce soit dans le programme d'intensité faible comme dans ceux d'intensité forte.

Cela suggère donc que l'intensité d'un programme n'est peut-être pas le critère prédominant pour améliorer les performances cognitives. Ceci avait également été supposé chez les patients atteints de démence et de maladie d'Alzheimer (31).

Rappelons que les recommandations actuelles, concernant la pratique de l'activité physique chez les patients victimes d'AVC, sont en faveur d'une intensité modérée (66), pour ce qui est de la récupération motrice et de la fonction cardiovasculaire.

Durée du programme

Aucune étude n'a comparé des programmes de durées différentes.

Les résultats laissent supposer qu'un programme « encadré » de longue durée (> 3 mois) ne procure pas plus de bénéfice cognitif qu'un programme plus court. Pour autant, une séance unique ne semble pas suffire à engendrer un gain cognitif. Ainsi, une intervention « encadrée » entre 5 et 12 semaines semble suffire, ce que suggérait également Oberlin et al. (46).

Il ne semble pas y avoir de maintien des bénéfices cognitifs à distance du programme, bien que cela n'ait été analysé que dans une seule étude. Saunders et al. (67) et Heyn et al. (30) avaient fait la même constatation mais en matière d'améliorations fonctionnelles « physiques » et d'incapacité.

Il paraît donc nécessaire de mettre en place des stratégies visant à promouvoir l'activité physique au long cours après un AVC : d'une part sous forme de programmes « encadrés » qui seraient ensuite poursuivis de façon autonome par le patient, afin de maintenir ses acquis voire à les majorer.

Aucune étude n'a évalué l'intérêt à réitérer un programme d'activité physique.

Fréquence et durée des séances

La fréquence et la durée des séances, bien que très variables selon les études, ne semblent pas influencer les résultats. Vanderbeken et al. (44) avait fait cette même constatation, bien que sa revue portait sur des patients victimes d'AVC et de traumatisme crânien et comprenait des études de niveau de preuve 4. Groot et al. (31) avait également retrouvé que

les gains cognitifs étaient indépendants de la fréquence d'intervention chez les patients présentant une démence et une maladie d'Alzheimer.

Peut-être faut-il plutôt définir une « quantité » hebdomadaire minimale d'exercice. En effet, malgré des fréquences et durées de séances très variables, la plupart des études proposaient entre 2h et 3h30 d'activités hebdomadaires, sans que cela ne semble influencer les performances cognitives. Cela dépasse peut-être la limite inférieure nécessaire pour procurer un gain cognitif.

Par ailleurs, le fait de déterminer une « quantité » hebdomadaire à réaliser, plutôt qu'un programme « rigide » paraît plus adapté à cette population de patients quelquefois très fatigables : ainsi, chez ces patients, des séances plus courtes mais répétées pourraient être mieux tolérées qu'une longue séance. Cela correspond d'ailleurs aux recommandations de 2014 (66) en ce qui concerne les fonctions motrice et cardiovasculaire.

[Délai par rapport à l'AVC](#)

Une seule étude a débuté son programme en phase aiguë de l'AVC (< 14 jours). Il est donc difficile d'en déduire des préconisations, d'autant qu'à l'heure actuelle, très peu de preuves existent quant aux bénéfices que pourrait avoir l'exercice physique en phase aiguë d'un AVC (66).

En revanche, le bénéfice est nettement plus évident à partir de 3 mois d'évolution jusqu'au stade chronique, y compris à longue distance de l'AVC, ce qu'a également retrouvé Oberlin et al. (46). Cela témoigne de l'importance d'intégrer des activités physiques au long cours dans le quotidien des patients.

[Influence sur les fonctions cognitives](#)

L'activité physique semble clairement améliorer les fonctions cognitives après un AVC. Néanmoins, il est difficile de déterminer les domaines cognitifs les plus « sensibles » à l'activité physique dans la mesure où les évaluations neuropsychologiques étaient très hétérogènes : globales/spécifiques, objectives/subjectives...De plus, certains domaines tels que l'attention, la mémoire, la mémoire de travail, les fonctions exécutives et visuo-spatiales étaient plus représentées que d'autres, ce qui biaise l'interprétation.

En ce qui concerne les fonctions exécutives, il n'y avait pas de distinction entre les différentes sous-catégories (flexibilité mentale, planification, raisonnement...).

Par ailleurs, certains tests neuropsychologiques ont été attribués à un domaine cognitif mais peuvent également dépister d'autres troubles...tout dépend de leur interprétation. Or, nous n'en avons pas le détail. C'est le cas, par exemple, de la « Verbal Fluency Test » qui évaluait, dans certaines études, les fonctions exécutives, et dans d'autres, la fonction langagière.

Une étude (54) a réalisé un programme de kinésithérapie « active », impliquant le patient dans la planification et la réalisation d'un programme personnalisé. Il s'agit d'une démarche intéressante, pouvant s'intégrer dans un programme d'éducation thérapeutique (68). Une seconde étude (60) incluait des activités récréatives et de loisirs une fois par semaine (activités sociales et activités spécifiques mettant l'accent sur la planification, la stratégie, la prise de décision, et l'apprentissage: billard, bowling, art et artisanat, cuisine). Une troisième étude (55) incluait une tâche cognitive. Ces particularités peuvent, à elles seules, influencer les performances cognitives. D'une manière générale, le simple effet « groupe », impliquant des interactions sociales, peut influencer les résultats.

Échantillon étudié

La condition physique des patients n'était pas systématiquement décrite. Sur les 7 études dans lesquelles cette information était disponible, une seule acceptait d'inclure des patients en incapacité de marcher. Or, les programmes d'activité physique proposés dans ces études ne peuvent pas être généralisés à toutes les victimes d'AVC, et doivent être convenablement modifiés pour les patients en incapacité de marcher. Cependant, à l'heure actuelle, peu de données sont disponibles quant à l'efficacité des programmes adaptés à ce type de patients (69).

À partir de ces constatations, nous en avons déduit des lignes directrices d'activités physiques, visant à améliorer les performances cognitives, pouvant s'intégrer dans un programme plus global de réentraînement à l'effort chez les patients victimes d'AVC :

Rappel de ce qui est recommandé avant de débiter un programme d'activités physiques chez les victimes d'AVC :

Idéalement, cette prise en charge devrait s'intégrer dans un programme d'ETP (éducation thérapeutique) (68).

Évaluation du patient :

- Interrogatoire, recherche des facteurs de risque cardio-vasculaire et des comorbidités, examen physique, électrocardiogramme. Recherche des contre-indications au reconditionnement à l'effort (70).
- +/- Avis cardiologique.
- La réalisation d'une épreuve d'effort (EFX) est recommandée (71,72), surtout si une activité physique intense est prévue : sur tapis de marche selon le protocole de Bruce ou sa version modifiée (71), ou selon des protocoles spécifiquement adaptés aux déficiences des patients ayant des limitations à la marche (73,74). Si une EFX n'est pas adaptée au patient ou indisponible, le programme ne doit pas être retardé (66). Possibilité alors de réaliser des tests sous-maximaux tel que le test de marche de 6 minutes (résultats à interpréter avec prudence). Éventuellement, un test de stress pharmacologique peut être envisagé.

Suggestions d'activités physiques « encadrées » pouvant améliorer les fonctions cognitives :

- **Délai** : dès 3 mois après un AVC et une fois le patient médicalement stable.
- **Type** : programme mixte diversifié (favorisant la motivation du patient) et personnalisé (selon les déficiences du patient)
 - Étirements statiques du tronc, des membres supérieurs et inférieurs : 10-30 secondes/groupe musculaire.
 - Exercices en aérobie : cycloergomètre, ergomètre de membres supérieurs, vélo elliptique, tapis de marche (avec ou sans système de support du poids du corps), marche active sur le terrain, cyclorameur, levers de chaise, stepper.
 - Renforcement musculaire des principaux groupes musculaires (tronc, membres supérieurs et inférieurs) : en circuit de 8 à 10 exercices, avec systèmes de

poids/élastiques/poules, à 50 à 80% de la 1 RM (charge maximale portée sur 1 répétition), 10 à 15 répétitions/exercice.

- Équilibre : exercices sur tapis, statiques et dynamiques, en bi- et unipodal (selon les déficiences des patients).
- Exercices neuromusculaires supplémentaires (à visée de coordination oculomotrice et d'équilibre): yoga, golf ou sports collectifs (badminton, tennis de table, basketball...).

Aucune suggestion ne peut être effectuée, en l'absence de données, concernant : le rythme (continu ou en fractionné), la pratique de la balnéothérapie, de l'équitation, des activités en réalité virtuelle (ex : Wii Fit).

Probable intérêt des activités en groupes.

Probable intérêt à inclure des tâches cognitives.

- **Intensité** : les données de la revue sont insuffisantes pour suggérer une intensité en particulier.

Pour rappel, les recommandations actuelles concernant la pratique de l'activité physique chez les patients victimes d'AVC sont en faveur d'une intensité modérée (66).

- **Fréquence et durée des séances** : 1h/séance, 2 à 3 fois par semaine.
Chez les patients fatigables, une fréquence plus rapprochée et des séances raccourcies sont préférables afin d'améliorer la tolérance (ex : 10-15 min/séance).
- **Durée du programme « encadré »** : entre 6 à 8 semaines.

Après une prise en charge « encadrée » :

Il est essentiel que les patients poursuivent une activité physique au long cours, de façon autonome. Plusieurs possibilités sont envisageables afin de motiver les patients:

- Aider le patient à trouver un sport proche du domicile et en déterminer les conditions d'accès (infrastructure adaptée, transports, aides financières, associations...).
- Créer des guides/contrats d'auto-rééducation (formats papier ou numérique).
- Auto-exercices au domicile, notifiés par oral et par écrit au patient et à son entourage.

Échelles d'évaluation neuropsychologique (avant et après le programme) :

- **Échelle globale** : MoCA ou ACE-R (Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised).
ET
- **Échelles spécifiques à certains domaines cognitifs** : attention, fonctions exécutives, fonctions visuo-spatiales et fonctions mnésiques (mémoire épisodique, mémoire à court terme, mémoire de travail). De nombreuses échelles validées peuvent être utilisées, en fonction des habitudes des services et de la disponibilité des équipes.

Points positifs de l'étude :

- Les troubles cognitifs ont une prévalence élevée après un AVC et ont de nombreuses conséquences. Notre étude met en évidence l'intérêt de l'activité physique pour améliorer les performances cognitives après un AVC.
- Les études s'intéressant à ce sujet sont récentes. De ce fait, les rares revues de la littérature réalisées antérieurement étaient peu concluantes. Seule la revue d'Oberlin et al. (46) était plus informative. Nos conclusions rejoignent une majorité des siennes. En revanche, notre étude fait ressortir davantage de critères nécessaires à la mise en place, en pratique, d'un programme optimal.
- Notre étude inclut des articles avec un niveau de preuve 1 ou 2. Les 8 articles contrôlés randomisés ont tous un score de PEDro ≥ 6 , donc de bonne qualité.

Limites de l'étude:

- Les 3 essais prospectifs non randomisés étaient de qualité moyenne ou faible.
- Notre revue porte sur un nombre limité d'études. Toutes comprenaient un faible effectif de patients. Par ailleurs, parmi les 11 essais choisis, 2 avaient étudié les fonctions cognitives comme critères de jugement secondaires.
- Les données étaient extrêmement hétérogènes, y compris dans les groupes contrôle, rendant difficile l'interprétation des résultats.
- Il existe des facteurs confondants comme cités ci-dessus (effet « groupe », activités récréatives, thérapie « active », inclusion de tâches cognitives).
- Il n'a pas été possible d'étudier l'aspect « sécurité » des programmes car la majorité des essais n'ont pas rapporté les événements indésirables ou ne précisaient pas s'ils étaient en rapport avec la pratique de l'activité physique.
- Parmi les 6 études précisant l'état cognitif des patients lors de l'inclusion, 4 ont inclus des patients sans déficience cognitive (selon le MMSE) et 2 ont inclus des patients ayant une atteinte cognitive « légère » (selon la MoCA). La raison de ce choix était que les patients devaient être en mesure de comprendre les consignes. Pour rappel, il a été démontré que le MMSE n'était pas un test de dépistage des troubles cognitifs

adapté après un AVC (75,76). La sensibilité des évaluations neurocognitives aux variations légères de résultats est discutable.

- Aucune étude n'a analysé les facteurs liés à l'AVC (localisation, volume, présence d'infarctus multiples...). Nous ne pouvions donc pas intégrer ces données à cette revue.

Suggestions pour les recherches futures :

- Déterminer le niveau d'intensité et la « quantité » hebdomadaire minimale d'exercices (fréquence et durée), optimaux.
- Déterminer si l'ajout d'activités récréatives ou de tâches cognitives majorent les gains cognitifs. De même, il serait intéressant d'étudier l'effet « groupe » sur les fonctions cognitives, dont les avantages psychosociaux ont déjà été prouvés (77).
- Préciser le maintien, ou non, des acquis, à distance d'un programme d'activité physique.
- Déterminer l'intérêt, ou non, de répéter un programme à distance, et à quelle fréquence.
- Déterminer l'efficacité de l'activité physique sur les fonctions cognitives chez les patients n'ayant pas récupéré leur capacité de marche.
- Préciser la sécurité de ces programmes chez ces patients à terrain vasculaire.

Flöel et al., 2014 (78) ont réalisé un protocole d'étude contrôlée randomisée qui semble intéressant : il est prévu que 215 patients, entre 5 et 45 jours après leur AVC, ayant, au minimum, la capacité de tenir assis 30 secondes, réalisent un programme d'exercices en aérobie. Les évaluations cognitives, globales et spécifiques à certains domaines, doivent être réalisées au décours mais également à distance du protocole. Par ailleurs, une évaluation de la sécurité est prévue. L'étude a dû s'achever en novembre 2017. Leurs résultats contribueront certainement à définir de façon plus précise un programme d'activité physique favorisant les performances cognitives.

5. CONCLUSION

Les troubles cognitifs ont une prévalence élevée après la survenue d'un AVC. Ils sont pourvoyeurs de dépression, d'invalidité, d'altération de la qualité de vie et d'une mortalité accrue.

Les bénéfices de l'exercice physique ont déjà été prouvés chez les victimes d'AVC en matière de fonction cardiovasculaire, de capacité de marche, de prévention secondaire.

Cette revue montre que l'activité physique peut également induire une amélioration des performances cognitives chez ces patients.

Nous en avons déduit des lignes directrices d'activités physiques visant à améliorer les fonctions cognitives et pouvant s'intégrer dans un programme plus global de réentraînement à l'effort chez les patients victimes d'AVC : programme mixte diversifié et personnalisé, comprenant différentes intensités, 2 à 3h/semaine, durant 6 à 8 semaines, à partir de 3 mois d'évolution après l'AVC.

L'attrait de la communauté scientifique pour ce domaine est encore récent et peu d'études de bonne qualité méthodologique existent. De ce fait, d'autres études sont encore nécessaires afin d'établir des recommandations plus précises quant à la mise en place d'un programme d'activité physique adapté.

6. BIBLIOGRAPHIE

1. Lecoffre C, de Peretti C, Gabet A, Grimaud O, Woimant F, Giroud M, et al. National Trends in Patients Hospitalized for Stroke and Stroke Mortality in France, 2008 to 2014. *Stroke*. 2017;48(11):2939-45.
2. Adamson J, Beswick A, Ebrahim S. Is stroke the most common cause of disability? *J Stroke Cerebrovasc Dis*. août 2004;13(4):171-7.
3. Ballard C, Rowan E, Stephens S, Kalaria R, Kenny RA. Prospective follow-up study between 3 and 15 months after stroke: improvements and decline in cognitive function among dementia-free stroke survivors >75 years of age. *Stroke*. oct 2003;34(10):2440-4.
4. Jin Y-P, Di Legge S, Ostbye T, Feightner JW, Hachinski V. The reciprocal risks of stroke and cognitive impairment in an elderly population. *Alzheimers Dement*. juill 2006;2(3):171-8.
5. Nys GMS, van Zandvoort MJE, van der Worp HB, de Haan EHF, de Kort PLM, Jansen BPW, et al. Early cognitive impairment predicts long-term depressive symptoms and quality of life after stroke. *J Neurol Sci*. 25 sept 2006;247(2):149-56.
6. Allan LM, Rowan EN, Thomas AJ, Polvikoski TM, O'Brien JT, Kalaria RN. Long-term incidence of depression and predictors of depressive symptoms in older stroke survivors. *Br J Psychiatry*. déc 2013;203(6):453-60.
7. Cumming TB, Brodtmann A, Darby D, Bernhardt J. The importance of cognition to quality of life after stroke. *Journal of Psychosomatic Research*. 1 nov 2014;77(5):374-9.
8. Hochstenbach JB, Anderson PG, Limbeek J van, Mulder TT. Is there a relation between neuropsychologic variables and quality of life after stroke? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1 oct 2001;82(10):1360-6.
9. Patel MD, Coshall C, Rudd AG, Wolfe CDA. Cognitive impairment after stroke: clinical determinants and its associations with long-term stroke outcomes. *J Am Geriatr Soc*. avr 2002;50(4):700-6.
10. Pasquini M, Leys D, Rousseaux M, Pasquier F, Hénon H. Influence of cognitive impairment on the institutionalisation rate 3 years after a stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. janv 2007;78(1):56-9.
11. Pollock A, St George B, Fenton M, Firkins L. Top 10 research priorities relating to life after stroke - consensus from stroke survivors, caregivers, and health professionals. *Int J Stroke*. avr 2014;9(3):313-20.
12. Furie KL, Kasner SE, Adams RJ, Albers GW, Bush RL, Fagan SC, et al. Guidelines for the prevention of stroke in patients with stroke or transient ischemic attack: a guideline for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association. *Stroke*. janv 2011;42(1):227-76.

13. Leao T, Lindgren A, Petersson J, von Arbin M. Risk Factors and Treatment at Recurrent Stroke Onset: Results from the Recurrent Stroke Quality and Epidemiology (RESQUE) Study. *Cerebrovasc Dis.* mars 2008;25(3):254-60.
14. Pang MYC, Eng JJ, Dawson AS, Gylfadóttir S. The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: a meta-analysis. *Clin Rehabil.* févr 2006;20(2):97-111.
15. Robison J, Wiles R, Ellis-Hill C, McPherson K, Hyndman D, Ashburn A. Resuming previously valued activities post-stroke: who or what helps? *Disabil Rehabil.* 2009;31(19):1555-66.
16. Takatori K, Matsumoto D, Okada Y, Nakamura J, Shomoto K. Effect of intensive rehabilitation on physical function and arterial function in community-dwelling chronic stroke survivors. *Top Stroke Rehabil.* oct 2012;19(5):377-83.
17. Veerbeek JM, Koolstra M, Ket JCF, van Wegen EEH, Kwakkel G. Effects of augmented exercise therapy on outcome of gait and gait-related activities in the first 6 months after stroke: a meta-analysis. *Stroke.* nov 2011;42(11):3311-5.
18. Harris JE, Eng JJ. Strength training improves upper-limb function in individuals with stroke: a meta-analysis. *Stroke.* janv 2010;41(1):136-40.
19. Brazzelli M, Saunders DH, Greig CA, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev.* 9 nov 2011;(11):CD003316.
20. Graven C, Brock K, Hill K, Joubert L. Are rehabilitation and/or care co-ordination interventions delivered in the community effective in reducing depression, facilitating participation and improving quality of life after stroke? *Disabil Rehabil.* 2011;33(17-18):1501-20.
21. Zedlitz AMEE, Rietveld TCM, Geurts AC, Fasotti L. Cognitive and graded activity training can alleviate persistent fatigue after stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke.* avr 2012;43(4):1046-51.
22. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci.* janv 2008;9(1):58-65.
23. Ruscheweyh R, Willemer C, Krüger K, Duning T, Warnecke T, Sommer J, et al. Physical activity and memory functions: an interventional study. *Neurobiol Aging.* juill 2011;32(7):1304-19.
24. Colcombe SJ, Kramer AF, Erickson KI, Scalf P, McAuley E, Cohen NJ, et al. Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2 mars 2004;101(9):3316-21.
25. Winter B, Breitenstein C, Mooren FC, Voelker K, Fobker M, Lechtermann A, et al. High impact running improves learning. *Neurobiol Learn Mem.* mai 2007;87(4):597-609.
26. Colcombe S, Kramer AF. Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol Sci.* mars 2003;14(2):125-30.
27. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 15 févr 2011;108(7):3017-22.

28. Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Graf P, Beattie BL, Ashe MC, Handy TC. Resistance training and executive functions: a 12-month randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 25 janv 2010;170(2):170-8.
29. Young J, Angevaren M, Rusted J, Tabet N. Aerobic exercise to improve cognitive function in older people without known cognitive impairment. *Cochrane Database Syst Rev.* 22 avr 2015;(4):CD005381.
30. Heyn P, Abreu BC, Ottenbacher KJ. The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* oct 2004;85(10):1694-704.
31. Groot C, Hooghiemstra AM, Raijmakers PGHM, van Berckel BNM, Scheltens P, Scherder EJA, et al. The effect of physical activity on cognitive function in patients with dementia: A meta-analysis of randomized control trials. *Ageing Research Reviews.* 1 janv 2016;25:13-23.
32. Rovio S, Kåreholt I, Helkala E-L, Viitanen M, Winblad B, Tuomilehto J, et al. Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology.* 1 nov 2005;4(11):705-11.
33. Laurin D, Verreault R, Lindsay J, MacPherson K, Rockwood K. Physical Activity and Risk of Cognitive Impairment and Dementia in Elderly Persons. *Arch Neurol.* 1 mars 2001;58(3):498-504.
34. Blondell SJ, Hammersley-Mather R, Veerman JL. Does physical activity prevent cognitive decline and dementia?: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *BMC Public Health.* 27 mai 2014;14(1):510.
35. Pereira AC, Huddleston DE, Brickman AM, Sosunov AA, Hen R, McKhann GM, et al. An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Proc Natl Acad Sci USA.* 27 mars 2007;104(13):5638-43.
36. van Praag H, Christie BR, Sejnowski TJ, Gage FH. Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proc Natl Acad Sci USA.* 9 nov 1999;96(23):13427-31.
37. McMorris T, Collard K, Corbett J, Dicks M, Swain JP. A test of the catecholamines hypothesis for an acute exercise-cognition interaction. *Pharmacol Biochem Behav.* mars 2008;89(1):106-15.
38. Coelho FG de M, Vital TM, Stein AM, Arantes FJ, Rueda AV, Camarini R, et al. Acute aerobic exercise increases brain-derived neurotrophic factor levels in elderly with Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis.* 2014;39(2):401-8.
39. Schinder AF, Poo M. The neurotrophin hypothesis for synaptic plasticity. *Trends Neurosci.* déc 2000;23(12):639-45.
40. Stanton R, Reaburn P. Exercise and the treatment of depression: a review of the exercise program variables. *J Sci Med Sport.* mars 2014;17(2):177-82.
41. Kubesch S, Bretschneider V, Freudenmann R, Weidenhammer N, Lehmann M, Spitzer M, et al. Aerobic endurance exercise improves executive functions in depressed patients. *J Clin Psychiatry.* sept 2003;64(9):1005-12.

42. Cumming TB, Tyedin K, Churilov L, Morris ME, Bernhardt J. The effect of physical activity on cognitive function after stroke: a systematic review. *International Psychogeriatrics*. avr 2012;24(04):557-67.
43. Constans A, Pin-barre C, Temprado J-J, Decherchi P, Laurin J. Influence of Aerobic Training and Combinations of Interventions on Cognition and Neuroplasticity after Stroke. *Front Aging Neurosci* [Internet]. 30 juin 2016 [cité 12 mai 2018];8. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4928497/>
44. Vanderbeken I, Kerckhofs E. A systematic review of the effect of physical exercise on cognition in stroke and traumatic brain injury patients. *NeuroRehabilitation*. 1 janv 2017;40(1):33-48.
45. Devine JM, Zafonte RD. Physical exercise and cognitive recovery in acquired brain injury: a review of the literature. *PM R*. juin 2009;1(6):560-75.
46. Oberlin LE, Waiwood AM, Cumming TB, Marsland AL, Bernhardt J, Erickson KI. Effects of Physical Activity on Poststroke Cognitive Function: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Stroke*. 1 nov 2017;48(11):3093-100.
47. Verhagen AP, de Vet HC, de Bie RA, Kessels AG, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol*. déc 1998;51(12):1235-41.
48. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health*. juin 1998;52(6):377-84.
49. Luckmann R. Evidence-Based Medicine: How to Practice and Teach EBM, 2nd Edition: By David L. Sackett, Sharon E. Straus, W. Scott Richardson, William Rosenberg, and R. Brian Haynes, Churchill Livingstone, 2000. *J Intensive Care Med*. 1 mai 2001;16(3):155-6.
50. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. juill 2011;43(7):1334-59.
51. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 21 juill 2009;6(7):e1000097.
52. Quaney BM, Boyd LA, McDowd JM, Zahner LH, He J, Mayo MS, et al. Aerobic Exercise Improves Cognition and Motor Function Poststroke. *Neurorehabil Neural Repair*. nov 2009;23(9):879-85.
53. El-Tamawy Mohamed, Foad A-A, M AS, H DM, A KH. Aerobic exercises enhance cognitive functions and brain derived neurotrophic factor in ischemic stroke patients. *NeuroRehabilitation*. 2014;(1):209-213.
54. Pyöriä O, Talvitie U, Nyrkkö H, Kautiainen H, Pohjolainen T, Kasper V. The effect of two physiotherapy approaches on physical and cognitive functions and independent coping at home in stroke rehabilitation. A preliminary follow-up study. *Disabil Rehabil*. 30 mars 2007;29(6):503-11.

55. Schachten T, Jansen P. The effects of golf training in patients with stroke: a pilot study. *Int Psychogeriatr.* mai 2015;27(5):865-73.
56. Moore SA, Hallsworth K, Jakovljevic DG, Blamire AM, He J, Ford GA, et al. Effects of Community Exercise Therapy on Metabolic, Brain, Physical, and Cognitive Function Following Stroke: A Randomized Controlled Pilot Trial. *Neurorehabil Neural Repair.* août 2015;29(7):623-35.
57. Fernandez-Gonzalo R, Fernandez-Gonzalo S, Turon M, Prieto C, Tesch PA, García-Carreira M del C. Muscle, functional and cognitive adaptations after flywheel resistance training in stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 6 avr 2016 [cité 8 juin 2018];13. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4823904/>
58. Ploughman M, McCarthy J, Bossé M, Sullivan HJ, Corbett D. Does Treadmill Exercise Improve Performance of Cognitive or Upper-Extremity Tasks in People With Chronic Stroke? A Randomized Cross-Over Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 1 nov 2008;89(11):2041-7.
59. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. « Mini-mental state ». A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* nov 1975;12(3):189-98.
60. Liu-Ambrose T, Eng JJ. Exercise Training and Recreational Activities to Promote Executive Functions in Chronic Stroke: A Proof-of-Concept Study. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* janv 2015;24(1):130-7.
61. Tang A, Eng JJ, Krassioukov AV, Tsang TSM, Liu-Ambrose T. High- and low-intensity exercise do not improve cognitive function after stroke: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med.* 11 nov 2016;48(10):841-6.
62. Kaya Y, Aki OE, Can UA, Derle E, Kibaroglu S, Barak A. Validation of Montreal Cognitive Assessment and Discriminant Power of Montreal Cognitive Assessment Subtests in Patients With Mild Cognitive Impairment and Alzheimer Dementia in Turkish Population. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* juin 2014;27(2):103-9.
63. Nilsson L, Carlsson J, Danielsson A, Fugl-Meyer A, Hellström K, Kristensen L, et al. Walking training of patients with hemiparesis at an early stage after stroke: a comparison of walking training on a treadmill with body weight support and walking training on the ground. *Clin Rehabil.* oct 2001;15(5):515-27.
64. Immink MA, Hillier S, Petkov J. Randomized controlled trial of yoga for chronic poststroke hemiparesis: motor function, mental health, and quality of life outcomes. *Top Stroke Rehabil.* juin 2014;21(3):256-71.
65. Eng JJ. Fitness and Mobility Exercise (FAME) Program for stroke. *Top Geriatr Rehabil.* 2010;26(4):310-23.
66. Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, Eng JJ, Franklin BA, Johnson CM, et al. Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 1 août 2014;45(8):2532-53.
67. Saunders DH, Sanderson M, Hayes S, Kilrane M, Greig CA, Brazzelli M, et al. Physical fitness training for stroke patients. In: *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. John Wiley

& Sons, Ltd; 2016 [cité 13 mars 2018]. Disponible sur:
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD003316.pub6/abstract>

68. Éducation thérapeutique du patient modèles, pratiques et évaluation. Saint-Denis: INPES; 2010.
69. Potempa K, Lopez M, Braun LT, Szidon JP, Fogg L, Tincknell T. Physiological outcomes of aerobic exercise training in hemiparetic stroke patients. *Stroke*. janv 1995;26(1):101-5.
70. Bois-Gibert C, Verdier J, Bligny C, Harvey CW, Bizet C. Référentiel des bonnes pratiques de la réadaptation cardiaque de l'adulte en 2011. :64.
71. Pescatello LS, Arena R, Riebe D, Thompson PD, American College of Sports Medicine, Lippincott Williams & Wilkins. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
72. Gordon NF, Gulanick M, Costa F, Fletcher G, Franklin BA, Roth EJ, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council. *Circulation*. 27 avr 2004;109(16):2031-41.
73. Fletcher BJ, Dunbar SB, Felner JM, Jensen BE, Almon L, Cotsonis G, et al. Exercise testing and training in physically disabled men with clinical evidence of coronary artery disease. *Am J Cardiol*. 15 janv 1994;73(2):170-4.
74. Tang A, Sibley KM, Thomas SG, McIlroy WE, Brooks D. Maximal exercise test results in subacute stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. août 2006;87(8):1100-5.
75. Pendlebury ST, Cuthbertson FC, Welch SJV, Mehta Z, Rothwell PM. Underestimation of cognitive impairment by Mini-Mental State Examination versus the Montreal Cognitive Assessment in patients with transient ischemic attack and stroke: a population-based study. *Stroke*. juin 2010;41(6):1290-3.
76. Nys GMS, van Zandvoort MJE, de Kort PLM, Jansen BPW, Kappelle LJ, de Haan EHF. Restrictions of the Mini-Mental State Examination in acute stroke. *Archives of Clinical Neuropsychology*. 1 juill 2005;20(5):623-9.
77. Carin-Levy G, Kendall M, Young A, Mead G. The psychosocial effects of exercise and relaxation classes for persons surviving a stroke. *Can J Occup Ther*. avr 2009;76(2):73-80.
78. Flöel A, Werner C, Grittner U, Hesse S, Jöbges M, Knauss J, et al. Physical fitness training in Subacute Stroke (PHYS-STROKE) - study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 3 févr 2014;15:45.

7. ANNEXES

7.1. Annexe 1: The modified PEDro Scale

The modified-PEDro Scale

Il s'agit d'une échelle évaluant la qualité méthodologique des essais contrôlés randomisés.

Elle comprend 11 items à questions fermées (présent = 1, absent = 0) avec un score maximal de 10 points (le 1er item n'étant pas comptabilisé).

L'item 1 est relatif à la validité externe, les items 2 à 9 évaluent la validité interne et les items 10 et 11 correspondent à la qualité des informations statistiques.

La qualité d'une étude est déterminée en fonction du score obtenu: "bonne" lorsque le score est compris entre 6 et 10, "moyenne" si compris entre 4 et 5, "faible" si inférieur ou égal à 3.

	Tang 2016	Liu- Ambrose 2015	Moore 2015	Nilson 2001	Quaney 2009	Fernandez-Ploughma Gonzalo 2016	Immink n 2008	2014
Eligibility criteria were specified	1	1	1	1	1	1	1	1
Subjects were randomly allocated to groups (in a crossover study, subjects were randomly allocated an order in which treatments were received)	1	1	1	1	1	1	1	1
Allocation was concealed	1	1	1	1	1	1	1	1
The groups were similar at baseline regarding the most important prognostic indicators	1	1	1	1	0	1	1	1
There was blinding of all subjects	0	0	0	0	0	0	0	0
There was blinding of all therapists who administered the therapy	0	0	0	0	0	0	0	0
There was blinding of all assessors who measured at least one key outcome	1	1	1	1	1	1	0	1
Measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated to groups	1	1	1	0	1	1	1	1
All subjects for whom outcome measures were available received the treatment or control condition as allocated or, where this was not the case, data for at least one key outcome was analysed by "intention to treat"	1	1	1	1	1	1	1	1
The results of between-group statistical comparisons are reported for at least one key outcome	1	1	1	1	1	1	1	1
The study provides both point measures and measures of variability for at least one key outcome	1	1	1	0	1	1	0	0
Total	8	8	8	6	7	8	6	7

7.2. Annexe 2: The modified Downs and Black Scale

The Modified Downs and Black Scale

Il s'agit d'une échelle validée évaluant la qualité méthodologique des essais contrôlés randomisés ou non.

Elle comprend 27 items à questions fermées avec un score maximal de 28 points.

Les items 1 à 10 sont relatifs à la qualité de l'étude, les items 11 à 13 évaluent la validité externe, les items 14 à 20 correspondent aux biais de l'étude, les items 21 à 26 recherchent spécifiquement les biais de confusion et l'item 27 est relatif à la puissance de l'étude.

La qualité d'une étude est déterminée en fonction du score obtenu: "excellente" lorsque le score est compris entre 26 et 28, "bonne" si compris entre 20 et 25, "moyenne" si compris entre 15 et 19, "faible" si inférieur ou égal à 14.

	El-Tamawy 2014	Pyörä 2007	Schachten 2015
Is the hypothesis/aim/objective of the study clearly described? Yes = 1 No = 0	1	1	1
Are the main outcomes to be measured clearly described in the Introduction or Methods section? If the main outcomes are first mentioned in the Results section, the question should be answered no. Yes = 1 No = 0	1	1	1
Are the characteristics of the patients included in the study clearly described? In cohort studies and trials, inclusion and/or exclusion criteria should be given. In case-control studies, a case-definition and the source for controls should be given. Yes = 1 No = 0	1	1	0
Are the interventions of interest clearly described? Treatments and placebo (where relevant) that are to be compared should be clearly described. Yes = 1 No = 0	1	1	1
Are the distributions of principal confounders in each group of subjects to be compared clearly described? A list of principal confounders is provided. Yes = 2 Partially = 1 No = 0	2	1	0
Are the main findings of the study clearly described? Simple outcome data (including denominators and numerators) should be reported for all major findings so that the reader can check the major analyses and conclusions. (This question does not cover statistical tests which are considered below). Yes = 1 No = 0	1	1	0
Does the study provide estimates of the random variability in the data for the main outcomes? In non-normally distributed data the interquartile range of results should be reported. In normally distributed data the standard error, standard deviation or confidence intervals should be reported. If the distribution of the data is not described, it must be assumed that the estimates used were appropriate and the question should be answered yes. Yes = 1 No = 0	1	1	1
Have all important adverse events that may be a consequence of the intervention been reported? This should be answered yes if the study demonstrates that there was a comprehensive attempt to measure adverse events. (A list of possible adverse events is provided). Yes = 1 No = 0	0	0	0
Have the characteristics of patients lost to follow-up been described? This should be answered yes where there were no losses to follow-up or where losses to follow-up were so small that findings would be unaffected by their inclusion. This should be answered no where a study does not report the number of patients lost to follow-up. Yes = 1 No = 0	1	1	1
Have actual probability values been reported (e.g. 0.035 rather than <0.05) for the main outcomes except where the probability value is less than 0.001? Yes = 1 No = 0	0	1	0

Were the subjects asked to participate in the study representative of the entire population from which they were recruited? The study must identify the source population for patients and describe how the patients were selected. Patients would be representative if they comprised the entire source population, an unselected sample of consecutive patients, or a random sample. Random sampling is only feasible where a list of all members of the relevant population exists. Where a study does not report the proportion of the source population from which the patients are derived, the question should be answered as unable to determine. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	0	1	0
Were those subjects who were prepared to participate representative of the entire population from which they were recruited? The proportion of those asked who agreed should be stated. Validation that the sample was representative would include demonstrating that the distribution of the main confounding factors was the same in the study sample and the source population. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	0	0	0
Were the staff, places, and facilities where the patients were treated, representative of the treatment the majority of patients receive? For the question to be answered yes the study should demonstrate that the intervention was representative of that in use in the source population. The question should be answered no if, for example, the intervention was undertaken in a specialist centre unrepresentative of the hospitals most of the source population would attend. Yes=1 No=0 Unable to determine = 0	1	1	1
Was an attempt made to blind study subjects to the intervention they have received? For studies where the patients would have no way of knowing which intervention they received, this should be answered yes. Yes= 1 No= 0 Unable to determine = 0	0	0	0
Was an attempt made to blind those measuring the main outcomes of the intervention? Yes= 1 No= 0 Unable to determine = 0	0	0	0
If any of the results of the study were based on "data dredging", was this made clear? Any analyses that had not been planned at the outset of the study should be clearly indicated. If no retrospective unplanned subgroup analyses were reported, then answer yes. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	1	1	1
In trials and cohort studies, do the analyses adjust for different lengths of follow-up of patients, or in case-control studies, is the time period between the intervention and outcome the same for cases and controls? Where follow-up was the same for all study patients the answer should be yes. If different lengths of follow-up were adjusted for by, for example, survival analysis the answer should be yes. Studies where differences in follow-up are ignored should be answered no. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	1	0	1
Were the statistical tests used to assess the main outcomes appropriate? The statistical techniques used must be appropriate to the data. For example nonparametric methods should be used for small sample sizes. Where little statistical analysis has been undertaken but where there is no evidence of bias, the question should be answered yes. If the distribution of the data (normal or not) is not described it must be assumed that the estimates used were appropriate and the question should be answered yes. Yes= 1 No= 0 Unable to determine = 0	1	1	1
Was compliance with the intervention/s reliable? Where there was noncompliance with the allocated treatment or where there was contamination of one group, the question should be answered no. For studies where the effect of any misclassification was likely to bias any association to the null, the question should be answered yes. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	1	1	1
Were the main outcome measures used accurate (valid and reliable)? For studies where the outcome measures are clearly described, the question should be answered yes. For studies which refer to other work or that demonstrates the outcome measures are accurate, the question should be answered as yes. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	1	1	1

Were the patients in different intervention groups (trials and cohort studies) or were the cases and controls (case-control studies) recruited from the same population? For example, patients for all comparison groups should be selected from the same hospital. The question should be answered unable to determine for cohort and case-control studies where there is no information concerning the source of patients included in the study. Yes = 1 No = 0	0	1	1
Were study subjects in different intervention groups (trials and cohort studies) or were the cases and controls (case-control studies) recruited over the same period of time? For a study which does not specify the time period over which patients were recruited, the question should be answered as unable to determine. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	0	1	0
Were study subjects randomized to intervention groups? Studies which state that subjects were randomized should be answered yes except where method of randomization would not ensure random allocation. For example alternate allocation would score no because it is predictable. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	0	0	0
Was the randomized intervention assignment concealed from both patients and health care staff until recruitment was complete and irrevocable? All nonrandomized studies should be answered no. If assignment was concealed from patients but not from staff, it should be answered no. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	0	0	0
Was there adequate adjustment for confounding in the analyses from which the main findings were drawn? This question should be answered no for trials if: the main conclusions of the study were based on analyses of treatment rather than intention to treat; the distribution of known confounders in the different treatment groups was not described; or the distribution of known confounders differed between the treatment groups but was not taken into account in the analyses. In non-randomized studies if the effect of the main confounders was not investigated or confounding was demonstrated but no adjustment was made in the final analyses the question should be answered as no. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	0	0	0
Were losses of patients to follow-up taken into account? If the numbers of patients lost to follow-up are not reported, the question should be answered as unable to determine. If the proportion lost to follow-up was too small to affect the main findings, the question should be answered yes. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	1	1	1
Did the study have sufficient power to detect a clinically important effect where the probability value for a difference being due to chance is less than 5%? Sample sizes have been calculated to detect a difference of x% and y%. Yes = 1 No = 0 Unable to determine = 0	0	0	0
TOTAL (/28)	16	18	13

7.3. Annexe 3: The Modified Sackett Scale

The Modified Sackett Scale

Il s'agit d'une échelle validée déterminant le niveau de preuve des études:

entre 1 (essai contrôlé randomisé de grande qualité, niveau de preuve élevé) et 5 (études observationnelles, séries de cas).

Level	Research Design	Description
1a	Randomized Controlled Trial (RCT)	More than 1 Higher RCT, PEDro score ≥ 6 . Includes within subjects comparison with randomized conditions and cross-over designs
1b	RCT	1 Higher Randomized Controlled Trial, PEDro score ≥ 6
	RCT	Lower RCT, PEDro score < 6
2	Prospective controlled trial	Prospective controlled trial (not randomized)
	Cohort	Prospective longitudinal study using at least 2 similar groups with one exposed to a particular condition
3	Case control	A retrospective study comparing conditions, including historical controls
	Pre-post	A prospective trial with a baseline measure, intervention, and a post-test using a single group of subjects
4	Post-test	A prospective post-test with two or more groups (intervention followed by post-test and no re-test or baseline measurement) using a single group of subjects
	Case series	A retrospective study usually collecting variables from a chart review
	Observational	Study using cross-sectional analysis to interpret relations
5	Clinical consensus	Expert opinion without explicit critical appraisal, or based on physiology, biomechanics or "first principles"
	Case report	Pre-post or case series involving one subject

7.4. Annexe 4: Classification des évaluations neuropsychologiques par domaines

Toutes ces évaluations neuropsychologiques sont validées.

Cognitive categories	Neuropsychological Assessments	Abbreviations
Global evaluation	Functional Independence Measure - cognitive	FIM-cog
	Stroke Impact Scale 3.0 - items mémoire	SIS-mém
	Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised	ACE-R
Executive Functions	Trail Making Test, Part B	TMT B
	Go/No-go	
	Verbal Fluency Test	FAS
	Semantic Fluency	
	Stroop Color and Word test	
	Wisconsin Card Sort Test	WCST
Attention/ Information Processing Speed	Serial Repetition Task Test (repeated, random)	SRTT
	Symbol Digit Substitution Test	
	Trail Making Test, Part A	TMT A
	Stroop Color and Word test	
	Continuous Performance Test	CPT
	Line Bisection Test	
	Paced Auditory Serial Addition Test	PASAT
Working Memory	Letter Cancellation Test	
	Verbal Digit Span Backward	
Short term memory	Spatial Span Backward	
	Verbal Digit Span Forward	
Memory (global)	Block Tapping Test	
	Wechsler Memory Scale	WMS-III
	Alzheimer's Disease Assessment Scale - Recall	ADAS-R
Language	Rey Auditory Verbal Learning Test	RAVLT
	Token test	
	Verbal Fluency Test	FAS
	Boston Naming Test	
Visuospatial function	Clock perception test	
	Mental rotation performance	MRT
	Greek cross test	
	Predictive grip force modulation	PGFM
	Alzheimer's Disease Assessment Scale - Constructional Praxis	ADAS-CP

RÉSUMÉ

Contexte : Les troubles cognitifs ont une prévalence élevée après la survenue d'un accident vasculaire cérébral (AVC). Ils sont pourvoyeurs de dépression, d'invalidité, d'altération de la qualité de vie et d'une mortalité accrue.

Objectif : Le but de cette revue systématique de la littérature est d'examiner l'effet de l'exercice physique sur les performances cognitives chez les victimes d'AVC.

Méthode : Les recherches documentaires ont été effectuées via les bases de données électroniques MEDLINE, Science Direct et Cochrane, de 1980 à avril 2018. Les études ont été sélectionnées à partir de critères d'inclusion préétablis.

Résultats : 11 essais randomisés, contrôlés ou non, répondaient aux critères d'inclusion, soit 393 patients. Les programmes d'entraînement étaient en aérobic (n = 5), en résistance (n = 1), mixtes (n = 3) ou basés sur du yoga (n = 1) ou du golf (n = 1). Les programmes étaient très hétérogènes (intensité, durée, fréquence et durée des séances, délai par rapport à l'AVC). Les évaluations neuropsychologiques étaient globales ou spécifiques à certains domaines cognitifs.

Conclusion : Les données indiquent que l'activité physique, notamment les programmes mixtes, peut majorer les performances cognitives chez les patients victimes d'AVC. Cependant, le faible nombre d'études et la grande hétérogénéité des protocoles et des évaluations neuropsychologiques limitent leur analyse. Il est nécessaire de poursuivre les recherches dans ce domaine.

Mots-clés : accident vasculaire cérébral ; déficiences cognitives ; activité physique ; rééducation.

RÉSUMÉ

Contexte : Les troubles cognitifs ont une prévalence élevée après la survenue d'un accident vasculaire cérébral (AVC). Ils sont pourvoyeurs de dépression, d'invalidité, d'altération de la qualité de vie et d'une mortalité accrue.

Objectif : Le but de cette revue systématique de la littérature est d'examiner l'effet de l'exercice physique sur les performances cognitives chez les victimes d'AVC.

Méthode : Les recherches documentaires ont été effectuées via les bases de données électroniques MEDLINE, Science Direct et Cochrane, de 1980 à avril 2018. Les études ont été sélectionnées à partir de critères d'inclusion préétablis.

Résultats : 11 essais randomisés, contrôlés ou non, répondaient aux critères d'inclusion, soit 393 patients. Les programmes d'entraînement étaient en aérobic (n = 5), en résistance (n = 1), mixtes (n = 3) ou basés sur du yoga (n = 1) ou du golf (n = 1). Les programmes étaient très hétérogènes (intensité, durée, fréquence et durée des séances, délai par rapport à l'AVC). Les évaluations neuropsychologiques étaient globales ou spécifiques à certains domaines cognitifs.

Conclusion : Les données indiquent que l'activité physique, notamment les programmes mixtes, peut majorer les performances cognitives chez les patients victimes d'AVC. Cependant, le faible nombre d'études et la grande hétérogénéité des protocoles et des évaluations neuropsychologiques limitent leur analyse. Il est nécessaire de poursuivre les recherches dans ce domaine.

Mots-clés : accident vasculaire cérébral ; déficiences cognitives ; activité physique ; rééducation.