



HAL
open science

Le yoga dans la rééducation des patients atteints de pathologies du système nerveux central et plus particulièrement d'accident vasculaire cérébral

Rita Lenoir Dit Caron

► To cite this version:

Rita Lenoir Dit Caron. Le yoga dans la rééducation des patients atteints de pathologies du système nerveux central et plus particulièrement d'accident vasculaire cérébral. Education. Normandie Université, 2023. Français. NNT : 2023NORMR120 . tel-04842239

HAL Id: tel-04842239

<https://theses.hal.science/tel-04842239v1>

Submitted on 17 Dec 2024

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.



Normandie Université



THÈSE

Pour obtenir le diplôme de doctorat

Spécialité **STAPS**

Préparée au sein de l'**Université de Rouen Normandie**

Le yoga dans la rééducation des patients atteints de pathologies du système nerveux central et plus particulièrement d'accident vasculaire cérébral

Présentée et soutenue par
RITA LENOIR DIT CARON

Thèse soutenue le 13/12/2023
devant le jury composé de :

MME CLAIRE TOURNY	Professeur des Universités - Université de Rouen Normandie	Directeur de thèse
M. JEREMY COQUART	Professeur des Universités - Université de Lille	Co-directeur de thèse
M. NICOLAS PINSAULT	Professeur des Universités - Université Grenoble Alpes	Président du jury
MME CELINE BONNYAUD	Professeur Associé - UNIVERSITE VERSAILLES ST QUENT	Rapporteur du jury
M. SERGE MESURE	Maître de Conférences HDR - Aix-Marseille université	Rapporteur du jury

Thèse dirigée par **CLAIRE TOURNY** (CENTRE D'ETUDES DES TRANSFORMATIONS DES ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES) et **JEREMY COQUART** (Université de Lille)



“Réussir à pratiquer le yoga requiert seulement de la bonne humeur, de la persévérance, du courage, une connaissance adéquate des techniques à employer, de la modération dans les habitudes quotidiennes et de la foi dans la pratique du yoga.”

B.K.S Iyengar



REMERCIEMENTS

C'est durant mes quatre années d'études de masso-kinésithérapie, aux instituts de formation La Musse, que j'ai eu le privilège d'être initiée aux vastes notions qui se cachent derrière les termes de « recherches scientifiques ». Aussi, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à cet apprentissage et à la construction de mon premier mémoire de recherche : Maxime GILLIAUX, Mathilde COLLET, Marie-Felix ADELE, Philippe MOLVAULT, Mathieu ROUZEE et bien d'autres.

Ensuite, c'est par le biais de mon master, à l'université de Rouen, que j'ai pu rencontrer de nouvelles sources d'inspiration ainsi qu'un soutien pour continuer à poursuivre mon apprentissage de la recherche. Je remercie donc tout particulièrement Jérémy COQUART et Claire TOURNY qui ont accepté d'encadrer mon travail de thèse au sein du centre d'études des transformations des activités physiques et sportives (CETAPS). Un grand merci à Jérémy pour sa confiance, sa disponibilité, son efficacité, et sa rigueur. Merci à Claire qui participe depuis longtemps et activement à l'universitarisation des masseur-kinésithérapeutes en permettant à nombre d'entre nous d'accéder au doctorat.

Je tiens à remercier les deux membres de mon comité de suivi de thèse, Timothé GILLOT et Olivier SIROST, qui ont su faire preuve d'une grande bienveillance et m'apporter leurs conseils éclairés durant nos différents échanges.

Cette thèse n'aurait également jamais vu le jour sans un soutien matériel et financier, or, j'ai eu l'immense honneur de bénéficier d'une allocation doctorale de la région Normandie : merci à l'ensemble du jury qui a cru en mon projet de thèse, j'espère qu'il est à la hauteur de leurs espérances. Je remercie également les établissements La Musse et tous les acteurs ayant rendu possible la réalisation de mes travaux de recherches : Catherine PALLADITCHEFF, Patricia LEFOL, Jérôme CAHU, Michèle GODIGNON, Maxime GILLIAUX, Marius LEBRET, Charlotte MENEZ et bien d'autres encore. Le laboratoire CETAPS aura également été d'un grand soutien, notamment pour le financement des corrections d'articles et des différents congrès auxquels j'ai eu la chance de présenter mes travaux. Enfin, une immense merci à l'association France AVC Normandie, représentée par Aude BAGAN-TRIQUENOT, Philippe et Véronique BARDEL, qui ont cru en mon projet et financé ma formation initiale de professeur de yoga, ainsi que l'assurance et le matériel nécessaire à la réalisation de mes recherches expérimentales.

De même, je remercie Julian VALLOIS DA CUNHA, Arthur THOUIN et Léa DURAND, trois étudiants en dernier cycle de formation de masso-kinésithérapie qui ont donné de leur temps et de leur énergie en tant qu'évaluateur dans mes recherches expérimentales. Ces différentes collaborations auront été riches d'enseignements, autant pour eux (je l'espère) que pour moi.

Je remercie tout autant Stéphane VERDUN et Laurene NORBERCIAK, de la cellule de méthodologie, biostatistiques, et data-management du groupement des hôpitaux de l'institut catholique de Lille. Ils ont grandement contribué à l'analyse statistique de mes résultats ainsi qu'à mon apprentissage de la méthodologie de recherche.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble des patients qui se sont portés volontaires pour participer à mes recherches, sans eux et leur envie d'aller de l'avant, rien de tout cela n'aurait été possible. L'expérience que j'ai acquise à leur contact m'est extrêmement précieuse, et j'espère de tout cœur avoir pu leur apporter, au moins un peu, ce qu'ils étaient venus chercher.

Je remercie grandement Serge MESURE, Céline BONNYAUD et Nicolas PINSAULT de m'avoir fait l'honneur de constituer le jury de cette thèse.

Merci à ma famille, et plus particulièrement mon conjoint, Arnaud CASTEX, qui m'a toujours soutenu et immensément encouragé dans la poursuite de mes études ainsi que dans l'accomplissement de ce doctorat. Merci à Rodolphe CABOTIAU, Valentin BEAUTIER, Christiane NURIT, Marcel LENOIR et Marine ANGLADE qui sont des piliers dans notre vie et qui contribue à la rendre plus belle. Merci à ma professeure de yoga et amie, Christelle LEVIEL, qui a considérablement enrichi mon apprentissage du yoga, et qui continue de le faire. Merci à Maxime DHAYER qui a grandement contribué à la réalisation de plusieurs vidéos en lien avec cette thèse, en plus d'être un ami fidèle. Merci à Maxime HOURY, mon seul et unique collègue doctorant au sein du centre de recherche clinique des établissements La Musse, il a donc été d'un soutien conséquent dans les moments de doutes. Merci à l'ensemble de l'équipe des instituts de formation La Musse qui m'ont hébergé dans leurs locaux et soutenu avec bienveillance durant la rédaction de ce manuscrit.

Enfin, je remercie chaleureusement mes relecteurs de dernières minutes : Marie MOURET, Guillaume PRIEUR et Guillaume SIEFEN pour leur regard critique sur le contenu, et Carole VANBESELAERE, Elisabeth COUX, Pauline LE BOULLUEC, Maxime HOURY, Deborah DHAYER, Aëlis COURSIER, Marine ANGLADE, Sandra DEVILLERS, Julien HEBERT et Pierre POMMIER sans qui cette thèse serait difficilement lisible !

LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

1. Publications

Lenoir Dit Caron R, Coquart J, Gilliaux M (2021). Effect of yoga on health-related quality of life in central nervous system disorders: A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 35(11), 1530-1543. DOI : 10.1177/02692155211018429

Lenoir Dit Caron R, Rouzée M, Coquart J, Gilliaux M (2022). Compliance with a personalised home exercise programme in chronic low back pain patients after a multidisciplinary programme: A pilot randomised controlled trial. *Front. Rehabil. Sci.* 3:1050157. DOI: 10.3389/fresc.2022.1050157

Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J (Sous presse). Yoga in the Rehabilitation of Post-Stroke Sequelae: A Non-Inferiority Randomized Controlled Trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*.

Lenoir Dit Caron R, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Durand L, Coquart J (Soumis). Feasibility and acceptability of tele-yoga for stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation*.

2. Communications orales

Lenoir Dit Caron R, Coquart J, Gilliaux M. L'intérêt du yoga dans la rééducation en neurologie. *Congrès International Francophone pour les Etudiants en Physiothérapie et Kinésithérapie*. 19 février 2022. Tours, France.

Lenoir Dit Caron R, Coquart J, Gilliaux M. Intérêt du yoga dans la rééducation des patients souffrant d'un accident vasculaire cérébral. *6^e Doctoriales du Centre d'Etudes des Transformations Physiques et Sportives*. 30 juin 2022. Université de Rouen Normandie, Mont Saint Aignan, France.

Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J. Intérêt du yoga dans la rééducation des séquelles chroniques post-AVC. *3^e éditions des Rencontres Nationales du Sport-Santé*. 10 septembre 2022. INSEP, Paris, France.

Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J. Le yoga dans la rééducation des séquelles motrices post-AVC : un essai randomisé contrôlé de non-infériorité. *27^e Journées de la Société Française Neuro-Vasculaire*. 17 novembre 2022. Palais des Congrès d'Issy-les-Moulineaux, Paris, France. **(Prix de la meilleure communication orale paramédicale)**

Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J. Kinésithérapie et activités physiques adaptées après un AVC. *Conférence multisite organisée par l'association France AVC Normandie dans le cadre de la journée mondiale de l'AVC*. 08 novembre 2022. IFMK La Musse, Saint-Sébastien-de-Morsent, France.

Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J. Intérêt du yoga dans la rééducation des séquelles chroniques post-AVC : un essai randomisé contrôlé. *9^e Journées Francophones de la Kinésithérapie par la Société Française de Physiothérapie*. 01 avril 2023. Couvent des Jacobins, Rennes, France. (Résumé publié en mars 2023 dans *Kinésithérapie, La revue*. 23(255), 64)

3. Communication par poster

Lenoir Dit Caron R, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J. Le télé-yoga dans la rééducation des séquelles chroniques post-AVC : une étude pilote randomisée contrôlée. *4^e éditions des Rencontres Nationales du Sport-Santé*. 09 septembre 2023. INSEP, Paris, France.

LISTE DES ABREVIATIONS

APA : Activité physique adaptée

ABC-S : *Activities-specific balance confidence scale - simplified* (i.e. Echelle simplifiée de confiance perçue en son équilibre)

AVC : Accident vasculaire cérébral

BBS : *Berg balance scale* (i.e. Echelle d'équilibre de Berg)

BDNF : *Brain-derived neurotrophic factor* (i.e. Facteur neurotrophique dérivé du cerveau)

BPCO : Bronchopneumopathie chronique obstructive

CETAPS : Centre d'études des transformations des activités physiques et sportives

CIF : Classification internationale du fonctionnement et du handicap

CMD : Changement minimum détectable

CONSORT : *Consolidated standards of reporting trials*

DMS : Différence moyenne standardisée

EAPA : Enseignant en activité physique adaptée

EBP : *Evidence-based practice* (i.e. Pratique basée sur les preuves)

ET : Écart-type

FAME : *Fitness and mobility exercise* (i.e. Exercice de fitness et de mobilité)

GRADE : *Grading of recommendations assessment, development and evaluation*

HDL : *High density lipoprotein*

IC95% : Intervalle de confiance à 95 %

IDB : Inventaire de dépression de Beck

IRM : Imagerie par résonance magnétique

ITT : Intention de traiter

LDL : *Low density lipoprotein*

MCID : *Minimum clinically important difference* (i.e. Différence minimale cliniquement pertinente)

MET : *Metabolic equivalent task* (i.e. Équivalent métabolique)

MSQOL-54 : *Multiple sclerosis quality of life 54 questionnaire*

MSIS-29v2 : *Multiple sclerosis impact scale- 29, version 2*

PDQUALIF : *Parkinson's disease quality of life questionnaire*

PDQ-8 : *Short-form 8-item parkinson's disease questionnaire*

PDQ-39 : *Parkinson's disease questionnaire*

PNF : *Proprioceptive neuromuscular facilitation* (i.e. Facilitation neuro-musculaire proprioceptive)

PP : Per-protocol

PRISMA : *Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses*

QDVLS : Qualité de vie liée à la santé

QoLAD : *Quality of life - alzheimer's disease*

Q1 - Q3 : Quartile 1 - Quartile 3

SF-36 : *Short form - 36 health survey*

SIS : *Stroke impact scale*

SNC : Système nerveux central

SSR : Soins de suite et réadaptation

SS-QOL : *Stroke specific quality of life scale*

STAI : *State-trait anxiety inventory* (i.e. Inventaire d'anxiété état-trait)

SWLS : *Satisfaction with life scale*

TDM6 : Test de marche de 6 minutes

TUG : *Timed up and go*

VFC : Variabilité de la fréquence cardiaque

WHOQOL-BREF : *World health organization quality of life instrument, short version*

5TSTS : *Five time sit to stand*

INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Vue latérale du cerveau humain montrant les lobes de l'hémisphère cérébral droit, d'après Pocock et al. (2019)	16
Figure 2 : Schéma des aires cérébrales, d'après Rostagno et al. (2021).....	17
Figure 3 : Schéma du système nerveux central en coupe sagittale, d'après Rostagno et al. (2021)	17
Figure 4 : Noyaux gris centraux, en coupe longitudinale et frontale du cerveau, d'après Rostagno et al. (2021)	18
Figure 5 : Organisation longitudinale de la moelle épinière (avec segments cervicaux, thoraciques, lombaires et sacrés en zone ombrée) ; vertèbres et nerfs spinaux et brève représentation des principales fonctions de la moelle épinière, d'après Bickenbach et al. (2014)	19
Figure 6 : Facteurs facilitant et inhibant la neuroplasticité, d'après Rostagno et al. (2021)	21
Figure 7 : Evolution des symptômes cliniques au cours du temps dans la maladie de Parkinson, d'après Kalia et Lang (2015)	28
Figure 8 : Circulation artérielle cérébrale et exemples de symptômes en fonction de l'artère atteinte durant l'AVC, d'après Boursin et al. (2018)	36
Figure 9 : Synthèse des conséquences de l'AVC sur les troubles de l'équilibre et le risque de chute, d'après Weerdesteyn et al. (2008).....	49
Figure 10 : Prescription d'APA chez un patient post-AVC, d'après la Haute autorité de santé (2018)...	58
Figure 11 : Synthèse des recommandations en matière d'exercice et d'activité physique pour les survivants d'un AVC, d'après Billinger et al. (2014)	61
Figure 12 : Krishnamacharya et ses élèves lors d'une démonstration publique, d'après Tardan-Masquelier et al. (2021)	234
Figure 13 : Posture de la chaise (A), du guerrier II (B) et de l'arbre (C)	71
Figure 14 : Posture du triangle (A1), du guerrier II (B1) et du guerrier III (C1) avec leurs adaptations possibles (A2, B2, C2)	72
Figure 15 : Exemple d'étirement statique actif dans la posture de pince avant, avec les muscles agonistes étirés (A) et les antagonistes contractés (B), d'après Long (2009)	73
Figure 16 : Exemple d'étirement statique passif dans la posture du demi-pont supporté sur brique, d'après Long (2009)	74
Figure 17 : Typologie des étirements et pourcentage de variation de l'amplitude articulaire, d'après Thomas et al. (2018).....	75
Figure 18 : Posture du tailleur allongé sur le dos, avec des supports pour faciliter l'ouverture de la cage thoracique durant les exercices de respirations (i.e. pranayamas).....	79
Figure 19 : Diagram de flux PRISMA.....	98
Figure 20 : Évaluation du risque de biais dans chaque domaine pour chaque étude.....	106
Figure 21 : Évaluation du risque de biais de chaque domaine, présenté en pourcentage sur l'ensemble des études incluses.....	107
Figure 22 : Eléments de construction d'une séance YOG'AVC.....	123
Figure 23 : Zone de non-infériorité et conclusion en faveur d'une non-infériorité ou non, d'après Elie et al. (2008)	128
Figure 24 : Diagramme de flux CONSORT.....	130
Figure 25 : Graphique illustrant la différence médiane entre les groupes et son IC95%, pour la BBS	134
Figure 26 : Organisation de la recherche télé-yoga dans le temps en fonction des groupes.....	145
Figure 27 : Diagramme de flux des participants de l'étude télé-yoga.....	149
Figure 28 : Evolution des variables physiques entre T0 et T1 pour chaque participant, par rapport au changement minimum détectable de l'échelle.....	157

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Echelle de déficience ASIA, d'après Ahuja et al. (2017)	26
Tableau 2 : Exemples de symptômes fréquents selon la latéralisation de l'AVC, d'après Boursin et al. (2018)	37
Tableau 3 : Stratégie de recherche dans chaque base de données.....	94
Tableau 4 : Niveau de preuve selon le système GRADE, d'après Guyatt et al. (2011)	97
Tableau 5 : Résumé des caractéristiques des essais contrôlés randomisés inclus	100
Tableau 6 : Résumé des résultats des essais randomisés contrôlés incluent dans l'analyse.....	108
Tableau 7 : Qualité des preuves.....	115
Tableau 8 : Marges de non-infériorité	128
Tableau 9 : Caractéristiques des participants et comparaison des évaluations initiales (population ITT)	131
Tableau 10 : Evolution des variables physiques en post-traitement (T1) et après 3 mois (T2), depuis le bilan initial (T0) (ITT et PP population).....	133
Tableau 11 : Evolution des variables psychologiques et de participation en post-traitement (T1) et à 3 mois (T2) depuis le bilan initial (ITT population)	135
Tableau 12 : Observance des participants (population ITT)	136
Tableau 13 : Changement minimum détectable des échelles évaluant les variables physiques	148
Tableau 14 : Caractéristiques démographiques et cliniques des participants à T0.....	150
Tableau 15 : Questionnaire de faisabilité et d'acceptabilité, et synthèse des réponses des participants	151
Tableau 16 : Évènements indésirables.....	156
Tableau 17 : Evolution des variables dans le temps pour chaque groupe, et comparaison de cette évolution entre les groupes.....	159

INDEX DES ANNEXES

Annexe 1 : Une brève histoire du yoga.....	229
Annexe 2 : Publication de l'étude 1 dans la revue Clinical Rehabilitation	239
Annexe 3 : PRISMA 2009 - Checklist.....	253
Annexe 4 : Publication de l'étude 2 dans le Journal of Alternative and Complementary Medicine ...	255
Annexe 5 : CONSORT 2010 - Checklist des informations à inclure dans le rapport d'un essai contrôlé randomisé.....	266
Annexe 6 : Avis favorable du comité de protection des personnes Sud Est V.....	269
Annexe 7 : Support de communication pour le recrutement de l'étude 2.....	271
Annexe 8 : Programme YOG'AVC	272
Annexe 9 : Supports vidéo pour les séances en autonomie des programmes YOG'AVC et FAME	310
Annexe 10 : Article issue de l'étude 3 actuellement soumis auprès de Topics in Stroke Rehabilitation	311
Annexe 11 : Poster présenté aux 4e éditions des Rencontres Nationales du Sport-Santé	336
Annexe 12 : CONSORT 2010 - Checklist des informations à inclure dans le rapport d'un essai pilote ou de faisabilité	337
Annexe 13 : Avis favorable du comité de protection des personnes Est III.....	340
Annexe 14 : Supports de communication pour le recrutement de l'étude 3.....	343

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	1
LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS	3
1. Publications	3
2. Communications orales	3
3. Communication par poster	4
LISTE DES ABREVIATIONS	5
INDEX DES FIGURES	7
INDEX DES TABLEAUX	8
INDEX DES ANNEXES	9
INTRODUCTION GENERALE	14
PARTIE 1 : REVUE DE LA LITTERATURE	16
1. Pathologies du système nerveux central	16
1.1. Anatomie et physiologie du système nerveux central	16
1.1.1. Echelle macroscopique	16
1.1.2. Echelle microscopique	19
1.2. Plasticité cérébrale	20
1.3. Principales pathologies	22
1.3.1. Tumoral	22
1.3.2. Traumatique	24
1.3.2.1. Traumatisme crânien	24
1.3.2.2. Traumatisme médullaire	25
1.3.3. Inflammatoire	26
1.3.4. Neurodégénératif	27
1.3.4.1. Maladie de Parkinson	28
1.3.4.2. Maladie d'Alzheimer	29
1.3.5. Vasculaire	30
1.4. Impact sur la qualité de vie liée à la santé	30
2. Accident vasculaire cérébral	32
2.1. Définition et mécanisme de survenue	32
2.2. Prise en charge en urgence	32
2.3. Prévenir les récurrences	33
2.4. Séquelles post-AVC	35
2.4.1. La variabilité des séquelles en fonction de l'atteinte	35
2.4.2. Les déficiences motrices	38
2.4.3. Les déficiences sensorielles	41
2.4.4. Les déficiences cognitives	42
2.4.5. Les déficiences psychologiques	42
2.4.6. Des déficiences du contrôle postural aux troubles de l'équilibre	44
2.4.6.1. Le contrôle postural	44
2.4.6.2. Les déficiences du contrôle postural	48
2.4.6.3. Des troubles de l'équilibre au risque de chute	49
2.4.7. Les troubles de la marche	50
2.4.8. Les restrictions de participation	52
2.4.9. La sédentarité	53

2.5.	Rééducation post-AVC	54
2.5.1.	De la phase aigüe à la phase chronique	54
2.5.2.	L'activité physique adaptée en phase chronique post-AVC	56
2.5.2.1.	Définitions	56
2.5.2.2.	Les recommandations de bonnes pratiques	58
2.5.2.3.	L'effet de l'APA sur les déficiences, les limitations d'activités et les restrictions de participation	61
2.5.2.3.1.	APA et force musculaire	62
2.5.2.3.2.	APA et déficiences psychologiques	63
2.5.2.3.3.	APA et troubles de l'équilibre	64
2.5.2.3.4.	APA et l'endurance à la marche	66
2.5.2.3.5.	APA et restrictions de participations	67
1.	Le yoga	69
1.1.	Définition du yoga moderne	69
1.1.1.	Les postures	70
1.1.1.1.	La pratique des postures	70
1.1.1.2.	Les bienfaits de la pratique posturale	73
1.1.2.	La respiration	78
1.1.2.1.	La pratique de la respiration	78
1.1.2.2.	Les bienfaits de la respiration	79
1.1.3.	La méditation	81
1.1.3.1.	La pratique de la méditation	81
1.1.3.2.	Les bienfaits de la méditation	82
1.2.	Les recherches sur le yoga et les séquelles post-AVC	82
1.2.1.	Le yoga dans les troubles de la motricité	83
1.2.2.	Le yoga dans les troubles cognitifs et somesthésiques	84
1.2.3.	Le yoga dans les troubles psychologiques	85
1.2.4.	Le yoga dans les troubles de l'équilibre	86
1.2.5.	Le yoga dans les troubles de la marche	88
1.2.6.	Le yoga et la qualité de vie liée à la santé	88
2.	Problématiques et hypothèses	90
PARTIE 2 : CONTRIBUTION PERSONNELLE.....		91
Étude 1 - Effet du yoga sur la qualité de vie liée à la santé dans les troubles du système nerveux central : une revue systématique		91
1.	Introduction	92
2.	Méthode	93
2.1.	Identification	93
2.2.	Sélection d'après les titres et les résumés	95
2.3.	Éligibilité d'après la lecture en texte entier	95
2.4.	Inclusion	95
2.5.	Analyse des résultats des études incluses	96
2.6.	Évaluation du risque de biais	96
2.7.	Évaluation de la qualité des preuves	97
2.8.	Financement	97
3.	Résultats	97
3.1.	Sélection des articles	97
3.2.	Les risques de biais	105
3.3.	Données concernant la qualité de vie liée à la santé	107
4.	Discussion	114

Étude 2 - Le yoga dans la rééducation des séquelles post-AVC : un essai contrôlé randomisé de non-infériorité	118
1. Introduction	119
2. Méthode	121
2.1. Design de l'étude	121
2.2. Recrutement	121
2.3. Interventions	122
2.4. Procédure d'évaluation	124
2.4.1. Équilibre	124
2.4.2. Mobilité fonctionnelle	125
2.4.3. Force musculaire	125
2.4.4. Anxiété	125
2.4.5. Dépression	126
2.4.6. Participation	126
2.4.7. Observance	126
2.5. Taille de l'échantillon	126
2.6. Randomisation	127
2.7. Analyses statistiques	127
2.8. Financement	129
3. Résultats	130
3.1. Participants	130
3.2. Évènements indésirables	132
3.3. Critères physiques	132
3.4. Critères psychologiques et participations	134
3.5. Observance	135
4. Discussion	136
Étude 3 – Le télé-yoga dans la rééducation des séquelles post-AVC : une étude pilote	141
1. Introduction	142
2. Méthode	144
2.1. Design de l'étude	144
2.2. Recrutement	144
2.3. Intervention	145
2.4. Évaluation	146
2.4.1. Faisabilité et acceptabilité du télé-yoga	146
2.4.2. Efficacité du programme de télé-yoga	146
2.5. Taille de l'échantillon	147
2.6. Randomisation	147
2.7. Analyse des données	147
2.8. Financement	148
3. Résultats	149
3.1. Participants	149
3.2. Données sur la faisabilité et l'acceptabilité du télé-yoga	151
3.2.1. Faisabilité technique	151
3.2.2. Faisabilité et acceptabilité des séances en visio-conférence	154
3.2.3. Faisabilité et acceptabilité des séances vidéo en autonomie	155
3.2.4. Observance des séances	155
3.2.5. Sécurité	155
3.3. Données préliminaires sur l'efficacité du télé-yoga	156
4. Discussion	160
PARTIE 3 : DISCUSSION GENERALE.....	164
1. Synthèse des résultats	164
1.1. Synthèse des résultats de l'étude 1	164

1.2.	Synthèse des résultats de l'étude 2	165
1.3.	Synthèse des résultats de l'étude 3	165
2.	Perspectives cliniques	166
2.1.	Choisir entre les programmes FAME et YOG'AVC	166
2.2.	Le yoga comme nouvelle approche thérapeutique	168
2.3.	Les bienfaits de la pratique supervisée en groupe	169
2.4.	Favoriser l'adhésion des patients	170
3.	Les limites de nos travaux et les perspectives de recherches	171
3.1.	Les difficultés de recrutement	171
3.2.	Les limites du programme YOG'AVC et les perspectives de recherches	172
3.3.	Les limites des outils de mesures utilisés et perspectives de recherches	175
Conclusion		177
Références		178
Annexes		229

Introduction générale

Les pathologies du système nerveux central (SNC) regroupent un ensemble d'affections pouvant être d'origines variées : tumorale (e.g. tumeur cérébrale), traumatique (e.g. traumatisme crânien), inflammatoire (e.g. sclérose en plaques), neurodégénérative (e.g. maladie de Parkinson), ou encore vasculaire (e.g. accident vasculaire cérébral - AVC) (Rostagno et al., 2021). Elles affectent le SNC, autrement dit, l'encéphale (i.e. cerveau, tronc cérébral, cervelet) et/ou la moelle épinière. Le SNC est un centre intégrateur, coordonnateur et régulateur des informations en lien avec la motricité, la perception, les émotions, la cognition etc. Ainsi, les lésions en lien avec ces fonctions sont à l'origine de déficiences physiques, psychologiques et cognitives pouvant lourdement impacter la qualité de vie liée à la santé (QDVL) des individus (Burks et al., 2021; Gil-González et al., 2020; Macartney et al., 2014; Stocchetti & Zanier, 2016; Zhao et al., 2020).

Certaines de ces maladies sont plus fréquentes que d'autres, mais dans l'ensemble elles représentent un véritable enjeu de santé publique. Par exemple, la sclérose en plaques est une des causes les plus fréquentes de handicap neurologique chez les jeunes adultes, et en particulier chez les femmes (Oh et al., 2018). Quant aux maladies neurodégénératives, les plus connues sont : la maladie d'Alzheimer qui touche plus d'un million de personnes en France et qui représente la première cause de démence ; la maladie de Parkinson pour qui plus de 160 000 personnes sont traitées. Ces dernières sont une cause majeure d'invalidité, de dépendance, d'institutionnalisation et d'hospitalisation (Santé Publique France, 2023). En outre, l'AVC se classe comme la seconde cause de mortalité dans le monde, ainsi qu'une des causes majeures de handicap (Katan & Luft, 2018). Le rapport des enquêtes Handicap-santé de 2008-2009 menées auprès de personnes ayant subi un AVC en France, a permis de mettre en avant l'importante prévalence des séquelles motrices, des troubles de l'équilibre et de la marche notamment (De Peretti et al., 2012).

Les interventions mises en place pour améliorer la santé de ces patients doivent tendre à diminuer l'impact des symptômes de la maladie sur leur vie quotidienne. Au vu des multiples symptômes qui peuvent affecter ces patients, il est nécessaire de mettre en place une prise en soin globale. Or, cette perception de l'individu comme un ensemble se retrouve notamment dans les pratiques somatiques (i.e. *Mind-body therapy* en anglais) telles que le tai-chi, la méthode Pilates ou encore le yoga. Ce sont des pratiques orientées sur le lien existant entre le corps et l'esprit, sur leurs interactions réciproques. Selon une étude américaine, le recours à ce type d'activité est en forte augmentation dans la population et c'est le yoga qui serait le plus fréquemment pratiqué (Clarke et al., 2015).

Le yoga fait partie de la culture indienne depuis des millénaires et il s'est progressivement répandu dans le monde entier durant ces dernières décennies. Cette expansion a donné lieu à une multitude de

pratique relativement variées (e.g. Ashantaga Vinyasa Yoga, Yin Yoga, Yoga Iyengar etc.). Cependant sa version moderne comprend généralement trois éléments principaux que sont les *asanas* (i.e. postures physiques), le *pranayama* (i.e. contrôle du souffle) et la méditation (Norris, 2015; Tardan-Masquelier, 2021; Worle & Pfeiff, 2010). Ses vertus thérapeutiques sont de plus en plus étudiées par la communauté scientifique (Jeter, Slutsky, et al., 2015). En effet, son approche globale de l'individu par un travail du corps, mais aussi du mental, fait écho aux notions en lien avec l'approche bio-psycho-sociale de l'individu dans le cadre des soins.

Des programmes de yoga thérapeutique ont vu le jour pour des désordres psychologiques comme le stress, l'anxiété, la dépression (Cramer, Lauche, Langhorst, et al., 2013; Cramer et al., 2018), des troubles musculosquelettiques tels que la lombalgie (Cramer, Lauche, Haller, et al., 2013), des troubles cardio-vasculaires (Pascoe et al., 2017) et plus récemment pour des troubles du SNC. En effet, les troubles du SNC étant à l'origine d'une multitude de symptômes affectants les sphères physique, psychologique et sociale du patient, le yoga semble être un outil de rééducation ayant le potentiel d'améliorer ces différents symptômes. La revue systématique de Silveira et Smart (2019) s'est penché sur les bénéfices cognitifs, physiques et psychologiques du yoga chez les patients souffrant de lésions cérébrales acquises. Cependant, la qualité des preuves ne permettait pas de statuer en faveur de l'efficacité du yoga en raison d'importants risques de biais dans les études incluses (e.g. manque d'analyse inter-groupe ou manque d'homogénéité des protocoles de yoga). La méta-analyse de Veneri et al. (2018) s'est intéressée aux bénéfices du yoga chez les sujets atteints notamment d'AVC et de sclérose en plaques. Les auteurs concluaient qu'en l'état actuel des connaissances le yoga ne semblait ni plus efficace, ni moins efficace, que d'autre forme d'exercice physique. Néanmoins, la qualité des preuves étaient également limitées (Veneri et al., 2018). De même, une revue systématique Cochrane sur l'intérêt du yoga dans la rééducation des AVC, retrouve des niveaux de preuves très faibles et conclut que les informations actuelles sont insuffisantes pour confirmer ou réfuter l'efficacité du yoga dans la rééducation des AVC (Lawrence et al., 2017).

Ainsi, il existe un réel besoin de trouver des approches thérapeutiques globales pour améliorer la prise en soins rééducative des patients souffrants de troubles neurologiques centraux. Le yoga thérapeutique semble être une approche novatrice répondant aux problématiques physiques et psychologiques des individus. Toutefois, les recherches actuelles sur le sujet sont encore lacunaires. Aussi, l'objectif de cette thèse est d'étudier l'intérêt du yoga dans la rééducation des pathologies du SNC et plus particulièrement de l'AVC.

Partie 1 : Revue de la littérature

1. Pathologies du système nerveux central

L'objet de cette thèse étant de s'intéresser à la rééducation de patients souffrants d'atteintes du SNC, il semble important de rappeler brièvement certaines notions sur l'anatomie générale du système nerveux, la neurophysiologie, ainsi que les mécanismes de neuroplasticité cérébrale.

1.1. Anatomie et physiologie du système nerveux central

1.1.1. Echelle macroscopique

Le système nerveux est généralement divisé en deux parties : le SNC et le système nerveux périphérique (SNP). Le premier se compose des structures nerveuses (i.e. hémisphères cérébraux, structures sous corticales, tronc cérébral et cervelet) situées dans la boîte crânienne et de la moelle épinière dans le canal rachidien (Felten & Shetty, 2011). Le second regroupe l'ensemble des autres éléments nerveux, qui au contraire du SNC ne sont pas protégés par les os du crâne ou de la colonne, ni par la barrière hémato-encéphalique. Le SNC est ainsi nommé car il centralise les informations, afin de les intégrer et de les coordonner.

Les deux hémisphères cérébraux (droit et gauche) sont reliés par le corps calleux (Felten & Shetty, 2011; Pocock et al., 2019). Le regroupement de corps cellulaires de neurones qui en forment la couche externe est nommé « cortex ». Ce dernier présente des circonvolutions (ou gyrus) qui permettent d'en augmenter la surface sans en accroître le volume. Des sillons (ou scissures) permettent de délimiter différents lobes : frontal, pariétal, temporal et occipital (Pocock et al., 2019) (Figure 1).

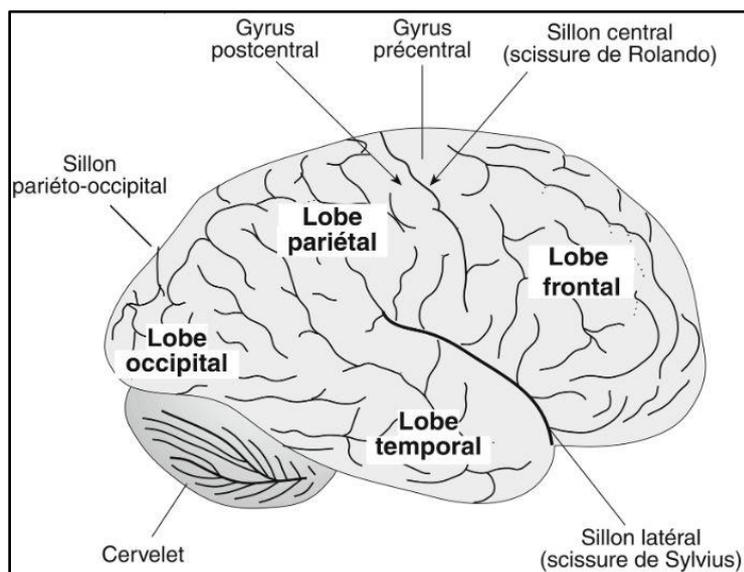
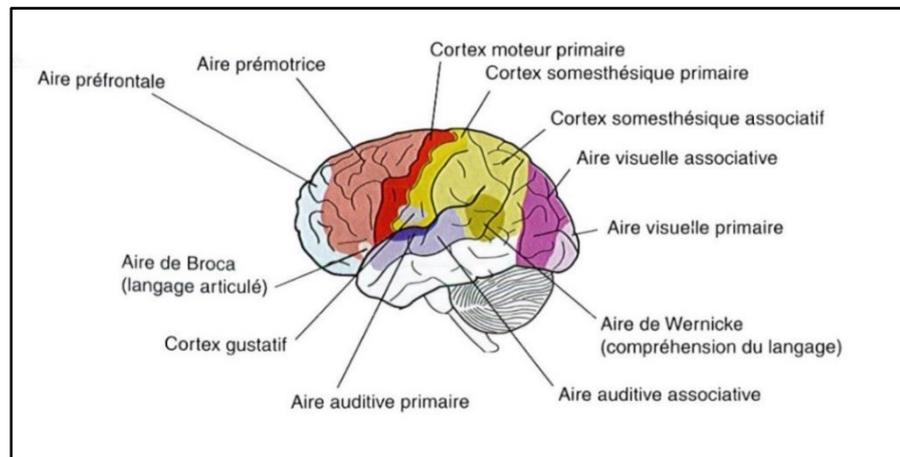


Figure 1 : Vue latérale du cerveau humain montrant les lobes de l'hémisphère cérébral droit, d'après Pocock et al. (2019)

Ces lobes peuvent également être divisés en zones à fonction particulières appelées « aires » (Figure 2). Par exemple, l'aire motrice primaire (également appelée cortex moteur primaire), située en arrière

de la scissure de Rolando, commande l'exécution du mouvement ; il existe également des aires qui contrôlent différents aspects du langage comme l'aire de Broca et l'aire de Wernicke (Pocock et al., 2019; Vibert et al., 2019). En effet, il a été remarqué qu'une lésion (e.g. suite à un AVC ou un traumatisme crânien) au niveau de l'aire de Broca entraîne des troubles dans l'expression du langage, alors qu'une lésion située dans l'aire de Wernicke impacte plutôt la compréhension (Vibert et al., 2019).

Figure 2 : Schéma des aires cérébrales, d'après Rostagno et al. (2021)



Plus en profondeur, vers le centre, se trouve les structures sous corticales qui comprennent notamment le thalamus, les noyaux sous-thalamiques, l'épithalamus, et l'hypothalamus (Figure 3). Le thalamus est un relai sensoriel majeur, et l'hypothalamus va contribuer à la régulation endocrinienne par son action sur l'hypophyse (Pocock et al., 2019; Vibert et al., 2019).

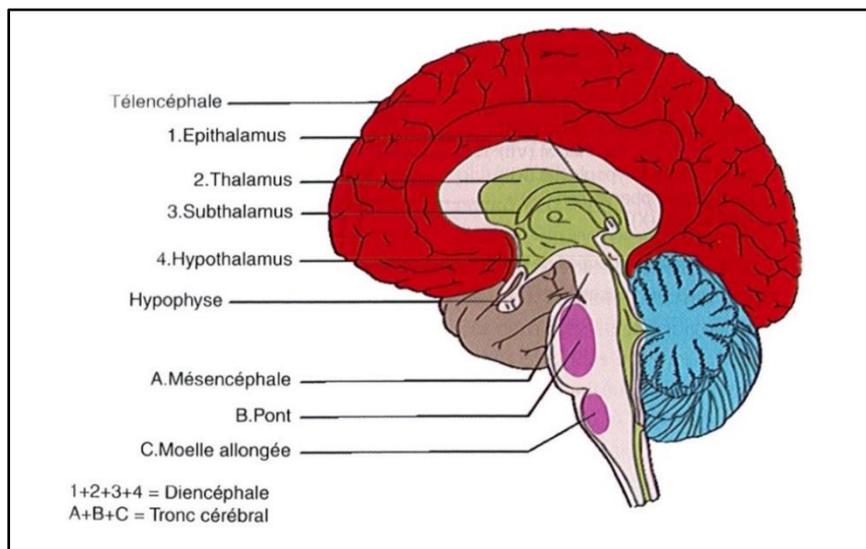


Figure 3 : Schéma du système nerveux central en coupe sagittale, d'après Rostagno et al. (2021)

Dans cette zone du cerveau, il est possible d'observer en coupe frontale (Figure 4) des noyaux gris centraux comme la substance noire (i.e. elle porte son nom en raison de sa pigmentation foncée) qui est constituée de neurones dopaminergiques qui participent à la coordination du mouvement (Pocock et al., 2019). Or ce sont préférentiellement ces neurones qui dégénèrent de façon massive dans la

maladie de Parkinson, expliquant pourquoi les premiers symptômes permettant le diagnostic sont souvent moteurs (Cambier et al., 2014; Kalia & Lang, 2015).

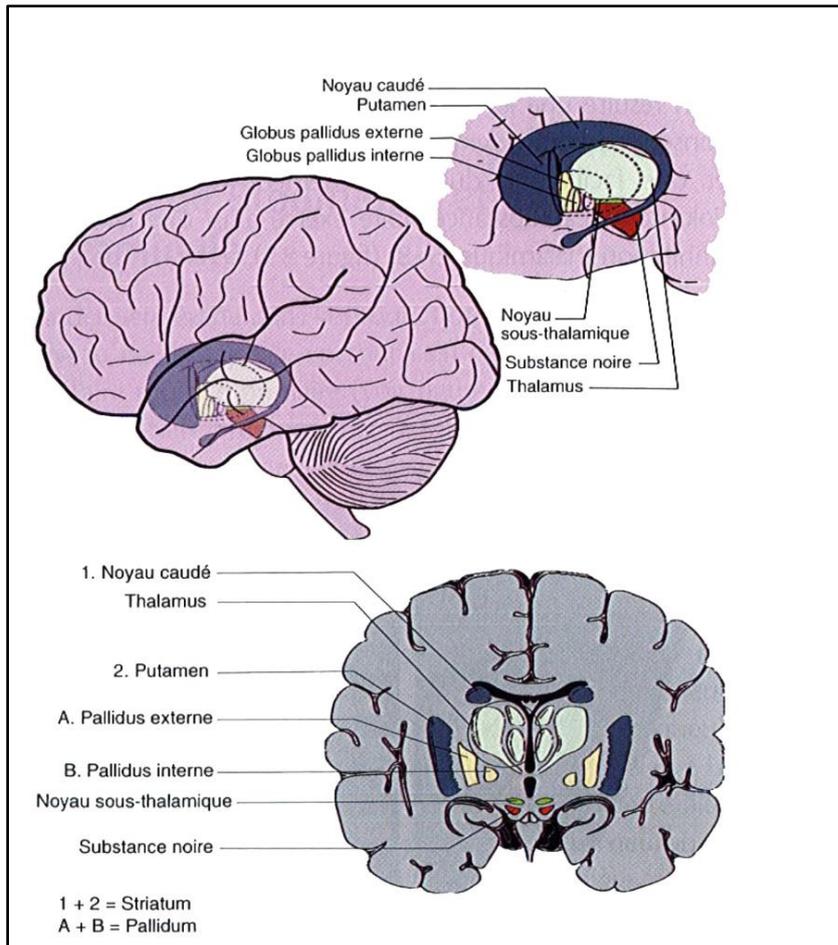


Figure 4 : Noyaux gris centraux, en coupe longitudinale et frontale du cerveau, d'après Rostagno et al. (2021)

Plus bas encore, se situe le tronc cérébral (Figure 3) qui est le centre de certaines activités autonomes comme le contrôle de la respiration ou du rythme cardiaque. Les noyaux des nerfs crâniens s'y trouvent, et c'est aussi un point de relai des voies sensibles et motrices (Vibert et al., 2019). C'est donc une structure très importante, qui en cas d'atteinte (e.g. lésion vasculaire ou tumorale) peut entraîner divers tableaux cliniques (e.g. troubles de la vision, de la déglutition, de la motricité etc.) dont certains mettant en jeu le pronostic vital (Cambier et al., 2014). En arrière du cerveau se trouve le cervelet, également divisé en lobes, impliqué dans le contrôle moteur et dans certaines fonctions cognitives (e.g. attention, langage, état émotionnel etc.). Ensuite, la moelle épinière (ou moelle spinale) représente la continuité du tronc cérébral dans le canal rachidien et se termine par le cône médullaire (Figure 5). La moelle est à la fois une structure relais entre l'encéphale et le SNP, ainsi qu'un réseau neuronal en capacité de contrôler certaines activités motrices, réflexes et végétatives (Bickenbach et al., 2014).

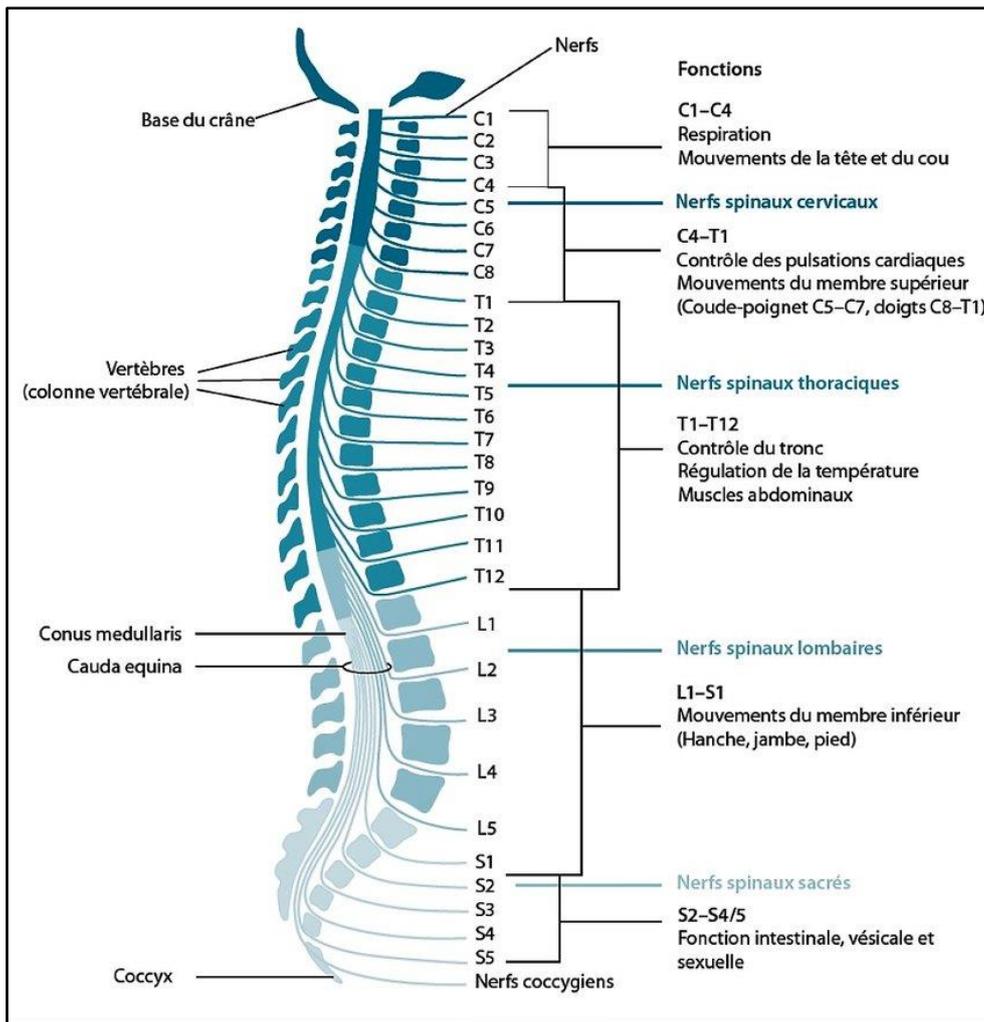


Figure 5 : Organisation longitudinale de la moelle épinière (avec segments cervicaux, thoraciques, lombaires et sacrés en zone ombrée) ; vertèbres et nerfs spinaux et brève représentation des principales fonctions de la moelle épinière, d'après Bickenbach et al. (2014)

1.1.2. Échelle microscopique

Pour comprendre comment l'information circule dans le système nerveux, il faut s'attarder sur les cellules qui le composent. Le tissu nerveux comprend deux sortes de cellules : les neurones, des cellules nerveuses qui constituent l'unité fonctionnelle de base du système nerveux, et les cellules gliales qui forment l'environnement des neurones (Pocock et al., 2019; Vibert et al., 2019). En effet, les neurones sont un immense réseau de communication qui utilise deux méthodes de transmission de l'information, l'une électrique et l'autre chimique. L'influx nerveux est l'information transportée dans le neurone par un phénomène électrique appelé potentiel d'action et qui est lié à la dépolarisation de la membrane de la cellule nerveuse. Son intensité et sa fréquence permettent de coder le message, qui va circuler le long de la cellule nerveuse. Ensuite, c'est par le biais de messagers chimiques, les neurotransmetteurs, que l'information se transmet entre les neurones, ou entre un neurone et une autre cellule. Ces zones d'échanges d'informations sont appelées des synapses, et c'est dans l'espace

entre les cellules (i.e. fente synaptique) que sont libérés ces neurotransmetteurs qui peuvent avoir une action excitatrice ou inhibitrice en se fixant sur des récepteurs situés sur la membrane de la cellule en aval (Pocock et al., 2019; Vibert et al., 2019). Ces deux méthodes de communication permettent d'envoyer rapidement une information (i.e. de 1 à 120 m.s⁻¹ pour l'influx nerveux) qui peut être afférente, c'est-à-dire qui va vers un centre nerveux central, ou efférente, c'est-à-dire qui part d'un centre nerveux central. Quant aux cellules gliales (e.g. oligodendrocytes, astrocytes ou microglies), elles sont indispensables au bon fonctionnement neuronal et ont des fonctions très variées selon les cellules (e.g. soutien, nutrition ou protection). Les oligodendrocytes, par exemple, constituent autour des axones des neurones une gaine de myéline qui augmente la vitesse de propagation de l'influx nerveux, or la destruction de ces cellules (e.g. dans la sclérose en plaques) peut conduire à la dégénérescence du neurone (Dobson & Giovannoni, 2019). Les astrocytes, eux, soutiennent le SNC par leur structure, jouent un rôle dans leur nutrition et dans la gestion des neurotransmetteurs. Les microglies nettoient et protègent. De manière générale, ces cellules gliales ont également un rôle dans l'optimisation de nos capacités cérébrales par la sécrétion de facteurs de croissance neurotrophiques (e.g. brain-derived neurotrophic factor – BDNF) qui favorisent la croissance et la différenciation de nouveaux neurones et des synapses (Vibert et al., 2019). En effet, le système nerveux a la capacité de se modifier, de s'adapter, en fonction de son environnement. Ce phénomène est appelé « neuroplasticité », ou « plasticité cérébrale » (Kleim & Jones, 2008).

1.2. Plasticité cérébrale

La plasticité cérébrale est le processus par lequel le cerveau encode l'expérience et apprend de nouveaux comportements (Kleim & Jones, 2008). Elle joue également un rôle essentiel lorsque le cerveau est endommagé, pour réapprendre le comportement perdu en réponse à la rééducation (Kleim & Jones, 2008). Différents mécanismes participent à ce phénomène d'adaptation des réseaux de neurones. Tout d'abord, la neurogénèse, c'est-à-dire la capacité à produire de nouveaux neurones, mais qui est relativement limitée après la naissance et qui semble décroître avec l'âge (Bernal & Peterson, 2004; Isaev et al., 2019). Ensuite, la plasticité neuronale qui correspond au développement des neurones déjà présents (e.g. croissance ou réorganisation) mais aussi à la destruction de ceux qui sont inutilisés. Également, la plasticité synaptique qui permet aux synapses d'augmenter leurs nombres, leurs activités et de se réorganiser (Kleim & Jones, 2008). Enfin, l'action des cellules gliales participe largement à l'ensemble de ces phénomènes. Ainsi, il est essentiel de souligner que le manque d'utilisation d'une fonction conduit progressivement à sa dégradation. En effet, il semble que les circuits neuronaux qui ne sont pas activement engagés dans l'exécution d'une tâche pendant une période prolongée ont tendance à se dégrader (Kleim & Jones, 2008). L'expérience de Hubel et Wiesel (1965) sur la privation sensorielle visuelle en est une illustration : ils ont constaté qu'après avoir obstrué

la vue d'un chaton, le nombre de neurones impliqués dans le cortex visuel diminuait. D'autres travaux semblent montrer que les neurones qui ne sont pas utilisés sont, au moins en partie, réutilisés pour de nouvelles modalités (Kleim & Jones, 2008). Par exemple, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) fonctionnelle chez des sujets aveugles met en évidence une activation des aires corticales visuelles lors de tâches tactiles telles que la lecture en braille (Sadato et al., 1996). D'autres expériences se sont penchées sur la croissance de ces réseaux de neurones lorsqu'une tâche est répétée (Kleim & Jones, 2008). Nudo et al. (1996) ont ainsi montré que des singes entraînés à effectuer des mouvements digitaux fins (i.e. en récupérant de petites boulettes de nourriture dans un puit) présentaient une augmentation des zones de représentation digitale dans le cortex moteur primaire. Ces expériences soulignent également que la spécificité de la tâche a son importance. En effet, Perez et al. (2004) ont observé une excitabilité corticospinale accrue chez des humains pratiquants des mouvements précis de la cheville, ce qui n'était pas le cas des participants entraînés à répéter des mouvements non spécifiques de la cheville ou des mouvements induits passivement. Le nombre de répétitions a également son importance. Des expériences faites sur des rats ont montré, sur une tâche spécifique, que 60 répétitions par jour n'entraînaient pas de modifications du nombre de synapses dans le cortex moteur comparé à 400 répétitions par jour (Kleim & Jones, 2008). Ainsi, il semblerait que la plasticité cérébrale s'effectue, pour les tâches motrices, lors de la répétition régulière d'une tâche spécifique. En outre, de nombreux autres facteurs peuvent faciliter ou inhiber la neuroplasticité (Figure 6).

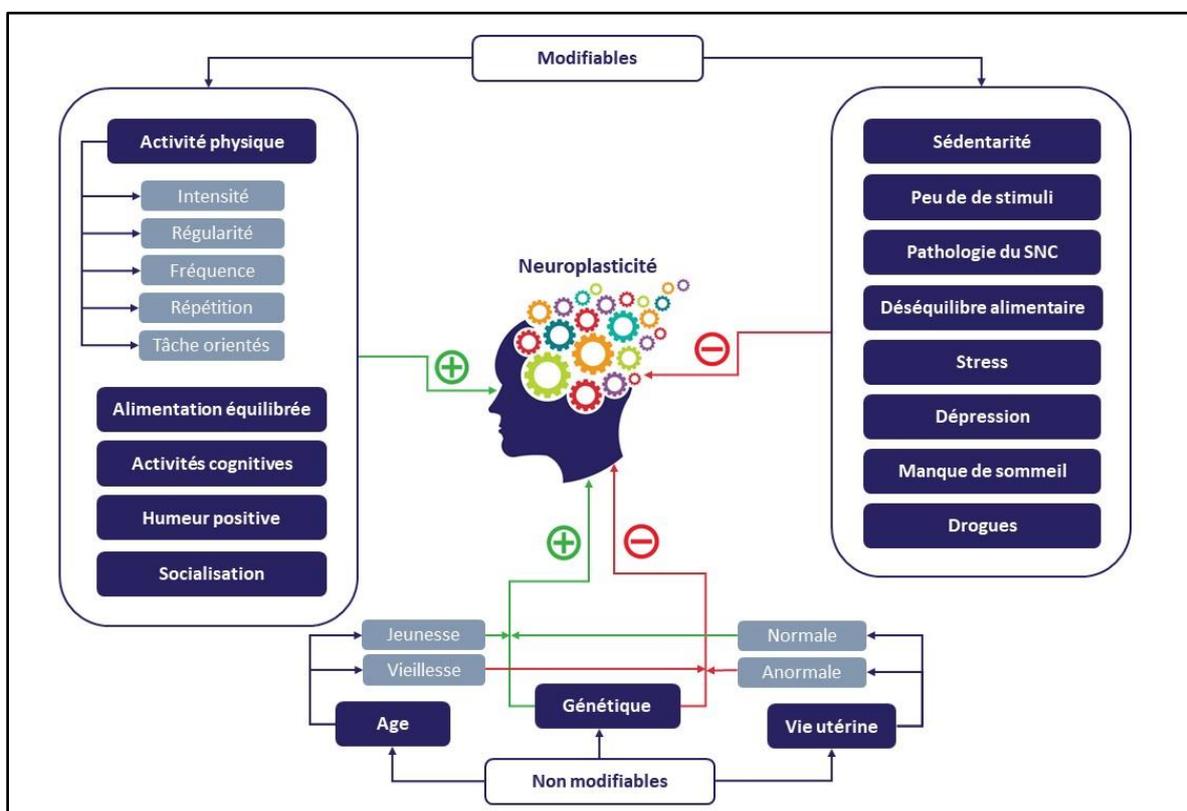


Figure 6 : Facteurs facilitant et inhibant la neuroplasticité, d'après Rostagno et al. (2021)

L'activité physique fait partie des principaux facteurs facilitant la neuroplasticité, elle permettrait par exemple d'augmenter la sécrétion de facteurs neurotrophiques tel que la BDNF (Phillips, 2017; Szuhany et al., 2015). L'alimentation pourrait également jouer un rôle puisqu'elle influe sur l'architecture et le fonctionnement du cerveau (Phillips, 2017). Par exemple, il semblerait que l'ingestion de polyphénols ait une action neuroprotectrice et favorise l'expression des gènes qui encodent les facteurs neurotrophiques (Phillips, 2017; Vauzour et al., 2010). De même, il semble important de pratiquer des activités cognitives. Un haut niveau d'éducation serait associé à un risque réduit de troubles cognitifs liés à l'âge, même chez les sujets génétiquement prédisposés, probablement en raison de la réserve cognitive qui peut retarder les manifestations cliniques (Ngandu et al., 2007; Phillips, 2017). Les activités sociales sont également facilitantes, puisqu'elles permettent de stimuler différentes activités cognitives. Il a été observé chez les rats que l'isolement impact négativement la neuroplasticité (Begni et al., 2020). Les troubles de l'humeur peuvent également être des facteurs inhibants puisqu'il a été montré que le stress chronique ainsi que la dépression perturbent les mécanismes de neuroplasticité (Pittenger & Duman, 2008). Les facteurs précités sont donc dits « modifiables », c'est-à-dire qu'il est possible d'intervenir dessus, au contraire de ceux qui sont non-modifiables tels que l'âge, la génétique ou encore les événements liés à la vie utérine (Isaev et al., 2019; Stewart & Cramer, 2017).

Cette capacité du cerveau à se réorganiser est donc essentielle chez le sujet sain pour l'apprentissage de nouvelles compétences et l'adaptation vis-à-vis de l'environnement, mais elle est d'autant plus importante chez les sujets ayant subi une lésion du SNC. En effet, cela signifie que les séquelles faisant suite à une telle lésion ne sont pas forcément définitives, qu'il est possible pour le cerveau de créer de nouveaux réseaux de neurones susceptibles d'assurer la fonction (e.g. cognitive ou motrice) qui était perdue.

1.3. Principales pathologies

Le SNC peut être atteint par de nombreux désordres, aux origines très variables : tumorale, traumatique, inflammatoire, neurodégénérative ou encore vasculaire. Certaines de ces affections sont plus fréquentes que d'autres, mais dans l'ensemble elles représentent un véritable enjeu de santé publique.

1.3.1. Tumoral

Les tumeurs du SNC ne sont pas les pathologies les plus fréquentes. En effet, l'incidence des tumeurs cérébrales serait autour de 17 cas pour 100 000 habitants (Loiseau et al., 2009). Il existe un pic d'incidence chez les enfants de moins de 10 ans, puis une augmentation linéaire jusqu'à 70 ans qui diminue ensuite. Leurs causes ne sont pas encore bien identifiées, mais il existe des facteurs de risques

comme une prédisposition génétique, le « poids » de naissance (i.e. une masse corporelle supérieure à 4 kg augmenterait le risque de 40 % chez l'enfant), certaines infections virales, l'exposition aux pesticides ou aux radiations ionisantes (Loiseau et al., 2009).

Une tumeur est formée de cellules qui se multiplient de façon incontrôlée et qui peuvent à terme perturber le fonctionnement du SNC. La tumeur cérébrale se développe dans le cerveau, et elle peut être classée comme primitive lorsqu'elle est issue de cellules originaires du cerveau (i.e. 1 % des cancers), ou secondaire lorsque les cellules cancéreuses proviennent d'autres organes (e.g. poumon, sein, colon, etc.) et forment des métastases (Cambier et al., 2014). Il existerait plusieurs centaines de types différents de tumeurs cérébrales primitives, les plus fréquentes se développent à partir de cellules gliales, et sont appelés gliomes (Cambier et al., 2014; Lapointe et al., 2018). Les patients peuvent présenter des symptômes dit focaux (i.e. en lien avec une location spécifique dans le cerveau) ou généralisés, qui peuvent être présents durant des jours à des années, en fonction de la vitesse à laquelle grossit la tumeur (Cambier et al., 2014; Lapointe et al., 2018). Il n'est pas rare qu'une tumeur soit détectée sur une imagerie cérébrale qui est réalisée initialement pour une tout autre raison. Les symptômes focaux correspondent à des déficits neurologiques en lien avec une atteinte d'une zone fonctionnelle du cerveau, et sont donc généralement plus faciles à détecter. Une tumeur située dans le lobe pariétal peut causer des engourdissements, une hémiparésie ou une désorientation spatiale, alors qu'une tumeur située dans la partie antérieure du lobe frontal peut engendrer un changement de personnalité (Cambier et al., 2014). Parmi les symptômes plus généralisés, les maux de tête ou des crises d'épilepsie sont assez fréquents (Cambier et al., 2014; Lapointe et al., 2018). En effet, dans le cadre d'une tumeur cérébrale, dans 15 à 30 % des cas les crises d'épilepsie sont le premier symptôme, et dans 10 à 30 % des cas les patients en développeront ultérieurement (Sperling & Ko, 2006).

L'épilepsie est une maladie neurologique caractérisée par la survenue de crises (i.e. au moins deux sur plus de 24h) traduisant un dérèglement soudain et transitoire (i.e. généralement moins de deux minutes) de l'activité électrique du cerveau (Falco-Walter, 2020). L'influx nerveux augmente de façon soudaine et désordonnée jusqu'à atteindre le seuil épileptogène où la crise se manifeste. Ces crises peuvent varier en intensité, allant de brèves pertes d'attention ou des secousses musculaires localisées à des convulsions sévères, prolongées et une perte de connaissance (Cambier et al., 2014; Falco-Walter, 2020).

Une tumeur, primitive ou secondaire, peut également se développer dans la moelle épinière ou les structures avoisinantes, ce sont les tumeurs médullaires (Cambier et al., 2014). La compression de la moelle et des racines nerveuses peut entraîner des douleurs d'apparitions progressives qui peuvent empirer même au repos, une diminution de la sensibilité somesthésique et une faiblesse progressive, pouvant aller jusqu'à la paralysie, des muscles sous le contrôle nerveux de la zone située en dessous

de la partie comprimée. Il est également possible de retrouver des dysfonctions sphinctériennes, vésicales et génitales.

Les patients atteints de tumeur du SNC souffrent généralement de troubles neurologiques variables selon la localisation de la tumeur, mais peuvent également souffrir des effets secondaires des traitements comme la chirurgie, la radiothérapie, ou les médicaments (Noll et al., 2022). Ils peuvent affecter leurs capacités cognitives, sensitives, motrices, mais également leur santé psychologique (Chieffo et al., 2023). En outre, il semblerait que la QDVLS des enfants ayant survécu de tumeur cérébrale soit réduite comparée à d'autre type de cancer, suggérant que ce type d'atteinte soit à l'origine de désordres majeurs sur la santé (Macartney et al., 2014).

1.3.2. Traumatique

1.3.2.1. Traumatisme crânien

Les traumatismes crâniens ont, en Europe, une incidence de 262 personnes pour 100 000 habitants et sont la cause de handicap permanent pour près de la moitié des survivants (Jourdan et al., 2018). Il existe un pic d'incidence chez les 12-25 ans, et de façon plus marquée chez les hommes. Les deux autres pics d'incidence sont chez les 0-5 ans, et après 65 ans (Capizzi et al., 2020). Les causes étant majoritairement les accidents de la circulation, surtout chez les jeunes adultes de sexe masculin, ainsi que les chutes pour les sujets plus jeunes ou plus âgées. Certaines activités professionnelles ou de loisirs peuvent également être en cause, notamment les sports de contact, de combat ou les carrières militaires (Capizzi et al., 2020; Jourdan et al., 2018).

Les traumatismes crâniens résultent généralement d'un choc au niveau du crâne et peuvent engendrer plusieurs types de lésions (Capizzi et al., 2020; Montel, 2014). Elles peuvent être immédiates lorsque l'impact est violent, ou lorsqu'il y a un mécanisme d'accélération-décélération brutale. Elles peuvent également être secondaires à un œdème, une ischémie, ou à la libération de médiateurs neurotoxiques. Un traumatisme crânien va entraîner un dysfonctionnement cérébral immédiat qui se traduit par une perte de connaissance ou un coma. La sévérité du traumatisme peut être classée selon la profondeur de ce coma (i.e. léger, modéré, sévère) avec le score de Glasgow (Capizzi et al., 2020; Montel, 2014).

Suite à ce traumatisme crânien le patient peut décéder (i.e. 22 à 33 % des cas), être dans un état végétatif (i.e. 2 à 4 % des cas), souffrir d'handicap sévère impliquant d'être dépendant d'une aide pour la réalisation des activités de la vie quotidienne (i.e. 13 à 33 % des cas), souffrir d'handicap modéré lui permettant d'être indépendant mais avec des séquelles (i.e. 17 à 22 % des cas), ou avoir une bonne récupération (i.e. 19 à 46 % des cas) lorsqu'il est en capacité de retourner à une vie normale avec éventuellement des séquelles minimales (Stocchetti & Zanier, 2016).

Les séquelles des traumatismes crâniens sont très variables d'un patient à l'autre, puisqu'elles dépendent largement du siège de la lésion dans le cerveau et de sa gravité. Il est possible de retrouver des séquelles physiques en lien avec une atteinte des structures nerveuses centrales qui gèrent les fonctions sensori-motrices, mais également en lien avec une immobilisation prolongée durant l'hospitalisation pour les cas les plus sévères (Stocchetti & Zanier, 2016). Les troubles cognitifs sont fréquents, comme les déficits de l'attention, de la mémoire ou des fonctions exécutives (Montel, 2014; Stocchetti & Zanier, 2016). Les troubles neuropsychologiques sont également fréquents, incluant la dépression, l'anxiété, le stress post-traumatique, ainsi que des comportements inadaptés ou les changements de personnalités, certains peuvent disparaître après les premières semaines post-lésionnelles ou perdurer dans le temps (Algethamy, 2020; Stocchetti & Zanier, 2016). Ainsi, la combinaison de désordres physiques, cognitifs et psychologiques peut être un obstacle majeur à leur réinsertion en société (Algethamy, 2020; Stocchetti & Zanier, 2016).

1.3.2.2. Traumatisme médullaire

Les traumatismes médullaires sont moins fréquents que les traumatismes crâniens (i.e. incidence annuelle entre 10 et 20 cas pour un million d'habitants en France) et concerneraient plus largement les hommes (i.e. 80 %) que les femmes (Ahuja et al., 2017). Ils résultent également d'un choc violent (i.e. un accident de voiture, une chute ou une agression), à l'encontre de la colonne vertébrale, et peuvent être à l'origine d'un syndrome médullaire. Ce type de syndrome se manifeste par une atteinte sensori-motrice dépendante de l'étendue de la lésion (i.e. complète ou non) et de sa localisation (Ahuja et al., 2017). En effet, une atteinte cervicale haute (au-dessus de C3-C5) peut entraîner une hypoventilation par l'atteinte du nerf phrénique innervant le diaphragme ; entre C5 et T1 c'est un tableau de type tétraplégie (ou tétraparésie) ; puis une lésion à partir de T2 définit une paraplégie (ou paraparésie). D'autres déficits associés peuvent être retrouvés comme la spasticité et/ou des spasmes sous-lésionnels en lien avec une levée d'inhibition des réflexes médullaires, ainsi que des problèmes de vessie neurogène ou de transit intestinal par exemple. Le score ASIA permet d'établir un score sur la sévérité de l'atteinte, cotée en lettres de A à E, en établissant des niveaux fonctionnels sensitifs et moteurs (Tableau 1).

Tableau 1 : Echelle de déficience ASIA, d'après Ahuja et al. (2017)

Grade	Dénomination - Définition
A	Complet. Aucune fonction sensorielle ou motrice n'est préservée dans les segments sacrés S4-S5 (c'est-à-dire pas de contraction anale volontaire, pas de flexion du gros orteil et pas de sensation périnéale, génitale, de piqûre anale ou de toucher léger).
B	Incomplet sensitif. La fonction sensorielle mais non motrice est préservée en dessous du niveau neurologique et comprend les segments sacrés S4-S5 et aucune fonction motrice n'est préservée à plus de trois niveaux au-dessous du niveau moteur de chaque côté du corps.
C	Moteur incomplet. La fonction motrice est préservée au-dessous du niveau neurologique et plus de la moitié des fonctions musculaires clés au-dessous du niveau lésionnel neurologique ont un degré musculaire inférieur à 3.
D	Moteur incomplet. La fonction motrice est préservée au-dessous du niveau neurologique et au moins la moitié des fonctions musculaires clés situées au-dessous du niveau lésionnel ont un niveau musculaire de 3 ou plus.
E	Normale. Les patients neurologiquement intacts (c'est-à-dire que la fonction sensorimotrice est normale dans tous les segments) qui présentaient auparavant des déficits secondaires à une lésion cérébrale présumée.

Une récupération des déficits aigus est possible durant les six premiers mois, et parfois jusqu'à cinq ans après (Ahuja et al., 2017; Khorasanizadeh et al., 2019). Mais le pronostic est variable et dépend généralement de l'étendue initiale de la lésion. En effet, il a été estimé que 80 à 90 % des sujets avec une lésion sensitivo-motrice complète (i.e. score ASIA A) ne récupèrent pas (Lonjon et al., 2012), et présentent moins de 5 % de chance d'être en capacité de marcher à un an (Ahuja et al., 2017). Alors que lorsque la lésion est incomplète (i.e. score ASIA B, C, D) les chances de remarcher sont plus conséquentes. Aussi, les patients atteints de lésion médullaire ont une QDVLs inférieure à la population générale en raison de leur handicap (Ahuja et al., 2017).

1.3.3. Inflammatoire

Parmi les pathologies inflammatoires chroniques du SNC, la sclérose en plaques est probablement la plus répandue : c'est la première cause de handicap sévère non-traumatique chez les jeunes adultes (Dobson & Giovannoni, 2019). En effet, elle débute dans la majorité des cas entre 20 et 40 ans, concerne plus fréquemment les femmes que les hommes (i.e. ratio 3/2), et il existerait un gradient nord-sud : un plus grand nombre de malades a été identifié dans les pays scandinaves que sur le pourtour du bassin méditerranéen (Browne et al., 2014). En France, la prévalence nationale a été évaluée à 96 cas pour 100 000 habitants dans une étude de 2004, et les données confirmaient l'existence d'un gradient nord-est-sud-ouest (Fromont et al., 2009).

Dans la sclérose en plaques, la gaine de myéline devient la cible du système immunitaire, c'est une maladie auto-immune (Cambier et al., 2014). Les raisons qui poussent le système immunitaire à s'attaquer à des cellules de son propre organisme ne sont pas encore bien identifiées. Il semblerait qu'il existe des facteurs de risques génétiques et environnementaux, comme le niveau d'ensoleillement,

l'exposition aux polluants, l'obésité et certaines infections virales (Cambier et al., 2014; Dobson & Giovannoni, 2019).

C'est une maladie relativement hétérogène d'un patient à l'autre, à la fois dans l'expression des symptômes et dans leur évolution (Cambier et al., 2014; Dobson & Giovannoni, 2019). Tout d'abord, les symptômes dépendent de la zone de l'encéphale ou de la moelle épinière atteinte, car seules les gaines de myélines entourant les nerfs du SNC sont affectées. Ainsi, il est fréquent de retrouver des troubles moteurs, sensitifs, vésico-sphinctériens, cognitifs, etc. Le signe de Lhermitte est très évocateur, il s'agit d'une sensation de décharge électrique brève le long de la colonne vertébrale et parfois dans les membres, qui se déclenche à la flexion de la tête en avant, et il reflète une démyélinisation des cordons postérieurs de la moelle cervicale (Cambier et al., 2014). Ces symptômes neurologiques s'installent généralement en quelques heures ou quelques jours, puis régressent plus ou moins complètement : ils sont appelés « poussées » (Cambier et al., 2014; Dobson & Giovannoni, 2019). Une poussée se caractérise par l'apparition de nouveaux symptômes, l'aggravation de ceux existants ou la réapparition d'anciens symptômes, et durent au moins 24 heures. Plus rarement, les symptômes peuvent se manifester non sous forme de poussée, mais en s'aggravant progressivement sur plusieurs années (Cambier et al., 2014; Dobson & Giovannoni, 2019). Cette évolution polymorphe est identifiable sous trois formes cliniques principales :

- La forme rémittente-récurrente, composée exclusivement de poussées qui peuvent laisser des séquelles mais qui restent stables entre deux épisodes,
- La forme secondairement progressive qui est l'évolution tardive de la précédente et qui se manifeste généralement après plusieurs années (i.e. 15 à 20 ans en moyenne),
- La forme primaire progressive où dès le départ il n'y a pas de poussée, mais une évolution lente et continue des symptômes (Cambier et al., 2014; Dobson & Giovannoni, 2019).

Ainsi, bien que l'espérance de vie ne soit pas affectée par la maladie, la QDVLS de ces patients peut être lourdement impactée. Comme le souligne la revue systématique de Gil-González et al. (2020), les troubles fonctionnels (i.e. motricité, marche, équilibre) sont une des causes majeures de diminution de la QDVLS, de même que la fatigue et les douleurs neurologiques (i.e. sensation de fourmillement, décharge électrique, brûlure). Les troubles psychologiques sont également fréquents, comme la dépression et l'anxiété, et diminuent la QDVLS (Gil-González et al., 2020).

1.3.4. Neurodégénératif

Parmi les maladies neurodégénératives, la maladie de Parkinson et la maladie d'Alzheimer sont les plus fréquentes. La première représente plus de 160 000 personnes traitées. Quant à la seconde, elle toucherait actuellement plus d'un million de personnes en France et représenterait la première cause

de démence. Elles sont une cause majeure d'invalidité, de dépendance, d'institutionnalisation et d'hospitalisation (Santé Publique France, 2023).

1.3.4.1. *Maladie de Parkinson*

La maladie de Parkinson est provoquée, tout d'abord, par une dégénérescence progressive des neurones dopaminergiques de la voie nigrostriatale, qui jouent un rôle dans les fonctions motrices, mais aussi dans la cognition, la motivation et les émotions (Cambier et al., 2014; Kalia & Lang, 2015). La maladie ne se restreint pas à cette zone, elle s'étend aux autres neurones dopaminergiques, notamment au niveau du bulbe olfactif ou dans les neurones de l'intestin (i.e. système nerveux entérique). En outre, plus la maladie évolue, plus d'autres populations de neurones associés à d'autres neurotransmetteurs (e.g. sérotonine, acétylcholine, noradrénaline etc.) sont également atteintes. Cette dégénérescence neuronale semble provenir d'une accumulation anormale de protéines (i.e. alpha-synucléine) dans les neurones, sous forme d'amas que l'on nomme corps de Lewy. L'inflammation du tissu cérébral est également caractéristique dans la maladie de Parkinson. L'évolution est lente et progressive : il semblerait que la phase pré-clinique dure plusieurs années et que les patients restent relativement asymptomatiques jusqu'à ce qu'au moins 50 à 70 % des neurones à dopamine soient détruits (Figure 7).

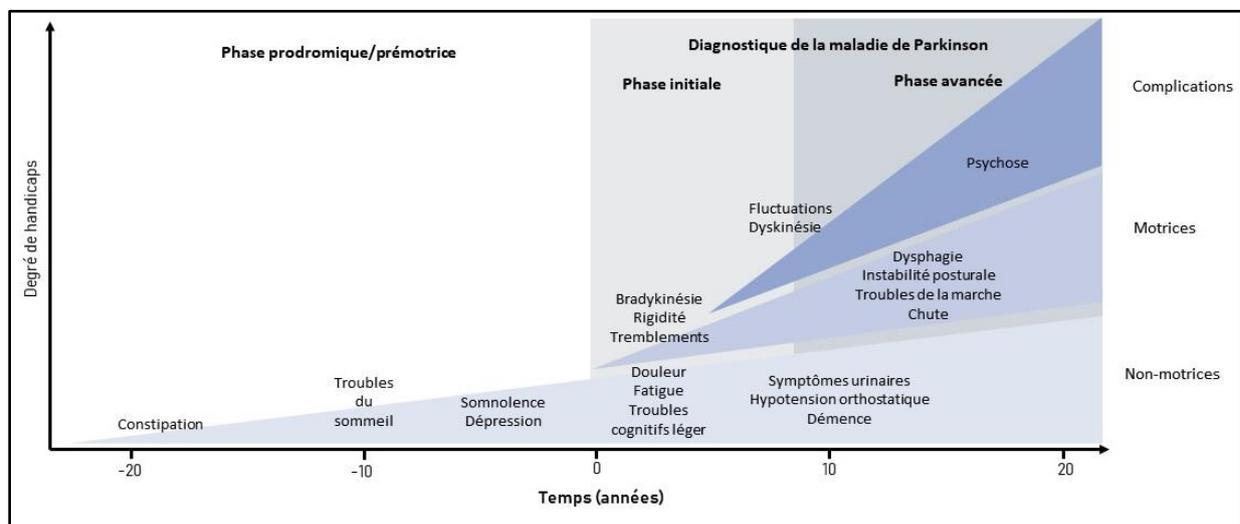


Figure 7 : Evolution des symptômes cliniques au cours du temps dans la maladie de Parkinson, d'après Kalia et Lang (2015)

Aussi, les premiers symptômes caractéristiques de la maladie concernent la motricité. Ils sont désignés couramment par le terme de « triade Parkinsonienne » : tremblement au repos, akinésie et rigidité (Cambier et al., 2014; Kalia & Lang, 2015). L'akinésie correspond à une difficulté à l'initiation du mouvement, et s'accompagne de bradykinésie (i.e. lenteur du mouvement) et d'hypokinésie (i.e. diminution de l'amplitude). Ces phénomènes se traduisent par des difficultés dans les mouvements

fins comme l'écriture (e.g. micrographie), une marche lente et hésitante (e.g. petits pas, perte du ballant des bras, phénomènes paroxystiques comme les « *freezing of gait* »), des difficultés dans les transferts, une mimique figée, une voix monocorde, une diminution des mouvements spontanés, etc. La rigidité, ou hypertonie, est dite plastique car elle se traduit par une résistance à la mobilisation passive des segments des membres qui peut céder par à-coups successifs. Tous ces signes ne sont pas forcément présents en même temps ou à la même intensité, et sont généralement asymétriques (Cambier et al., 2014; Kalia & Lang, 2015). Il existe également des symptômes non-moteurs : troubles du sommeil, perte de l'odorat, troubles cognitifs, troubles psychologiques (e.g. dépression), etc. La maladie évolue donc progressivement dans le temps jusqu'à devenir invalidante : le patient n'est plus autonome dans la réalisation de ses activités de la vie quotidienne, il doit être en chaise roulante ou alité (Cambier et al., 2014; Kalia & Lang, 2015). Comme le souligne une méta-analyse, les patients parkinsoniens ont une QDVLS diminuée par rapport à la population générale, particulièrement concernant les domaines de la fonction physique et de la santé mentale (Zhao et al., 2020).

1.3.4.2. Maladie d'Alzheimer

Dans la maladie d'Alzheimer il est également retrouvé des amas de protéines, la protéine bêta-amyloïde et la protéine tau phosphorylée (Cambier et al., 2014; Scheltens et al., 2021). La première s'accumule sous forme de dépôts amyloïdes aussi appelés plaques séniles, induisant une toxicité pour les cellules nerveuses se traduisant par l'augmentation de la phosphorylation de la protéine tau, qui va entraîner une désorganisation de la structure neuronale et une dégénérescence dite neurofibrillaire. Cette dégénérescence se produit majoritairement dans les régions temporales internes, dans l'hippocampe en particulier, qui joue un rôle crucial dans le traitement des informations spatiales et temporelles ainsi que dans la mémoire (Cambier et al., 2014; Scheltens et al., 2021). Là aussi le processus est lent et progressif, il faut plusieurs années avant que les symptômes de la maladie n'apparaissent. Ils se caractérisent au départ par des oublis répétés interférant avec la vie quotidienne, puis s'accompagnent progressivement de troubles des fonctions exécutives (e.g. ne plus savoir se servir d'un élément familier du quotidien, comme le téléphone), de problèmes d'orientation dans le temps et dans l'espace (e.g. se perdre sur un trajet habituellement bien connu), jusqu'à des troubles progressifs du langage, du mouvement, du comportement et du sommeil. Cette évolution est variable d'un patient à l'autre, et il semblerait qu'elle s'aggrave moins rapidement chez les patients qui modifient leur style de vie en incluant plus d'activité physique, un régime alimentaire adapté, un entraînement cognitif et une surveillance du risque vasculaire (Ngandu et al., 2015).

Chez les patients âgés (i.e. > 65 ans) atteints de démence la QDVLS peut également être diminuée. Les facteurs influençant cette auto-perception de la QDVLS incluent : la dépression, les troubles fonctionnels et la polymédication (Burks et al., 2021). Lorsque l'évaluation est effectuée par un proche,

les mêmes facteurs sont généralement retrouvés, mais avec en plus les troubles cognitifs, les troubles de l'humeur et du comportement.

1.3.5. Vasculaire

Concernant les pathologies vasculaires, elles sont nommées couramment accidents vasculaires cérébraux (AVC). En France, ils représentent environ 110 000 hospitalisations chaque année (De Peretti et al., 2017). Malgré une amélioration de la prise en soins par la création des unités neuro-vasculaires, et des campagnes de prévention pour faciliter le dépistage des symptômes de l'AVC, ce dernier demeure une des principales causes de décès dans la population française. C'est la première cause de mortalité chez les femmes, devant le cancer du sein, et la troisième chez l'homme (Puy & Cordonnier, 2019). L'AVC concerne plus souvent les personnes âgées puisque les trois-quarts des personnes diagnostiquées ont plus de 65 ans (Lecoffre et al., 2017). Cependant, il semblerait que des sujets jeunes soient de plus en plus souvent affectés. En effet, le taux standardisé de patients hospitalisés pour AVC ischémiques augmente de manière importante chez les moins de 65 ans ces dernières années (i.e. +14,3 % entre 2008 et 2014), alors qu'il diminue légèrement (i.e. -2,1 %) chez les plus de 65 ans sur cette même période (Lecoffre et al., 2017). Les mineurs sont moins souvent touchés, puisque moins d'un pourcent des AVC concerne les moins de 18 ans (Tuppin et al., 2014). Outre l'importante mortalité, il est essentiel de considérer tout aussi attentivement les survivants. En effet, la moitié d'entre eux souffrent d'un handicap physique et/ou d'un trouble du langage, ce qui propulse l'AVC à la première place des causes de handicap acquis de l'adulte en France (Puy & Cordonnier, 2019). Les mécanismes de survenues et les conséquences de l'AVC seront traités plus en détail dans le chapitre suivant.

1.4. Impact sur la qualité de vie liée à la santé

Ainsi, les pathologies du SNC sont nombreuses et peuvent présenter des tableaux cliniques très variables selon les fonctions qui sont atteintes. Ces différents symptômes sont sources de nombreuses limitations d'activités (i.e. difficultés rencontrées par un individu dans l'exécution d'une tâche ou d'une action). En effet, il est fréquent de retrouver des difficultés à effectuer des transferts (e.g. allongé-assis ou assis-debout), à se déplacer en marchant, à s'habiller, à gérer ses soins corporels, à s'alimenter etc. Ces limitations d'activités entraînent à leur tour des restrictions de participations (i.e. désignent les problèmes qu'une personne peut rencontrer dans son implication dans une situation de vie réelle), comme : faire ses courses, avoir un emploi, des loisirs, une vie sociale etc. Il en découle généralement une importante diminution de la QDVLS (Barone et al., 2017; Q. Chen et al., 2019; Hyarat et al., 2019; Stites et al., 2018). Les notions de « santé », « qualité de vie » et de « qualité de vie liée à la santé » prêtent parfois à confusion dans la littérature car n'y a pas de réel consensus sur leurs définitions respectives (Karimi & Brazier, 2016). L'Organisation mondiale de la santé définit la qualité de vie comme

« la perception qu'un individu a de sa place dans la vie, dans le contexte de la culture et du système de valeurs dans lequel il vit, en relation avec ses objectifs, ses attentes, ses normes et ses inquiétudes » (Haraldstad et al., 2019; Organisation mondiale de la santé, 1995). C'est donc un concept très large qui peut être influencé de manière complexe par la santé physique du sujet, son état psychologique, et son niveau d'indépendance, ses relations sociales et sa relation aux éléments essentiels de son environnement. Pour la mesurer, il faut donc une auto-évaluation subjective de l'individu, qui doit se baser sur une multitude de critères (Karimi & Brazier, 2016). Ainsi, afin d'intégrer ce concept au domaine de la santé, la mesure de la QDVLS a émergé, permettant d'évaluer l'impact que peut avoir une pathologie sur la vie des patients, de leur point de vue (Guyatt et al., 1993; Karimi & Brazier, 2016). Cette mesure combine l'évaluation du bien-être physique, psychologique et social, dans le contexte d'une maladie particulière (Barone et al., 2017). Elle est devenue incontournable, aussi bien en pratique clinique que dans le domaine de la recherche. Elle peut se faire par différents moyens : guide d'entretien, hétéro-questionnaire, ou plus couramment par auto-questionnaire (Guyatt et al., 1993). Il en existe des génériques tels que le « Short Form-36 Health Survey » (Brazier et al., 1992), et des spécifiques à des pathologies, comme le « Multiple Sclerosis Impact Scale-29 » pour la sclérose en plaques (Hobart et al., 2001), ou le « Stroke Impact Scale » pour l'AVC (Mulder & Nijland, 2016). Ils proposent généralement des scores par dimension (e.g. dimension physique, dimension psychique et dimension sociale), et un score global de la QDVLS. Dans certains cas, une augmentation du score traduit une amélioration de la QDVLS, dans d'autres, une dégradation. L'évaluation de la santé d'un individu ne se résume donc pas à mesurer des symptômes (e.g. douleur à 5/10 sur l'échelle numérique). Elle doit s'intéresser aussi à l'interaction de ces symptômes sur la vie du patient (e.g. incidence de la douleur sur l'indépendance de l'individu ou sur ses activités sociales) (Karimi & Brazier, 2016).

Ce premier chapitre a permis de présenter brièvement l'anatomie et la physiologie du SNC, ainsi que les principales pathologies nécessitant une prise en soin rééducative. Les éléments abordés ici posent notamment le contexte théorique de la première étude qui sera présentée dans la partie des contributions personnelles. Le chapitre suivant détaille la physiopathologie des AVC, ainsi que certaines séquelles et des pratiques de rééducation, en liens avec les deux autres études menées dans la cadre de cette thèse.

2. Accident vasculaire cérébral

2.1. Définition et mécanisme de survenue

L'AVC résulte d'une perturbation brutale de la circulation sanguine dans le cerveau (Boursin et al., 2018; Sacco et al., 2013). Il se caractérise par l'apparition soudaine de symptômes correspondant au déficit d'une fonction cérébrale : des symptômes moteurs (en lien avec un syndrome pyramidal), sensitifs, des troubles du langage, de la vision, des maux de tête ou des sensations de vertiges sont fréquemment retrouvés (Boursin et al., 2018; Hankey, 2017). Ces signes n'étant pas spécifiques, ils sont parfois confondus avec d'autres pathologies. Aussi, la confirmation du diagnostic doit s'effectuer par le biais de l'imagerie médicale, notamment par un scanner cérébral ou une IRM (Boursin et al., 2018; Hankey, 2017; Sacco et al., 2013).

On distingue généralement deux grands types d'AVC en fonction de leur origine : ischémique ou hémorragique (Boursin et al., 2018; Hankey, 2017). L'AVC ischémique est le plus fréquent (environ 80 % des cas), il est causé par la présence d'un thrombus obstruant une artère qui irrigue le cerveau. Lorsqu'il provient d'une autre zone du corps (souvent, ils sont formés dans le cœur), c'est une embolie. S'il s'est formé directement dans l'artère cérébrale, c'est une thrombose. Ainsi, les tissus situés en aval de celle-ci ne seront plus irrigués, entraînant un manque d'oxygène et de nutriments. Dans le cas de l'AVC ischémique, si les symptômes ne persistent pas et que l'imagerie ne révèle pas de lésions du tissu cérébral, alors le terme d'accident ischémique transitoire est utilisé (Boursin et al., 2018; Sacco et al., 2013). En revanche, si des lésions cérébrales sont visibles à l'imagerie (zone de nécroses), c'est désigné comme un accident ischémique constitué (ou d'infarctus cérébral). Quant à l'AVC hémorragique, il est moins fréquent (environ 20 % des cas), et il est causé par la rupture de la paroi d'un vaisseau sanguin entraînant une hémorragie cérébrale. Comme pour l'AVC ischémique, le tissu en aval n'est alors plus irrigué correctement mais il y a en plus une accumulation de sang au niveau de la zone de rupture qui comprime le tissu cérébral environnant, source de nouvelles lésions. Dans les deux cas, une partie du cerveau est en souffrance et les tissus cérébraux peuvent être endommagés, ce qui peut entraîner de nombreuses séquelles, mais aussi le décès du patient s'il n'est pas rapidement pris en charge (Boursin et al., 2018; Hankey, 2017; Sacco et al., 2013).

2.2. Prise en charge en urgence

Chaque seconde compte après l'apparition des premiers symptômes de l'AVC, car sans oxygène ce sont environ deux millions de neurones qui meurent chaque minute (Puy & Cordonnier, 2019). Il est donc essentiel de détecter le plus rapidement possible les signes cliniques et symptômes pour ensuite orienter les patients vers les unités neuro-vasculaires (Bruder & Boussen, 2017). Ces structures de soins

spécialisées permettent ensuite de confirmer le diagnostic et de mettre rapidement en place un plan thérapeutique. En effet, le traitement n'est pas le même en fonction du type d'AVC.

En cas d'AVC ischémique, il est possible de proposer une thrombolyse intraveineuse, autrement dit l'administration d'un traitement médicamenteux par voie veineuse, capable de dissoudre le caillot sanguin obstruant l'artère (Bruder & Boussen, 2017; Hankey, 2017). Cependant, il ne peut être administré que dans les quatre heures et demie suivant la survenue de l'AVC. Il a été établi que ce traitement permet d'augmenter de 5 à 10 % le nombre de patients survivant sans séquelles (i.e. score de 0 ou 1 point sur l'échelle de Rankin modifiée) (Hankey, 2017). Pour autant, il présente un risque d'hémorragie cérébrale. Son utilisation doit donc se faire dans des conditions strictes. Sinon, une thrombectomie mécanique peut être proposée puisque sa fenêtre thérapeutique est plus large : autour de 6 à 12 heures (Hankey, 2017). Cela consiste à retirer mécaniquement le caillot à l'origine de l'obstruction à l'aide d'un cathéter (Puy & Cordonnier, 2019).

En cas d'AVC hémorragique, les traitements sont plus limités. A ce jour, il n'existe pas de traitement permettant de véritablement stopper l'hémorragie, mais il est possible d'administrer des traitements pour diminuer la tension artérielle ou parfois des traitements qui favorisent la coagulation sanguine. Les objectifs à court terme sont donc de maintenir un contrôle strict de la tension artérielle et de prévenir les complications (Hankey, 2017; Puy & Cordonnier, 2019).

2.3. Prévenir les récurrences

Ensuite, il est important de chercher la cause de la survenue de l'AVC et de dresser un bilan des facteurs de risques cardio-vasculaires, afin de prévenir une récurrence. En effet, 14 % à 26 % des patients font un second AVC ischémique dans les cinq années suivant le premier (Kolmos et al., 2021), et le risque de récurrence des AVC hémorragiques est estimé entre 1,1 % et 7,4 % par an (Pinho et al., 2019). L'étude cas-témoin « Interstroke », menée dans 22 pays et sur 6000 individus, suggère que 10 facteurs de risques sont associés à près de 90 % du risque de survenue d'un AVC (ischémique comme hémorragique) (O'Donnell et al., 2010). Dans l'ordre d'importance, les auteurs mentionnent que l'hypertension artérielle (i.e. antécédents d'hypertension déclarés ou pression artérielle supérieure à 160/90 mm Hg) constituerait le facteur de risque le plus courant. Il serait suivi par la consommation de tabac (i.e. personnes ayant fumé du tabac au cours des 12 derniers mois, y compris ceux ayant arrêté de fumer au cours de l'année précédente) et ce risque augmenterait avec le nombre de cigarettes consommées par jour. Ensuite, l'obésité abdominale (i.e. rapport tour de hanche/tour de taille $\geq 0,91$ chez l'homme et $0,86$ chez la femme), le régime alimentaire (i.e. risque accru en cas de consommation importante de viande rouge, abats, œufs, aliments frits, pizza, snacks salés, et de cuisson au lard) et l'inactivité physique (i.e. moins de 4 heures par semaine d'exercice d'intensité modérée ou intense) sont également décrits comme des facteurs de risque. Ces cinq premiers facteurs représenteraient 80 % du

risque de survenue d'AVC. Les autres facteurs sont : le diabète sucré (i.e. auto-déclaré), la consommation d'alcool (i.e. > 30 verres/mois), le stress psychosocial (i.e. stress ressenti en permanence ou sur plusieurs périodes dans l'année précédente) et/ou la dépression (i.e. un sentiment de tristesse, d'abattement ou de déprime pendant au moins deux semaines consécutives au cours des 12 derniers mois), les troubles cardiaques (i.e. la fibrillation, le flutter auriculaire, les antécédents d'infarctus du myocarde, les valvulopathies rhumatismales ou les prothèses valvulaires), et le rapport entre les apolipoprotéines B et A1 (i.e. augmentation des apolipoprotéine B et/ou diminution des apolipoprotéine A1). Les apolipoprotéines sont des protéines fabriquées par le foie qui sont impliquées dans le transport des lipides (e.g. cholestérol, triglycéride etc.) dans le sang, en l'occurrence les apolipoprotéines B sont associées au cholestérol LDL (*Low density lipoprotein*) et les apolipoprotéines A1 sont associées au cholestérol HDL (*High density lipoprotein*). Ainsi, il semble essentiel de développer des interventions visant à réduire notamment la pression artérielle, le tabagisme, et à promouvoir une alimentation saine ainsi qu'une pratique régulière d'activité physique, pour tenter de réduire le fardeau mondial des AVC (O'Donnell et al., 2010).

Aussi, la pratique d'une activité physique régulière semble être une intervention pertinente dans la prévention des AVC, car elle permet de réduire un certain nombre de ces facteurs de risque. En effet, il a été démontré que les individus ayant de bonnes capacités physiques [i.e. capables de dépasser une intensité de 12 équivalents métaboliques (MET) lors d'un test d'effort sur tapis de marche] réduisaient de 20 % leur risque de développer de l'hypertension (i.e. en comparaison de ceux n'atteignant pas les 6 MET durant le test) (Juraschek et al., 2014). De plus, ceci serait également valable même si les sujets ont une prédisposition familiale à cette pathologie (Shook et al., 2012). En ce qui concerne les sujets déjà atteints d'hypertension, la pratique d'activité de type aérobie et de renforcement musculaire semble pouvoir diminuer la pression systolique de 10 mmHg et la pression diastolique de 7 mmHg (Bento et al., 2015). Par ailleurs, une méta-analyse atteste que la pratique d'activité aérobie peut également diminuer l'obésité abdominale (i.e. tour de taille et tissu adipeux viscéral), et plus l'intensité est importante plus les résultats seraient visibles (Armstrong et al., 2022). Une autre étude montre que les adultes qui pratiquent un volume d'activité équivalant à 2,5 heures de marche rapide par semaine diminuent de 25 % leur risque de dépression comparativement à des sujets inactifs (Pearce et al., 2022). Enfin, il apparaît que l'activité physique (i.e. > 30 min/jour, 5 fois par semaine, intensité entre 70-80 % de la fréquence cardiaque de réserve, associé à du renforcement musculaire) permet également de diminuer le taux de cholestérol LDL dans le sang et d'augmenter le cholestérol HDL chez les sujets ayant un taux de cholestérol élevé (Mann et al., 2014).

Cependant, la mise en place de telles interventions en prévention secondaire, notamment celles qui consisteraient à promouvoir l'activité physique de type aérobie, sont parfois limitées par la présence de séquelles post-AVC.

2.4. Séquelles post-AVC

2.4.1. La variabilité des séquelles en fonction de l'atteinte

Les séquelles post-AVC sont relativement variables d'un individu à un autre (Boursin et al., 2018; Hankey, 2017). En effet, elles dépendent de plusieurs facteurs, notamment du site de l'accident et de la quantité de tissu cérébral affecté. Afin de mieux comprendre comment certaines zones du cerveau sont affectées par l'AVC, il semble important de faire un point sur la circulation sanguine dans les artères cérébrales (Figure 8).

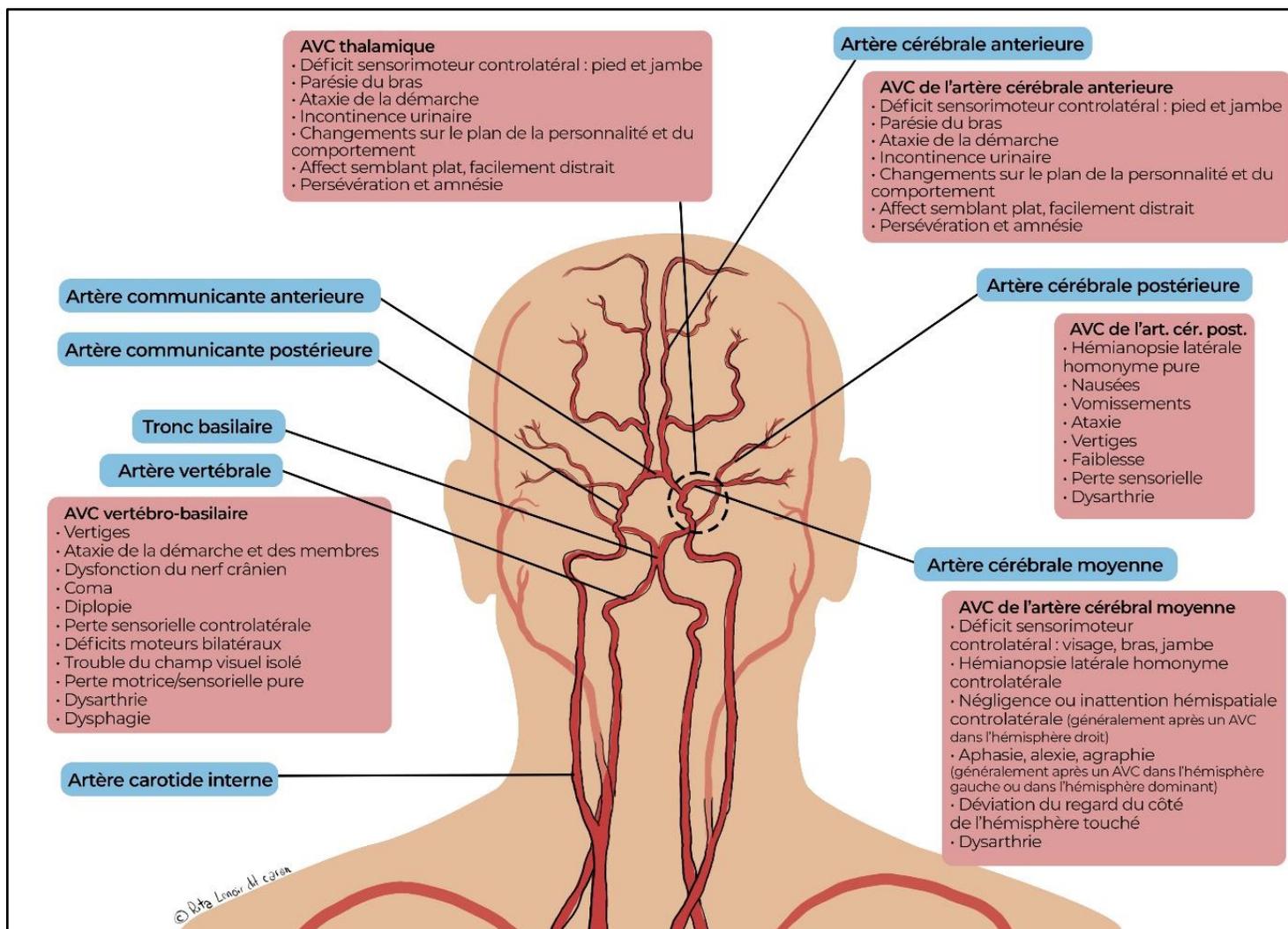


Figure 8 : Circulation artérielle cérébrale et exemples de symptômes en fonction de l'artère atteinte durant l'AVC, d'après Boursin et al. (2018)

Quatre artères sont à l'origine de cet approvisionnement en sang : les artères carotides droite et gauche (qui se divisent en artères carotides internes et externes) et les artères vertébrales droite et gauche (Figure 8). Les artères carotides internes se divisent en artères cérébrales antérieures, qui irriguent l'avant de chaque hémisphère cérébral, et en artères cérébrales moyennes (aussi appelées artères sylviennes), qui irriguent les parties latérales de chaque hémisphère. Quant aux artères vertébrales, elles se réunissent en une unique artère (ou tronc) basilaire qui irrigue le cervelet et le tronc cérébral puis qui se divise en artères cérébrales postérieures qui nourrissent la partie postérieure de chaque hémisphère cérébral. Une connexion (i.e. anastomose) existe entre les artères cérébrales antérieures droite et gauche : l'artère communicante antérieure (Figure 8). De même, entre les artères cérébrales postérieures et les artères carotides internes se trouvent les artères communicantes postérieures. Ces artères communicantes permettent la réunion des circulations artérielles droite et gauche. Cet ensemble s'appelle le polygone de Willis et permet le maintien potentiel de la circulation artérielle en cas d'occlusion de certaines artères. Cependant, il n'est pas suffisant à lui seul pour suppléer l'ensemble de la circulation artérielle cérébrale. Ainsi, les artères principales (i.e. cérébrales antérieures, moyennes, postérieures, et le tronc basilaire) irriguent chacune un territoire cérébral précis, et les signes cliniques varient en fonction de l'artère qui est atteinte (Figure 8). De plus, une variation est également observable selon l'hémisphère qui est touché (i.e. droit ou gauche) puisqu'ils contrôlent des fonctions différentes (Tableau 2). Par exemple, les symptômes moteurs et sensitifs affectent l'hémicorps controlatéral à la lésion puisque les fibres nerveuses de la voie pyramidale se croisent (i.e. décussation) pour la majorité au niveau du tronc cérébral (i.e. environ 90 % des fibres), et pour l'autre au niveau métamérique.

Tableau 2 : Exemples de symptômes fréquents selon la latéralisation de l'AVC, d'après Boursin et al. (2018)

AVC dans l'hémisphère droit	AVC dans l'hémisphère gauche
<ul style="list-style-type: none"> • Hémiparésie ou faiblesse controlatérale (donc côté gauche) du visage, du bras et de la jambe • Extinction ou perte sensorielle controlatérale (côté gauche) dans le bras ou la jambe • Inattention ou négligence hémispatiale (côté gauche) • Déficit ou négligence dans le champ visuel gauche • Déviation du regard vers la droite • Impulsivité ou surestimation des habiletés 	<ul style="list-style-type: none"> • Hémiparésie ou faiblesse controlatérale (donc côté droit) du visage, du bras et de la jambe • Extinction ou perte sensorielle controlatérale (côté droit) dans le bras ou la jambe • Aphasie, alexie, agraphie • Comportement lent et prudent • Perte de vision dans le champ visuel droit • Déviation du regard vers la gauche

Ainsi, un AVC peut aussi bien affecter des fonctions motrices, sensibles, que cognitives. L'enquête Handicap-Santé de 2008-2009 a permis d'établir les séquelles les plus fréquentes après un AVC : troubles de l'équilibre (50,3 %), troubles de la mémoire (42,1 %), parésie ou paralysie d'un ou plusieurs

membres (37,2 %), troubles du langage ou de l'articulation (33,9 %), troubles visuels (23,1 %), troubles sensitifs (19,6 %), incontinence urinaire (16,5 %), et troubles de la déglutition (13,3 %) (De Peretti et al., 2012).

Pour faciliter la lecture et la bonne compréhension des liens entre les différentes séquelles post-AVC dans les paragraphes suivants, nous suivrons logiquement les trois grandes catégories établies par la classification internationale du fonctionnement et du handicap (CIF), dans sa partie « fonctionnement et handicap », qui permet de décrire les composantes d'une maladie dans sa globalité (Kostanjsek, 2011). Tout d'abord, les déficiences qui affectent les fonctions organiques (i.e. les fonctions physiologiques des systèmes organiques, y compris les fonctions psychologiques) et les structures anatomiques de l'individu (i.e. les parties du corps humain, telles que les organes, les membres et leurs composantes). Puis, les limitations d'activités qui désignent les difficultés que rencontre un individu dans l'exécution d'une tâche ou d'une action (e.g. marcher). Enfin, les restrictions de participations qui désignent les problèmes qu'une personne peut rencontrer dans son implication dans une situation de vie réelle (e.g. faire ses courses, avoir une activité professionnelle ou de loisir).

2.4.2. Les déficiences motrices

Comme le soulignent les résultats de l'enquête Handicap-Santé de 2008-2009, plus de 37 % des personnes interrogées ont déclaré souffrir d'une parésie ou d'une paralysie d'un ou plusieurs membres (De Peretti et al., 2012). Le terme de parésie est utilisé lorsqu'on constate une diminution plus ou moins importante de la motricité (i.e. diminution du recrutement volontaire des unités motrices) du côté opposé à l'hémisphère cérébral touché (Gracies, 2005a), et de paralysie lorsque les fonctions motrices semblent totalement perdues.

D'après Burke et al. (2013), les caractéristiques invalidantes suivantes peuvent être associées aux lésions cortico-spinales (i.e. syndrome pyramidal) :

- Une faiblesse musculaire, due à l'altération de la commande corticospinale, de façon partielle (i.e. parésie) ou complète (i.e. plégie),
- Le réflexe de Babinski : une dorsiflexion de l'hallux lors d'une stimulation cutanée plantaire. Il n'entraîne généralement pas de handicap significatif, sauf s'il se produit pendant la station debout et à la marche, il peut entraîner une gêne ou une douleur,
- Les co-contractions qui correspondent à un recrutement inapproprié d'un ou plusieurs muscle(s) antagoniste(s) survenant lors de la commande volontaire d'un muscle agoniste. Cette co-activation musculaire est un phénomène physiologique à la base, mais dans ce cas-là, il devient excessif et s'oppose au mouvement volontaire,

- Des syncinésies, autrement dit des mouvements involontaires souvent inconscients, survenant dans un groupe musculaire inapproprié à l'occasion d'un mouvement volontaire homolatéral ou controlatéral,
- Une augmentation du tonus musculaire et une posture anormale. Il est fréquent d'observer par exemple au membre supérieur, une attitude en flexion et adduction, alors qu'au niveau du membre inférieur se sont plus souvent les extenseurs qui sont hypertoniques.

Après la lésion, on distingue généralement deux phases. La phase dite « flasque » qui apparaît en premier et se caractérise par une hyporéflexie ostéotendineuse, une hypotonie musculaire, une aréflexie tendineuse et des troubles de la commande motrice. Elle peut se poursuivre par une phase dite « spastique », se manifestant notamment par l'apparition d'hyperactivité musculaire prédominant sur les muscles antagonistes aux muscles déficitaires, ainsi qu'une hyper-réflexie ostéotendineuse (i.e. réflexes vifs, diffus et polycinétiques). Cette hyperactivité musculaire présente dans le syndrome pyramidal, comprend plusieurs phénomènes dont : la spasticité, les co-contractions spastiques, la dystonie spastique, les spasmes et les syncinésies. Le terme de spasticité peut porter à confusion car il a été parfois utilisé pour désigner l'ensemble des phénomènes d'hyperactivité. Toutefois, celle-ci est actuellement plus spécifiquement définie comme « *une excitabilité accrue du réflexe d'étirement phasique dépendant de la vitesse* » (Gracies, 2005b). Elle engendre donc une résistance à l'exécution de mouvements rapides. Quant à la dystonie spastique, elle correspond à une contraction musculaire chronique et involontaire, en dehors d'étirement brusque dit « phasique ». Elle engendre donc une résistance à l'exécution de mouvements passifs lents, et entraîne un défaut de relâchement du muscle. Dans certains cas, l'hyperactivité musculaire peut s'avérer aidante, puisqu'elle permet une forme de rigidité de la jambe qui peut compenser la faiblesse de certains muscles (Milligan et al., 2019). En revanche, elle peut également se révéler limitante dans d'autres cas, lorsqu'elle entraîne une restriction de la mobilité active et passive nécessaire à l'exécution de tâches de la vie quotidienne (Gracies, 2005b). De plus, la parésie et/ou paralysie entraînant une immobilisation en position courte du muscle, est responsable de la perte d'extensibilité de la jonction myotendineuse (Gracies, 2005a ; Kaneguchi et al., 2020). On observe alors une hypo-extensibilité des tissus mous caractérisée par une perte d'extensibilité des éléments musculo-tendineux et un enraidissement articulaire (e.g. rétrécissement de la capsule, prolifération de tissu conjonctifs, perte d'extensibilité ligamentaire, etc.)(Akeson et al., 1987; Kaneguchi et al., 2020; Trudel & Uthoff, 2000). Cette hypo-extensibilité est entretenue par le manque de sollicitation musculaire. D'un point de vue clinique, lorsque l'hypo-extensibilité concerne des muscles comme les gastrocnémiens par exemple, elle peut limiter l'amplitude articulaire en flexion dorsale de cheville. En effet, chez des sujets ayant fait leur AVC il y a plus d'un an, il a été constaté une diminution de la longueur du muscle gastrocnémien (i.e. mesurée par échographie) (Gao et al., 2009).

Or une diminution de la flexion dorsale de cheville peut impacter les capacités à la marche (Wada et al., 2022).

En plus de ces troubles de l'activité musculaire, une sarcopénie est fréquemment constatée. Durant le mois suivant l'AVC, sa prévalence serait de 50 %, et après 6 mois elle serait de 34 % (Su et al., 2020). La sarcopénie est une conséquence connue du vieillissement, mais elle peut être également consécutive d'une pathologie telle que l'AVC, on parle alors de « sarcopénie consécutive à l'AVC » (Scherbakov et al., 2015; Su et al., 2020). Elle se caractérise par une diminution de la masse musculaire, une augmentation de la graisse intra-musculaire, et une modification de la composition des fibres du muscle. D'un point de vue clinique, cela se traduit par une diminution de la fonction musculaire (Scherbakov et al., 2015). Toutefois, certains auteurs ont proposé d'élargir le concept de sarcopénie à celui de dynapénie, de façon à différencier d'un côté la perte de masse musculaire (i.e. sarcopénie) et de l'autre la diminution de la force musculaire (i.e. dynapénie) (Clark & Manini, 2008; Duchateau et al., 2014). Plusieurs facteurs sont en cause dans l'apparition de ces deux phénomènes. Tout d'abord, on observe une sarcopénie « naturelle » chez les sujets âgés dans la mesure où une perte progressive du nombre de fibres du muscle vaste latéral (i.e. le chef le musculaire le plus externe) du quadriceps a été observée chez les hommes à partir de 50 ans, et environ 50 % de ces fibres étaient perdues à l'âge de 80 ans (Faulkner et al., 2007). Or les AVC concernent majoritairement des sujets de plus de 65 ans. Ils sont donc déjà plus susceptibles de présenter une diminution de leur masse musculaire que des sujets plus jeunes (Lecoffre et al., 2017). Ensuite, la sarcopénie et la dynapénie sont également des conséquences de l'immobilisation et de l'inactivité physique. En effet, il a été montré chez 12 sujets sains âgés (moyenne d'âge : 67 ans) que 10 jours d'alitement suffisent pour observer une diminution de 6,3 % de la masse maigre et 15,6 % de la force musculaire (Kortebein et al., 2007). Or en phase aigüe post-AVC, durant l'hospitalisation, il a été rapporté que les patients étaient majoritairement alités (Chen et al., 2020). Une autre étude s'est intéressée à l'évolution de la masse musculaire pendant un an chez 37 patients post-AVC (Jørgensen & Jacobsen, 2001). La masse musculaire avait diminué de manière significative dans la jambe parétique lors de l'évaluation à un an (i.e. -3 %, $p < 0,04$) et la perte était significativement plus importante du côté parétique que du côté non parétique ($p < 0,001$). Les patients qui n'avaient pas réappris à marcher lors de l'évaluation à deux mois ($n = 12$) avaient significativement perdu 6 % de leur masse musculaire dans la jambe parétique au cours de cette période, et cette masse n'était pas récupérée au cours des 10 mois suivants. En revanche, une perte significative de 5 % de la masse musculaire constatée à deux mois sur le côté non parétique était complètement récupérée. En ce qui concerne les patients qui avaient réappris à marcher dans les deux premiers mois ($n = 13$), la masse maigre avait significativement augmenté de 5 % après un an dans la jambe non parétique, alors qu'aucun changement significatif n'a été constaté dans la jambe parétique

au cours du suivi. Ce qui souligne le rôle de l'activité physique dans la prévention de l'atrophie musculaire post-AVC. Cette différence entre le membre atteint et sain est également soulignée dans la revue systématique d'English et al. (2010). En effet, les patients à plus de six mois de leur AVC présenteraient une masse musculaire significativement plus faible dans leur membre inférieur parétique que dans leur membre non parétique, évalué entre 4,5 % (i.e. lorsque la mesure était celle de la masse de tissu maigre) et 14,5 % (i.e. lorsque la mesure était une imagerie de la section transversale à mi-cuisse du muscle) (English et al., 2010).

Ainsi, les déficiences motrices initialement engendrées par le syndrome pyramidal sont accentuées par le manque d'activité physique, et ce déconditionnement progressif peut maintenir le patient dans un cercle vicieux.

2.4.3. Les déficiences sensorielles

Les fonctions sensorielles les plus fréquemment affectées par l'AVC sont celles qui concernent les informations visuelles, ainsi que somesthésiques, notamment la sensibilité tactile et proprioceptive (i.e. elles renseignent sur la position du corps et de ses différents éléments dans l'espace via les récepteurs musculaires, tendineux et articulaires). En effet, dans l'enquête Handicap-Santé de 2008-2009, les troubles visuels affectaient 23,1 % de l'échantillon interrogé, et des troubles sensitifs étaient rapportés dans 19,6 % des cas (i.e. sans précision sur la nature de ces troubles) (De Peretti et al., 2012). Des chercheurs se sont intéressés à la répartition des types de problèmes visuels rencontrés chez les patients post-AVC et ils ont montré que la majorité des sujets examinés souffraient d'une altération de la vision centrale (i.e. 56 %), suivie par des troubles de mouvements des yeux (i.e. 40 %), une amputation du champs visuel (i.e. hémianopsie latérale homonyme, 28 %) et des troubles de la perception visuelle (i.e. 5 %) (Rowe et al., 2019). La somesthésie est également fréquemment affectée, mais sa prévalence est très variable selon les études (Kessner et al., 2016). Elle correspond à l'ensemble des sensations provenant des tissus corporels. Différents modes de sensibilité somesthésique peuvent être atteints : la sensibilité tactile cutanée qui est renseignée notamment par des mécanorécepteurs sensibles aux déformations de la peau induite par une pression, une vibration ou un étirement (e.g. corpuscule de Meissner) ; la sensibilité profonde ou proprioceptive, qui renseigne sur la position des segments corporels dans l'espace, ou sur le sens et la vitesse de déplacement des segments, notamment par le biais de mécanorécepteurs situés dans les muscles (e.g. fuseaux neuromusculaires) et les tendons (e.g. organes tendineux de Golgi) ; la sensibilité thermo-algique qui informe sur la perception des stimuli douloureux et la discrimination du chaud et du froid (Haute Autorité de Santé, 2022b). Ces troubles se manifestent, par exemple, par des phénomènes de paresthésies (i.e. sensations anormales comme des picotements, des fourmillements), d'anesthésie (i.e. perte complète

de la sensibilité à un stimulus), d'hypoesthésie (i.e. diminution de la sensibilité à un stimulus), ou d'hyperesthésie (i.e. augmentation de la sensibilité à un stimulus).

2.4.4. Les déficiences cognitives

D'après Cramer et al (2023), les syndromes cognitifs les plus couramment retrouvés après un AVC seraient : l'héminégligence ou négligence spatiale unilatérale, l'aphasie, les apraxies, les atteintes des fonctions exécutives, et les troubles de la mémoire. Dans l'enquête handicap-santé de 2008-2009, des troubles de la mémoire étaient en effet retrouvés auprès de 42 % des répondants, et des troubles du langage (i.e. aphasie) dans 34 % des cas (De Peretti et al., 2012). Toutefois, au vue de la grande variabilité des tableaux cliniques et du nombre important de fonctions cognitives pouvant être affectées, nous nous attacherons à présenter ici les troubles qui peuvent avoir un impact direct sur les capacités sensori-motrices et le contrôle postural.

C'est généralement dans le cadre d'une atteinte de l'hémisphère droit qu'on peut retrouver un syndrome d'héminégligence (Bowen et al., 1999), se traduisant, d'un point de vue comportemental, par « *l'absence de rapport ou d'orientation face à des stimuli en provenance du côté opposé à la lésion cérébrale* » (Heilman et al., 1993). Il s'agit d'un handicap qui affecte l'attention portée aux informations sensorielles, mais qui entraîne également des conséquences motrices puisque le côté atteint est moins souvent sollicité (Tavaszi et al., 2021). Tandis qu'une atteinte de l'hémisphère gauche entrainera plus couramment une apraxie, c'est-à-dire des difficultés à exécuter des mouvements volontaires orientés vers un but précis et précédemment acquis, malgré des capacités sensori-motrices conservées (Niessen et al., 2014; Timpert et al., 2015). Par ailleurs, chez certains patients la perception de la verticalité peut être perturbée, en lien avec l'atteinte d'une ou plusieurs des modalités sensorielles : visuelle, haptique, et posturale (Bonan et al., 2006). Cette perception erronée de la verticalité peut entraîner un syndrome de latéropulsion, qui se caractérise par une tendance à s'incliner du côté opposé à la lésion cérébrale (Pérennou et al., 2008). Dans l'étude de Pérennou et al. (2008), parmi les 80 patients ayant subi un AVC hémisphérique, 26 % ne présentaient pas d'inclinaison sur aucune des modalités, chez 52 % une ou deux modalités étaient anormales, et 22 % présentaient une inclinaison transmodale (i.e. modalité visuelle, haptique et posturale). Il apparaissait également que la verticale posturale était plus erronée dans le cadre d'une lésion de l'hémisphère droit. En outre, il semblerait que l'héminégligence soit couramment associée avec la perception erronée de la verticalité (Embrechts et al., 2023).

2.4.5. Les déficiences psychologiques

Les séquelles post-AVC ne se limitent généralement pas au plan physique mais impactent également l'état psychologique. D'après la méta-analyse de Mitchell et al. (2017), la prévalence d'un trouble dépressif majeur post-AVC serait autour de 17,7 %, de 13,1 % pour trouble dépressif mineur, et de

33,5% pour tout type de dépression. La fréquence des troubles dépressifs est variable selon qu'on s'intéresse à une population en phase aiguë ou en phase chronique puisque la prévalence semble plus élevée au cours de la première année (Medeiros et al., 2020). D'après le manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (DSM-5), les troubles dépressifs se caractérisent par « *la présence d'une humeur triste, vide ou irritable, accompagnée de modifications somatiques et cognitives qui perturbent significativement les capacités de fonctionnement de l'individu* » (American Psychiatric Association, 2013). Ces troubles se différencieraient entre eux par leurs durées, leurs chronologies et leurs origines présumées. Dans le cadre de l'AVC, la dépression est classée dans la catégorie « trouble dépressif dû à une autre affection médicale », et se diagnostique par la présence d'une humeur dépressive présente quasiment toute la journée (e.g. tristesse, sensation de vide, de désespoir etc.) ou une diminution marquée de l'intérêt ou du plaisir pour presque toutes les activités appréciées auparavant, durant une période prononcée et persistante. Cet état entraîne une altération du fonctionnement social ou dans d'autres domaines importants (e.g. sommeil, alimentation etc.). Dans les cas les plus graves, il peut entraîner l'individu vers une tentative de suicide (American Psychiatric Association, 2013). Les mécanismes de la dépression post-AVC ne sont pas parfaitement établis et il est encore difficile d'identifier s'ils sont différents de ceux pour la population générale (Medeiros et al., 2020). Chez ces patients, le taux de mortalité est plus important, ils présentent des déficits cognitifs plus prononcés, plus d'handicap sur le long terme, et une QDVLs réduite en comparaison au patient post-AVC sans dépression (Medeiros et al., 2020). En outre, il semblerait que la dépression puisse affecter négativement la capacité d'un patient à participer activement à sa rééducation (Winstein et al., 2016). La dépression coexiste souvent avec d'autres syndromes psychiatriques, aussi d'après Winstein et al. (2016), la présence de symptômes dépressifs chez les patients post-AVC doit alerter sur sa possible association avec d'autres troubles de l'humeur.

L'anxiété, en particulier, coexiste avec la dépression chez les patients post-AVC (Vuletić et al., 2012). La prévalence des troubles anxieux est estimée à près de 30 % durant la première année post-AVC (Rafsten et al., 2018). Les troubles anxieux se caractérisent par la présence d'une peur (i.e. réponse émotionnelle à une menace imminente réelle ou perçue) et d'une anxiété (i.e. anticipation d'une menace future) excessive et des perturbations comportementales qui leur sont apparentées (American Psychiatric Association, 2013). Dans le cas où le trouble anxieux se déroule des suites d'une affection médicale, il est classé comme « trouble anxieux dû à une affection médicale » : les attaques de panique ou l'anxiété sont au premier plan du tableau clinique. Les attaques de panique sont une montée brusque de crainte ou de malaise intense, atteignant leur paroxysme en quelques minutes, avec la survenue de palpitations, transpiration, tremblements ou sensation d'étouffement par exemple. De plus, une crainte de réitérer l'attaque de panique persiste et peut entraîner des manœuvres visant à éviter les situations risquant de créer une crise. Quant à l'anxiété, ses aspects physiques peuvent se

manifester par une agitation ou une sensation d'être survolté ou à bout, une fatigabilité, des difficultés à se concentrer, une irritabilité, des tensions musculaires, etc. Ces différents symptômes entraînent une altération cliniquement significative du fonctionnement social, professionnel ou dans d'autres domaines importants (American Psychiatric Association, 2013). Les individus ayant subi un AVC s'inquiètent généralement d'une potentielle récurrence, mais également de leur habilité à retrouver leurs capacités physiques, d'éviter de chuter, ou encore de retourner au travail (Rafsten et al., 2018). La présence de troubles anxieux peut donc également compliquer la participation active durant la rééducation (Winstein et al., 2016).

2.4.6. Des déficiences du contrôle postural aux troubles de l'équilibre

Les troubles de l'équilibre fonctionnel étant la variable d'intérêt principale des deux études expérimentales de ce travail de thèse, il convient d'exposer en amont les processus en jeu dans le maintien de l'équilibre, avant d'aborder comment ils peuvent être affectés des suites d'un AVC.

2.4.6.1. Le contrôle postural

Dès lors que l'on sort de son lit pour s'asseoir, puis se lever, se déplacer, autrement dit dans la majorité des activités de la vie quotidienne, il nous faut pouvoir lutter contre la gravité qui tend à nous ramener au sol. Il s'agit donc de maintenir le corps dans une posture, notamment la posture érigée car chez l'être humain la station debout bipède fait référence. Le terme de posture désigne la position globale de l'ensemble des segments du corps superposés depuis le sol jusqu'à la tête (Massion, 1992). De nombreuses structures, tels que les muscles, les tendons, les ligaments, les fascias, ainsi que le tonus musculaire de base (i.e. état de contraction musculaire qui ne produit pas de mouvement, mais qui permet aux muscles de se contracter rapidement en cas de nécessité), participent au maintien de ces segments ensemble. Pour le maintien de ce contrôle postural, deux impératifs s'imposent : l'orientation posturale, c'est-à-dire « *la capacité à maintenir une relation appropriée entre les segments et l'environnement en vue de réaliser une tâche* », et la stabilité posturale qui est « *la capacité à maintenir la projection verticale du centre de masse à l'intérieure du polygone de sustentation* » (Duclos et al., 2017).

L'orientation renvoie donc à la capacité de réaliser une action malgré la gravité. La fonction antigravitaire repose sur l'augmentation du tonus de certains groupes musculaire, notamment les muscles extenseurs (e.g. extenseurs des membres inférieurs, du tronc, du cou) car en position érigée statique le centre de masse se situe théoriquement en avant des vertèbres (Duclos et al., 2017).

Les forces internes (i.e. produit pas la contraction des muscles et la mise en tension des structures passives) interagissent avec les forces externes (e.g. la gravité, les réactions du sol ou le port d'une charge), et l'équilibre est l'état, à un instant t , où la résultante de ces forces est nulle. Dans la cadre de

la posture humaine, un tel état ne persiste pas, les différentes masses du corps étant plutôt continuellement en mouvement, ce sont les oscillations posturales (Duclos et al., 2017).

La stabilité posturale, quant à elle, correspond alors plutôt à la fonction : à la capacité de maintenir l'équilibre ou de le restaurer. Pour ce faire, il faut maintenir la projection verticale du centre de masse au sol dans le polygone de sustentation (i.e. la plus petite enveloppe convexe contenant tous les points de contact entre le corps et le support) : dans ce cas-là on obtient l'équilibre postural. Dans le cadre de la posture humaine érigée bipodale, le polygone de sustentation peut être agrandi en espaçant la distance entre les pieds. L'espace au sein duquel la projection verticale du centre de masse parvient à être maintenue, sans que l'individu n'ait à modifier son polygone de sustentation, définit les limites de stabilité. Ces limites de stabilité mettent donc en jeu des éléments biomécaniques, mais également cognitifs, puisqu'elles dépendent de la perception individuelle de son propre polygone (Duclos et al., 2017; Horak, 2006). Or, il apparaît qu'avec l'âge ces limites de stabilité se réduisent (Holbein-Jenny et al., 2007). Ce qui peut en partie expliquer pourquoi les sujets âgés ressentent le besoin de déclencher des réactions d'équilibrations plus importantes, comme s'agripper à un objet de l'environnement ou faire un pas, en comparaison de sujets plus jeunes (Maki & McIlroy, 2006). Parmi ces réactions posturales (i.e. ensemble de stratégies motrices mis en place pour restaurer l'équilibre), décrites notamment par Shumway-Cook et Woollacott, on retrouve également les oscillations autour de l'articulation de la cheville ou de la hanche (Duclos et al., 2017).

Comme le souligne Duclos et al. (2017), plus la base de support est élargie et moins nombreuses sont les articulations mises en jeu, plus facile sera la gestion de l'équilibre. Par exemple, la position assise est plus aisée à maintenir que la position debout. De plus, en position érigée, le centre de masse à contrôler est plus éloigné de l'axe de rotation (i.e. les pieds au sol), qu'en position assise (i.e. les hanches).

Le contrôle postural repose sur l'interaction de différents systèmes : les informations sensorielles qui renseignent le SNC sur l'état du corps et l'environnement qui l'entoure, les stratégies motrices engagées pour se maintenir en équilibre, et les capacités cognitives (e.g. la perception des limites de stabilité ou la perception de la verticalité). Auxquelles il faut ajouter les contraintes biomécaniques. Ce sont autant de facteurs à prendre en compte lorsque l'on s'intéresse à la régulation du contrôle de la posture (Duclos et al., 2017).

Parmi les informations sensorielles, on retrouve celles en provenance du système vestibulaire, avec pour récepteur le labyrinthe, un ensemble de canaux (i.e. utricule, saccule, canaux semi-circulaires) situés dans l'oreille interne, qui renseignent sur les mouvements (i.e. accélérations et décélérations) et la position de la tête (Purves et al., 2019). Au niveau du SNC, l'intégration se fait par les noyaux vestibulaires, qui entretiennent des connexions avec le tronc cérébral et le cervelet, afin de réguler la

tonicité des muscles cervicaux, des muscles posturaux, et des muscles extra-oculaire. En effet, ces commandes motrices sont essentielles pour stabiliser le regard, l'orientation de la tête, et la posture pendant la mise en mouvement du corps. Elles travaillent en synergie avec le système visuel qui a pour récepteur la rétine de l'œil, avec en son centre la fovéa qui permet une vision précise (i.e. vision centrale), et la périphérie (i.e. vision périphérique) qui fournit des informations de moins bonne résolution mais qui couvre un champ visuel plus large (Mesure et al., 1993). La première participe, par exemple, à l'identification des obstacles ou la qualité de la surface du sol, alors que la seconde perçoit plutôt les changements de luminosité et les déplacements, ce qui lui permet de percevoir plus précocement les variations de l'environnement, notamment en cas d'oscillations posturales (Duclos et al., 2017). Le système somatosensoriel, brièvement abordé plus tôt, comprend les informations issues de la peau (i.e. notamment celle de la plante des pieds qui va renseigner sur la surface du sol), des muscles (i.e. fuseaux neuro-musculaires), des tendons (i.e. organes tendineux de Golgi), et potentiellement des articulations (i.e. corpuscule de Pacini et Ruffini). Kavounoudias et al. (2001) soulignent l'importance des informations cutanées plantaires et des informations proprioceptives des structures stabilisantes la cheville : les premières étant probablement prédominantes en cas de faibles oscillations, et les secondes étant impliquées en cas d'oscillations plus larges (Kavounoudias et al., 2001). Ainsi, chacune de ces informations sensorielles est intégrée et pondérée, c'est-à-dire qu'en fonction des situations elles ne sont pas prises en compte dans les mêmes proportions. Il semblerait qu'en condition érigée stable ce soient les informations proprioceptives qui soient dominantes pour le contrôle postural, puisque les informations vestibulaires nécessitent de plus amples mouvements de la tête pour être stimulées (Fitzpatrick & McCloskey, 1994). De plus, il apparaît que cette pondération soit individu-dépendante car basée sur le vécu antérieur et donc issue d'un apprentissage. Typiquement, il apparaît que certains individus sont plus visuo-dépendants que d'autres (Chiari et al., 2000). Toutefois, il est possible de modifier les « préférences sensorielles » d'un individu en fonction de nouvelles expériences, d'une modification physique, ou de la survenue d'une pathologie (Duclos et al., 2017).

Ainsi, au cours de sa vie, chaque individu va implémenter les caractéristiques de son corps au sein de ce qu'on l'appelle le « schéma corporel », en se basant sur les informations sensorielles issues de ses expériences. Cela va lui permettre de prédire avec de plus en plus de précision les conséquences d'un de ses mouvements sur son équilibre postural. Pour ce faire, d'après Duclos et al. (2007), il structure ses informations aux seins de trois référentiels :

- Le référentiel géocentré, permettant la construction de la verticale subjective qui s'élabore à partir de la verticale gravitaire, notamment grâce aux informations fournies par les récepteurs vestibulaires, mais aussi par des « gravicepteurs » (i.e. les organes internes comme l'estomac, les reins et le système cardiovasculaire).

- Le référentiel exocentré, correspondant à l'espace dans lequel l'individu peut agir, et qui se base essentiellement sur les informations visuelles qui vont capter les éléments jugés comme étant verticaux dans l'espace, mais peut également être renseigné par les informations gravitaires.
- Le référentiel égocentrique, c'est-à-dire le référentiel propre de l'individu, élaboré à partir des informations somesthésiques et vestibulaires, qui aboutit à une représentation interne d'un plan virtuel (i.e. nommé « plan médian ») superposable au plan sagittal corporel.

Ces différents référentiels peuvent se compléter selon les situations, ou être sélectionné selon les besoins.

Ensuite, en réponse aux informations sensorielles perçues, des ajustements musculaires réflexes se mettent en place (i.e. réponses à latences courtes, autour de 50 ms post-perturbation), complétés par une participation des centres supérieurs qui agissent de manière prédictive (Jacobs & Horak, 2007). En effet, plus le temps de réaction du premier est long, plus l'implication du second sera importante. Ils entraînent des contractions musculaires synergiques pour tenter de réorganiser rapidement la posture. Lorsqu'on se place dans le cadre de la posture debout, on observe trois types de stratégies principales (i.e. cheville, hanche, initiation du pas), qui vont découler du degré de déstabilisation, et qui ont été abordé plus tôt. En outre, il est possible que d'autres ajustements posturaux se mettent en place si la perturbation est perçue avant qu'elle ne se produise (i.e. perturbation prévisible). Dans le cadre de la réalisation d'un mouvement volontaire ou d'un changement de position par exemple, l'organisation des segments du corps les uns par rapport aux autres doit être réajusté de manière à maintenir la projection du centre de masse dans le polygone de sustentation. Cela est notamment rendu possible par l'implémentation des caractéristiques des différents segments corporels, c'est-à-dire par le schéma corporel. Dès lors, il est possible d'observer des ajustements posturaux anticipés, c'est-à-dire qu'ils apparaissent 100 à 150 ms avant que la perturbation ne se produise (Aruin & Latash, 1995). Cette anticipation est notamment due à une activation corticale (i.e. cortex sensori-moteur et aire motrice supplémentaire), et si la situation a déjà été vécue par l'individu, le cervelet participe aussi à moduler l'amplitude de la réaction (Horak & Diener, 1994; Jacobs et al., 2008).

Comme le souligne Duclos et al. (2007), « *le contrôle postural représente un système complexe entre les éléments qu'il utilise (informations sensorielles, système musculosquelettique), qu'il construit et sur lesquels il se base (référentiels) et ses mécanismes régulateurs (stratégies sensori-motrices)* ». De plus, il dépend également des capacités cognitives (e.g. attentionnels, mnésiques, etc.). Ainsi, il est aisé de comprendre qu'une altération d'un de ses systèmes, puissent entraîner des troubles du contrôle postural, comme on l'observe souvent chez les patients après un AVC.

2.4.6.2. Les déficiences du contrôle postural

L'émergence de nouveaux outils de mesure du contrôle postural a permis, depuis un certain nombre d'années, de mieux comprendre les problématiques du contrôle postural (Zampogna et al., 2020). Des études utilisant les plateformes de force ont notamment mis en évidence, chez les patients hémiparétiques, un appui inégalement réparti entre le membre sain et le membre atteint. Il apparaît qu'en position debout, cette asymétrie de répartition des forces d'appui se fait au détriment du membre parétique (R. W. Bohannon & Larkin, 1985; Dickstein et al., 1984; Sackley, 1991; Shumway-Cook et al., 1988). De plus, lorsqu'il s'agit de volontairement transférer le plus de « poids » possible sur alternativement un membre inférieur puis l'autre, il apparaît que les sujets parviennent à porter significativement plus de « poids » du côté sain que du côté hémiparétique (R. W. Bohannon & Larkin, 1985). Ces résultats sont également valables pour les sujets n'ayant pas encore retrouvé la station debout, et dont on a mesuré le transfert volontaire de « poids » en position assise (Wiskerke et al., 2021). L'importance de cette asymétrie semble négativement corrélée avec les fonctions motrices et la réalisation des activités de la vie quotidienne (Sackley, 1990). Ensuite, il apparaît qu'en station debout, les sujets hémiparétiques présentent de plus amples oscillations de centre des pressions plantaires que des sujets sains, traduisant un contrôle postural potentiellement moins efficace (D. Pérennou et al., 1996; Shumway-Cook et al., 1988). De plus, les limites de stabilité (abordées dans la partie précédente) sont diminuées, ce qui se traduit par la nécessité d'engager des stratégies motrices de réajustements pour des déstabilisations moindre en comparaison à des sujets sains (Di Fabio & Badke, 1990; D. Pérennou et al., 1996).

Il est évident qu'une force musculaire adéquate est nécessaire pour maintenir les différents segments du corps dans une position érigée (D. Pérennou et al., 1996). Le lien entre la force musculaire des membres inférieurs et les performances d'équilibration debout ont été mis en avant (R. Bohannon, 1989; E. Y. Lee et al., 2022, 2023; Mentiplay et al., 2020). En outre, une réaction musculaire adéquate est également nécessaire pour maintenir la stabilité posturale en cas de perturbation, or chez les patients hémiparétiques les muscles du membre inférieur atteint peuvent se contracter plus tardivement que ceux du côté sain (Di Fabio, 1987). De plus, des anomalies de contractions musculaires peuvent entraîner un enraidissement du membre, ce qui s'oppose à une stratégie motrice efficace pour maintenir l'équilibre. Outre ces problématiques d'ajustement posturaux compensateurs, on peut également retrouver des troubles des ajustements posturaux anticipateurs (Horak et al., 1984). Par ailleurs, il apparaît que les troubles de l'équilibre postural des patients post-AVC soient en lien avec la diminution de la force des fléchisseurs et extenseurs de genoux, ainsi que celle des fléchisseurs dorsaux de la cheville (Khan & Chevidikunnan, 2021). Une autre étude met en avant le rôle de la spasticité des fléchisseurs plantaires de cheville qui semble influencer négativement le contrôle postural dans le plan

frontal, et que les déséquilibres sont exacerbés lorsque les sujets avaient les yeux fermés (Rahimzadeh Khiabani et al., 2017).

Concernant les afférences sensorielles, l'hypothèse selon laquelle les patients hémipariés priorisent l'information visuelle est depuis longtemps avancée dans la littérature (D. Pérennou et al., 1996). Cela semble vérifié notamment pour le contrôle de la vitesse des oscillations posturales dans la direction médio-latérale (Marigold & Eng, 2006). Cette compensation pourrait être en lien avec les déficits sensoriels. Une étude a montré, par exemple, que la perte de sensibilité cutanée plantaire influence les capacités de contrôle postural (Do et al., 1990). De même, les déficits proprioceptifs de la cheville seraient un facteur prédictif fort des troubles de l'équilibre (Cho & Kim, 2021; Deshpande et al., 2016), et la proprioception distale (i.e. chevilles et pieds) serait significativement corrélée à l'incidence des chutes (Gorst et al., 2019).

2.4.6.3. Des troubles de l'équilibre au risque de chute

Ces déficiences du contrôle postural engendrent des problématiques dans le maintien de l'équilibre fonctionnel, c'est-à-dire dans la capacité des patients de se maintenir en équilibre en situation écologique. D'après l'enquête Handicap-Santé de 2008-2009, les troubles de l'équilibre font partie des séquelles les plus fréquentes : ils concernaient 50,3 % des 1354 répondants (De Peretti et al., 2012).

Or, ces troubles de l'équilibre fonctionnel entraînent une augmentation significative du risque de chute, largement supérieure à celui des adultes en bonne santé d'un âge similaire (Weerdesteyn et al., 2008).

Ces chutes peuvent avoir des conséquences physiques et psychologiques (Figure 9).

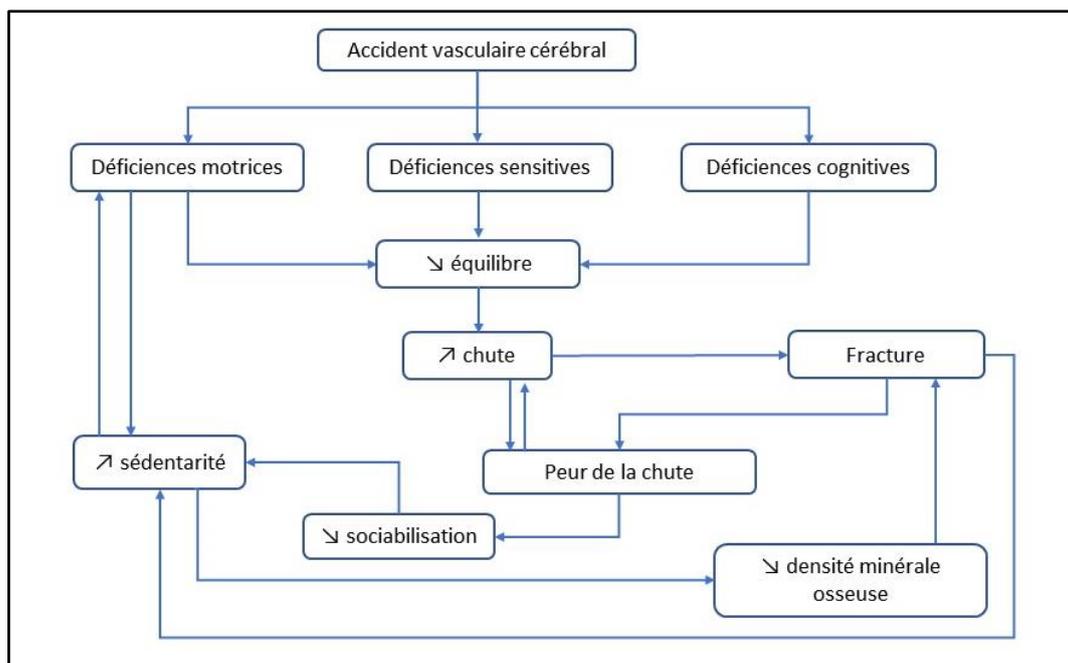


Figure 9 : Synthèse des conséquences de l'AVC sur les troubles de l'équilibre et le risque de chute, d'après Weerdesteyn et al. (2008)

Elles sont susceptibles d'engendrer, d'une part, des contusions et lésions cutanées et, d'autre part, des fractures osseuses. À noter que le risque de fracture est là aussi supérieur chez les sujets post-AVC, en comparaison d'une population saine d'âge équivalent (Weerdesteyn et al., 2008). Une large proportion de ces fractures concerne la hanche, généralement du côté hémiparétique, en raison d'une diminution de la densité minérale osseuse (proéminente du côté affecté) qui est une complication fréquente à long terme après l'AVC. De plus, il est probable que l'amortissement de la chute soit diminué en raison de l'impossibilité d'utiliser le bras hémiparétique (Weerdesteyn et al., 2008). Ces individus ont, non seulement un risque accru de fracture de hanche, mais aussi des conséquences généralement plus sévères. En effet, il a été rapporté qu'ils ne retrouveraient une mobilité autonome que dans 38 % des cas, alors que cette proportion est de 69 % dans la population générale (Weerdesteyn et al., 2008). Également, le taux de mortalité est doublé trois mois après les fractures traitées chirurgicalement chez les personnes ayant subi un AVC (10 % contre 5 % chez les patients n'ayant pas subi d'AVC). Les conséquences physiques peuvent donc être dramatiques et elles attirent généralement plus l'attention, mais les conséquences psychologiques ne sont pas à négliger. Chez les individus chuteurs, 88 % développent une peur de la chute et près de la moitié réduisent en conséquence leurs activités (Weerdesteyn et al., 2008). Cette réduction d'activité conduit au déconditionnement, et paradoxalement augmente significativement le risque de chute. La socialisation est également affectée par les conséquences de la chute et par la peur de chuter : il a été constaté qu'après deux chutes les patients étaient moins actifs socialement (Weerdesteyn et al., 2008). Par ailleurs, il a été mis en évidence que c'est pendant la marche que les patients post-AVC chutent le plus souvent (Weerdesteyn et al., 2008). En effet, la marche nécessite un bon contrôle postural, et des fonctions sensorimotrices (notamment du membre inférieur) effectives.

2.4.7. Les troubles de la marche

L'enquête handicap-santé 2008-2009 souligne que les limitations fonctionnelles motrices sont fréquentes, particulièrement pour les déplacements. La moitié des sujets présentant des séquelles post-AVC ont déclaré ne pas pouvoir, ou difficilement, marcher 500 mètres sans aide technique ou humaine (De Peretti et al., 2012). En effet, les différents paramètres de marche tels que la vitesse, la cadence des pas, et l'endurance à la marche peuvent être affectés (Balaban & Tok, 2014; Bohannon & Williams Andrews, 1995). Les résultats de l'étude de Eng et al. (2002) rapportent que la distance de marche fonctionnelle de sujets post-AVC (i.e. moyenne d'âge de 63 ans ; temps post-AVC > 1 an), mesurée par un test de marche de 6 minutes (TDM6), était très faible (moyenne : 268 mètres) et représentait seulement 42 % à 50 % de celles rapportées chez des homologues sains (Eng et al., 2002). La marche chez les sujets post-AVC représenterait un coût énergétique supérieur à la normale (Kramer et al., 2016).

C'est particulièrement l'atteinte au niveau du membre inférieur qui est en cause dans ces troubles de la marche. En effet, lors d'analyses cinématiques de la marche chez des patients hémiparétiques, il a été observé une insuffisance d'extension de hanche lors du temps portant (i.e. également appelé phase d'appui, elle correspond au moment où le membre inférieur étudié est en contact avec le sol) ainsi que de flexion de hanche lors du temps oscillant (i.e. également appelé phase oscillante, elle correspond au moment où le membre inférieur étudié n'est plus en contact avec le sol) (Balaban & Tok, 2014; Pélissier et al., 1997). Au niveau du genou, il a été rapporté différents schémas au temps portant, liés au défaut de contrôle moteur dans les derniers degrés d'extension, pouvant conduire par exemple à la présence d'une hyperextension. Au temps oscillant, deux problématiques ont été identifiées : une insuffisance de flexion de genou lors du début de la phase et une insuffisance d'extension à la fin (i.e. juste avant l'attaque du pas). Concernant la cheville, les perturbations cinématiques courantes de la phase d'appui concernent le contact initial avec un manque de flexion dorsale (i.e. pied tombant), puis un manque de flexion plantaire pour la propulsion. Au temps oscillant, c'est le manque de flexion dorsale qui est problématique puisque normalement la cheville doit pouvoir atteindre la position neutre et maintenir cette position jusqu'au contact initial (Balaban & Tok, 2014; Pélissier et al., 1997). En outre, il apparaît que la marche des sujets hémiparétiques comportent une phase d'appui plus longue et qui occupe une plus grande proportion du cycle de marche que chez des sujets sains (Olney & Richards, 1996). Ainsi, différents schémas de marche ont été décrits dans la littérature pour caractériser les troubles des patients hémiparétiques. Par exemple, le manque de flexion (i.e. hanche, genou et/ou cheville) lors de la phase oscillante peut être compensé par un mouvement de circumduction appelé « fauchage » (Kerrigan et al., 2000). Une marche avec un « genou raide » peut être observée en raison du déficit de flexion de genou lors de la phase oscillante, et pour d'autre une hyperextension de genou (i.e. « recurvatum ») lors de cette même phase (Kerrigan et al., 1991; Olney & Richards, 1996). Une flexion plantaire excessive (i.e. l'avant pied est plus bas que le talon), appelé « équin », peut également être retrouvée (Foley et al., 2010).

En 1987, Bohannon mettait en avant la corrélation entre certains paramètres de marche et quatre variables : le contrôle postural, le ratio de répartition des forces d'appui, le contrôle moteur et la force normalisée du membre inférieur parétique. Il apparaissait que le contrôle postural et moteur étaient les meilleurs prédicteurs des performances de marche (Bohannon, 1987). Plus tard, ces résultats sont confirmés dans une revue de littérature (Bohannon & Williams Andrews, 1995). Les auteurs s'intéressaient à quatre paramètres de marche en particulier : la vitesse (i.e. confortable et maximale), la cadence (i.e. confortable et maximale), l'endurance (i.e. distance et nombre de pas), et l'indépendance. Il apparaissait que la force musculaire (i.e. particulièrement du membre inférieur parétique) et le contrôle postural (i.e. mesuré par échelle ordinale ou sur plateforme de force) étaient significativement corrélés à un grand nombre de ces indicateurs de performance à la marche. En

revanche, la spasticité musculaire ne leur était pas significativement corrélée, mais moins d'études s'y étaient intéressées et elles ne l'avaient pas mesurées en condition dynamique. La sensibilité proprioceptive avait été investiguée dans une étude, qui retrouvait une corrélation significative avec l'indépendance à la marche. Mais une autre étude, évaluant la sensibilité (i.e. tactile et proprioceptive par l'échelle Fugl-Meyer), ne retrouvait pas de corrélation avec la vitesse de marche ou la cadence. Enfin, la perception de la verticalité était modérément corrélée avec l'indépendance à la marche, uniquement pour les patients atteints de lésion de l'hémisphère cérébral droit (Bohannon & Williams Andrews, 1995). Concernant plus spécifiquement la vitesse de marche, Nadeau et al. (1999) ont montré qu'elle était en lien avec la fonction motrice du membre inférieur, le contrôle postural, et plus particulièrement la force des fléchisseurs de hanche. De plus, lorsqu'il s'agit de marcher à vitesse maximale, la performance serait en lien avec la sensibilité du membre inférieur et la force des fléchisseurs plantaires (Nadeau et al., 1999). De même, la force du quadriceps serait significativement corrélée avec la vitesse de marche ($r = 0,74$; $p < 0,01$) et l'équilibre ($r = 0,75$; $p < 0,01$) (Yang et al., 2016). D'après des analyses par électromyographie, certains muscles s'activent parfois de façon prématurée tandis que d'autres présentent des niveaux d'activation anormalement bas (Lamontagne et al., 2007). La perte de force du muscle agoniste explique en grande partie cette activation basse, mais un des facteurs pouvant contribuer à cette apparente perte de force peut être la contraction anormale des muscles antagonistes (Olney & Richards, 1996). Par exemple, l'hypertonie des fléchisseurs plantaires de la cheville pourrait contribuer à la faiblesse apparente des fléchisseurs dorsaux (Dietz & Berger, 1984). De plus, l'hypo-extensibilité de certains muscles peut également expliquer le manque de mobilité articulaire constaté notamment au niveau de la cheville et de la hanche (Balaban & Tok, 2014). Toutefois, il apparaît que la spasticité, des extenseurs de genou notamment, peut s'avérer aidante lorsqu'elle permet de compenser une parésie importante (Berger et al., 1984).

2.4.8. Les restrictions de participation

Les limitations d'activités précitées (i.e. équilibre, marche) engendrent d'importantes restrictions de participation. En effet, les limitations de déplacement impactent directement la possibilité de sortir de chez soi, que ce soit pour faire ses courses ou pour rendre visite à des personnes par exemple.

D'après Skolarus et al. (2014) les patients post-AVC ont significativement plus de restrictions de participation que des sujets sains, et ils estiment que c'est en raison de leur santé. En comparaison au groupe contrôle, dans 84 % des cas ils étaient plus susceptibles de restreindre leurs visites à de la famille ou des amis, 32 % plus susceptibles de restreindre la participation à des services religieux et 59 % plus susceptibles de restreindre les sorties pour le plaisir (Skolarus et al., 2014). Il semblerait que ces restrictions de participation étaient essentiellement en lien avec les capacités physiques des individus.

De plus, les symptômes de dépression et d'anxiété étaient des facteurs prédictifs de toute restriction de participation (Skolarus et al., 2014). En outre, comme nous l'avons décrit précédemment, les troubles de l'équilibre peuvent engendrer des chutes et les sujets chuteurs sont moins actifs socialement par peur de la récurrence (Weerdesteyn et al., 2008).

Concernant les individus encore en âge de travailler (i.e. 18 à 64 ans), une revue systématique a permis d'estimer qu'à peine plus de 50 % des patients retournaient au travail un an après leur AVC (Edwards et al., 2018). Le retour au travail serait corrélé avec leur indépendance dans les activités de la vie quotidienne et les déficits neurologiques. Ceci s'explique notamment par le fait que les patients ne parvenant pas à une bonne récupération physique et fonctionnelle ne peuvent pas être en mesure d'effectuer certaines tâches physiques requises sur leur lieu de travail (Edwards et al., 2018).

Ainsi, de part des limitations physiques, accompagnées parfois d'un contexte psychologique anxiodépressif, les patients post-AVC sont moins susceptibles de sortir de chez eux et donc plus sujets à un mode de vie sédentaire.

2.4.9. La sédentarité

Un mode de vie sédentaire se définit comme un ensemble de comportements adoptés en position assise, inclinée ou allongée avec une faible dépense d'énergie (i.e. activités dont la dépense énergétique est \leq à 1,5 MET) (Marchant et al., 2019; Owen et al., 2010; Tiegues et al., 2015). La sédentarité a des effets négatifs importants sur le métabolisme et la santé cardiovasculaire, en particulier lorsqu'elle est accumulée pendant de longues périodes ininterrompues, et non pas compensée par la pratique d'une activité physique (Owen et al., 2010).

Chez les survivants d'AVC, il semblerait que cette sédentarité soit liée d'une part, à leur mode de vie antérieur, et d'autre part, aux séquelles post-AVC. En effet, une étude longitudinale menée sur 3472 patients post-AVC (moyenne d'âge de 75 ans) a permis d'estimer le niveau d'activité physique sur l'année précédant l'AVC (Susts et al., 2023). L'utilisation du Saltin-Grimby Physical Activity Level Scale permettait d'interroger les individus sur leur occupation de loisir et de les classer en quatre catégories. Les résultats montrent que 49 % d'entre eux étaient physiquement inactifs avant l'AVC (i.e. majorité du temps passé en position assise, à lire ou regarder un écran), 44 % pratiquaient une activité physique légère (i.e. faire du vélo, marcher, jardiner au moins 4 heures par semaine), et seuls 7 % avaient une pratique modérée à intense (i.e. pratique d'une activité physique ou d'un sport plusieurs fois par semaine). De plus, l'inactivité physique avant l'AVC semble associée à la dépendance (i.e. la nécessité d'avoir une aide technique et/ou humaine) vis-à-vis des activités de la vie quotidienne basique après l'AVC. Les habitudes de vie antérieures semblent donc avoir un impact sur les activités après l'AVC. Ensuite, d'après une étude qualitative menée auprès de patients et de leurs aidants, ils reconnaissent généralement avoir tendance à reproduire leurs schémas d'activités et de comportement sédentaire

pré-AVC lorsqu'ils retournent vivre chez eux (Hall et al., 2020). En outre, ils indiquent également se sentir encore plus sédentaires qu'ils ne l'étaient avant et certains déclarent ne pas être capables de s'adonner à des activités qu'ils appréciaient auparavant. Ils évoquaient d'une part, leurs limitations physiques et leur manque de confiance en eux, mais également la peur du regard des autres sur leur handicap (Hall et al., 2020). Enfin, l'équipe de Tieges et al. (2015) a effectué un suivi longitudinal de 96 individus (moyenne d'âge de 72 ans) et de leur comportement sédentaire durant leur première année post-AVC. Cette étude a révélé qu'ils passaient en moyenne 81 % de leur temps journalier (i.e. 20 heures par jour) dans un comportement sédentaire. De plus, ce comportement sédentaire demeurait constant au cours de l'année (i.e. évaluation à 1, 6 et 12 mois) (Tieges et al., 2015).

En conséquence, pour ces patients dont les séquelles peuvent affecter lourdement la QDVL (Chen et al., 2019), il est nécessaire de mettre en place une rééducation. Les objectifs de cette rééducation peuvent varier en fonction des déficiences, mais également en fonction du temps écoulé depuis l'AVC.

2.5. Rééducation post-AVC

2.5.1. De la phase aiguë à la phase chronique

On distingue généralement trois phases d'évolution post-AVC : aiguë (0-14^e jours), subaiguë (14^e jours à 6 mois) et chronique (> 6 mois) (Haute Autorité de Santé, 2012). Durant la phase aiguë, généralement le patient sera pris en charge dans une unité-neurovasculaire, où il lui sera proposé le plus rapidement possible une rééducation précoce, avec pour objectif de remettre le patient debout et éviter les conséquences de l'alitement (Li et al., 2018). Le parcours de soins peut ensuite varier en fonction des patients. En effet, selon la société et la fédération française de médecine physique et de réadaptation, « *les parcours de soins de rééducation et réadaptation après AVC doivent être adaptés à la sévérité des déficiences et au pronostic fonctionnel, et modulés selon l'environnement familial des patients, la nécessité d'adaptation de l'habitat à la perte d'autonomie, l'offre locale en soins de ville médicaux et de rééducation* » (De Peretti et al., 2017). Les patients en capacité de retourner à leur domicile reçoivent généralement pour consigne de poursuivre une rééducation, soit en cabinet libéral si un seul rééducateur est nécessaire, soit en hôpital de jour s'il y a nécessité de plusieurs rééducateurs (Yelnik et al., 2011). Pour les individus avec un besoin de rééducation plus important, un séjour en service de soins de suite et réadaptation (SSR) peut être envisagé. D'après un rapport de 2015, 39 % des patients étaient admis en SSR dans les trois mois suivants leur hospitalisation initiale (De Peretti et al., 2017). Leur séjour peut durer de quelques semaines à quelques mois. L'objectif de ces services est de proposer une prise en soins pluridisciplinaire : médecin, infirmière, masseur-kinésithérapeute, enseignant en activité physique adaptée (EAPA), ergothérapeute, neuropsychologue, assistance sociale, etc. C'est durant les phases aiguë et subaiguë qu'on observe généralement la récupération la plus importante,

comme la récupération de la marche. En effet, dans une étude explorant les bénéfices de la rééducation précoce post-AVC, 75% des participants étaient capables de marcher sur au moins 50 mètres à trois mois post-AVC (Kennedy et al., 2021). Cela repose en partie sur des phénomènes de récupérations spontanées comme la résorption de l'œdème et la reperfusion de la zone de pénombre (i.e. tissu sévèrement ischémique mais qui n'est pas irréversiblement lésé) en phase aigüe (Murphy & Corbett, 2009; S. Zhang et al., 2005). Mais aussi grâce aux mécanismes de plasticité cérébrale (voir partie 1.2) qui sont en lien avec les stimulations motrices, sensorielles, cognitives. La rééducation se doit donc de débiter le plus précocement possible (Langhorne et al., 2017). Elle se doit également d'être intensive (i.e. un temps important doit y être consacré tous les jours) et répétitive (i.e. l'action doit être répétée de nombreuses fois au sein d'une même séance) (Haute Autorité de Santé, 2012). Le travail en tâches orientées semble également essentiel, notamment pour des tâches comme la locomotion. La tâche orientée peut être définie comme un travail axé sur la réalisation d'une tâche fonctionnelle, c'est-à-dire en lien avec une situation de vie réelle. Cette tâche doit être spécifique, c'est-à-dire correspondre au travail de la tâche que l'on cherche à améliorer spécifiquement. Par exemple, pour améliorer les capacités de marche, il faut que le patient travaille spécifiquement la tâche de marcher, et si possible dans une situation la plus proche de celle correspondant à la vie courante.

Cependant, malgré cette rééducation intensive, répétitive, et fonctionnelle durant les premiers mois post-AVC, de nombreux patients souffrent encore de séquelles en phase chronique. Une étude rétrospective s'intéressant à déterminer la proportion de victimes d'AVC capable de marcher de manière indépendante à leur sortie du centre de rééducation, met en avant que 80 % des sujets pouvaient marcher en intérieur, mais seulement 27 % d'entre eux pouvaient réaliser quatre tâches jugées essentielles pour marcher en autonomie dans des situations de vie courante (Blennerhassett et al., 2018). En l'occurrence, seuls 52 % d'entre eux pouvaient monter seul les escaliers, 39 % avaient la capacité de marcher sur un terrain en pente, 58 % parvenaient à marcher à une vitesse de $0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ou plus, et 40 % pouvaient marcher au moins 367 mètres au test de marche de 6 minutes. Ces patients sont bien souvent trop sédentaires (voir partie 2.5.8.). Or, comme mentionné précédemment, l'inactivité physique est un facteur de risque majeur de récurrence d'AVC (O'Donnell et al., 2010). Ainsi, il semble essentiel de mettre en place des interventions visant à réduire cette inactivité chez les patients souffrant de séquelles chroniques post-AVC. La participation à des programmes d'activité physique adaptée (APA) semble être une approche largement recommandée (Billinger et al., 2014 ; Haute Autorité de Santé, 2018, 2022). En outre, la pratique régulière d'une APA peut également aider à la récupération des différentes séquelles liées à l'AVC, citées précédemment.

2.5.2. L'activité physique adaptée en phase chronique post-AVC

2.5.2.1. Définitions

Comme le souligne l'*American College of Sports Medicine* (Garber et al., 2011), en reprenant les propos de l'article de Caspersen et al. (1985), les termes « *physical activity* » (i.e. activité physique), « *exercise* » (i.e. exercice physique) et « *physical fitness* » (i.e. condition physique) sont souvent confondus et utilisés comme des synonymes. Bien qu'étroitement liés, ils ont une signification qui leur est propre. Le terme d'activité physique est défini comme tout mouvement corporel produit par le système musculosquelettique qui requiert une dépense énergétique (Caspersen et al., 1985; Garber et al., 2011). Le terme d'activité physique comprend donc tous les mouvements effectués dans la vie courante, que ce soit dans la cadre d'une pratique de loisir, d'une pratique sportive, d'un emploi, des activités de la vie quotidienne, ou pour simplement se déplacer. Quant au terme d'exercice physique, il désigne un sous ensemble d'activités physiques planifiées, structurées et répétitives dont l'objectif (final ou intermédiaire) est l'amélioration ou le maintien d'une ou plusieurs composantes de la condition physique (Caspersen et al., 1985; Garber et al., 2011). La condition physique est définie comme un ensemble d'attributs liés à la santé ou aux aptitudes qui inclut les capacités cardio-respiratoires, la force et l'endurance musculaire, la composition corporelle, la souplesse, l'équilibre, le temps de réaction et la puissance (Caspersen et al., 1985; Garber et al., 2011).

La notion d'APA a émergé en France depuis plusieurs années, et est définie par l'article L.1172-1 du décret n°2016-1990 du 30 décembre 2016 comme « *la pratique dans un contexte d'activité du quotidien, de loisir, de sport ou d'exercices programmés, des mouvements corporels produits par les muscles squelettiques, basée sur les aptitudes et les motivations des personnes ayant des besoins spécifiques qui les empêchent de pratiquer dans des conditions ordinaires* » (Haute Autorité de Santé, 2022b). L'activité physique adaptée s'inscrit dans « *le cadre du parcours de soins des personnes atteintes d'une affection de longue durée ou d'une maladie chronique ou présentant des facteurs de risques et des personnes en perte d'autonomie* », elle peut faire l'objet d'une prescription par un médecin, puis être dispensée par des professionnels de santé (i.e. masseur-kinésithérapeute, ergothérapeute ou psychomotricien) ou un EAPA (Haute Autorité de Santé, 2022b). L'AVC fait partie de la liste des pathologies considérées comme « *affection longue durée* », aussi, les patients peuvent bénéficier de cette prescription d'APA.

On peut distinguer des catégories d'exercices en fonctions des aptitudes physique que l'on cherche à améliorer : l'aérobic ou l'endurance, qui engagent plus particulièrement le système cardio-respiratoire ; le renforcement musculaire, qui concerne les fonctions musculaires (i.e. force, puissance, endurance) ; la souplesse, qui concerne les amplitudes articulaires ; l'entraînement neuromoteur, qui concerne les compétences motrices (Garber et al., 2011; Haute Autorité de Santé, 2018). Pour toutes ces exercices,

il convient de prendre en compte la fréquence (i.e. le nombre de séances par semaine), la durée (i.e. le temps de pratique dans une séance), l'intensité (i.e. variable selon le type d'activité). De plus, chaque type d'exercice comprend des spécificités qui lui sont propres.

Pour ceux de type aérobie, l'intensité est généralement mesurée en MET (*Metabolic Equivalent Task*), où 1 MET correspond à l'énergie dépensée au repos. On peut donc classer cette intensité comme étant très légère (i.e. < 2 MET), légère (i.e. 2 à 2,9 MET), modérée (i.e. 3 à 5,9 MET), intense (i.e. 6 à 8,7 MET), ou très intense (i.e. ≥ 8,8 MET) (Garber et al., 2011). Les valeurs exposées ici sont une moyenne, mais il est possible de les reconsidérer en fonction de l'âge. Un autre indicateur important peut être calculé : le volume d'activité, en effectuant le produit de son intensité par sa fréquence et sa durée, pour l'exprimer par exemple en MET.min.sem⁻¹.

Pour le renforcement musculaire, l'intensité peut se mesurer en fonction de la résistance maximale (RM), c'est-à-dire la charge maximale soulevée en une fois. On peut classer l'intensité comme étant très légère (i.e. < 30 % d'1RM), légère (i.e. 30-49% d'1RM), modérée (i.e. 50-69% d'1RM), intense (i.e. 70-84% d'1RM), ou très intense (i.e. ≥ 85% d'1RM) (Garber et al., 2011). Le nombre de répétition et de séries a également son importance. En outre, on peut distinguer différents types de contractions musculaires : concentrique (i.e. les deux insertions du muscle se rapprochent), excentrique (i.e. les deux insertions du muscle s'éloignent), ou isométrique (i.e. contraction qui n'entraîne pas de mouvement). La vitesse et l'amplitude du mouvement sont des variables qui peuvent également être prises en compte.

Pour les exercices d'assouplissements, l'intensité se mesure en fonction de la tension perçue, il faut « *s'étirer jusqu'à ressentir une tension ou une légère gêne* » (Garber et al., 2011). La durée de maintien de l'étirement peut aller de 10 à 60 secondes dans le cadre d'un étirement statique. Il existe différentes méthodes d'étirements : statique (actif ou passif), dynamique, balistique, ou encore la facilitation neuro-musculaire proprioceptive. Il apparaît qu'elles permettent toutes un gain d'amplitude articulaire, et que les étirements statiques permettent un gain plus important (Thomas et al., 2018). Elles seront réabordées plus en détail dans la suite de ce manuscrit (i.e. partie 1.1.1).

Enfin, pour l'entraînement neuromoteur, ce sont des compétences motrices qui sont visées comme : l'équilibre, la coordination, l'agilité, et la proprioception (Garber et al., 2011). Il n'y a pas d'échelle d'intensité qui ait été mis en avant. Ce type de pratique visent à réduire le risque de blessures dans le cas d'une pratique sportive par exemple (Hewett et al., 2005; Hrysomallis, 2007). Mais son intérêt a surtout été étudié dans le cadre de populations gériatriques, notamment pour améliorer l'équilibre et la mobilité fonctionnelle (Karinkanta et al., 2007; Y. Li et al., 2007; Nelson et al., 2007).

Ces différents types d'exercices peuvent être travaillés de manière combinée sous la forme de programme d'APA, notamment dans le cadre de la prise en soins des AVC.

2.5.2.2. Les recommandations de bonnes pratiques

Tout d’abord, concernant l’activité physique adaptés pour les patients victimes d’AVC, la Haute Autorité de Santé a fait paraître en 2018 un référentiel pour faciliter sa prescription, dans lequel il est préconisé un entraînement mixte associant les activités de type endurance et de renforcement musculaire en priorité, auxquelles il faudrait également associer des exercices d’assouplissements et d’entraînement neuro-musculaire (Figure 10). Puis, en 2022, s’y ajoute une fiche de synthèse qui mentionne notamment : « *après la sortie du centre de rééducation/réadaptation (phase chronique), si le patient en a bénéficié, outre les indispensables activités physiques journalières, un programme d’APA doit être prescrit. (...) Si nécessaire, la rééducation fonctionnelle de la marche est poursuivie pour maintenir l’autonomie du patient* ».

Type d’APS	Fréquence	Intensité	Durée	Exemples d’APS
Vie quotidienne	Quotidienne	Intensité légère à modérée	Multiplier les activités en particulier de précision	Marcher, monter les escaliers, faire du jardinage, le ménage, etc.
Endurance	3 à 5 par semaine	Intensité modérée	20 à 60 min par jour en continu ou fractionnée 5-10 min échauffement et récupération pour chaque séance Augmenter progressivement la durée en continu ou en entraînement séquentiel Podomètre utile pour objectiver les progrès	Exemples : marche (en environnement ou sur tapis roulant), vélo (assis ou couché, à bras, ou bras-jambes), nage, <i>steps</i> , activités en position assise, etc.
Renforcement musculaire	2 à 3 par semaine, non consécutifs	Commencer par intensité légère Puis augmenter progressivement à modérée	1 à 3 séries de 10 à 15 répétitions de 8 à 10 exercices sollicitant les grands groupes musculaires Augmenter progressivement en fonction de la tolérance	Exercices en renforcement musculaire (poids, bandes élastiques, appareillages, etc.) Muscles du tronc et des membres supérieurs et inférieurs Circuit training, mobilité fonctionnelle
Souplesse	≥ 2 à 3 par semaine avant ou après renforcement musculaire	Étirement jusqu’au point de tension ou de petit inconfort	Étirement statique de 10 à 30 secondes 2 à 4 répétitions pour chaque exercice	Tronc, membres supérieurs et inférieurs
Neuromusculaire travail de l’équilibre et de la coordination	2 à 3 par semaine			Tai-Chi, yoga, jeu de raquettes (coordination œil-bras), jeux vidéo actifs (Wii)

Figure 10 : Prescription d’APA chez un patient post-AVC, d’après la Haute autorité de santé (2018)

Ensuite, cette même année, paraissent également les recommandations de bonnes pratiques pour la rééducation de la phase chronique post-AVC de l’adulte (Haute Autorité de Santé, 2022a). Dans la partie concernant les méthodes de rééducation de la fonction motrice, seules deux approches sont recommandées avec un niveau de preuves scientifiques de grade A (i.e. preuve scientifique établie) : les exercices de marche, d’une part, les programmes d’activités physiques adaptées, d’autre part.

La rééducation à la marche après un AVC y est définie comme « *l’ensemble des processus de restauration des différents paramètres de la locomotion bipédique d’une personne ayant présenté une hémiplegie vasculaire, dans le but de lui permettre de restaurer un maximum d’indépendance et de se déplacer de la manière la plus sûre et économique possible* ». Les exercices préconisés sont donc essentiellement fonctionnels, et consistent à réaliser la tâche de marcher (e.g. en intérieur, mais aussi

en extérieur sur terrains variés ou dans les escaliers), avec ou sans aide techniques. Elle doit être réalisée sous la supervision d'un rééducateur pendant l'apprentissage, puis elle peut être poursuivie progressivement en dehors des séances sous la supervision d'un aidant, lorsque cela devient envisageable. Dans ses recommandations de 2012, la Haute Autorité de Santé qualifiée alors ce type de pratique comme étant de la répétition de tâches ou tâches orientées, c'est-à-dire la répétition d'une même séquence de mouvements dans le but d'en améliorer l'exécution (Haute Autorité de Santé, 2012). A la phase chronique de l'AVC, la rééducation par tâches orientées de la marche était alors recommandée en Grade B.

Quant aux programmes d'activités physiques adaptées, il est mentionné qu'ils sont extrêmement variables en termes de type d'activité, de durée et de fréquence. Ainsi, il n'existe pas un unique mode d'intervention, mais plusieurs, notamment en fonction des aptitudes physiques qui sont visées (e.g. capacités aérobies, musculaires, ou neuromotrices). De plus, ces programmes peuvent être réalisées en individuel ou en groupe. Un des modes de pratique, qui apparaît comme particulièrement pertinent d'après la revue Cochrane d'English et al. (2018), s'intitule le *Circuit Class Therapy*. Il se réalise en groupe, l'accent est mis sur la pratique répétitive de tâches et d'exercices fonctionnels qui progressent en difficulté ou en nombre de répétitions au fur et à mesure que le participant s'améliore. Les exercices peuvent être réalisés soit sous forme de série de postes de travail disposés en circuit, soit en série d'activités individualisées dans un cadre collectif. L'accent est principalement mis sur un entraînement spécifique des tâches motrices quotidiennes, et l'aspect collectif semble être un atout motivationnel permettant de maintenir les activités physiques sur la longueur.

Par ailleurs, la rééducation de la posture et de l'équilibre est recommandée, bien que le niveau de preuve soit plus faible (Grade C) : « *Il s'agit des différentes techniques permettant l'entretien et l'amélioration des fonctions d'équilibration et de maintien des attitudes corporelles et à la marche* » (Haute Autorité de Santé, 2022a). L'objectif serait de corriger les troubles de l'équilibre qui sont souvent en rapport avec l'asymétrie corporelle, les difficultés à répartir le poids du corps sur les deux pieds (i.e. transférer les appuis) et la mobilisation du tronc afin de se déplacer en sécurité. Là aussi, les manières d'aborder la rééducation de l'équilibre postural sont nombreuses : « *elles visent à développer le traitement des informations sensitivo-sensorielle et/ou les réponses du système effecteur* ». Il est décrit que la technique de rééducation la plus simple et la plus pratiquée réside dans le travail de l'équilibre statique et dynamique sur sol stable. Auxquelles, il est possible d'ajouter des manœuvres déséquilibrantes (e.g. intrinsèque ou extrinsèque). Ensuite, il apparaît également possible d'ajouter des accessoires comme des supports instables (e.g. plateaux, ballons, mousse etc.), ou des plateformes de force dont certaines sont connectées à des jeux type *exergames*.

Ces recommandations semblent en adéquation avec celles de l'*American heart association/American stroke association* (AHA/ASA) qui souligne, d'une part, l'importance de l'entraînement intensif et répétitif aux tâches de mobilité fonctionnelle pour les patients post-AVC souffrants de limitations à la marche (Classe 1, Niveau de preuve B), et d'autre part, leur implication dans des programmes type *Circuit Class Therapy* (Classe IIa, Niveau de preuve A) (Winstein et al., 2016). Concernant les patients qui ont des troubles de l'équilibre, qui sont à risque de chute, qui manquent de confiance en leur équilibre et qui ont peur de chuter, ils devraient bénéficier d'un programme d'entraînement à l'équilibre (Classe I, Niveau de preuve A). Dans la section concernant les risques de chute, ils recommandent que les patients rentrant vivre à domicile participent à des programmes d'exercices avec entraînement à l'équilibre (Classe I, Niveau de preuve B).

En 2014, l'AHA/ASA avait également fait paraître ses recommandations pour la pratique d'activité physique et d'exercice pour les patients ayant subi un AVC (i.e. l'équivalent de l'activité physique adaptée en France). Le tableau de synthèse est relativement similaire à celui proposé par la Haute Autorité de Santé dans ses recommandations de 2018 (Figure 10), mais comprend plus de détails sur les modes de pratique et les objectifs (Figure 11).

Contexte/mode d'exercice	Buts/Objectifs	Recommandations pratiques : Fréquence/Intensité/Temps
<p>Hospitalisation et début de la convalescence (phase aiguë)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marche de faible intensité, activités d'auto-soins • Assis ou debout par intermittence • Activités assises • - Activités d'amplitude de mouvement, exercices de motricité <p>Thérapie par l'exercice ou "rééducation" en milieu hospitalier et en ambulatoire</p> <p>Aérobic</p> <ul style="list-style-type: none"> • Activités pour les grands groupes musculaires (p. ex. marche, marche graduée, cycloergomètre stationnaire, ergométrie des bras, ergométrie bras-jambes, activités fonctionnelles, exercices en position assise, le cas échéant) 	<ul style="list-style-type: none"> • Prévenir le déconditionnement, la pneumonie hypostatique, l'intolérance orthostatique et la dépression • Évaluer les déficits cognitifs et moteurs • Stimuler l'équilibre et la coordination 	<ul style="list-style-type: none"> • ≈10- à 20-bpm d'augmentation de la FC au repos ; • RPE ≤11 (échelle 6-20) ; fréquence et durée selon la tolérance, à l'aide d'un intervalle ou une approche travail-repos.
<p>Force musculaire/endurance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entraînement à la résistance des extrémités supérieures et inférieures, et du tronc à l'aide de poids libres, d'activités de mise en charge ou de mise en charge partielle, de bandes élastiques, de ressorts, de poulies. • Entraînement en circuit • Mobilité fonctionnelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la vitesse et l'efficacité de la marche • Améliorer la tolérance à l'exercice (capacité fonctionnelle) • Augmenter l'indépendance dans les AVQ • Réduire les déficiences motrices et améliorer la cognition • Améliorer la santé vasculaire et induire d'autres bénéfices cardioprotecteurs (e.g. réactivité vasomotrice, diminution des facteurs de risque) • Augmenter la force musculaire et l'endurance • Augmentation de la capacité à effectuer des activités de loisir et professionnelles et des AVQ • Réduire les exigences cardiaques (i.e. RPP) pendant la levée ou le transport d'objets en augmentant la force musculaire, diminuant ainsi le % de CVM qu'une charge donnée représente à l'instant présent. 	<ul style="list-style-type: none"> • 40%-70% V_{O_2} de réserve ou FC de réserve ; 55%-80% FC max ; RPE 11-14 (échelle 6-20) • 3-5 jours/semaine • 20-60 min/séance (ou plusieurs séances de 10 min) • 5-10 min d'activités d'échauffement et de récupération • Compléter avec des podomètres pour augmenter l'activité physique du quotidien
<p>Souplesse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Étirements (tronc, extrémités supérieures et inférieures) 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la mobilité des segments concernés • Prévenir les contractures • Diminuer le risque de blessure • Augmenter les AVQ 	<ul style="list-style-type: none"> • Étirements statiques : maintenir pendant 10-30 s • 2-3 j/semaine (avant ou après l'entraînement aérobic ou musculaire)
<p>Neuromusculaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Activités d'équilibre et de coordination • Tai chi • Yoga • Activités récréatives utilisant des pagaies ou des ballons de sport pour stimuler la coordination entre les mains et les yeux • Jeux vidéo actifs et jeux informatiques interactifs 	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer l'équilibre, la réacquisition de compétences, la qualité de vie, et la mobilité • Diminuer la peur de tomber • Améliorer le niveau de sécurité pendant les AVQ 	<ul style="list-style-type: none"> • A utiliser en complément de l'entraînement aérobic, du travail de la force et de l'endurance musculaire, et des assouplissements. • 2-3 jours/semaine

1RM, 1 répétition maximale ; AVQ, activité de la vie quotidienne ; FC, fréquence cardiaque ; CMV, contraction volontaire maximale ; RPE, évaluation de la perception de l'effort (échelle allant de 6 à 20) ; RPP, produit fréquence-pression (*rate-pressure product*) ; V_{O_2} , consommation d'oxygène.

Figure 11 : Synthèse des recommandations en matière d'exercice et d'activité physique pour les survivants d'un AVC, d'après Billinger et al. (2014).

2.5.2.3. L'effet de l'APA sur les déficiences, les limitations d'activités et les restrictions de participation

Les paragraphes suivants s'attachent à décrire les effets de l'APA chez les patients post-AVC, et plus particulièrement lorsqu'elle est dispensée sous forme de *Circuit class therapy*. Les séquelles abordées ici, sont celles auxquelles nous avons décidé de nous intéresser dans les deux études expérimentales en lien avec ce travail de thèse, à savoir : la force musculaire, l'état psychologique, l'équilibre fonctionnel, l'endurance à la marche, et le niveau de participation.

2.5.2.3.1. APA et force musculaire

Le renforcement musculaire a pour objectif d'entretenir et d'augmenter les capacités du muscle d'un point de vue énergétique, physiologique et biomécanique (Bellaud et al., 2003). Il s'agit, notamment durant les premières semaines d'entraînement, d'améliorer la synchronisation des unités motrices, d'augmenter la fréquence de décharge des unités motrices, et d'améliorer la coordination des fibres musculaires. Puis dans un deuxième temps, l'amélioration de la force musculaire s'effectue par l'augmentation progressivement du volume musculaire (Bellaud et al., 2003). Comme mentionné en amont, le renforcement musculaire englobe un ensemble de méthodes caractérisées par différentes variables (i.e. l'intensité, le nombre de répétitions et de séries, la fréquence des séances, le type de contraction etc.). Pendant longtemps il a été déconseillé dans la prise en soin post-AVC en raison de son lien potentiel avec l'augmentation du phénomène de spasticité, mais on sait aujourd'hui que cette croyance était erronée (Haute Autorité de Santé, 2012; Pak & Patten, 2008).

La méta-analyse de Wist et al. (2016) s'est intéressée au renforcement musculaire chez les patients hémiparétiques post-AVC. Quatre modalités de pratique y étaient étudiées : l'entraînement progressif contre résistance, l'entraînement en tâche orientée, l'entraînement aérobie sur cycloergomètre, et la stimulation électrique fonctionnelle (Wist et al., 2016). Une amélioration statistiquement significative de la force musculaire maximale était retrouvée pour les modalités entraînement progressif contre résistance et entraînement aérobie, mais pas pour les deux autres. Par ailleurs, pour la variable des capacités de marche (i.e. mesurée par le TDM6), l'entraînement progressif contre résistance et l'entraînement aérobie sur cycloergomètre semblaient potentiellement efficace (i.e. en faveur de l'intervention), mais les résultats n'étaient pas statistiquement significatifs. Ainsi, le renforcement musculaire par entraînement progressif contre résistance et l'entraînement aérobie sur cycloergomètre peuvent améliorer la force musculaire maximale, mais ne devrait probablement pas être effectué seul si l'objectif est d'obtenir une amélioration significative sur l'endurance à la marche.

La méta-analyse de Lee et Stone (2020) s'est intéressée aux études évaluant des programmes d'exercices structurés combinant renforcement musculaire et entraînement aérobie chez les individus post-AVC (Lee & Stone, 2020). La combinaison de ce type d'entraînement semble améliorer de manière significative la force musculaire, les capacités cardio-respiratoires et les capacités de marche. Les résultats aboutissaient à une amélioration absolue de la force musculaire maximale (i.e. mesurée par dynamométrie manuelle) de 33 %, et une amélioration absolue des capacités cardio-respiratoires (i.e. mesurée par la consommation maximale d'oxygène) de 12 %, et une amélioration absolue des capacités de marche (i.e. mesurée par le TDM6) de 14 %. Les analyses des sous-groupes montraient un effet dose-réponse pour les capacités cardio-respiratoires, qui semblent en faveur d'une durée d'entraînement plus longue. Pour la force musculaire, une fréquence hebdomadaire modérée et un

volume d'entraînement plus faible étaient significativement associés à une plus grande ampleur de l'effet. Pour la capacité de marche, une fréquence hebdomadaire modérée et une durée d'entraînement plus longue étaient significativement associées à une taille d'effet plus importante. Toutefois, la limite de cette analyse réside dans l'absence de précision sur les modalités de pratique d'entraînement aérobic : il n'est pas spécifié s'il s'agissait d'exercices de marche, sur cycloergomètre ou autre. Cependant, il est mis en avant (i.e. par l'analyse des sous-groupes) qu'une pratique supervisée est significativement plus efficace qu'une pratique sans supervision. Ce qui souligne l'intérêt de pratiquer de l'APA sous la supervision d'un professionnel.

La méthode optimale de renforcement musculaire reste probablement encore à être investiguée, mais il semblerait que le principe de spécificité de la tâche soit à prendre en compte (Bohannon, 2007; Langhorne et al., 2009). En effet, les muscles du corps ont différentes fonctions, et la prise en compte de cette fonction semble primordiale pour cibler la méthode de renforcement la plus adéquate. Ce principe fait appel aux notions de travail en tâche orientée que nous avons abordées plus tôt. Plusieurs études expérimentales ont montré l'intérêt de la pratique d'exercices en tâches orientées, notamment sous le forme de *Circuit class therapy* (Bovonsunthonchai et al., 2020; Pang et al., 2005). Dans l'étude de Pang et al. (2005), l'amélioration de la force maximale isométrique d'extension de genou du membre parétique du groupe expérimental (évolution moyenne en post-traitement : 40,6 newtons) était significativement ($p < 0,017$) supérieure à celle du groupe contrôle (évolution moyenne en post-traitement : 10,4 newtons). Dans l'étude de Bovonsunthonchai et al. (2020), il y avait également une différence significative en faveur du groupe expérimental en post-traitement pour la force maximale isométrique de flexion de hanche, et d'extension de genou.

2.5.2.3.2. APA et déficiences psychologiques

L'activité physique semble également pouvoir améliorer l'état psychologique des patients, notamment la dépression. Du fait de la complexité des troubles dépressifs, une unique conduite thérapeutique n'est pas encore clairement établie et il est généralement recommandé de proposer une combinaison de traitements dont l'activité physique fait partie (Winstein et al., 2016). En effet, une méta-analyse récente démontre que l'exercice physique est une méthode complémentaire efficace pour améliorer les symptômes dépressifs chez les patients ayant subi un AVC (Li et al., 2022). D'une part, les déficits neurologiques et le manque d'indépendance fonctionnelle semblent liés à l'aggravation des symptômes de la dépression, or l'activité physique permet de diminuer ces déficiences et ces limitations d'activités (Medeiros et al., 2020). D'autre part, la dépression serait en lien avec des dysfonctions biologiques qui affectent la plasticité cérébrale, le système endocrinien (i.e. notamment l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien), les médiateurs de l'inflammation, et le stress oxydatif. Or, l'activité physique peut améliorer la plasticité cérébrale en favorisant la circulation sanguine,

l'angiogenèse, la sécrétion de facteurs neurotrophiques, et la plasticité synaptique (Kandola et al., 2019). Elle permettrait également d'améliorer la régulation des réponses hypothalamo-hypophyso-surréaliennes, notamment par l'atténuation de la réponse au cortisol. Cette hormone, couramment appelé « hormone du stress », est sécrétée lors de situations potentiellement menaçantes, elle permet donc au corps de mobiliser l'énergie nécessaire à la fuite ou au combat. Toutefois, si elle est utile lorsqu'elle est sécrétée pendant une phase de dépense énergétique, car elle permet la libération des réserves de glucides et de lipides dans le sang pour faciliter leur consommation par les muscles, elle devient potentiellement délétère lorsque sa sécrétion n'est pas régulée. Il a été observé que les coureurs d'endurance montrent une normalisation des niveaux de cortisol après une journée de repos alors qu'en cas de stress psychologique chronique, les niveaux de cortisol restent élevés (Kandola et al., 2019). De plus, l'activité physique aurait un effet anti-inflammatoire et antioxydant (Kandola et al., 2019). Des mécanismes psychosociaux sont également en jeu dans la dépression, avec une diminution de l'estime de soi, de ses compétences, et une réduction des relations sociales. Or, l'activité physique peut améliorer l'estime de soi à travers une perception plus positive de son corps, augmenter également le sentiment d'auto-efficacité et permettre plus d'interactions sociales à travers des séances de groupes (Kandola et al., 2019).

2.5.2.3.3. APA et troubles de l'équilibre

La restauration d'un meilleur contrôle postural peut passer par plusieurs approches, dépendantes des déficits identifiés comme affectant cette capacité à maintenir l'équilibre. Nous avons vu que, dans le cadre des séquelles post-AVC, elles peuvent être nombreuses et variées, et notamment affecter les capacités sensori-motrices (e.g. asymétrie de répartition des forces d'appui, diminution des limites de stabilité, ou stratégies motrices d'équilibration peu efficace). Aussi, il apparaît pertinent de proposer, par exemple, des exercices pour travailler les transferts de « poids » d'un membre inférieur à l'autre, et des exercices fonctionnels dans lesquels le patient doit solliciter ses capacités d'équilibration (en statique puis en dynamique) (Haute Autorité de Santé, 2022a).

La méta-analyse de Van Duijnhoven Hanneke et al. (2016) montre qu'une amélioration des capacités d'équilibre (i.e. mesurée par l'échelle d'équilibre de Berg) est possible par des programmes d'activités physiques adaptées. Les programmes étaient relativement variables d'une étude à l'autre (e.g. *Circuit class therapy*, tai-chi, réalité virtuelle, etc.) et le nombre d'études trop faible pour faire une analyse spécifique de chaque type de programme. Toutefois, une analyse de sous-groupes a pu être effectuée pour différencier quatre approches : les entraînements spécifiques d'équilibre et de transfert de poids (évalué par 8 études), les entraînements à la marche (10 études), les entraînements avec modification de l'entrée sensorielle (4 études), et les entraînements aérobies (4 études). Seules les deux premières approches présentaient des résultats statistiquement significatifs, avec une amélioration moyenne de

3,75 points pour la première, et de 2,26 points pour la seconde. Dans les approches étiquetées « entraînements de l'équilibre et/ou de transfert de poids », on retrouvait notamment le Tai-chi, des exercices d'équilibres avec la Wii Fit associés à une rééducation conventionnelle individuelle (i.e. exercices d'équilibre et de transfert de poids), et des *Circuit class therapy* (i.e. exercices d'équilibres et exercices fonctionnelles, réalisés en groupe) (van Duijnhoven Hanneke et al., 2016).

Concernant les *Circuit class therapy*, la méta-analyse d'English et al. (2017) démontrait la supériorité de ce type de programme pour améliorer la confiance auto-perçu en son équilibre. Pour l'amélioration de l'équilibre fonctionnel mesuré par l'échelle d'équilibre de Berg, la supériorité n'était pas démontrée malgré une tendance en faveur de ce type d'intervention. Toutefois, les études incluses comparaient systématiquement un programme type *Circuit class therapy* avec une autre intervention active (English et al., 2017).

L'étude de Eng et al. (2003) proposait par exemple des exercices fonctionnels de renforcement des membres inférieurs (e.g. assis-debout sur chaise, levé de talon en position debout), des exercices de marche (e.g. marcher en faisant varier la longueur des pas, marcher en tandem, ou marcher sur une surface déséquilibrante), des exercices d'équilibre et de transferts de « poids » (e.g. effectuer des fentes dans différentes directions, se maintenir en équilibre sur une jambe), et des exercices aérobies (e.g. monter et descendre d'une marche, piétinement rapide sur place, ou marcher rapide). Les résultats en post-traitement montraient une amélioration moyenne de 3,3 points sur l'échelle d'équilibre de Berg, mais il n'y avait pas de groupe contrôle (Eng et al., 2003). Plus tard, Marigold et al. (2005) ont expérimenté le même programme dans un essai contrôlé randomisé, bien qu'ils n'aient pas démontré de différence significative avec leur groupe contrôle qui recevait également une intervention active (i.e. exercices de Tai-chi comprenant des transferts de « poids » lent, exercices de descente et de remonté du sol), le groupe expérimental présentait une amélioration moyenne de 4,4 points sur l'échelle d'équilibre de Berg. L'amélioration du groupe contrôle était de 3,3 points (Marigold et al., 2005). Plus récemment encore, Moore et al. (2015) ont réeffectué un essai contrôlé randomisé sur ce même programme, mais le groupe contrôle ne pratiquait cette fois-ci que des étirements. Il y avait donc une différence significative entre les groupes en post-traitement, en faveur de l'intervention. L'amélioration moyenne du groupe expérimentale sur l'échelle d'équilibre de Berg était de 5 points, versus 2 points pour le groupe contrôle (Moore et al., 2015).

Ainsi, il n'est pas encore possible de trancher en faveur d'un programme en particulier, mais il est intéressant de noter que différentes approches thérapeutiques peuvent conduire à une amélioration des capacités d'équilibration.

2.5.2.3.4. APA et l'endurance à la marche

La marche est un mode de locomotion qui requiert notamment une utilisation efficace des membres inférieurs, et un bon contrôle de l'équilibre en situation dynamique. Plusieurs outils de mesure peuvent être utilisés comme les échelles clinique permettant de mesurer la performance (en unité de temps, de distance ou de vitesse) dans la réalisation de la tâche, on peut interroger la perception du patient par des questionnaires, ou effectué une analyse plus précise avec des outils de quantification objectif des paramètres de marche. Nous nous sommes intéressés ici à la performance, et notamment l'endurance. Il apparaît que pour améliorer l'endurance, le meilleur moyen soit de réaliser et répéter, de manière intensive, la tâche en elle-même (Haute Autorité de Santé, 2022a).

La revue systématique Cochrane de Mehrholz et al. (2017) met en avant l'intérêt de faire marcher les patients post-AVC sur tapis roulant dès lors qu'ils sont indépendants dans la réalisation de la tâche. Cela permettrait d'améliorer l'endurance à court terme, en comparaison à un entraînement classique sur sol. En termes de durée et de fréquence, il apparaissait que cinq séances par semaine étaient nécessaires pour améliorer l'endurance, et qu'il fallait compter au moins 4 semaines pour percevoir les bénéfices. Toutefois, une autre analyse de sous-groupes révélait que ces résultats étaient valables pour les patients en phase aiguë et subaiguë (i.e. défini ici comme les trois premiers mois post-AVC), mais pas pour ceux en phase chronique (Mehrholz et al., 2017).

Certain programme d'APA cherche à combiner les bénéfices du renforcement musculaire et ceux de l'entraînement aérobic. En effet, comme cité précédemment, dans la méta-analyse de Lee et Stone (2019) la combinaison des résultats de 15 études aboutit en faveur de ce type de programmes (i.e. amélioration de l'endurance de marche de 14 %). Une analyse de sous-groupes montrait que ceux qui s'entraînaient à raison de trois séances hebdomadaires présentaient une amélioration de l'endurance significativement plus importante que ceux s'entraînant deux jours, et que ceux s'entraînant quatre jours ou plus par semaine. Concernant la durée d'entraînement, il apparaissait que les groupes s'étant entraînés plus de 12 semaines présentaient une amélioration plus importante de l'endurance que ceux s'étant entraînés en dessous de cette limite. En revanche, aucune différence significative n'a été constatée entre les sous-groupes s'entraînant à une intensité modérée (i.e. 40-60 % de la fréquence cardiaque de réserve pour les exercices aérobies et 50-70 % d'1RM pour les exercices de renforcement musculaire) et à une intensité élevée (i.e. 60-85 % de la fréquence cardiaque de réserve et 70-90% d'1RM). Une différence significative a été constatée entre les sous-groupes s'entraînant avec supervision et ceux s'entraînant sans supervision. Les auteurs recommandait donc de proposer un programme d'intensité modérée (i.e. 40-60 % de la fréquence cardiaque de réserve pour les exercices aérobies et 50-70 % d'1RM pour les exercices de renforcement musculaire) mais de longue durée (i.e. > 12 semaines), et supervisé (Lee & Stone, 2020).

Parmi les pratiques supervisées et pratiquées en groupe pour favoriser l'émulation, se trouve les *Circuit Class Therapy*. La méta-analyse Cochrane de English et al. (2017) fournit des preuves en leur faveur : elles semblent plus efficaces que d'autres approches pour améliorer l'endurance de marche [+60,86 m au TDM6, intervalle de confiance à 95 % (IC95%) : 44,55 ; 77,17, niveau de preuve modéré] chez les patients post-AVC (English et al., 2017).

2.5.2.3.5. APA et restrictions de participations

Enfin, la pratique d'une APA permettrait également de réduire les restrictions de participation des patients post-AVC. En effet, une étude comparant un groupe ayant des séances d'APA à un groupe ayant un programme éducatif, montre une amélioration significative du score de réintégration à la vie normale dans le groupe ayant pratiqué l'APA (Huijbregts et al., 2008). Le score de réintégration à la vie normale est un auto-questionnaire qui permet de quantifier le degré avec lequel les individus ayant expérimentés une maladie traumatique ou incapacitante arrivent à réintégrer des activités sociales normales (e.g. activités de loisirs, déplacements en dehors du domicile, ou interactions avec la famille et les autres relations). Ces résultats sont confirmés par la méta-analyse de Obembe et Eng (2016), dans laquelle on retrouve une amélioration de la participation sociale plus importante lorsque les patients pratiquent un programme d'APA comparé à d'autres interventions ou à l'absence d'intervention. Quant à la méta-analyse de Zhang et al. (2020), ils cherchaient à comparer différentes modalités de pratique pour identifier si l'une d'entre elles était plus efficace pour améliorer la participation sociale. Il semblerait que les programmes de réapprentissage de la motricité (i.e. impliquant des exercices de renforcement musculaire, d'équilibre, réalisés selon une approche séquentielle et basés sur les fonctions) soient les plus efficaces à court terme. À long terme, c'étaient les programmes d'exercices associant une pratique à domicile qui s'avéraient les plus efficaces, probablement en raison de la possibilité de continuer de pratiquer chez soi, avec sa famille, et d'éviter les problèmes de transports qui sont fréquents en post-AVC (Zhang et al., 2020).

Ainsi, la pratique régulière d'une APA semble essentielle en phase chronique post-AVC, d'une part, pour améliorer les déficiences physiques (e.g. force musculaire) et psychologiques (e.g. dépression), ainsi que les limitations d'activités (e.g. maintenir l'équilibre debout) et restrictions de participation (e.g. jardiner) qu'elles engendrent, et d'autre part, de diminuer le risque de récurrences d'AVC (O'Donnell et al., 2010). Cependant, la question demeure en ce qui concerne le type d'APA la plus pertinente à proposer au patient. Notamment en ce qui concerne l'équilibre fonctionnel, nous avons vu que différentes approches pouvaient conduire à une amélioration (van Duijnhoven Hanneke et al., 2016). En outre, d'après les recommandations de bonnes pratiques (i.e. française et américaine) il faudrait également dédier du temps au renforcement musculaire, mais aussi aux exercices d'assouplissements. Une activité en particulier permet de travailler sur ces différents aspects : le yoga. En effet, cette discipline qui s'intéresse à la fois au plan physique et au plan psychique de l'individu, est de plus en plus étudiée par la communauté scientifique (Jeter, Slutsky, et al., 2015). Sa pratique implique généralement trois composantes principales : le travail des postures, des exercices respiratoires et de méditation (Norris, 2015). Le travail postural en yoga implique du renforcement musculaire, des assouplissements, et un travail d'équilibre et de coordination tels que recommandés par la Haute Autorité de Santé (2018). L'aspect postural associé aux exercices respiratoires et méditatifs peuvent également favoriser le bien être psychologique (Norris, 2015). Aussi, le prochain chapitre sera consacré à la définition du yoga et à l'état des lieux actuel des connaissances de la recherche sur ses bienfaits sur la santé.

1. Le yoga

Comme le souligne Tardan-Masquelier dans son ouverture de « *Yoga, L'encyclopédie* » le mot « yoga » est issu du sanskrit, une ancienne langue indo-européenne, et « *le terme est passé intact dans le vocabulaire commun de toutes les langues du monde, reflétant l'ampleur d'une diffusion à laquelle participent plusieurs centaines de millions de personnes. Il désigne une diversité de conceptions et de pratiques (...) sans cesse reprises et réinterprétées depuis plus de deux millénaires* ». En effet, bien que beaucoup d'adeptes s'imaginent pratiquer une discipline authentique et millénaire, il n'en est rien (DeMichelis, 2005; Kock, 2019; Singleton, 2010; Tardan-Masquelier, 2021). Le yoga a constamment évolué au fur et à mesure du temps et de son intégration par différentes cultures, donnant naissance à une multitude de pratiques correspondant à des réalités bien différentes : méditatives, respiratoires, chantées, gymniques, philosophiques, etc. (Tardan-Masquelier, 2021). L'objet de cette thèse n'est pas l'étude de cette évolution du yoga à travers les âges et les cultures, mais bien de son utilisation actuelle en tant que pratique d'activité physique adaptée dans le système de soin français. Pour autant, une partie historique est disponible en annexe, afin d'éclairer le lecteur sur la multitude de conceptions qui se cachent aujourd'hui derrière le mot yoga (Annexe 1).

1.1. Définition du yoga moderne

Il existe actuellement une grande diversité de pratiques sous-tendues par le terme « yoga ». Dans des cours de Yoga Ashtanga, par exemple, on enseigne des enchaînements de postures selon un rythme et un ordre prédéfinis (Pattabhi Jois, 2010), de même en Yoga Bikram à la différence que le cours se déroule dans une salle chauffée à 40°C, et les élèves en sortent généralement aussi transpirants qu'après une séance de fitness (Kock, 2019). A l'inverse, en Yin Yoga les postures sont peu contraignantes (i.e. majoritairement assises ou allongées), maintenues sur une longue durée, et l'accent est mis sur la respiration et la méditation (Clark, 2019). En Viniyoga il existe peu de cours collectifs, mais essentiellement une pratique individuelle et personnalisée à la constitution de l'élève (Fillot, 2018). Dans les cours de Yoga Iyengar l'accent sera mis sur les *asanas*, pratiqués avec « *précision et un juste alignement du corps* », associés à l'utilisation de nombreux accessoires pour explorer de différentes manières la façon d'aborder ces postures (Iyengar, 2010). Parmi les styles de yoga représentés dans la littérature scientifique, en tant qu'intervention thérapeutique, le terme Hatha-Yoga est le plus répandu, suivi par le Yoga Iyengar, le Viniyoga et le Yoga Kundalini (Elwy et al., 2014). Malgré des dénominations et des approches variées de la pratique, il existe des points communs.

Comme le souligne Newcombe, une chercheuse en histoire moderne du yoga, c'est généralement un schéma tripartite qui ritualise les cours de yoga (Tardan-Masquelier, 2021). Le début commençant par une phase de méditation, de chant ou de prière qui permet de se mettre dans le contexte de la

pratique. S'ensuit le cœur de la séance, qui est variable selon les courants, mais qui est bien souvent tourné vers les *asanas* et le *pranayama*. Avec un état d'esprit qui se doit d'être concentré sur la conscience des sensations physiques, de la respiration et de l'état du mental. Le cours se termine souvent en posture dite du cadavre (i.e. *Savasana* en sanskrit), avec une relaxation guidée comme le *yoga-nidra*.

Norris, dans son article « *Yoga as therapy* », décrit également un schéma de cours tripartite. Il souligne l'importance de l'état d'esprit dans lequel il faut guider le pratiquant. Il explique que le yoga fait partie de ces approches que l'on nomme *mind-body exercise* (i.e. pratique somatique, en français), comme le Pilates et le tai-chi, car c'est une combinaison d'exercices physiques associés à une approche de pleine conscience (Norris, 2015). C'est le terme *mindfulness*, en anglais, qui est utilisé pour désigner cet état de concentration où le pratiquant est invité à se focaliser sur l'instant présent, si possible sans chercher à porter de jugement, en étant juste dans l'observation. Ensuite, il est possible de distinguer trois éléments qui composent les séances de yoga, bien qu'intrinsèquement liés, et que Patanjali décrivait déjà comme des étapes clés du yoga : les postures (i.e. *asanas*), la respiration (i.e. *pranayama*) et la méditation (*dhyana*).

1.1.1. Les postures

1.1.1.1. La pratique des postures

La pratique posturale du yoga est souvent comparée à celle des exercices de fitness en raison de l'apparente similitude de certains mouvements (Govindaraj et al., 2016). En effet, la posture de la chaise (i.e. *Utkatasana*) en yoga est semblable à l'exercice du squat, la posture du guerrier II (i.e. *Virabhadrasana II*) est assimilable à une fente latérale, ou encore la posture de l'arbre (i.e. *Vrksasana*) ressemble à un exercice d'équilibre unipodal (Paranjape & Gore, 2019) (Figure 12). Cependant, la principale différence réside dans l'exécution de l'exercice : l'*asana* se doit être généralement lent, statique et prolongé alors qu'en fitness, il est plutôt rapide, dynamique et nécessite de multiples répétitions (Govindaraj et al., 2016). En outre, l'état d'esprit durant la réalisation de l'exercice est très différent. En yoga il faut tenter de rester focalisé sur ses sensations corporelles et sur sa respiration, là où en fitness il est possible de discuter avec ses compagnons de pratique puisque la répétition de l'exercice est plutôt machinale.

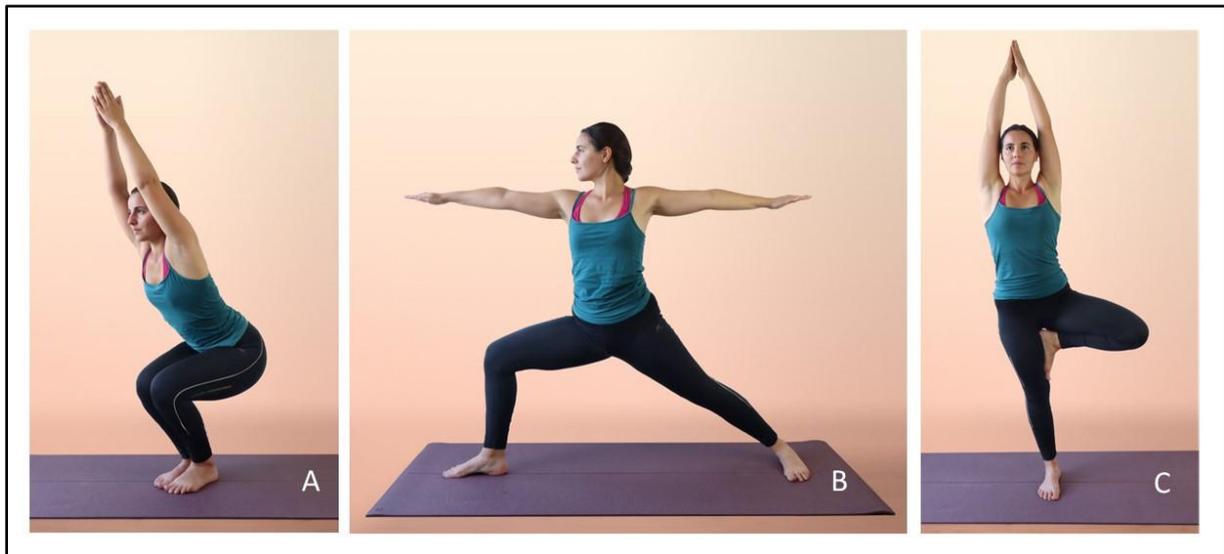


Figure 12 : Posture de la chaise (A), du guerrier II (B) et de l'arbre (C)

Comme le mentionne Norris, les postures sont habituellement pratiquées de façon symétrique, avec un accent mis sur un bon alignement et sur l'amplitude articulaire (Norris, 2015). Traditionnellement le pratiquant se fie aux postures exposées dans les guides de yoga et enseignées par un professeur, mais il souligne que parfois le raisonnement qui sous-tend les postures idéalisées manque de preuves scientifiques claires. Aussi, lorsque l'on utilise le yoga à des fins thérapeutiques, il est essentiel de se référer plutôt à nos connaissances sur l'anatomie, la physiologie et les mécanismes corporels (Norris, 2015). Kaminoff, auteur de « *Yoga anatomie* », souligne qu'il n'y a pas d'alignement parfait dans une posture, que ce n'est pas quelque chose de fixe ou d'universel, mais plutôt qu'il faut contextualiser la pratique d'une posture en fonction de l'individu qui la pratique (Kaminoff & Matthews, 2022).

Les postures de yoga ont généralement un nom qui décrit soit purement la manière dont le corps est installé (e.g. posture sur la tête), soit un nom d'animal (e.g. posture du cobra), d'élément de la nature (e.g. posture de l'arbre), d'objet (e.g. posture du bateau), ou encore un personnage de la religion hindou (e.g. la posture du sage Marichi). Elles portent un nom traditionnel en sanskrit (e.g. *Tadasana*) et bien souvent une traduction littérale (e.g. posture de la montagne, car *Tada* signifie montagne et *asana* signifie posture).

On retrouve trois étapes dans la pratique d'une posture : la prise de la posture, le maintien et la sortie de la posture (Govindaraj et al., 2016). Il est important de ne pas négliger l'entrée et la sortie de la posture, car c'est à ce moment-là que le corps est en mouvement et qu'il faut particulièrement faire attention à la façon de se placer. Ensuite, dans la majorité des postures, une attention toute particulière est portée à l'auto-grandissement (i.e. le fait d'allonger la colonne vertébrale en éloignant le sommet du crâne du bassin). De plus, il faut chercher à maintenir la posture de façon stable et prolongée, sans qu'il existe de durée prédéfinie, Iyengar mentionne des durées autour de 15 à 30 secondes, parfois

jusqu'à 1 minute ou plus, mais en spécifiant qu'il faut surtout écouter son corps et s'arrêter lorsqu'on en ressent le besoin (Iyengar, 1977).

L'utilisation de supports est particulièrement indiquée dans le cas d'une pratique thérapeutique (Norris, 2015; Worle & Pfeiff, 2010). Il est possible d'utiliser : des chaises, des briques, des sangles, des coussins, des couvertures, ou un mur. Par exemple, dans la posture du triangle, il est possible de placer une chaise à l'avant du tapis pour que l'élève puisse placer sa main sur l'assise dans le cas où sa mobilité est limitée. Dans la posture du guerrier II, il est possible de placer une sangle entre le pied de la jambe arrière et le pli de l'aine de la jambe avant pour suppléer un manque de force du quadriceps (Figure 13).



Figure 13 : Posture du triangle (A1), du guerrier II (B1) et du guerrier III (C1) avec leurs adaptations possibles (A2, B2, C2)

1.1.1.2. Les bienfaits de la pratique posturale

L'un des bienfaits les plus recherchés par les pratiquants de yoga est probablement la souplesse, en atteste la dernière enquête en date auprès des pratiquants français (Syndicat national des professeurs de yoga, 2021). En effet, de nombreuses postures de yoga impliquent de placer les articulations dans leurs amplitudes maximales et mettent ainsi en tension les structures musculaires, tendineuses, ligamentaires et nerveuses (Long, 2009). L'étirement statique est le plus commun en yoga puisqu'il se réalise lors du maintien d'une posture. Il est possible de distinguer deux types d'étirements statiques : actif ou passif. Le premier consiste à contracter les muscles antagonistes aux muscles qu'on cherche à étirer. Par exemple, dans la posture de pince avant (i.e. *Paschimottasana*) la contraction des quadriceps, des ilio-psoas pendant la flexion du tronc est une forme d'étirement statique actif des ischio-jambiers (Figure 14). Cette contraction entraîne un phénomène appelé « inhibition réciproque », le SNC envoie un signal au muscle cible pour qu'il se détende (Long, 2009).



Figure 14 : Exemple d'étirement statique actif dans la posture de pince avant, avec les muscles agonistes étirés (A) et les antagonistes contractés (B), d'après Long (2009)

L'étirement statique passif consiste à utiliser une force externe, comme le « poids du corps » entraîné par la gravité ou par l'utilisation d'un outil extérieur (e.g. une tierce personne ou des poids), pour étirer les muscles. Par exemple, dans la posture du demi-pont supporté (i.e. *Setu bandha sarvangasana*) les muscles ilio-psoas sont étirés passivement (Figure 15).

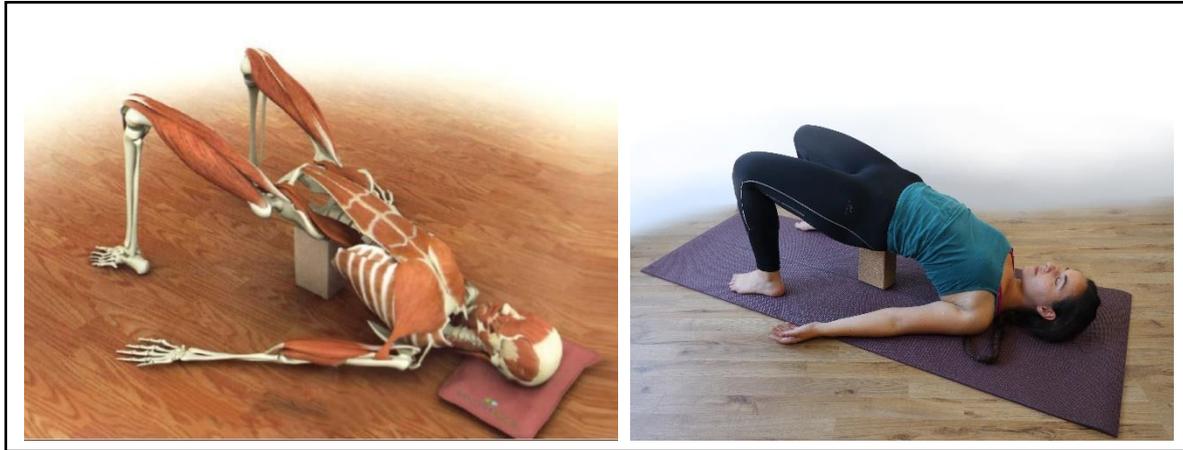


Figure 15 : Exemple d'étirement statique passif dans la posture du demi-pont supporté sur briques, d'après Long (2009)

En outre, l'étirement peut également être facilité par la contraction temporaire du muscle qu'on cherche à étirer, puis son relâchement, car cette action déclenche un autre arc réflexe : cette méthode est également connue sous le nom de facilitation neuro-musculaire proprioceptive (Long, 2009). Il existe également les étirements dit balistiques qui consistent à répéter des mouvements par à-coups (e.g. sauts), comme en Vinyasa Yoga, où les postures sont enchaînées de façon rythmée (Long, 2010). Cependant, lorsque l'objectif est de gagner en amplitude articulaire, il semblerait que les étirements statiques soient les plus efficaces (Thomas et al., 2018) (Figure 16).

Des études menées sur des populations saines ont déjà montré que quelques semaines de pratique de postures de yoga permettaient d'améliorer la mobilité des participants ; qu'ils soient jeunes (Polsgrove et al., 2016), adultes (Lau et al., 2015) ou plus âgés (Ganesh et al., 2022). Dans l'étude expérimentale de Polsgrove et al. (2016), 26 athlètes universitaires (moyenne d'âge : 20 ans) n'ayant aucune expérience en yoga ont été recrutés. Quatorze d'entre eux, faisant partie d'une équipe de football, recevaient en plus de leur entraînement habituellement deux séances hebdomadaires de 60 minutes de yoga durant 10 semaines consécutives. Douze autres, pratiquants de baseball, faisant office de groupe contrôle et n'effectuaient donc que leur entraînement habituel. Au bout des 10 semaines, le premier groupe présentait une amélioration significative au *Sit and Reach test* (+4,6 cm ; $p = 0,01$) ainsi qu'au *shoulder flexibility test* (+1,78 cm ; $p = 0,03$). Le groupe contrôle ne présentait aucune amélioration significative, et leur score moyen avait tendance à diminuer dans les deux tests (-1,02 cm et -2,54 cm, respectivement). Ensuite, dans l'étude de Lau et al. (2015), la population étudiée comprenait 173 adultes volontaires (moyenne d'âge : 52 ans) séparés en un groupe yoga et un groupe

en liste d'attente. Le programme de yoga consistait en une séance hebdomadaire durant 12 semaines. En post-intervention, une différence significative était retrouvée entre les groupes ($p < 0,001$), en faveur du groupe interventionnel. Ce dernier présentait une amélioration moyenne de 6 cm au *Back Saver Sit and Reach test* (pour les deux membres inférieurs), alors que les résultats du groupe contrôle révélait une régression des scores. Enfin, l'essai randomisé contrôlé de Ganesh et al. (2022) portait sur 96 personnes âgées (moyenne d'âge : 64 ans), avec un groupe pratiquant un programme de yoga durant trois mois (3 séances d'une heure par semaine) et un groupe en liste d'attente. Les résultats révélait que, comparé au groupe contrôle, le groupe expérimental s'était significativement amélioré au *Sit and Reach test* ($p < 0,001$).

Des programmes de yoga thérapeutique ont également été expérimentés, avec succès, sur certaines pathologies entraînant un manque de mobilité comme la lombalgie (Tekur et al., 2008), la spondylarthrite ankylosante (Singh et al., 2022), ou l'arthrose (Ebnezar et al., 2012). En effet, Tekur et al. (2008) ont montré, dans leur essai contrôlé randomisé mené sur 80 sujets lombalgiques chroniques, qu'une semaine de programme intensif de yoga était plus efficace que de l'activité physique conventionnelle pour améliorer la souplesse de la colonne vertébrale (en flexion, $p = 0,008$; extension, $p = 0,002$; inclinaison droite, $p = 0,059$; inclinaison gauche, $p = 0,006$). Dans une étude pilote, Singh et al. (2022) ont développé un programme de yoga adapté pour des patients atteints de spondylarthrite ankylosante et ont expérimenté sa faisabilité sur un groupe de 25 individus. Les résultats étaient en faveur de la faisabilité et l'acceptabilité de l'intervention, et 96% des sujets ayant terminé le programme (i.e. 3 séances hebdomadaires durant 1 mois) déclaraient sentir une amélioration de leur mobilité de la colonne vertébrale. Enfin, d'après l'essai contrôlé randomisé de Ebnezar et al. (2012), il apparaît qu'un programme de yoga ($n = 118$) soit plus efficace que des exercices conventionnels ($n = 117$) pour améliorer la mobilité articulaire du genou en flexion dans une population atteinte d'arthrose de genou.

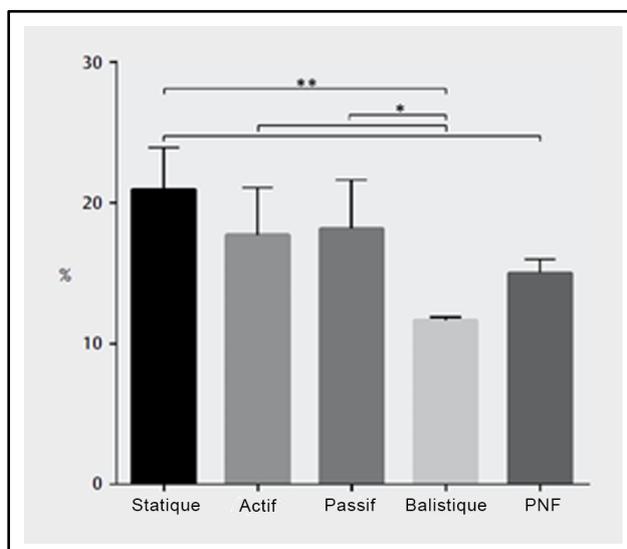


Figure 16 : Typologie des étirements et pourcentage de variation de l'amplitude articulaire, d'après Thomas et al. (2018)

Une différence statistiquement significative est retrouvée entre les typologies statiques et balistiques ($p < 0,01$) et entre statiques et la facilitation neuro-musculaire proprioceptive (PNF) ($p < 0,05$)

Les postures permettent également d'améliorer les capacités musculaires puisqu'elles entraînent la contraction de nombreux muscles (Long, 2009). Ce sont majoritairement des contractions isométriques lorsque les postures sont maintenues de manière statique, favorisant la fabrication de fibres à contraction lente (i.e. fibre de type I) (Govindaraj et al., 2016). En effet, une étude investiguant les capacités d'aérobie et d'anaérobie de 17 étudiants avant et après six semaines de pratique quotidienne de yoga, montre qu'ils avaient significativement amélioré leur capacité d'aérobie (i.e. mesure de leur débit maximal d'oxygène avec le *Astrand rhyming test*) et significativement diminué leur capacité d'anaérobie (i.e. mesuré avec le *Margaria's step test*) (Balasubramanian & Pansare, 1991). En outre, les muscles engagés sont variables selon le type de posture exécuté (Long, 2009). Salem et al. (2013) ont cherché à quantifier les exigences biomécaniques des certaines postures sur les personnes âgées à l'aide de l'analyse des mouvements en 3D, de plates-formes de force et de l'électromyographie, afin d'aider les professeurs de yoga et/ou thérapeutes à créer des programmes pertinents pour cette population. Leurs résultats suggèrent que pour cibler les muscles extenseurs de genoux, il faudrait faire pratiquer de préférence la posture de la chaise (i.e. *Utkatasana*), le guerrier I et le guerrier II (i.e. *Virabhadrasana*) (Salem et al., 2013). Pour cibler les muscles abducteurs de hanches, il faudrait plutôt favoriser les postures impliquant l'équilibre unipodal comme la posture de l'arbre (i.e. *Vrksasana*) ou la posture du bras tendu au gros orteil (i.e. *Utthita Hasta Padangusthasana*). À noter, l'ensemble des postures debout expérimentées dans cette étude entraînaient une contraction des muscles stabilisateurs du tronc, notamment du grand droit de l'abdomen, et ceux jusqu'à 70 % de celle induite pendant la marche, qui est une activité exigeant un contrôle dynamique continu du tronc. Une autre analyse électromyographique atteste de la contraction des muscles stabilisateurs du tronc dans les postures de yoga, notamment les érecteurs du rachis dans la posture de la chaise et de la demi-pince debout, ainsi que des abdominaux obliques externes durant la pince debout, le chien tête en bas et la planche (Ni et al., 2014). Ainsi, avec un temps de maintien adéquat et une pratique régulière, il semble raisonnable de penser que la pratique des postures de yoga puisse améliorer les capacités musculaires. Des études menées sur des populations saines montrent qu'après trois mois de pratique les sujets améliorent significativement leur force et leur endurance musculaire (Ganesh et al., 2022; Lau et al., 2015). Dans l'essai contrôlé randomisé de Lau et al. (2015), une différence significative en faveur du groupe interventionnelle était retrouvé pour la mesure des capacités musculaire évaluée par le *curl-up test* ($p < 0,05$) et le *push-up test* ($p < 0,001$). Issus du *Canadian Standardized Test of Fitness*, le *curl-up test* consiste à répéter un maximum de fois un mouvement de relevé de buste depuis une position allongée au sol, et pour le *push-up test* il s'agit de réaliser des pompes. L'amélioration moyenne était située entre 2 et 3 répétitions supplémentaires en post-intervention. De même, des programmes de yoga thérapeutique ont montré qu'il était possible d'améliorer les capacités musculaires de patients atteints de la maladie de Parkinson (Ni et al., 2016). Par exemple, l'essai contrôlé randomisé de Ni et

al. (2016) mettaient en avant une amélioration significative de la force musculaire (i.e. exprimée par le nombre de kg soulevé en 1RM) des fléchisseurs du coude (+ 2,2 kg en moyenne en post-traitement), des extenseurs du genou (+21,3 kg), des abducteurs de hanches (+5,7 kg), et des fléchisseurs plantaires de la cheville (+36,5 kg), en comparaison du groupe contrôle.,

La pratique des postures en pleine conscience serait également un moyen d'améliorer la proprioception, c'est-à-dire la sensibilité interne du corps qui se traduit notamment par la capacité de situer la position des différents segments, ainsi que leurs changements de vitesses et d'amplitudes. Il semblerait que peu d'études aient quantitativement mesuré l'effet du yoga sur les capacités proprioceptives. En l'occurrence, une étude récente a cherché à comparer, chez des patients Parkinsoniens, un groupe pratiquant du yoga (n = 15) et un groupe pratiquant un programme d'exercices proprioceptifs conventionnel (n = 18) (Cherup et al., 2021). Leur sensibilité proprioceptive était objectivement testée par une évaluation de la détection de la position de l'articulation du genou (i.e. évaluant la capacité à replacer l'articulation dans un angle prédéfini) et par une évaluation de la détection du mouvement (i.e. évaluant le plus petit degré de mouvement à partir duquel le participant perçoit ce mouvement). Il s'avère que les groupes présentaient une différence significative en post-traitement, en faveur du groupe yoga, pour une des mesures proprioceptives (i.e. sur l'évaluation de la détection du mouvement). En outre, il est possible d'évaluer subjectivement l'évolution de cette proprioception par la pratique du yoga à travers des études qualitatives (Conboy et al., 2013; Jeitler et al., 2020). Ainsi, Conboy et al. (2013) ont pu récolter des témoignages auprès de lycéens américains ayant pratiqué du yoga pendant un semestre et nombre d'entre eux rapportaient avoir une meilleure conscience de leur corps. Des résultats similaires ont été retrouvés dans l'étude de Jeitler et al. (2020), menée auprès de lycéens allemands. Par ailleurs, il semblerait que la pratique du yoga puisse conduire également à une meilleure perception extéroceptive (e.g. sensibilité cutanée tactile). En effet, une étude comparant un groupe d'adultes pratiquants versus des non-pratiquants montre que les premiers ont une meilleure acuité tactile, évaluée par un test de discrimination en deux points (i.e. plus petite distance à laquelle le sujet parvient à détecter une différence entre deux points de pression) (Sarak Kucukosmanoglu et al., 2023).

En outre, de nombreuses postures de yoga mettent en jeu l'équilibre, que ce soient les postures debout en monopodale (e.g. *Vrksasana* – posture de l'arbre) ou les postures inversées en appui sur les bras (e.g. *Bakasana* - posture du corbeau) ou la tête (e.g. *Sirsasana* – Posture de l'équilibre sur la tête). Une revue systématique récente a conclu d'ailleurs que la pratique du yoga peut être efficace pour améliorer l'équilibre dans la population générale (Jeter et al., 2014). Une autre étude, menée auprès de professeurs de yoga, démontre également qu'ils ont un meilleur équilibre monopodal que des individus non pratiquants matchés en âge (Lin et al., 2022). Il existe également des études s'intéressant au yoga

dans des populations où des troubles proprioceptifs et de l'équilibre sont présents (Cherup et al., 2021; Youkhana et al., 2016). L'essai contrôlé randomisé de Cherup et al. (2021) attestait d'une différence significative en post-traitement, en faveur du groupe yoga comparé au groupe d'exercice proprioceptif conventionnel, sur l'évaluation de l'équilibre fonctionnel objectivé par le test de Tinetti. Quant à la méta-analyse de Youkhana et al. (2016) sur les personnes âgées (i.e > 60 ans), elle démontre un faible effet du yoga sur l'équilibre et un effet modéré sur la mobilité. De plus, l'équilibre repose également sur les informations issues du système sensoriel visuel, et il a été montré qu'en cas de troubles de la vision les instabilités posturales sont plus fréquentes (Jeter, Haaz Moonaz, et al., 2015). Dans une étude pilote menée sur une population de déficients visuels, un groupe contrôle en liste d'attente (n = 10) était comparé à un groupe pratiquant du yoga pendant deux mois (n = 11). En post-traitement, le groupe contrôle ne présentait aucune amélioration, alors que le groupe yoga avait significativement amélioré sa stabilité posturale évaluée sur une plateforme de posturo-graphie. Ainsi, le contrôle postural diminué par la perte d'un système sensoriel (e.g. la vision) peut être amélioré en compensant par d'autres systèmes (e.g. la proprioception ou le système vestibulaire).

Ainsi, il semblerait que la pratique posturale du yoga conduise à un corps plus mobile, plus fort et plus endurant, mais permet également d'acquérir une sensibilité plus accrue et un meilleur contrôle de l'équilibre postural.

1.1.2. La respiration

1.1.2.1. La pratique de la respiration

Le versant respiratoire du yoga s'appelle le *pranayama* en sanskrit, ce qui peut être traduit par « contrôle du souffle » (Tardan-Masquelier, 2021). Une attention particulière doit être portée à la respiration durant la pratique des postures (e.g. respirer par le nez, allonger son souffle, etc.), et certaines pratiques respiratoires peuvent être utilisées pendant la partie posturale de la séance (Iyengar, 1977). Par exemple, en Yoga Ashtanga, il est demandé aux pratiquants de faire la respiration *Ujjayi* (i.e. traduit en respiration « victorieuse ») durant leur enchaînement de posture (Tardan-Masquelier, 2021). Cela consiste en une constriction de la gorge et de l'épiglotte qui produit une respiration nasale relativement sonore, semblable à un léger ronflement (Iyengar, 1977; Norris, 2015). Cette fermeture partielle de l'arrière gorge permet un allongement du souffle à la phase inspiratoire et expiratoire. En Yoga Iyengar la pratique des *pranayamas* s'effectue plus fréquemment en fin de séance, après que les postures aient permis une mobilisation de la cage thoracique (Iyengar, 1977). L'exercice peut se dérouler en position assise ou allongé en veillant que la poitrine soit en position d'ouverture (i.e. rétraction des épaules et extension thoracique). L'utilisation de supports peut la aussi être

pertinente pour faciliter cette position d'ouverture, en plaçant des couvertures ou des coussins dans le dos par exemple (Figure 17).



Figure 17 : Posture du tailleur allongé sur le dos, avec des supports pour faciliter l'ouverture de la cage thoracique durant les exercices de respirations (i.e. pranayamas)

Le premier des exercices respiratoires est la prise de conscience. Sans influencer son souffle il est important d'apprendre à ressentir les parties qui peuvent bouger lors de l'inspiration et de l'expiration (i.e. abdomen, côtes, sternum, clavicule) (Norris, 2015). Ensuite, différents exercices existent et peuvent impliquer le fait de se boucher alternativement les narines (e.g. *Nadi Shodhana*), d'allonger une des phases respiratoires, ou pratiquer des retentions de souffle (e.g. *Sama vritti*, *Viloma*). Certains *pranayamas*, comme *Bhastrika* et *Kapalabhati* exigent un engagement rapide et rythmé de la sangle abdominale et font ainsi monter la température corporelle, elles sont donc plutôt conseillées en échauffement. D'autres impliquent de régulariser les phases respiratoires sur un rythme lent et prolongé, pour amener progressivement vers un état plus calme (e.g. *Ujjayi*, *Sama vritti*, *Nadi Shodhana*). L'attention portée à la respiration est un moyen d'entrer progressivement en état de méditation (Brown & Gerbarg, 2009).

Certains exercices respiratoires yogiques sont associés à des exercices de verrouillages musculaires, appelé *bandha* en sanskrit (Iyengar, 1977; Swami Muktibodhananda, 1998; Tardan-Masquelier, 2021). Parmi les trois principaux se trouvent : *Jalandhara bandha*, *Uddiyana bandha*, et *Mula bandha*. Le premier s'active en abaissant le menton vers la poitrine pour resserrer la gorge, le second consiste à soulever le diaphragme et plaquer les organes abdominaux contre la colonne vertébrale, le troisième correspond à une contraction des muscles du plancher pelvien.

1.1.2.2. Les bienfaits de la respiration

La respiration est un phénomène géré de façon inconsciente la plupart du temps, par le biais du système nerveux autonome, mais il peut également être placé sous contrôle volontaire (Sevoz-Couche & Laborde, 2022). Cette respiration semble être un reflet de l'état émotionnel (Brown & Gerbarg, 2009;

Philippot et al., 2010). En effet, certaines situations impliquent un apport rapide en oxygène, notamment lorsqu'il s'agit de prendre la fuite face à un danger. Ainsi, il a été observé que certains états émotionnels, comme l'anxiété, augmentent la fréquence respiratoire et diminuent son volume courant (Homma & Masaoka, 2008). Le rythme peut également être affecté, par exemple le rapport entre les temps d'inspiration et d'expiration est augmenté pour la colère, la peur et la tristesse, mais reste au niveau de base pour la joie (Philippot et al., 2010). Ainsi, il est possible de distinguer des patterns respiratoires pour différents états émotionnels (Philippot et al., 2010). Or, il est fréquent de retrouver des troubles de la régulation émotionnelle après un traumatisme, se traduisant par une augmentation du stress et de l'anxiété (McCraty & Zayas, 2014). Aussi, il est possible d'agir sur cette régulation émotionnelle par la respiration et notamment par son contrôle volontaire. Par exemple, en la ralentissant à six cycles respiratoires par minute (i.e. un cycle respiratoire correspond à une inspiration et une expiration), il est possible d'atteindre ce qu'on appelle un état de cohérence cardiaque (McCraty & Zayas, 2014). En effet, il semblerait qu'en agissant volontairement sur la respiration il soit possible de moduler certaines fonctions du système nerveux autonome, notamment la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) par une activation du système nerveux parasympathique (Servant et al., 2008). En effet, une méta-analyse récente atteste que le ralentissement volontaire de la respiration augmente la VFC que ce soit pendant l'exercice, juste après, ou à la suite d'un entraînement régulier (Laborde et al., 2022). Or, la VFC serait un marqueur de santé, elle reflète la capacité d'adaptation de l'activité cardiaque face aux demandes environnementales (Servant et al., 2008), une grande variabilité serait associée avec une plus haute espérance de vie (Sevoz-Couche & Laborde, 2022). En outre, il semble que l'anxiété et la dépression soient associées à une VFC réduite (Chalmers et al., 2014; Hartmann et al., 2018). Il apparaît que la possibilité de modifier cette VFC pourrait réduire les effets délétères du stress et de l'anxiété, ainsi que diminuer le risque de dépression (Servant et al., 2008). Plusieurs études expérimentales se sont intéressées aux dispositifs de biofeedback de la VFC auprès de diverses populations. Une étude pilote menée sur des patients schizophrènes a retrouvé une diminution de l'anxiété, du stress et une augmentation du bien être ressenti, après deux mois de pratique d'exercices de cohérence cardiaque (Trousselard et al., 2016). Une autre étude menée auprès d'étudiants a permis de montrer que cinq semaines de pratique permettaient de réduire l'anxiété ressentie avant un examen universitaire (Deschodt-Arsac et al., 2018). Il semblerait que ce soit une intervention également pertinente chez les personnes âgées, pour diminuer la dépression, l'anxiété, et améliorer les capacités attentionnelles (Jester et al., 2019).

Par ailleurs, certains exercices respiratoires, parfois associés aux *bandha*, entraînent une contraction puissante des muscles abdominaux, susceptibles de participer à leur renforcement. Ainsi, Petrofsky et al. (2005) ont cherché à mesurer l'activité électromyographique des muscles obliques et droits de

l'abdomen lors d'un exercice respiratoire yogique en comparaison d'un exercice de *crunch*. L'exercice respiratoire correspondait à une phase expiratoire lente par la bouche, puis une inspiration rapide par le nez, suivi d'une expiration rapide par la bouche en utilisant les muscles abdominaux autant que possible, avec par la suite une phase de rétention (poumons vides) accompagnée par *Uddiyana* et *Jalandhara Bandha*. L'exercice de *crunch* correspondait à un relevé de buste, allongé sur le dos au sol, jusqu'au niveau des omoplates. L'analyse révèle que pour les muscles grand droit de l'abdomen les deux exercices entraînent sensiblement le même pourcentage de contraction maximale (i.e. autour de 30 %), mais que pour les muscles obliques la respiration yogique avait entraîné en moyenne deux fois plus de contraction que le *crunch* (i.e. 25 % vs 50 %, $p < 0,05$). En outre, l'exercice de respiration durant plus longtemps (i.e. 5 secondes vs 2 secondes, $p < 0,01$), il entraînait une charge de travail plus importante, correspondant à l'équivalent de cinq à six répétitions de *crunch* (Petrofsky et al., 2005).

Ainsi, il semblerait que les pratiques respiratoires yogiques aient un intérêt dans la gestion des émotions, et pourraient également jouer un rôle dans le renforcement des muscles abdominaux.

1.1.3. La méditation

1.1.3.1. La pratique de la méditation

La méditation, au sens d'une pratique de pleine conscience, se déroule tout au long de la séance de yoga (Worle & Pfeiff, 2010). Tout d'abord, durant les premières minutes, il est généralement proposé de se positionner assis, les yeux fermés ou mi-clos, et de s'installer progressivement dans cet état de pleine conscience en focalisant son attention sur l'instant présent (e.g. sur son souffle ou sur ses sensations corporelles) (Norris, 2015; Worle & Pfeiff, 2010). Ensuite, il faut veiller à essayer de maintenir cet état de concentration tout au long de la séance. Enfin, durant les dernières minutes il est proposé une relaxation en position allongée (i.e. le plus souvent en *savasana*), l'objectif est d'induire une relaxation musculaire progressive et un état d'esprit calme, parfois à la limite du sommeil (Norris, 2015). Il existe là aussi plusieurs méthodes comme le fait d'induire une détente progressive de chaque partie du corps (i.e. relaxation), de porter son attention sur un point particulier comme le rythme régulier de la respiration (i.e. méditation centrée sur l'attention) en essayant de se détacher au maximum des pensées ou stimuli extérieurs, la répétition d'une phrase ou d'un mot dans sa tête ou à voix haute (i.e. méditation par la récitation de mantras), la pratique de l'observation ouverte qui consiste à porter son attention sur le moment présent et observer de manière la plus impartiale possible les contenus mentaux (e.g. pensées, émotions, sensations etc.), ou encore la méditation de compassion ou de bienveillance qui vise à approfondir les sentiments de joie, de sympathie et d'amour que l'on peut éprouver pour les autres (Brandmeyer et al., 2019; Fox et al., 2016). Ainsi, la méditation peut être orientée vers l'extérieur, vers des objets particuliers et des stimuli sensoriels, ou vers

l'intérieur, vers le fonctionnement de l'esprit et les expériences ressenties par le corps (Fox et al., 2016). L'objectif de cette dernière phase est d'obtenir un état de détente physique et psychique qui clôture la séance.

1.1.3.2. Les bienfaits de la méditation

D'une manière générale, les pratiques de méditation impliquent le contrôle et la régulation de l'attention et des émotions (Fox et al., 2016). Elles peuvent donc entraîner des modifications visibles en neuro-imagerie. La revue systématique de Fox et al. (2016) a regroupé 78 études sur la neuro-imagerie, et différentes régions du cerveau s'activant durant les états de méditation ont été retrouvées (e.g. insula, cortex prémoteur, ou cortex cingulaire antérieur dorsal), notamment celles qui concernent la conscience du corps (i.e. intéroception et extéroception), l'empathie, la régulation de l'attention et des émotions, la mémoire de travail, et l'imagerie mentale. L'activation régulière de ces zones du cerveau peut entraîner une augmentation du tissu neuronal par le phénomène de neuroplasticité, et influencer positivement les capacités cognitives et la santé mentale (Brandmeyer et al., 2019). La méta-analyse de Goyal et al. (2014) s'est intéressée à déterminer les effets de programmes de méditation sur la santé psychologique d'adultes, et elle retrouvait un effet modéré sur l'amélioration de l'anxiété (taille de l'effet : 0,38, IC95% : 0,12 ; 0,64) et de la dépression (taille de l'effet : 0,30, IC95% : 0,00 ; 0,59). L'un des mécanismes possible de l'effet de la méditation sur l'état psychologique repose sur la capacité à prendre de la distance et à observer les pensées, les ruminations du mentale, pour potentiellement en modifier les schémas inadaptés (Brandmeyer et al., 2019).

Il semblerait que la pratique de la méditation doit être régulière et d'au moins deux mois pour percevoir certains bénéfices chez des néo-pratiquants. En effet, l'étude Basso et al. (2019a) a comparé un groupe recevant un programme de méditation guidée et un groupe écoutant simplement un podcast (i.e. même durée et fréquence, 13 minutes au moins cinq fois par semaine), et les effets n'étaient pas perceptibles à quatre semaines, mais à huit semaines ils constataient un effet significatif sur la gestion des émotions, les capacités de réponse au stress, ainsi que sur des processus cognitifs (i.e. attention, mémoire de travail et mémoire de reconnaissance) propre au groupe expérimental.

1.2. Les recherches sur le yoga et les séquelles post-AVC

Le yoga semble être un outil thérapeutique prometteur, en ce sens qu'il peut agir sur le corps, mais aussi sur le mental des pratiquants. Or, dans les troubles neurologiques centraux ce sont bien souvent ces deux aspects de l'individu qui sont affectés. Les prochains paragraphes s'attacheront à faire un état des lieux de la recherche autour du yoga et de ses effets sur les différents troubles décrits précédemment selon la CIF, que l'on peut rencontrer dans la cadre de la prise en soins des AVC notamment. Le terme générique « yoga » sera utilisé ici au sens d'une pratique moderne, c'est-à-dire

posturale, respiratoire et méditative, sinon il sera spécifié qu'il s'agit d'une pratique uniquement posturale ou uniquement méditative par exemple.

1.2.1. Le yoga dans les troubles de la motricité

Bastille et Gill-Body (2004) ont mené une première étude de cas sur quatre sujets hémiparétiques des suites d'un AVC (> 9 mois) (Bastille & Gill-Body, 2004). Ils leur ont fait pratiquer deux sessions hebdomadaires d'une heure et demie de yoga, durant huit semaines. Les séances avaient lieu au domicile de chaque participant, et ils recevaient également un programme écrit pour les encourager vers une pratique quotidienne. Une amélioration cliniquement significative du *Timed Movement Battery* à vitesse choisie était retrouvée pour trois des quatre participants. Les améliorations les plus significatives semblaient être en lien avec une bonne adhésion aux séances (i.e. celles pratiquées quotidiennement en autonomie).

A la suite, Lynton et al. (2007) proposent à leur tour une étude de cas sur trois sujets auxquels ils ont fait pratiquer 12 semaines de yoga, avec deux séances hebdomadaires d'une heure et demie. L'évaluation principale portait sur l'aphasie des participants, mais une mesure de la dextérité à travers le test de dextérité avec pince à épiler O'Connor (i.e. *O'Connor Tweezer Dexterity Test*) était également incluse. Les trois sujets présentaient une amélioration de leur dextérité des deux membres supérieurs, certains réduisant de plus de 30 % le temps passé pour effectuer la tâche (i.e. retirer 100 tiges en fer placées dans des trous à l'aide d'une pince à épiler).

Plus tard, c'est sous forme d'un essai randomisé contrôlé que sont évalués les effets d'un programme de yoga (i.e. 2 x 60 min pendant 8 semaines), en comparaison d'un groupe inactif, chez des individus en phase chronique post-AVC (Schmid et al., 2014). Cependant, les auteurs précisent que l'étude n'ayant pas la puissance statistique adéquate ($n = 37$ vs $n = 10$), seules des analyses de l'évolution des groupes dans le temps ont été effectuées. Ainsi, l'amplitude articulaire active de la nuque s'était significativement améliorée ($p < 0,001$) dans le groupe yoga uniquement, de même pour l'amplitude articulaire passive de flexion de hanche. Pour la mobilité active de hanche en flexion, ils retrouvaient une amélioration, mais non significative ($p = 0,090$) pour le groupe yoga, et le groupe inactif montrait même une diminution de ces amplitudes. Concernant la mesure de la force du membre supérieur par le test de flexion de bras (i.e. *arm curl test*), une amélioration significative a été retrouvée dans le groupe yoga et pas dans le groupe contrôle. Les auteurs avancent que la pratique des étirements et de la mobilisation active durant les postures sont susceptibles d'amener une amélioration de la mobilité et de la force. Il est intéressant de noter que dans le cas où les participants sont inactifs, il est possible de constater une diminution de l'amplitude articulaire active de hanche, et que le yoga pourrait être un moyen d'éviter cette dégradation.

Un autre essai randomisé contrôlé a été mené par l'équipe de Immink et al. (2014) à cette même période, sur des patients souffrant d'hémiplégie post-AVC (> 9 mois). L'échantillon comprenait 11 participants dans le groupe yoga et 11 participants en liste d'attente dans le groupe contrôle. Le programme de yoga durait 10 semaines à raison d'une séance hebdomadaire supervisée de 90 minutes et une pratique quotidienne de 40 minutes en autonomie à domicile. Les résultats n'ont cependant pas montré d'amélioration significative pour la mesure de la fonction motrice évaluée par le *Motor Assessment Scale*.

La spasticité étant un des éléments conduisant à une diminution de la mobilité, Wathugala et al. (2019) ont tenté d'étudier les bienfaits de la méditation de pleine conscience sur la spasticité de patients ayant fait un AVC il y a plus d'un an. Cette étude de faisabilité était menée sur 10 sujets qui ont pratiqué deux semaines de méditation quotidienne à l'aide d'enregistrements audio. La spasticité, mesurée avec l'échelle modifiée d'Ashworth au niveau du coude et du poignet, avait significativement (respectivement : $p = 0,032$ et $p = 0,023$) diminué après les 15 jours de méditation. De plus, une corrélation ($r^2 = 0,82$, $p < 0,05$) était mise en évidence entre cette diminution de la spasticité et la qualité de la méditation (i.e. mesurée sur un échelle Lickert évaluant le sentiment d'avoir bien médité durant les séances).

En dehors de mesures quantitatives, les participants peuvent également ressentir l'amélioration de leur mobilité après la pratique du yoga. En effet, Seeney et Griffin (2020) ont récemment mené une étude qualitative sur douze sujets atteints de lésions cérébrales et participant tous à deux séances d'une heure de yoga, pendant leur hospitalisation en unité de réadaptation (Seeney & Griffin, 2020). L'analyse des entretiens semi-directifs a permis de mettre en évidence des bienfaits physiques, notamment sur le fait de pouvoir s'étirer et une des participantes a souligné qu'elle avait l'impression de mieux se mouvoir le lendemain de la séance.

1.2.2. Le yoga dans les troubles cognitifs et somesthésiques

Comme nous l'avons abordé précédemment, dans le cas d'une atteinte du lobe pariétal droit, il est fréquent de retrouver une hémiparésie, c'est-à-dire un trouble attentionnel qui entraîne une incapacité (ou une lenteur) à traiter les informations notamment tactiles, visuelles et auditives en provenance du côté opposé à la lésion (i.e. du côté gauche ici). De plus, la lésion peut également affecter les aires cérébrales sensibles et entraîner des troubles de la sensibilité superficielle et profonde (i.e. une paresthésie, anesthésie ou hypoesthésie). Les patients décrivent souvent avoir la sensation d'avoir « *perdu la connexion* » avec leur côté hémicorps atteint (Ellis-Hill et al., 2000; Garrett et al., 2011). Or, Garrett et al. (2011) rapportent, dans leur étude qualitative sur le yoga et les AVC, des témoignages de participants exprimant une amélioration de la conscience de leur corps et notamment de leurs sensations dans l'hémicorps atteint. Certains expliquaient qu'auparavant des parties de leur

corps étaient « engourdies », d'autres que leurs orteils étaient « difficiles à différencier », mais que, depuis leur participation au programme yoga, ils les « ressentait mieux » et avaient plus confiance en eux lorsqu'ils étaient debout et durant la marche. Une participante explique : « *J'ai pris conscience de mon corps. Je veux dire qu'il [le côté touché par l'AVC] était complètement mort ; il n'y avait aucune sensation dans la moitié de mon corps, le yoga m'a donc aidé physiquement* ». Cette amélioration de la conscience du corps serait également aidante au quotidien, notamment pour éviter l'utilisation automatique du membre non atteint au détriment du membre atteint. Une participante raconte : « *Si je fais quelque chose avec ma main gauche et que ma main droite pourrait le faire beaucoup plus vite, je retire automatiquement la main droite avant qu'elle ne prenne le dessus* ». Cette tendance à la sous-utilisation du membre lésé se nomme « non-utilisation acquise » (Raghavan, 2015), et il est intéressant de constater que le yoga puisse potentiellement aider à diminuer ces automatismes. Pour d'autres, cette prise de conscience permet de corriger sa posture dans la vie de tous les jours : « *Je ne laisse pas ma cheville dans une position anormale. Je veille à ce qu'elle soit droite. Avant le programme (de yoga), je regardais pour voir, maintenant je peux le sentir* ». Ce témoignage illustre une potentielle amélioration de la sensibilité proprioceptive.

1.2.3. Le yoga dans les troubles psychologiques

Nous avons vu qu'à la suite d'un AVC il était fréquent que les patients souffrent de troubles anxieux et/ou de dépression. Pourtant les bienfaits du yoga sur ce type de désordres psychologiques ont été relativement peu étudiés dans le cadre de l'AVC puisque nous n'avons retrouvé que deux études incluant ces critères d'évaluation.

Un essai randomisé contrôlé pilote sur 17 patients en phase chronique post-AVC souffrant d'hémiplégie, a cherché à comparer l'effet de l'exercice physique seul versus l'exercice physique associé au yoga (Chan et al., 2012). Les deux groupes pratiquaient 50 minutes d'exercice physique hebdomadaire (i.e. exercices de renforcement musculaire sur machine et des exercices de type aérobie sur bicyclette ergométrique), et le groupe yoga avait en plus un cours collectif de yoga hebdomadaire de 90 minutes ainsi que 40 minutes à pratiquer en autonomie au quotidien, durant 6 semaines. Les deux groupes présentaient une amélioration significative ($p < 0,05$) du score de dépression autodéclaré de l'échelle de dépression gériatrique version courte (i.e. *geriatric depression scale short form*). Cependant aucune autre mesure de l'échelle de dépression gériatrique n'a montré d'évolution significative dans le temps, et il en était de même pour les mesures de l'anxiété (i.e. questionnaire d'anxiété état-trait de Spielberger). Les auteurs soulignent en limite principale le faible nombre de sujets qui avaient, en plus, des profils hétérogènes en termes de santé mentale.

Dans l'étude randomisée contrôlée de Immink et al. (2014) cité précédemment, ils avaient également inclus une mesure de l'anxiété et de la dépression, avec les mêmes questionnaires que l'étude de Chan

et al. (2012). Seule la partie anxiété-trait (i.e. l'anxiété ressentie de façon générale) a montré une évolution significative dans le temps et qui était favorable au groupe yoga (-18 %) en comparaison du groupe contrôle inactif (-5 %). De plus, cette diminution de score était en moyenne de 8 points, ce qui peut être considéré comme un changement cliniquement pertinent (Fisher & Durham, 1999). La partie anxiété-état (i.e. anxiété ressentie à l'instant présent) avait diminué dans le groupe yoga (-18 %) et augmenté dans le groupe contrôle (+ 4 %), mais l'analyse n'a pas pu montrer de résultats significatifs probablement en raison de la faiblesse de l'échantillon (n = 22). Cependant, cette amélioration de l'anxiété-état dans le groupe yoga était cliniquement pertinente puisque la moyenne du groupe était tombée sous la limite de 39 points, désignée comme le score limite à partir duquel il est possible de considérer qu'il y a une véritable anxiété-état. Les résultats de cette étude montrent donc qu'il est possible d'améliorer l'anxiété par le biais d'un programme de 10 semaines de yoga, mais ils doivent être confirmés par une étude de plus grand effectif. De même que dans l'étude de Chan et al. (2012), il n'a pas été démontré d'amélioration de la dépression, mais le score de départ des deux groupes montrait d'office un état dépressif léger, ce qui limitait grandement les possibilités d'améliorations. On retrouve d'autres études menées cette fois-ci dans la population générale. La méta-analyse de Cramer et al. (2018) a trouvé un faible effet à court terme du yoga sur l'anxiété comparé à l'absence de traitement [Différence moyenne standardisée (DMS) : -0,43 ; IC95% : 0,74, -0,11 ; p = 0,008] et un effet important comparé à un groupe recevant un autre traitement (DMS : -0,86 ; IC95% : -1,56, -0,15 ; p = 0,02). De plus, de faibles effets sur la dépression ont été constatés par rapport à l'absence de traitement (DMS : -0,35 ; IC95% : -0,66, -0,04 ; p = 0,03). Dans leur précédente méta-analyse sur la dépression, Cramer et al. (2013) retrouvaient des résultats en faveur du yoga lorsqu'il était comparé aux soins habituels (DMS : -0,69 ; IC95% : -0,99, -0,39 ; p < 0,001), à la relaxation (DMS : -0,62 ; IC95% : -1,03, -0,22 ; p = 0,003) ou aux exercices aérobies (DMS : -0,59 ; IC95% : -0,99, -0,18 ; p = 0,004). Ces résultats sont encourageants, mais là aussi les auteurs soulignent la faiblesse des preuves et la nécessité de mener plus d'études de hautes qualités méthodologiques (Cramer et al., 2018; Cramer, Lauche, Langhorst, et al., 2013) .

1.2.4. Le yoga dans les troubles de l'équilibre

Nous avons vu que les troubles de l'équilibre étaient très fréquents chez les patients en phase chronique post-AVC, notamment en raison des séquelles sensitivo-motrices. Aussi, les études s'attachant à expérimenter des programmes de yoga dans la rééducation post-AVC ont, pour la majorité, inclus une mesure de l'équilibre au sein de leurs variables d'intérêt.

Dans l'étude de cas de Bastille et Gill-Body (2004), le critère d'évaluation principal était l'échelle d'équilibre de Berg (BBS). Sur les quatre sujets, deux démontraient une amélioration jugée cliniquement significative (≥ 6 points).

Schmid et al. (2012) se sont également intéressés aux troubles de l'équilibre dans leur essai randomisé contrôlé, mais ils n'ont pas retrouvé de différences significatives post-traitement entre le groupe contrôle inactif (n = 10) en comparaison du groupe yoga (n = 37). Cependant, l'évolution des scores en post-programme dans chaque groupe montrait une amélioration significative du groupe yoga sur la BBS ($41,3 \pm 11,7$ vs $46,3 \pm 9,1$ points ; $p < 0,001$) et sur la peur de chuter (moyenne : 51 % vs 46 % ; $p < 0,001$), alors que le groupe contrôle n'en présentait pas. De plus, en considérant uniquement les participants ayant réellement complété la totalité du programme de yoga (n = 29), les auteurs retrouvaient une amélioration significative de plus de 6 points sur la BBS (moyenne \pm ET : $40,7 \pm 12,1$ vs $47,0 \pm 9,6$ points ; $p < 0,001$), de presque 6 points sur l'échelle de confiance perçue en son équilibre (moyenne \pm ET : $61,3 \pm 21,8$ vs $67,2 \pm 23,1$ points ; $p < 0,035$), et un moins grand nombre de personnes ayant peur de chuter (moyenne : 60 % vs 43 % ; $p < 0,002$). Aussi, malgré un faible échantillon, ils ont pu montrer une amélioration cliniquement significative (Δ BBS \approx 6 points) de l'équilibre du groupe yoga, qui n'était pas retrouvé dans le groupe contrôle (Δ BBS \approx 2 points).

Immink et al. (2014) avaient également pour critère de jugement ce score de la BBS dans leur essai randomisé contrôlé. Là aussi, l'échantillon était faible (n = 11 vs n = 11) et ils n'ont pas démontré de différence significative entre les groupes en post-traitement. Le groupe contrôle inactif présentait même une amélioration moyenne du score plus important (\approx 4 points) que le groupe yoga (\approx 2 points). Cependant, le score de départ du groupe contrôle était inférieur à celui du groupe yoga (moyenne \pm ET : $44,1 \pm 15,1$ vs $48,4 \pm 9,1$ points), ce qui limitait un peu plus la possibilité d'évolution de ce dernier. Paranjape et Gore (2019) ont quant à eux cherché à comparer un groupe pratiquant des exercices conventionnels de rééducation (i.e. six exercices) à un groupe pratiquant des postures de yoga (i.e. six postures). Les deux approches thérapeutiques avaient pour objectif l'amélioration de l'équilibre évalué par le score de la BBS. Trente sujets ont été randomisés en deux groupes égaux qui ont pratiqué leurs exercices respectifs à raison de 40 minutes, quatre fois par semaine pendant trois semaines. L'analyse inter-groupe n'a pas montré de différence en post-traitement et l'analyse intra-groupe a montré une évolution significative du groupe exercices conventionnels [Médiane (Quartile 1 – Quartile 3) : 40 [21-45] vs 49 [27-52] points] et du groupe posture de yoga [Médiane (Q1-Q3) : 41 (26-45) vs 50 (34-55) points] dans le temps. Ces résultats semblent suggérer que les deux approches thérapeutiques ont des effets semblables sur l'équilibre, ce qui semble relativement logique dans la mesure où les exercices conventionnels proposés ici et les postures de yoga étaient assez similaires dans leur réalisation.

Les résultats contradictoires des travaux de Schmid et al. (2012) et de Immink et al. (2014) ne semblent pas permettre de conclure sur l'intérêt d'un programme de yoga dans la rééducation des troubles de l'équilibre pour l'instant. Les données de l'étude de Paranjape et Gore (2019) suggèrent que les effets des postures de yoga sont potentiellement semblables à ceux d'exercices de rééducation plus classiques dans l'amélioration des troubles de l'équilibre. Il est donc nécessaire de mener de nouvelles

études, car la revue Cochrane de Lawrence et al. (2017) souligne qu'actuellement la qualité des preuves est très faible.

1.2.5. Le yoga dans les troubles de la marche

Schmid et al. (2014) et Immink et al. (2014) avaient également inclus des mesures relatives aux capacités de marche (i.e. l'endurance mesurée par le TDM6, et le TDM2, respectivement) dans leurs critères d'évaluation. Les premiers ont montré une amélioration significative du nombre de mètres parcourus lors du TDM6 dans le groupe yoga (moyenne \pm ET : 947 \pm 419 m vs 1009 \pm 415 m ; $p = 0,010$), et pas dans le groupe contrôle inactif (moyenne \pm ET : 999 \pm 247 m vs 1041 \pm 305 m ; $p = 0,540$). Les seconds n'ont également pas pu montrer de différence significative entre les groupes en post-traitement, mais ils n'ont pas non plus démontré d'évolution significative du TDM2 dans le groupe yoga. Les résultats de ces travaux ne permettent pas de conclure sur l'intérêt du yoga pour améliorer les capacités de marche, et plus particulièrement l'endurance. Les principes clés de la rééducation reposent habituellement sur une pratique en tâche spécifique et orientée (c.f. partie 2.5.2.3.4), or le yoga n'implique aucun travail de ce type. Toutefois, il est possible qu'en améliorant la force musculaire et le contrôle postural, un impact soit perceptible sur les capacités de marche, puisque ces variables sont en lien (Bohannon & Williams Andrews, 1995). En outre, une plus grande confiance perçue en son équilibre pourrait conduire les patients à marcher plus aisément et donc plus régulièrement (Liphart et al., 2016).

1.2.6. Le yoga et la qualité de vie liée à la santé

Comme expliqué précédemment (i.e. partie 1.4) la QDVLS peut être mesurée à l'aide d'auto-questionnaires qui interrogent le ressenti des patients à travers des questions sur différents domaines de la qualité de vie (e.g. les liens sociaux, la capacité à communiquer, à se déplacer, la gestion des émotions etc.). Dans l'étude de Bastille et Gill-Body (2004), les auteurs ont utilisé le *Stroke Impact Scale* (i.e. version 2, il comprend 64 questions classées en six domaines) et les quatre patients présentaient des améliorations significatives dans différents domaines comme : le physique, les émotions, la mémoire, la communication et la participation sociale. Quant à Schmid et al. (2012), ils ont utilisé le *Stroke specific Quality of life scale* (i.e. 49 items classés en 12 domaines) mais n'ont présenté que les résultats du score global. Ainsi, le score avait significativement évolué dans le groupe yoga (moyenne \pm ET : 33,7 \pm 9,2 vs 35,8 \pm 9,1 points ; $p = 0,03$) et pas dans le groupe contrôle inactif (moyenne \pm ET : 32,7 \pm 5,2 vs 33,0 \pm 6,2 points ; $p = 0,76$).

Finalement, Immink et al. (2014) utilisaient également le *Stroke Impact Scale* (i.e. version 3, 59 items classés en 8 domaines). Pour le domaine physique, ils retrouvaient un effet du temps ($p = 0,002$) mais pas d'interaction entre le facteur groupe et le facteur temps ($p = 0,052$). Toutefois, une analyse post-

hoc montrait une amélioration significative du groupe yoga dans le temps et pas dans le groupe contrôle. Ces résultats semblent donc en faveur du yoga pour améliorer la composante physique de la QDVLS ressentie par les participants. Le domaine intitulé « mémoire » révélait également un effet temps ($p = 0,024$) et une interaction entre le facteur groupe et le facteur temps cette fois ci significative ($p = 0,056$), en faveur du groupe yoga. Ces résultats semblent donc indiquer que le yoga puisse avoir un impact sur la perception d'une fonction cognitive telle que la mémoire. Il est possible que l'aspect méditatif du yoga soit un des facteurs influençant positivement la mémoire, comme semblent l'attester de précédentes études sur la population générale (Basso et al., 2019; Youngs et al., 2021).

Les résultats positifs sur certains domaines de la QDVLS semblent être des pistes prometteuses, mais là aussi la qualité des preuves est encore trop faible et de nouvelles recherches sont nécessaires (Lawrence et al., 2017).

Synthèse des principaux points à retenir

- ✓ Les pathologies du SNC peuvent engendrer des tableaux cliniques variés affectant les fonctions motrices, sensorielles, cognitives, et psychologiques des patients. Ces séquelles engendrent des limitations d'activités (e.g. se maintenir en équilibre ou marcher), et restreignent l'implication des patients dans des situations de leur vie quotidienne (e.g. sortir de chez soi).
- ✓ Parmi ces pathologies, l'AVC est un réel enjeu de santé publique : il entraîne environ 110 000 hospitalisations par an et c'est la première cause de handicap acquis de l'adulte en France.
- ✓ Concernant la rééducation en phase chronique (> 6 mois post-AVC), la pratique de programmes d'activités physiques adaptées est recommandée grade A (HAS, 2002).
- ✓ Le yoga fait partie des approches thérapeutiques possibles pour travailler sur les fonctions physiques (i.e. force musculaire, mobilité articulaire, capacités proprioceptives) et psychologiques (i.e. stress, anxiété, dépression) notamment.
- ✓ Cette discipline, issue de traditions anciennes, a évolué au fur et à mesure de son appropriation par différentes cultures, pour donner lieu à une multitude de pratiques parfois relativement hétérogènes dans leurs contenus.
- ✓ Dans sa version moderne occidentalisée, on retrouve généralement une approche tripartite : les postures (i.e. *asanas* en sanskrit), la respiration (i.e. *pranayama*), et la méditation.
- ✓ Les niveaux de preuves issus des études actuelles concernant l'efficacité du yoga dans la rééducation des pathologies neurologiques centrales, et surtout dans le cadre des AVC, sont faibles. Aussi, il convient de mener de nouvelles recherches.

2. Problématiques et hypothèses

La synthèse des travaux précédents nous montre donc qu'il peut y avoir un réel intérêt à faire pratiquer du yoga dans le cadre des troubles neurologiques centraux, aussi bien pour tenter d'agir sur les séquelles physiques que psychologiques, et ainsi améliorer la QDVLS de ces patients. En effet, la pratique posturale du yoga semble pouvoir augmenter la force musculaire, la mobilité articulaire et la sensibilité proprioceptive. Le travail des aspects respiratoire et méditatif qui lui sont associés apparaissent comme des outils pertinents de gestion des pensées et des émotions. Cependant, la qualité des preuves étant encore trop faible pour s'assurer de l'efficacité réelle du yoga dans la rééducation des pathologies neurologiques centrales, et notamment de l'AVC, de nouvelles recherches sont encore nécessaires. Ainsi, nous avons mené trois études, avec pour objectif d'investiguer l'efficacité potentielle du yoga dans les pathologies neurologiques centrales, et plus particulièrement l'AVC.

Dans un premier temps nous avons réalisé une revue systématique de la littérature s'investissant les effets du yoga sur la QDVLS des patients atteints de troubles du SNC. L'objectif était d'établir un tableau général des différentes pathologies neurologiques centrales auprès desquelles des programmes de yoga thérapeutique avaient déjà été expérimentés, et d'évaluer la qualité actuelle des preuves. Les résultats de cette première étude ont confirmé la nécessité de réaliser des recherches sur les patients victimes d'AVC. Aussi, les deux recherches suivantes se sont portées sur l'expérimentation d'un programme de yoga adapté aux séquelles motrices post-AVC. La première étude, sous forme d'un essai randomisé contrôlé, cherchait à démontrer la non-infériorité du programme de yoga en comparaison d'un programme d'activité physique conventionnel, pour améliorer les déficiences physiques et les limitations d'activités. La seconde hypothèse de l'étude était que le programme de yoga pourrait être supérieur au programme d'activité physique conventionnel pour améliorer l'état psychologique et les restrictions de participations des patients. Par la suite, une étude pilote a permis d'expérimenter ce programme de yoga adapté aux séquelles post-AVC en télé-rééducation. L'objectif était de s'assurer de la faisabilité d'une telle intervention, ainsi que de son innocuité, et d'évaluer la satisfaction des participants. Une première analyse de l'efficacité a également été effectuée, afin d'estimer si un essai contrôlé randomisé de plus grande ampleur mériterait d'être effectué par la suite.

Partie 2 : Contribution personnelle

Étude 1 - Effet du yoga sur la qualité de vie liée à la santé dans les troubles du système nerveux central : une revue systématique

➤ Une publication scientifique (Annexe 2) :

Lenoir Dit Caron R, Coquart J, Gilliaux M (2021). Effect of yoga on health-related quality of life in central nervous system disorders: A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 35(11), 1530-1543. DOI : 10.1177/02692155211018429

➤ Une communication orale :

Lenoir Dit Caron R, Coquart J, Gilliaux M. L'intérêt du yoga dans la rééducation en neurologie. *Congrès International Francophone pour les Etudiants en Physiothérapie et Kinésithérapie*. 19 février 2022. Tours, France.

1. Introduction

Les troubles du SNC constituent un problème majeur de santé publique. Parmi les plus courants figurent l'AVC, la sclérose en plaques, la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson, qui peuvent tous entraîner des séquelles permanentes, principalement chez les adultes (Erkkinen et al., 2018; Katan & Luft, 2018; Oh et al., 2018). Ces séquelles entraînent généralement une réduction significative de la QDVLS de ces patients (Barone et al., 2017; Chen et al., 2019; Hyarat et al., 2019; Stites et al., 2018). La QDVLS est la perception par les patients eux-mêmes de l'impact de la maladie et de ses conséquences sur leur vie. Elle est conceptualisée comme une combinaison de bien-être physique, psychologique et social dans le contexte d'une maladie particulière. Dans la recherche, tout comme dans les contextes cliniques, il est important de se concentrer sur les mesures quantitatives (e.g. la force musculaire ou l'endurance) mais aussi sur les mesures qualitatives, car elles prennent en compte les perceptions des patients. Pour les aider à faire face à leur handicap, les médicaments et les programmes de rééducation sont les traitements habituels, mais les patients peuvent aussi être encouragés à recourir à des médecines complémentaires et alternatives (Wells et al., 2017). Parmi ce type de thérapie, l'utilisation du yoga s'est considérablement accrue ces dernières années (Clarke et al., 2015).

Le yoga est une pratique qui a vu le jour en Inde il y a plus de 2 000 ans et qui s'intéresse notamment au lien entre le corps et le mental. Traditionnellement, il existe huit étapes dans la pratique : *yama* (morale universelle), *niyama* (discipline individuelle), *asana* (posture), *pranayama* (contrôle de la respiration), *dharana* (concentration), *dhyana* (méditation) et *samadhi* (libération) (Iyengar, 1977). Toutefois, le yoga moderne, également appelé *hatha yoga*, se limite souvent aux *asanas*, au *pranayama* et à la méditation. En outre, il existe plusieurs types de yoga, certains plus axés sur les postures et la respiration (e.g. Ashtanga Vinyasa Yoga), d'autres plus axés sur la respiration et la méditation (e.g. Kriya Yoga), et d'autres encore qui explorent les trois (e.g. Iyengar Yoga). Le yoga est applicable et accessible à des personnes ayant différentes formes de limitation physique et il peut être adapté aux besoins individuels (Thayabaranathan et al., 2017). Dans le cas des troubles du SNC, les séquelles sont très variables d'un individu à l'autre, c'est pourquoi il peut être intéressant d'avoir une pratique adaptable. Le yoga est également considéré par certains comme l'une des premières disciplines bio-psycho-sociales, qui se concentre sur l'individu dans son ensemble, en travaillant à la fois sur les aspects physiques, psychologiques, et sociaux. Par conséquent, le yoga semble avoir une pertinence clinique dans une tentative d'amélioration de la QDVLS.

Des revues systématiques et des méta-analyses antérieures ont montré que le yoga améliore la QDVLS des patients atteints de cancer du sein (El-Hashimi & Gorey, 2019), de cervicalgie chronique (Cramer et al., 2017), et de bronchopneumopathie chronique obstructive (Cramer et al., 2019), ainsi que des personnes âgées (Sivaramakrishnan et al., 2019). Néanmoins, son intérêt pour l'amélioration de la

QDVLS des patients atteints de troubles du SNC n'est toujours pas clairement établi à ce jour. L'objectif de la présente revue systématique était d'analyser les essais contrôlés randomisés évaluant les effets du yoga sur la QDVLS des patients souffrant de troubles du SNC en comparaison à un groupe témoin (e.g. d'autres interventions ou un groupe contrôle inactif).

2. Méthode

Cette revue systématique a été réalisée conformément aux directives PRISMA [*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (Moher et al., 2010)]. La checklist est disponible en Annexe 3.

2.1. Identification

Une recherche systématique de la littérature a été menée pour trouver des études ayant évalué les effets du yoga sur la QDVLS dans les troubles du SNC. La recherche a été entreprise sur les bases de données PubMed-NCBI, EBSCO Host, Cochrane Library, Scopus et ScienceDirect. Deux personnes (i.e. Rita Lenoir Dit Caron et Jérémy Coquart) ont effectué les recherches de manière indépendante le 21 mars 2021 à partir de mots-clés identifiés par un consensus des auteurs. Ces mots-clés ont été déterminés à partir de trois concepts clés : le yoga, la QDVLS et les maladies du SNC. Nous avons identifié les termes Mesh (*Medical Subject Headings*) rattachés à ces trois concepts clés, ainsi que les synonymes associés à ces mots Mesh. Ensuite nous avons associé l'ensemble de ces mots-clés avec des opérateurs booléens (« AND » ou « OR ») dans les bases de données citées précédemment. Cependant, certains moteurs de recherche ne permettaient qu'un nombre limité d'opérateurs booléens, pour ceux-ci, nous avons donc réduit nos mots-clés. La recherche était effectuée dans les titres, les résumés et les mots-clés des références de chaque moteur de recherche. La stratégie de recherche détaillée pour chaque base de données apparaît dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Stratégie de recherche dans chaque base de données

Bases de données	Concept 1 Maladies du SNC		Concept 2 Yoga		Concept 3 Qualité de vie lié à la santé
PubMed-NCBI, EBSCO Host, et Cochrane Library	(Central Nervous System Diseases OR <i>“Central Nervous System Disorders”</i> OR <i>“CNS Disease*”</i> OR Brain injuries OR <i>“Brain Injur*”</i> OR <i>“Brain Laceration*”</i> OR Brain Diseases OR <i>“Brain Disease*”</i> OR <i>“Brain Disorder*”</i> OR <i>“CNS Disorder*”</i> OR <i>“Encephalon Disease*”</i> OR <i>“Encephalopath*”</i> OR Stroke OR <i>“Cerebrovascular Accident*”</i> OR CVA OR <i>“Brain Vascular Accident*”</i> OR Cerebrovascular Disorders OR <i>“Cerebrovascular Disorder*”</i> OR <i>“Intracranial Vascular Disease*”</i> OR <i>“Intracranial Vascular Disorder*”</i> OR <i>“Cerebrovascular Disease*”</i> OR <i>“Brain Vascular Disorder*”</i> OR <i>“Cerebrovascular Occlusion*”</i> OR <i>“Cerebrovascular Insufficienc*”</i> OR Hypoxia, Brain OR <i>“cerebral hypox*”</i> OR <i>“Brain Damage*”</i> OR Multiple Sclerosis OR <i>“Disseminated Sclerosis”</i> OR Parkinson Disease OR Alzheimer Disease OR <i>dementia</i> OR Cerebral Palsy OR <i>“Cerebral Pals*”</i>)	AND	(yoga OR meditation OR mindfulness OR respiration exercises OR “Respiratory Muscle Training”)	AND	(quality of life OR <i>“life quality”</i> OR <i>“health related quality of life”</i> OR <i>“HRQOL”</i>)
Scopus	<i>(“Brain Dis*”</i> OR Stroke OR <i>“Cerebrovascular Dis*”</i> OR “Multiple Sclerosis” OR “Parkinson Disease” OR “Alzheimer Disease” OR <i>dementia</i> OR <i>“Cerebral Pals*”</i>)	AND	(yoga OR meditation OR mindfulness)	AND	(“quality of life” OR <i>“HRQOL”</i>)
ScienceDirect	(“Brain injuries” OR Stroke OR “Brain Diseases” OR “Multiple Sclerosis” OR “Parkinson Disease” OR “Alzheimer Disease”)	AND	(yoga OR meditation)	AND	(“quality of Life”)
Mots en gras : Mesh (<i>Medical Subject Headings</i>)					
Mots en italique : terme/synonyme associé au MESH					

2.2. Sélection d'après les titres et les résumés

Ensuite, deux auteurs (i.e. Rita Lenoir Dit Caron et Maxime Gilliaux) ont procédé indépendamment à l'évaluation de l'éligibilité de chaque manuscrit, en aveugle et de manière standardisée, en examinant les titres et les résumés. Les éventuels désaccords devaient être discutés par les trois auteurs (i.e. Rita Lenoir Dit Caron, Maxime Gilliaux et Jérémy Coquart) et résolus par consensus. Pour être considérés comme éligibles, les manuscrits devaient être publiés dans des revues à comité de lecture par les pairs, en français ou en anglais, et toutes les études devaient être des essais contrôlés randomisés sur des populations humaines. Les études devaient également proposer l'analyse de l'effet du yoga sur la QDVL des personnes atteintes de troubles du SNC. Toutes les interventions appelées yoga étaient incluses, à condition qu'elles comprennent au moins deux des éléments suivants : postures de yoga (*asanas*), contrôle de la respiration (*pranayama*) et méditation (*dhyana*). Tous les résultats relatifs à la QDVL, mesurée par des questionnaires génériques ou spécifiques à une pathologie, ont été inclus (e.g. SF-36, Stroke Impact Scale, ou Multiple Sclerosis Quality of Life). En ce qui concerne les participants, étaient inclus tous les adultes (i.e. > 18 ans) souffrant de troubles avérés du SNC, quelle qu'en soit l'étiologie et la gravité, sans distinction de sexe, d'ethnie, de langue, de type de séquelles ou d'évolution de la maladie. Cependant, les études ont été exclues si elles ne comportaient pas de mesures claires de la QDVL, si les interventions duraient moins d'une semaine ou si les participants étaient mélangés avec des patients souffrant d'autres types d'affections ou des aidants, sans que les résultats soient clairement séparés. Ont également été exclu les études qui combinaient d'autres interventions avec le yoga (e.g. des exercices aérobies ou des interventions basées sur la pleine conscience telles que les programmes « Mindfulness-Based Stress Reduction ») où les effets du yoga ne pouvaient pas être évalués séparément.

2.3. Éligibilité d'après la lecture en texte entier

Sur la base des informations contenues dans ces articles en texte intégral, deux auteurs (i.e. Rita Lenoir Dit Caron et Maxime Gilliaux) ont utilisé un formulaire standardisé pour sélectionner les manuscrits susceptibles d'être inclus dans la revue systématique. Ce formulaire a permis de vérifier si les informations fournies dans le titre et le résumé correspondaient au texte du manuscrit et aux critères d'inclusion de la revue systématique.

2.4. Inclusion

Les informations suivantes ont été extraites par deux auteurs (i.e. Rita Lenoir Dit Caron et Maxime Gilliaux) : identité de l'étude (i.e. auteurs et année de publication), participants (i.e. nombre, sexe, âge et pathologie), type d'intervention (i.e. type de yoga, si décrit), description du programme

d'intervention (e.g. durée des séances, fréquence, durée du programme, etc.) et groupe témoin, variables analysées (i.e. questionnaires sur la QDVLS) et effet de l'intervention (e.g. différence moyenne/médiane en post-traitement, p-valeur de la comparaison inter-groupe, ou taille de l'effet).

2.5. Analyse des résultats des études incluses

Les résultats de certaines études ont été présentés en fonction des analyses statistiques utilisées pour comparer les différences d'évolution moyennes ou médianes des scores post-interventionnels entre les groupes. Lorsque l'étude avait utilisé une analyse de variance afin d'évaluer l'interaction entre le facteur temps et le facteur groupe, les résultats étaient présentés en fonction de cette analyse. De plus, la taille de l'effet a été calculée sur Microsoft® Excel® 2016 lorsque les données le permettaient (i.e. lorsque la moyenne et l'écart-type en pré et en post-traitement de chaque groupe étaient disponibles, ainsi que le nombre de sujets par groupe). Les tailles d'effet étaient considérées selon les catégories de Cohen : petites (0,2 - 0,5), modérées (0,5 - 0,8) et grandes (> 0,8) en utilisant les catégories de Cohen (Champely & Verdot, 2007). En cas de doute sur les données, ou d'absence de données, un email était envoyé à l'auteur correspondant.

2.6. Évaluation du risque de biais

La rigueur méthodologique des études incluses a été évaluée à l'aide de l'outil Cochrane révisé de mesure du risque de biais pour les essais randomisés (i.e. RoB 2) (Sterne et al., 2019). L'outil RoB 2 est structuré en cinq domaines par lesquels un biais peut être introduit dans le résultat : biais résultant du processus de randomisation ; biais dû aux écarts par rapport aux interventions prévues ; biais dû à l'absence de données sur le résultat ; biais dans l'évaluation du résultat ; biais dans la sélection du résultat rapporté. Pour chaque domaine, il existe plusieurs questions de signalisation qui visent à obtenir des informations pertinentes pour une évaluation du risque de biais. L'outil comprend des algorithmes qui mettent en correspondance les réponses aux questions de signalisation avec une proposition de jugement du risque de biais pour chaque domaine. Les jugements possibles sur le risque de biais sont les suivants : « faible », « préoccupant » ou « élevé ». Deux auteurs (i.e. Rita Lenoir Dit Caron et Maxime Gilliaux) ont évalué indépendamment toutes les études incluses par rapport à chacun des domaines de cet outil. Les désaccords survenus au cours des évaluations de la qualité ont été discutés par les auteurs lors d'une réunion de consensus. Si aucun consensus n'était atteint à l'issue de cette réunion, un troisième évaluateur (i.e. Jérémy Coquart) rendait le jugement final.

2.7. Évaluation de la qualité des preuves

La qualité des preuves a été évaluée à l'aide du système GRADE (*Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation*) (Guyatt et al., 2011). Il détermine quatre niveaux de preuve : élevé, modéré, faible et très faible (Tableau 4).

Tableau 4 : Niveau de preuve selon le système GRADE, d'après Guyatt et al. (2011)

Elevé	Nous sommes très confiants que l'effet réel est proche de celui de l'estimation de l'effet.
Modéré	Nous sommes modérément confiants dans l'estimation de l'effet : l'effet réel est probablement proche de l'estimation de l'effet, mais il est possible qu'il soit sensiblement différent.
Faible	Notre confiance dans l'estimation de l'effet est limitée : l'effet réel peut être sensiblement différent de l'estimation de l'effet.
Très faible	Nous avons très peu confiance dans l'estimation de l'effet : l'effet réel est susceptible d'être sensiblement différent de l'estimation de l'effet.

Un niveau de preuve est établi pour chaque critère d'évaluation, en l'occurrence ici seule la QDVL a été évaluée. Des sous-groupes ont été constitués en fonction des pathologies afin d'éviter une hétérogénéité trop importante. Dans le système GRADE, la détermination du niveau de preuve commence par la conception des études sélectionnées (e.g. les études randomisées ont un niveau de preuve élevé). Ensuite, le niveau de preuve peut être dégradé sur la base de cinq facteurs : les limites de la conception ou de l'exécution de l'étude (i.e. les risques de biais), l'incohérence des résultats, le caractère indirect des preuves (i.e. les similitudes entre les études en ce qui concerne la population, l'intervention, la comparaison et le résultat), l'imprécision (e.g. la taille de l'échantillon) et le biais de publication. Chaque facteur est susceptible de dégrader le niveau de preuve d'un à deux niveaux, selon le jugement explicite des auteurs.

2.8. Financement

Les frais de traduction de l'article ont été financés par le laboratoire CETAPS.

3. Résultats

3.1. Sélection des articles

La recherche bibliographique a révélé 1485 manuscrits (Figure 18). Une fois les doublons supprimés (n = 510), 975 articles ont été analysés. Après examen des titres et des résumés, 947 articles ont été retirés de l'analyse. Les textes intégraux des 28 articles restants ont été évalués pour déterminer s'ils étaient éligibles. Cinq études ont été exclues parce qu'elles n'évaluaient pas la QDVL (Chan et al., 2012; de Oliveira et al., 2016; Hawkins et al., 2018; Myers et al., 2020; Velikonja et al., 2010), deux parce qu'elles n'étaient pas randomisées (Donnelly et al., 2017; Guner & Inanici, 2015), une parce que son

intervention mélangeait le yoga à un programme « *Mindfulness-Based Stress Reduction* » (Nejati et al., 2016), et trois semblaient être des publications non originales (Ahmadi et al., 2010; Hasanpour Dehkordi, 2016; Hasanpour-Dehkordi et al., 2016). Enfin, 17 articles ont été inclus, mais deux d'entre eux se référaient au même essai contrôlé randomisé car l'un d'eux était un suivi à plus long terme (Garrett et al., 2013a, 2013b), ce qui donne 16 études incluses au total.

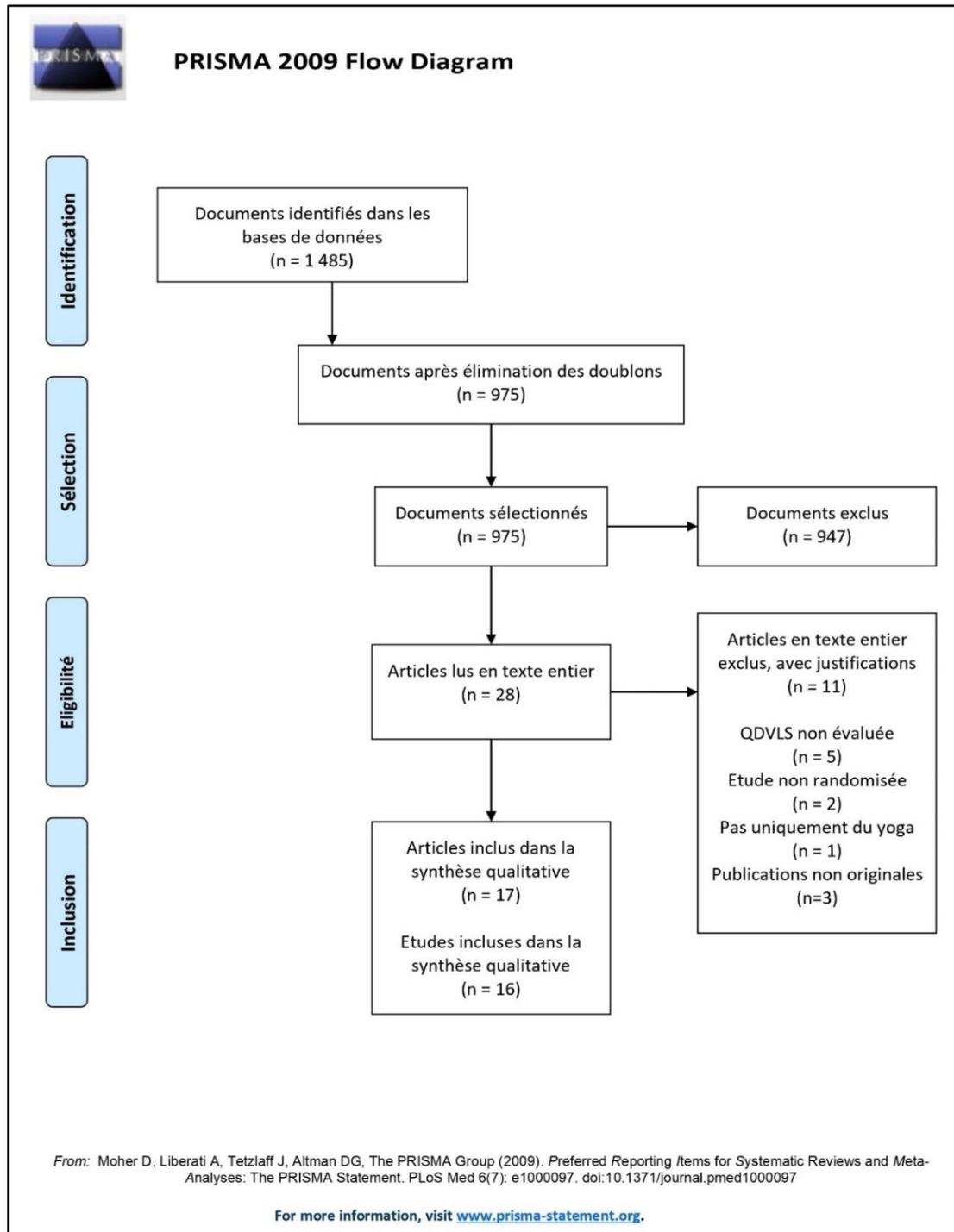


Figure 18 : Diagram de flux PRISMA

Abréviations : QDVLS, Qualité de vie liée à la santé

Six études ont été identifiées pour la sclérose en plaques (Ahadi et al., 2013; Doulatabad et al., 2012; Garrett et al., 2013a; Hassanpour-Dehkordi & Jivad, 2014; Najafidoulatabad et al., 2014; Oken et al., 2004), cinq pour la maladie de Parkinson (Cheung et al., 2018; Kwok et al., 2019; Ni et al., 2016; Sharma et al., 2015; Walter et al., 2019), deux pour l'AVC (Immink et al., 2014; Schmid et al., 2012), une pour la démence (Park et al., 2020), une pour l'épilepsie (Lundgren et al., 2008) et une pour la tumeur cérébrale (Milbury et al., 2019). Un résumé des caractéristiques de ces 16 essais contrôlés randomisés est disponible dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Résumé des caractéristiques des essais contrôlés randomisés inclus

Référence	Pathologie	Participants			Intervention (n = participants)	Contrôle (n = participants)	Questionnaire de QDVL
		Nombre	Age (moyenne ± ET)	Genre (F/H)			
Ahadi et al. (2013)	Sclérose en plaques	31	34,2 ± NR	31/0	Hatha Yoga (n = 11) 3 x semaine, 60-70 min, durant 8 semaines Contenu : respiration, postures, relaxation	Liste d'attente (n = 10) Tapis de marche (n = 10) 3 x semaine, 50 min, durant 8 semaines Contenu : échauffement, 30 min d'exercices, retour au calme Intensité : 40-75 % de la fréquence cardiaque maximale prédite en fonction de l'âge	MSQOL-54 ↗ (0-100) <i>14 sous-échelles et 2 scores globaux</i>
Doulatabad et al. (2013)	Sclérose en plaques	60	316 ± 8,0	60/0	Yoga (n = 30) 8 x mois, 60-90 min, durant 3 mois Contenu : respiration, postures, méditation	Pas d'intervention (n = 30)	MSQOL-54 <i>Ils n'ont utilisé que 2 questions</i>
Najafidoulatabad et al. (2014)	Sclérose en plaques	60	31,6 ± 8,0	60/0	Yoga (n = 30) 8 x mois, 60-90 min, durant 3 mois Contenu : respiration, postures, méditation	Pas d'intervention (n = 30)	MSQOL-54 <i>2 sous-échelles</i>
Garrett et al. (2013a)	Sclérose en plaques	314	50,2 ± 10,2	235/79	Yoga (n = 77) 1 x semaine, 60 min, durant 10 semaines Contenu : respiration, postures et méditation	Liste d'attente (n = 71) Kinésithérapie (n = 80) 1 x semaine, 60 min, durant 10 semaines Contenu : exercices de renforcement musculaire et aérobies	MSIS-29v2 ↘ (0-100) <i>2 scores globaux</i>

						Fitness (n = 86) 1 x semaine, 60 min, durant 10 semaines Contenu : exercices de renforcement musculaire progressifs et aérobie	
Garrett et al. (2013b) Suivi à 6 mois	Sclérose en plaques	121 (restants à 24 semaine)			Yoga (n = 37) Voir ci-dessus	Kinésithérapie (n = 41) Voir ci-dessus Fitness (n = 41) Voir ci-dessus	MSIS-29v2 ↘ (0-100) 2 scores globaux
Hasanpour-Dehkordi et al. (2016)	Sclérose en plaques	60	31,9 ± NR	60/0	Hatha Yoga (n = 30) 3 x semaine, 60-70 min, durant 12 semaines Contenu : respiration, postures, méditation + la pratique à domicile était fortement encouragée	Pas d'intervention (n = 30)	SF-36 ↗ (?-?) Score global
Oken et al. (2004)	Sclérose en plaques	69	49,0 ± 0,6 β	53/4	Iyengar Yoga (n = 26) 1 x semaine, 90 min, durant 6 mois Contenu : respiration, postures, méditation + la pratique quotidienne à domicile était fortement encouragée (support papier)	Liste d'attente (n = 22) Exercices aérobie (n = 21) 1 x semaine, 90 min, durant 6 mois Contenu : Etirements, vélo stationnaire et « occasionnellement ajout d'un travail des bras, du tronc et de l'équilibre » + une pratique régulière à la maison était encouragée Intensité : 2-3 sur l'échelle de Borg	SF-36 ↗ (0-100) 9 sous-échelles

Cheung et al. (2018)	Maladie de Parkinson	20	63,0 ± 8,0	NR	Hatha Yoga (n = 10) 2 x semaine, 60 min, durant 12 semaines Contenu : respiration, postures, méditation	Liste d'attente (n = 10)	PDQUALIF ↘ (0-100) 7 sous-échelles et 1 score global
Kwok et al. (2019)	Maladie de Parkinson	138	63,6 ± 8,7	73/65	Yoga (n = 71) 1 x semaine, 90 min, durant 8 semaines Contenu : postures, respiration, méditation de pleine conscience + une pratique à domicile 2 x semaine était encouragée (support papier/audio/vidéo)	Exercices d'étirement et de renforcement musculaire (n = 67) 1 x semaine, 60 min, durant 8 semaines Contenu : échauffement, renforcement musculaire, étirement, retour au calme + une pratique à domicile 2 x semaine était encouragée (support papier)	PDQ-8 ↘ (?) Score global
Ni et al. (2016)	Maladie de Parkinson	27	72,8 ± 7,3 β	10/17	Power Yoga (n = 15) 2 x semaine, 60 min, durant 12 semaines Contenu : posture et respiration. L'accent est mis sur les mouvements et les transitions, les postures ne sont pas maintenues plus de 3 respirations.	Soins habituelles (n = 12) + 1 x/mois, cours d'éducation à la santé (modification du mode de vie, médicaments, thérapie par l'exercice, nutrition)	PDQ-39 ↘ (?) 8 sous-échelles et 1 Score global
Sharma et al. (2015)	Maladie de Parkinson	13	66,9 ± 10,8 β	7/6	Iyengar Yoga (n = 8) 2 x semaine, 60min, durant 12 semaines Contenu : respiration, postures, méditation. Encouragement à la pratique à domicile (cassette audio de relaxation).	Liste d'attente (n = 5)	SF-36 ↗ (0-100) 2 Scores globaux
Walter et al. (2019)	Maladie de Parkinson	30	67,7 ± 5,9	17/10	Hatha Yoga (n = 18) 2 x semaine, 60 min, durant 8 semaines	Liste d'attente (n = 12)	PDQ-8 ↘ (?) Score global

					Contenu : respiration, postures, méditation		
Immink et al. (2014)	AVC	25	59,6 ± 15,7	13/9	Yoga (n = 12) 1 x semaine, 90 min, durant 10 semaines Contenu : cours sur les concepts du yoga, postures, exercice de respiration, méditation et discussion + 40 min/jour de pratique à domicile (livret et enregistrement audio).	Liste d'attente (n = 13)	SIS ↗ (0-100) 6 sous-échelles
Schmid et al. (2012)	AVC	47	63,1 ± 8,8	9/38	Yoga (n = 19) 2 x semaine, 60 min, durant 8 semaines Contenu : respiration, postures, et méditation. Yoga-plus (n = 18) Idem + enregistrement audio de relaxation pour une pratique à domicile (≥ 3 x semaine, 20 min)	Liste d'attente (n = 10) Contenu : soins habituelles	SS-QOL ↗ (?) Score global
Park et al. (2019)	Démence	31	84,3 ± 7,7	13/18	Yoga sur chaise (n = 10) 2 x semaine, 45 min, durant 12 semaines Contenu : respiration, postures, et relaxation	Musique (n = 10) 2 x semaine, 45 min, durant 12 semaines Contenu : écouter de la musique Exercices sur chaise (n = 11) 2 x semaine, 45 min, durant 12 semaines Contenu : échauffement, exercice de renforcement musculaire sur chaise	QoLAD ↗ (13-52) Score global

						avec un élastique, et exercices de retour au calme	
Lundgren et al. (2008)	Epilepsie	18	24,1 ± NR β	6/12	Yoga (n = 8) 4 sessions (12h) : 2 en individuel (1h30) ; 2 en groupe (3h), en 5 semaines. + 2 Sessions de rappel (1h30) à 6 et 12 mois. Contenu : Dimension physique avec <i>Pranayama</i> , <i>Asanas</i> , et <i>Dhyana</i> . Dimension psychologique avec <i>Yama</i> (harmonie avec les autres) et <i>Niyama</i> (harmonie avec soi-même).	Thérapie cognitivo-comportementale, dite « d'acceptation et d'engagement » (n = 10) 4 sessions (12h) : 2 en individuel (1h30) ; 2 en groupes (3h), en 5 semaines. + 2 Sessions de rappel (1h30) à 6 et 12 mois. Contenu : intervention psychologique	WHOQOL-BREF ↗ (0-100) Score global SWLS ↗ (5-35) Score global
Milbury et al. (2018)	Tumeur Cérébrale	20	46,3 ± 13,4 β	10/10	Yoga (n = 10) 2/3 x semaine, 45 min, durant 12 sessions au total Contenu : respiration, postures, méditation et encouragement à pratiquer à la maison (support papier). Les séances étaient réalisées avec leurs aidants.	Liste d'attente (n = 10) Contenu : soins habituels	SF-36 ↗ (0-100) 2 scores globaux

Abréviations : ET, Écart-type ; MSQOL-54, Multiple sclerosis quality of life 54 questionnaire ; MSIS-29v2, Multiple sclerosis impact scale- 29, version 2 ; NR, Non rapporté ; PDQUALIF, Parkinson's disease quality of life questionnaire ; PDQ-8, Short-form 8-item parkinson's disease questionnaire ; PDQ-39, Parkinson's disease questionnaire ; QoLAD, Quality of life-alzheimer's disease ; SF-36, Short form-36 health survey ; SIS, Stroke impact scale ; SS-QOL, Stroke specific quality of life scale ; SWLS, Satisfaction with life scale ; WHOQOL-BREF, World health organization quality of life instrument, short version.

↗, signifie que plus le score est élevé, plus la QDVLS est élevée.

↘, signifie que plus le score est bas, plus la QDVLS est élevée.

(), les chiffres entre parenthèses représentent les limites inférieures et supérieures du score.

β : l'âge moyen était donné par groupe, nous avons donc recalculé l'âge moyen. = ((Moyenne * n1) + (Moyenne * 2)) / Ntotal ; ET = ((n1 - 1 * ET1) + (n2 - 1 * ET2)) / n1 + n2 - 2

3.2. Les risques de biais

Dans l'ensemble, la taille des échantillons était faible. Cinq études ont été présentées comme des études pilotes ou de faisabilité, ce qui justifiait la petite taille des échantillons (Cheung et al., 2018; Milbury et al., 2019; Park et al., 2020; Schmid et al., 2012; Sharma et al., 2015). Parmi les études restantes, seules cinq ont effectué un calcul d'échantillon pour garantir la fiabilité de leurs résultats (Garrett et al., 2013a; Hassanpour-Dehkordi & Jivad, 2014; Kwok et al., 2019; Ni et al., 2016; Oken et al., 2004), et seules trois d'entre elles ont pu recruter la taille d'échantillon requise (Garrett et al., 2013a; Hassanpour-Dehkordi & Jivad, 2014; Kwok et al., 2019). Quant aux six autres études, trois ont reconnu que la petite taille de leur échantillon constituait une limite pour l'interprétation des résultats (Immink et al., 2014; Lundgren et al., 2008; Walter et al., 2019), sans pour autant justifier la petite taille de l'échantillon, et les trois autres n'ont jamais mentionné la justification de la taille de l'échantillon, ni son implication pour l'interprétation des résultats (Ahadi et al., 2013; Doulatabad et al., 2012; Najafidoulatabad et al., 2014).

Le risque de biais pour chaque étude est indiqué dans la Figure 19, et le résumé du risque de biais par domaine est indiqué dans la Figure 20. La sclérose en plaques est la maladie pour laquelle nous avons trouvé le plus grand nombre d'études, mais aussi celle pour laquelle le risque de biais est le plus élevé (Figure 19).

	Processus de randomisation	Ecart par rapport à l'intervention prévue	Données manquantes	Critères d'évaluation	Sélection des résultats	Général	
Ahadi et al.(2013)	?	-	-	+	+	-	Scierose en plaques Risque de biais : + Faible ? Préoccupant - Élevé
Doulatabad et al.(2013)	?	-	-	-	-	-	
Najafidoulatabad et al.(2014)	?	-	-	-	-	-	
Garrett et al.(2013a)	+	?	+	+	+	!	
Garrett et al.(2013b)	+	?	+	+	+	!	
Hassanpour et al.(2014)	?	+	+	+	+	!	
Oken et al.(2004)	+	?	+	+	+	!	
Cheung et al.(2018)	+	+	+	+	+	+	Maladie de Parkinson
Kwok et al.(2019)	+	+	+	+	+	+	
Ni et al.(2016)	+	-	+	+	+	-	
Sharma et al.(2015)	?	+	+	+	+	!	
Walter et al.(2019)	+	-	-	+	-	-	
Immink et al. (2014)	+	+	+	+	+	+	AVC
Schmid et al.(2012)	+	+	+	+	-	-	
Park et al.(2020)	?	+	+	+	+	!	Démence
Lundgren et al.(2008)	+	+	+	+	+	+	Epilepsie
Milbury et al.(2019)	?	+	+	+	+	!	Tumeur cérébrale

Figure 19 : Évaluation du risque de biais dans chaque domaine pour chaque étude
 Abréviations : AVC, Accident vasculaire cérébral

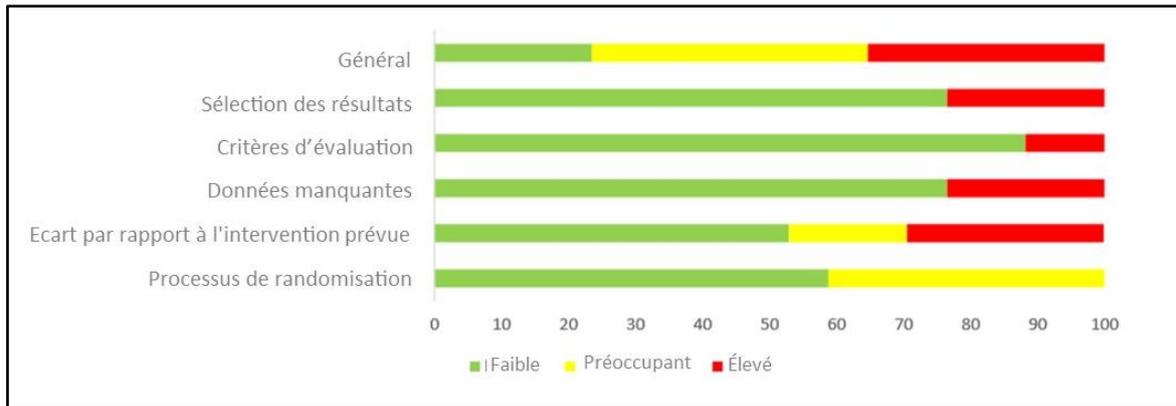


Figure 20 : Évaluation du risque de biais de chaque domaine, présenté en pourcentage sur l'ensemble des études incluses

3.3. Données concernant la qualité de vie liée à la santé

Certaines études ont rapporté les résultats des sous-échelles du questionnaire de QDVL, tandis que d'autres n'ont rapporté que le score global (Tableau 6). Parmi les 16 études, quatre n'ont pas effectué d'analyse statistique pour comparer l'évolution entre les groupes et n'ont analysé que l'évolution de chaque groupe dans le temps (Doulatabad et al., 2012; Najafidoulatabad et al., 2014; Oken et al., 2004; Sharma et al., 2015). Dans les 12 études restantes, quatre n'ont pas trouvé de différences significatives entre les groupes en post-traitement. Parmi elles, trois études ont comparé le yoga à un groupe témoin inactif et une l'a comparé à une thérapie cognitivo-comportementale (Lundgren et al., 2008; Milbury et al., 2019; Schmid et al., 2012; Walter et al., 2019). Les huit autres études ont trouvé une différence significative entre les groupes après le traitement sur au moins une sous-échelle ou un score global (Ahadi et al., 2013; Cheung et al., 2018; Garrett et al., 2013a; Hassanpour-Dehkordi & Jivad, 2014; Immink et al., 2014; Kwok et al., 2019; Ni et al., 2016; Park et al., 2020). Lorsque le yoga était comparé à l'absence d'intervention, les résultats étaient généralement en faveur du groupe yoga, seule une étude a trouvé des résultats en faveur du groupe de contrôle (i.e. sous-échelles "sommeil" et "perspectives") (Cheung et al., 2018). Lorsque le yoga était comparé à une autre intervention active, il n'y avait généralement pas de différence significative entre les groupes, une seule étude a trouvé des résultats en faveur du groupe de yoga (Kwok et al., 2019), et une étude a trouvé certaines sous-échelles en faveur du groupe de contrôle actif (i.e. sous-échelles "douleur" et "perception de la santé") et une autre sous-échelle en faveur du yoga (i.e. sous-échelle "cognition") (Ahadi et al., 2013). Il est également important de noter que la majorité des études ont utilisé des statistiques paramétriques.

Tableau 6 : Résumé des résultats des essais randomisés contrôlés incluent dans l'analyse

Référence	Questionnaires de QDVLS	Résultats (analyse inter-groupe)	Taille de l'effet
Ahadi et al. (2013)	MSQOL-54 ↗ (0-100) 14 Sous-scores :		
	- <i>Fonction physique</i>	Yoga vs contrôle : $\Delta 11,7^*$ Tapis de marche vs Yoga : $\Delta 3,7$ Tapis de marche vs contrôle : $\Delta 14,4^{***}$	Yoga vs Contrôle : -0,05 Yoga vs Tapis de marche : -0,24 Tapis de marche vs Contrôle : 0,14
	- <i>Limitations dues aux déficiences physiques</i>	Pas de différences statistiquement significatives entre les 3 groupes	Yoga vs Contrôle : -0,79 Yoga vs Tapis de marche : -0,75 Tapis de marche vs Contrôle : -0,06
	- <i>Limitations dues aux déficiences émotionnelles</i>	Pas de différences statistiquement significatives entre les 3 groupes	Yoga vs Contrôle : 0,54 Yoga vs Tapis de marche : 0,38 Tapis de marche vs Contrôle : 0,14
	- <i>Douleur</i>	Yoga vs contrôle : $\Delta 5,8$ Tapis de marche vs Yoga : $\Delta 13,99^*$ Tapis de marche vs contrôle : $\Delta 19,8^{***}$	Yoga vs Contrôle : 0,25 Yoga vs Tapis de marche : -0,72 Tapis de marche vs Contrôle : 0,54
	- <i>Bien être émotionnel</i>	Pas de différences statistiquement significatives entre les 3 groupes	Yoga vs Contrôle : 0,46 Yoga vs Tapis de marche : 0,61 Tapis de marche vs Contrôle : -0,12
	- <i>Energie</i>	Yoga vs contrôle : $\Delta 14,69$ Tapis de marche vs Yoga : $\Delta 8,5$ Tapis de marche vs contrôle : $\Delta 23,2^{***}$	Yoga vs Contrôle : 0,49 Yoga vs Tapis de marche : 0,04 Tapis de marche vs Contrôle : 0,47
	- <i>Auto-perception de sa santé</i>	Yoga vs contrôle : $\Delta 2,1$ Tapis de marche vs Yoga : $\Delta 22,3^{***}$ Tapis de marche vs contrôle : $\Delta 20,2^{***}$	Yoga vs Contrôle : -0,70 Yoga vs Tapis de marche : -0,99 Tapis de marche vs Contrôle : 0,20
	- <i>Fonctions sociales</i>	Pas de différences statistiquement significatives entre les 3 groupes	Yoga vs Contrôle : 0,07 Yoga vs Tapis de marche : 0,38

			Tapis de marche vs Contrôle : -0,22
- <i>Fonctions cognitives</i>	Yoga vs contrôle : $\Delta 18^{**}$ Tapis de marche vs Yoga : $\Delta 13,5$ Tapis de marche vs contrôle : $\Delta 4,5$		Yoga vs Contrôle : 0,34 Yoga vs Tapis de marche : 0,99 Tapis de marche vs Contrôle : -0,33
- <i>Détresse</i>	Pas de différences statistiquement significatives entre les 3 groupes		Yoga vs Contrôle : -0,09 Yoga vs Tapis de marche : 0,12 Tapis de marche vs Contrôle : -0,18
- <i>Fonctions sexuelles</i>	Pas de différences statistiquement significatives entre les 3 groupes		Yoga vs Contrôle : 0,62 Yoga vs Tapis de marche : 0,07 Tapis de marche vs Contrôle : 0,55
- <i>Evolution de la santé</i>	Pas de différences statistiquement significatives entre les 3 groupes		Yoga vs Contrôle : 1,76 Yoga vs Tapis de marche : -0,01 Tapis de marche vs Contrôle : 1,64
- <i>Satisfaction vis-à-vis des fonctions sexuelles</i>	Pas de différences statistiquement significatives entre les 3 groupes		Yoga vs Contrôle : -0,11 Yoga vs Tapis de marche : -0,10 Tapis de marche vs Contrôle : 0,00
- <i>Qualité de vie globale</i>	Pas de différences statistiquement significatives entre les 3 groupes		Yoga vs Contrôle : -0,03 Yoga vs Tapis de marche : 0,03 Tapis de marche vs Contrôle : -0,06
<i>2 Scores globaux :</i>			
- <i>Composante physique</i>	Yoga vs contrôle : $\Delta 7,4$ Tapis de marche vs Yoga : $\Delta 6,8$ Tapis de marche vs contrôle : $\Delta 14,2^{***}$		Yoga vs Contrôle : -0,07 Yoga vs Tapis de marche : -0,48 Tapis de marche vs Contrôle : 0,39
- <i>Composante mentale</i>	Yoga vs contrôle : $\Delta 13,1^*$ Tapis de marche vs Yoga : $\Delta 11,5$ Tapis de marche vs contrôle : $\Delta 1,6$		Yoga vs Contrôle : 0,56 Yoga vs Tapis de marche : 0,61 Tapis de marche vs Contrôle : -0,06
Doulatabad et al. (2013)	MSQOL-54 2 questions : Douleur \searrow (1-6)	Pas d'analyse inter-groupe	Yoga vs contrôle : 0,12

			Qualité de vie globale ↗ (0-10)	Yoga vs contrôle : 0,29
Najafidoulatabad et al. (2014)	MSQOL-54 2 Sous-scores : - Fonctions physiques (10-30) ↗ - Satisfaction vis-à-vis des fonctions sexuelles (1-5) ↘	Pas d'analyse inter-groupe		Yoga vs contrôle : 1,28 Yoga vs contrôle : -0,51
Garrett et al. (2013a)	MSIS-29v2 ↘ (0-100) 2 Scores globaux : - Composante physique - Composante psychologique	Yoga vs Liste d'attente Kinésithérapeute vs Liste d'attente * Fitness vs Liste d'attente * Yoga vs Liste d'attente * Kinésithérapeute vs Liste d'attente** Fitness vs Liste d'attente *		Yoga vs Liste d'attente : -0,03 Kinésithérapeute vs Liste d'attente : -0,19 Fitness vs Liste d'attente : -0,02 Yoga vs Liste d'attente : 0,20 Kinésithérapeute vs Liste d'attente : 0,00 Fitness vs Liste d'attente : 0,11
Garrett et al. (2013b) Suivi à 6 mois	MSIS-29v2 ↘ (0-100) 2 Scores globaux : - Composante physique - Composante psychologique	Yoga vs Kinésithérapeute vs Fitness " Effet temps statistiquement significatif mais pas d'effet groupe × temps, ou groupe "		Yoga vs Kinésithérapeute : 0,33 Yoga vs Fitness : -0,13 Kinésithérapeute vs Fitness : -0,45 Yoga vs Kinésithérapeute : 0,37 Yoga vs Fitness : 0,07 Kinésithérapeute vs Fitness : -0,26
Hasanpour-Dehkordi et al. (2016)	SF-36 ↗ 1 Score global	Yoga vs Contrôle *		Yoga vs Contrôle : 2,06
Oken et al. (2004)	SF-36 ↗ (0-100) 9 Sous-scores : - Fonctions physiques	Pas d'analyse inter-groupe		Yoga vs Liste d'attente : 0,10 Yoga vs Aérobie : 0,03 Aérobie vs Liste d'attente : 0,07

- <i>Impact de la santé physique</i>	Yoga vs Liste d'attente : -0,10 Yoga vs Aérobic : -0,32 Aérobic vs Liste d'attente : 0,21
- <i>Impact de la santé émotionnelle</i>	Yoga vs Liste d'attente : 0,48 Yoga vs Aérobic : -0,06 Aérobic vs Liste d'attente : 0,49
- <i>Douleur physique</i>	Yoga vs Liste d'attente : 0,03 Yoga vs Aérobic : -0,07 Aérobic vs Liste d'attente : 0,09
- <i>Vitalité</i>	Yoga vs Liste d'attente : 0,82 Yoga vs Aérobic : -0,09 Aérobic vs Liste d'attente : 0,86
- <i>Fonctions sociales</i>	Yoga vs Liste d'attente : -0,28 Yoga vs Aérobic : -0,79 Aérobic vs Liste d'attente : 0,45
- <i>Santé mentale</i>	Yoga vs Liste d'attente : -0,14 Yoga vs Aérobic : -0,79 Aérobic vs Liste d'attente : 0,63
- <i>Santé générale</i>	Yoga vs Liste d'attente : 0,27 Yoga vs Aérobic : -0,04 Aérobic vs Liste d'attente : 0,34
- <i>Evolution de la santé</i>	Yoga vs Liste d'attente : -0,62 Yoga vs Aérobic : -0,04 Aérobic vs Liste d'attente : -0,48

Cheung et al. (2018)	PDQUALIF \searrow (0-100) 7 Sous-scores : - <i>Fonctions et rôles sociaux</i>	Contrôle vs Yoga : $\Delta -2,2 \pm 5,6$	<i>Données manquantes</i>
-------------------------	---	--	---------------------------

	- Image de soi et sexualité - Sommeil - Perspectives - Fonction physique - Indépendance - Fonctions urinaires	Contrôle vs Yoga : $\Delta 3,8 \pm 5,8$ Contrôle vs Yoga : $\Delta -10,4 \pm 4,6^*$ Contrôle vs Yoga : $\Delta -10,6 \pm 4,3^*$ Contrôle vs Yoga : $\Delta 2,3 \pm 4,7$ Contrôle vs Yoga : $\Delta -4,5 \pm 7,4$ Contrôle vs Yoga : $\Delta -3 \pm 7,7$	
	1 score global	Contrôle vs Yoga : $\Delta 1,2 \pm 9,3$	
Kwok et al. (2019)	PDQ-8 \searrow (?) Score global	Différence d'évolution entre les groupes à la fin du traitement (T1) et après 3 mois de suivi (T2) : Yoga vs Exercice (T1) : $\Delta -7,77^{***}$ Yoga vs Exercice (T2) : $\Delta -7,99^{***}$	Yoga vs Exercice (T1) : -0,43 Yoga vs Exercice (T2) : -0,53
Ni et al. (2016)	PDQ-39 \searrow (?) 8 Sous-scores : - Mobilité - Activité de la vie quotidienne - Bien être émotionnel - Stigmate - Soutien social - Déficiences cognitives - Communication - Inconfort physique	Yoga vs Contrôle : $\Delta -6,7^*$ Yoga vs Contrôle : $\Delta -2,6^*$ Yoga vs Contrôle : $\Delta -1,8$ Yoga vs Contrôle : $\Delta -1,8$ Yoga vs Contrôle : $\Delta -0,5$ Yoga vs Contrôle : $\Delta -0,5$ Yoga vs Contrôle : $\Delta -0,9$ Yoga vs Contrôle : $\Delta -1,4$	Données manquantes
	1 Score global	Yoga vs Contrôle : $\Delta -16,7^*$	
Sharma et al. (2015)	SF-36 \nearrow (0-100) 2 Score globaux : - Composante mentale - Composante physique	Pas d'analyse inter-groupe	Données manquantes
Walter et al. (2019)	PDQ-8 \searrow 1 Score global	Yoga vs Contrôle : $\Delta -0,02$	Données manquantes
Immink et al. (2014)	SIS \nearrow (0-100) 6 Sous-scores : - Domaine physique - Domaine émotionnel	Effet temps uniquement pour le groupe yoga Pas d'interaction significative	Yoga vs contrôle : 0,46 Yoga vs contrôle : 0,36

	- <i>Mémoire</i> - <i>Communication</i> - <i>Participation sociale</i> - <i>Récupération post-AVC</i>	Effet temps uniquement pour le groupe yoga + Effet groupe x temps Pas d'interaction significative Pas d'interaction significative Pas d'interaction significative	Yoga vs contrôle : 0,87 Yoga vs contrôle : 0,10 Yoga vs contrôle : 0,57 Yoga vs contrôle : 0,08
Schmid et al. (2012)	SS-QOL ↗ 1 Score global	Pas de différence entre les groupes en post-intervention	Yoga vs Contrôle : 0,32
Park et al. (2019)	QoLAD ↗ 1 Score global	Yoga vs Musique : $\Delta 2,41$ * Exercices vs Musique : $\Delta 2,09$ * Yoga vs Exercices : $\Delta 0,32$	Yoga vs Musique : 1,37 Exercices vs Musique : 1,07 Yoga vs Exercices : 0,45
Lundgren et al. (2008)	WHOQOL-BREF ↗ (13-52) 1 Score global SWLS ↗ (5-35) 1 Score global	« Il n'y a pas eu d'effet d'interaction significative » « Il n'y a pas eu d'effet d'interaction significative »	Yoga vs ACT (T1) : 0,36 Yoga vs ACT (T2) : 0,23 Yoga vs ACT (T3) : 0,54 Yoga vs ACT (T1) : -0,11 Yoga vs ACT (T2) : 0,29 Yoga vs ACT (T3) : -0,02
Milbury et al. (2018)	SF-36 ↗ (0-100) 2 scores globaux : Santé physique Santé mentale	Pas de différence entre les groupes en post-intervention Pas de différence entre les groupes en post-intervention	Yoga vs Contrôle : -0,16 Yoga vs Contrôle : 0,22

Abréviations : ACT, Thérapie d'acceptation et d'engagement ; MSQOL-54, Multiple Sclerosis Quality of Life 54 questionnaire ; MSIS-29v2, Multiple Sclerosis Impact Scale- 29, version 2 ; PDQUALIF, Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire ; PDQ-8, Short-form 8-item Parkinson's Disease Questionnaire ; PDQ-39, Parkinson's Disease Questionnaire ; QoLAD, Quality of Life–Alzheimer's Disease ; SF-36, Short Form-36 Health Survey ; SIS, Stroke Impact Scale ; SS-QOL, Stroke Specific Quality of Life Scale ; SWLS, Satisfaction with Life Scale ; WHOQOL-BREF, World Health Organization Quality of Life instrument, short version.

↗ signifie que plus le score est élevé, plus la QDVLS est élevée.
↘ signifie que plus le score est bas, plus la QDVLS est élevée.

* $p < 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

4. Discussion

Selon les résultats, il semble que le yoga puisse améliorer de nombreux aspects de la QDVLS par rapport à l'absence d'intervention, mais il ne semble pas être plus efficace que d'autres types d'interventions actives pour la plupart des troubles du SNC. La qualité des preuves pour chaque maladie est présentée dans le Tableau 7. Ainsi, il apparaît que la qualité des preuves est insuffisante pour tirer des conclusions définitives pour la sclérose en plaques, les AVC, la démence, l'épilepsie et les tumeurs cérébrales. Cependant, pour la maladie de Parkinson, la qualité des preuves semble suffisante pour soutenir l'efficacité du yoga sur la QDVLS.

En ce qui concerne les limites des études incluses, 35,3 % d'entre elles présentaient un risque élevé de biais. En effet, dans certaines études, toutes les données des patients randomisées n'étaient pas disponibles après l'intervention, et ces données manquantes n'étaient pas toujours justifiées. Deuxièmement, 41,2 % des études présentaient un risque de biais préoccupant, principalement en raison d'un manque d'informations sur le processus de randomisation, en particulier l'attribution secrète des participants jusqu'à ce qu'ils soient enregistrés et assignés aux interventions. En outre, certaines études se limitaient à une analyse intra-groupe sans analyse inter-groupe à la fin de l'intervention. Nous n'avons inclus que des études contrôlées randomisées afin de nous assurer que l'effet observé était dû au traitement et non à d'autres facteurs. Par conséquent, pour améliorer la qualité des études futures, les critères CONSORT (*Consolidated Standards of Reporting Trials*) devraient être suivis pour garantir des informations complètes, claires et transparentes sur la méthodologie et les résultats de l'étude (Schulz et al., 2010). Il est également conseillé d'utiliser l'analyse en intention de traiter pour éviter de perdre les avantages de la randomisation (Gupta, 2011).

La majorité des études ont utilisé des statistiques paramétriques et présenté leurs résultats sous la forme d'une moyenne et d'un écart-type. Cependant, les questionnaires sur la QDVLS sont des données ordinales qui devraient probablement être traitées par des statistiques non paramétriques. Parmi les études antérieures qui ont comparé l'utilisation de méthodes statistiques paramétriques et non paramétriques sur des données ordinales, certaines ont trouvé des résultats différents (Kahler et al., 2008), d'autres des résultats similaires (Walters & Campbell, 2004). Une étude récente a montré que dans la plupart des cas, les résultats étaient similaires et que lorsqu'ils ne l'étaient pas, la méthode paramétrique était plus discriminante (Mircioiu & Atkinson, 2017). Comme il s'agit d'une question débattue au sein de la communauté scientifique (Mircioiu & Atkinson, 2017), il est difficile de juger dans quelle mesure cela a pu influencer les résultats.

Tableau 7 : Qualité des preuves

Pathologie	Comparaison	Critère	Nombre d'étude	Echantillon	Qualité des preuves (GRADE)	Commentaires
Sclérose en plaques	Yoga vs Contrôle inactif	QDVLS	6	397	Très faible	Risque de biais très important et grande variabilité des questionnaires de QDVLS.
	Yoga vs Exercices		3	311	Très faible	Risque de biais très important, grande variabilité des questionnaires de QDVLS et d'interventions contrôles.
Maladie de Parkinson	Yoga vs Contrôle inactif		4	90	Faible	Risque de biais important et grande variabilité des questionnaires de QDVLS.
	Yoga vs Exercices		1	138	Modérée	Variabilité importante en raison de la durée des interventions (i.e. le groupe d'exercices avait 30 minutes de moins par session).
AVC	Yoga vs Contrôle inactif		2	72	Faible	Risque de biais très important et grande variabilité des questionnaires de QDVLS.
	Yoga vs Musique		1	20	Très faible	Un sérieux risque de biais et une très sérieuse imprécision due à la taille de l'échantillon.
Démence	Yoga vs Exercices		1	21	Très faible	Un sérieux risque de biais et une très sérieuse imprécision due à la taille de l'échantillon.
	Yoga vs ACT		1	18	Faible	Une très sérieuse imprécision due à la taille de l'échantillon.
Tumeur cérébrale	Yoga vs Contrôle inactif		1	20	Très faible	Un sérieux risque de biais et une très sérieuse imprécision due à la taille de l'échantillon.

ACT, Thérapie d'acceptation et d'engagement ; QDVLS, Qualité de vie liée à la santé

Niveaux de preuve GRADE

Elevée : Il est très peu probable que des recherches supplémentaires modifient notre confiance dans l'estimation de l'effet.

Modérée : Des recherches supplémentaires sont susceptibles d'avoir un impact important sur notre confiance dans l'estimation de l'effet et peuvent modifier l'estimation.

Faible : Des recherches supplémentaires sont très susceptibles d'avoir un impact important sur notre confiance dans l'estimation de l'effet et sont susceptibles de modifier l'estimation.

Très faible : L'estimation est très incertaine.

La qualité des preuves a également été fortement diminuée par la petite taille des échantillons. Parmi les études qui n'ont pas été identifiées comme étude pilote ou étude de faisabilité, la majorité ne disposait probablement pas d'un échantillon de taille suffisante, comme le mentionnent certains auteurs (Immink et al., 2014; Lundgren et al., 2008; Ni et al., 2016; Oken et al., 2004). Les études futures devraient inclure un calcul de la taille de l'échantillon, ou un calcul de la puissance, afin de s'assurer qu'ils seront en mesure de détecter une différence entre les groupes.

Nous avons noté un certain nombre de facteurs qui ont rendu difficile la comparaison des études. En effet, les questionnaires sur la QDVLs étaient extrêmement hétérogènes, même au sein d'une catégorie de maladie (e.g. quatre questionnaires différents ont été utilisés pour les cinq études sur la maladie de Parkinson). Cette hétérogénéité a été aggravée par le fait que certaines études ont rapporté un ou plusieurs scores globaux, d'autres n'ont rapporté que des scores de sous-échelles, et ces scores n'étaient pas toujours similaires dans leur contenu. En outre, les auteurs n'ont pas toujours mentionné le mode de fonctionnement des scores (e.g. une augmentation du score reflète-t-elle une amélioration ou un déclin de la QDVLs ? Quelles sont les limites supérieures et inférieures du score ? etc.). À l'avenir, pour faciliter la comparaison des études, il conviendrait d'utiliser, dans la mesure du possible, un questionnaire valide et fiable sur la QDVLs, déjà utilisé dans des études similaires.

En ce qui concerne les interventions, malgré une apparente homogénéité du contenu (i.e. postures, respiration, méditation), les descriptions des séances de yoga étaient généralement trop brèves pour permettre de déterminer s'il y avait une réelle similitude. De plus, la « dose » des séances de yoga supervisées était très variable entre les études, allant pour la plus faible d'une heure par semaine pendant 10 semaines (Garrett et al. 2013), à plus du triple (i.e. trois séances hebdomadaires d'une heure pendant 12 semaines dans l'étude d'Hasanpour-Dehkordi et al. 2016). Ajouté à cela, certaines études encourageaient une pratique supplémentaire à domicile, d'autres non. Nous partageons l'idée exprimée dans une revue systématique précédente qu'un protocole standardisé devrait être créé à l'image des programmes de « Mindfulness-Based Stress Reduction » de John Kabat-Zinn (Kabat-Zinn, 2003), dans lesquels la durée et le contenu de chaque séance sont clairement définis (Silveira & Smart, 2020). En ce qui concerne les groupes contrôles, certaines études ne mentionnent pas toujours explicitement ce qui leur a été proposé, et parmi les études comparant le yoga à d'autres types d'intervention active, certaines ne proposent pas la même durée d'intervention dans les deux groupes. Notre étude présente également certaines limites. Pour l'identification des études, notre équation de recherche n'a peut-être pas été exhaustive car il est difficile de répertorier tous les troubles du SNC. De plus, étant donné que la littérature scientifique est principalement publiée en anglais et que nous sommes français, nous n'avons inclus que les articles publiés dans ces deux langues. Il n'est donc pas exclu que nous ayons omis certains essais contrôlés randomisés publiés dans d'autres langues. Enfin, étant donné la disparité des questionnaires utilisés, il n'a pas été possible de réaliser une méta-analyse.

D'un point de vue clinique, le yoga peut être proposé aux patients atteints de la maladie de Parkinson, mais cette pratique doit être adaptée aux séquelles et aux besoins du patient. Le programme doit inclure un travail postural, respiratoire et méditatif sous la direction d'un professionnel formé à la pratique du yoga à vocation thérapeutique.

Afin d'améliorer la qualité des preuves, les futurs essais contrôlés randomisés devraient porter sur des échantillons plus importants et utiliser des méthodes statistiques appropriées. En outre, pour faciliter la comparaison des études, il faudrait envisager la construction d'un protocole de yoga normalisé et sa mise en ligne sur internet (i.e. à la disposition de la communauté des chercheurs et des cliniciens).

Il semble également intéressant de noter que sur l'ensemble relativement vaste que représentent les pathologies du SNC, nous n'avons retrouvé des études que sur six pathologies différentes. La maladie de Parkinson et la sclérose en plaques étant très fréquentes, il n'est pas surprenant qu'il existe déjà de nombreuses recherches. En revanche, il est inattendu de ne retrouver que deux études concernant les AVC qui sont une cause majeure de handicap acquis de l'adulte, et qu'une seule étude sur les démences quand on sait qu'elles concernent plusieurs millions d'individus dans le monde. De plus, nous n'avons retrouvé aucune étude investiguant les effets du yoga dans la QDVL des patients souffrants de lésions médullaires. Aussi, de nouvelles recherches dans ce domaine sont encore nécessaires.

Étude 2 - Le yoga dans la rééducation des séquelles post-AVC : un essai contrôlé randomisé de non-infériorité

➤ Une publication scientifique (Annexe 4) :

Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J, (2023). Yoga in the rehabilitation of post-stroke sequelae: a non-inferiority randomized controlled trial. *Journal of Integrative and Complementary Medicine*, Sous presse.

➤ Cinq communications orales :

Lenoir Dit Caron R, Coquart J, Gilliaux M. Intérêt du yoga dans la rééducation des patients souffrant d'un accident vasculaire cérébral. *6^e Doctoriales du Centre d'Etudes des Transformations Physiques et Sportives*. 30 Juin 2022. Université de Rouen Normandie, Mont Saint Aignan, France.

Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J. Intérêt du yoga dans la rééducation des séquelles chroniques post-AVC. *3^e éditions des Rencontres Nationales du Sport-Santé*. 10 septembre 2022. INSEP, Paris, France.

Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J. Le yoga dans la rééducation des séquelles motrices post-AVC : un essai randomisé contrôlé de non-infériorité. *27^e Journées de la Société Française Neuro-Vasculaire*. 17 Novembre 2022. Palais des Congrès d'Issy-les-Moulineaux, Paris, France. (Prix de la meilleure communication orale paramédicale)

Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J. Kinésithérapie et activités physiques adaptées après un AVC. *Conférence multisite organisée par l'association France AVC Normandie dans le cadre de la journée mondiale de l'AVC*. 08 Novembre 2022. IFMK La Musse, Saint-Sébastien-de-Morsent, France.

Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J. Intérêt du yoga dans la rééducation des séquelles chroniques post-AVC : un essai randomisé contrôlé. *9^e Journées Francophones de la Kinésithérapie par la Société Française de Physiothérapie*. 01 Avril 2023. Couvent des Jacobins, Rennes, France. (Résumé publié en Mars 2023 dans *Kinésithérapie, La revue*. 23(255), 64)

1. Introduction

Les survivants d'un AVC peuvent souffrir d'un large éventail de séquelles, notamment cognitives, motrices et psychologiques (Skolarus et al., 2014; Winstein et al., 2016). L'hémiplégie est l'un des troubles moteurs les plus courants et résulte d'une altération du tonus musculaire et du contrôle moteur (Hendricks et al., 2002; Winstein et al., 2016). Elle entraîne souvent une restriction de la mobilité fonctionnelle, avec des difficultés à marcher, à se déplacer et à effectuer d'autres activités de la vie quotidienne (Skolarus et al., 2014; Tyson et al., 2006; Winstein et al., 2016). En conséquence, les survivants d'un AVC sont souvent trop sédentaires, ce qui constitue un facteur de risque majeur de récurrence de l'AVC (Paul et al., 2016; Tiegels et al., 2015). En outre, les troubles de l'équilibre sont fréquents car l'équilibre dépend des systèmes sensoriel, neuromoteur et musculosquelettique qui peuvent être affectés par l'AVC (Tyson et al., 2006; Winstein et al., 2016). Il en résulte un risque accru de chute, bien plus élevé que chez les adultes en bonne santé d'un âge similaire (Weerdesteyn et al., 2008). En outre, l'AVC prédispose à des troubles psychologiques tels que l'anxiété, la dépression, la labilité émotionnelle et l'apathie (Hackett et al., 2014). En phase chronique (i.e. ≥ 6 mois après l'AVC), il est recommandé de pratiquer une activité physique régulière, y compris des exercices d'équilibre, de transfert de poids, de marche et de renforcement, en particulier pour les patients ayant des troubles de l'équilibre (Billinger et al., 2014; Chiu et al., 2023; Weerdesteyn et al., 2008; Winstein et al., 2016). Ces exercices peuvent être proposés dans le cadre de *Circuit Class Therapy*, en petits groupes supervisés par un thérapeute (Eng et al., 2003; Haute Autorité de Santé, 2022a; Pang et al., 2005). Parmi les activités susceptibles d'améliorer l'équilibre et la mobilité des personnes ayant subi un AVC, il est possible d'avoir recours au yoga, qui permet d'explorer la pratique physique d'une manière différente des exercices traditionnels (Immink et al., 2014; Paranjape & Gore, 2019; Schmid et al., 2014). En outre, la combinaison d'exercices de respiration et de méditation pourrait apporter en plus des bénéfices psychologiques par la régulation des émotions (Chan et al., 2012). L'intérêt thérapeutique du yoga est étudié par un nombre croissant de recherches scientifiques ces dernières années (Jeter, Slutsky, et al., 2015).

Dans ces protocoles de recherche, c'est généralement une version moderne du yoga qui y est explorée, avec des séances incluant une ou plusieurs des trois composantes suivantes : les postures physiques (i.e. *asanas*), le contrôle de la respiration (i.e. ; *pranayama*) et la méditation (Govindaraj et al., 2016; Norris, 2015). Parmi eux, Paranjape et Gore (2019) ont étudié l'effet d'une pratique posturale de yoga (i.e. *asanas* uniquement) en comparaison avec des exercices d'équilibre conventionnels sur les capacités d'équilibre fonctionnel des patients hémiplégiques. L'analyse intra-groupe a montré une amélioration significative après le traitement dans les deux groupes, mais l'analyse inter-groupe n'a indiqué aucune différence. Les auteurs ont conclu que l'aspect postural du yoga semble être aussi

efficace que les exercices d'équilibre conventionnels pour améliorer l'équilibre chez les patients hémipariés post-AVC. Néanmoins, le *design* méthodologique de cette étude a été conçu à l'origine pour établir la supériorité d'une thérapie par rapport à l'autre. Dans le cas où un traitement de référence existe déjà et où un traitement alternatif semble apporter un bénéfice supplémentaire (e.g. plus facile à mettre en œuvre, moins coûteux etc.) mais pas nécessairement plus efficace pour le résultat étudié, un modèle d'équivalence ou de non-infériorité devrait être utilisé (Schultz et al., 2019). Ainsi, comme le suggèrent Paranjape et Gore (2019), il est possible que les composantes physiques des pratiques de yoga (i.e. *asana*) soient aussi efficaces que les exercices d'équilibre conventionnels, car elles présentent plusieurs similitudes : renforcement musculaire, amélioration de la proprioception, ou encore gain de mobilité. Cependant, ces deux approches présentent également des différences importantes : l'accent mis sur le contrôle de la respiration, la pleine conscience pendant la pratique et l'importance accordée au maintien des postures sont quelques-uns des éléments qui différencient les pratiques de yoga des exercices physiques conventionnels (Govindaraj et al., 2016), de sorte qu'il serait pertinent d'évaluer l'efficacité d'une approche complète du yoga sur l'équilibre et la mobilité fonctionnelle. De plus, une revue récente suggère que la pratique de la méditation passive (i.e. forme non active, sans mouvement) est plus efficace que l'exercice physique pour améliorer des critères psychologiques, tels que l'anxiété (Edwards & Loprinzi, 2018). Des méta-analyses antérieures ont montré les bénéfices du yoga et surtout de la méditation pour les troubles psychologiques généraux tels que l'anxiété et la dépression dans la population générale, mais le niveau de preuve était faible (Cramer et al., 2018; Cramer, Lauche, Langhorst, et al., 2013). De même, une revue systématique Cochrane a étudié les effets de programme de yoga sur l'équilibre, la mobilité fonctionnelle, l'anxiété et la dépression chez des adultes victimes d'AVC, mais la qualité des preuves était très faible (Lawrence et al., 2017). Enfin, notre revue systématique montre que le niveau de preuve concernant l'efficacité du yoga pour améliorer la QDVLS des patients atteints d'AVC est faible, et nous n'avons pas retrouvé d'étude comparant un programme de yoga avec un programme d'exercices physiques conventionnels. Ainsi, il nous a semblé pertinent de mener une nouvelle étude pour comparer les effets du yoga à celle d'une activité physique plus conventionnelle sur la santé physique et mentale de patients souffrant de séquelles post-AVC.

L'objectif de la présente étude était d'examiner les effets d'un programme de yoga adapté (i.e. comprenant des *asanas*, des *pranayamas* et de la méditation) pour améliorer les fonctions physiques, l'état psychologique et les restrictions de participation de patients souffrant de séquelles chroniques après un AVC. Nos hypothèses, basées sur les connaissances actuelles des études présentées ci-dessus, étaient les suivantes : (a) un programme de yoga adapté ne serait pas inférieur à la thérapie conventionnelle dans l'amélioration des fonctions physiques chez les patients souffrant de séquelles

chroniques d'AVC, et (b) un programme de yoga adapté pourrait être supérieur à la thérapie conventionnelle dans l'amélioration de l'état psychologique et des restrictions de participation.

2. Méthode

2.1. Design de l'étude

Un essai contrôlé randomisé a été réalisé. Ce manuscrit est rédigé conformément aux critères CONSORT (Annexe 5). La recherche a été menée en France et approuvée par le comité de protection des personnes Sud-Est V (IDRCB : 2020-A03408-31) (Annexe 6). Le protocole a été enregistré sur le site <https://clinicaltrials.gov/> (NCT04947293). Tous les participants ont donné leur consentement éclairé par écrit. Les traitements ont eu lieu dans un centre de rééducation (i.e. L'hôpital La Musse) mais aussi dans des salles polyvalentes de villages situés dans l'Eure (i.e. 27500 Corneville-sur-Risle ; 27117 Broglie), en fonction du lieu de résidence des participants, afin de réduire leur temps de transport.

2.2. Recrutement

Pour le recrutement des participants, des articles ont été publiés dans les journaux locaux, des lettres d'information ont été distribuées aux professionnels de santé locaux (i.e. médecin généraliste, neurologue, kinésithérapeute, orthophoniste) et aux associations de patients (e.g. France AVC Normandie) (Annexe 7). Les critères d'inclusion étaient les suivants : être en phase chronique post-AVC (i.e. > 6 mois), souffrir d'un trouble de l'équilibre (i.e. score entre 22 et 51 sur la BBS), et être capable de se tenir debout et de marcher au moins 10 mètres, avec ou sans aide technique. Les volontaires n'ont pas été inclus s'ils répondaient à l'un des critères d'exclusion suivants : être âgé de moins de 18 ans, souffrir d'un trouble cognitif [i.e. score < 4 points au 6-items mini-mental state examination (Callahan et al., 2002)], avoir des troubles de l'équilibre qui ne sont pas consécutifs à l'AVC et attribuables à une autre pathologie, avoir une contre-indication médicale à l'activité physique, ou participer actuellement de façon régulière à un autre programme d'APA. Un critère d'éligibilité a dû être ajouté pendant la phase expérimentale en raison de la pandémie de COVID-19 : être à jour des vaccinations COVID-19. Les volontaires ont d'abord été sélectionnés pour leur éligibilité sur la base d'un premier appel téléphonique, puis d'une réunion en face à face par un des investigateurs (i.e. Rita Lenoir Dit Caron). Les participants éligibles ont ensuite été adressés à un évaluateur aveugle (i.e. Arthur Thouin ou Julian Vallois-Da Cunha, étudiants en dernier cycle de formation de masso-kinésithérapie) pour une évaluation initiale dans le centre de rééducation.

2.3. Interventions

Les participants ont été répartis au hasard entre le groupe expérimental, qui pratiquait le yoga (i.e. programme YOG'AVC en Annexe 8), et le groupe de contrôle, qui pratiquait des exercices conventionnels (i.e. programme FAME : *Fitness and mobility exercise*). Les deux programmes, d'une durée de 12 semaines, comprenaient trois séances hebdomadaires d'une heure. Deux séances étaient réalisées en groupe (i.e. maximum cinq patients/groupe) au cours de la semaine, et une séance était réalisée de manière autonome à domicile. Les séances de groupe étaient supervisées par la même masseuse-kinésithérapeute, titulaire d'un master en APA pour la santé (i.e. Rita Lenoir Dit Caron), qui veillait à l'adaptation des exercices et à la sécurité des participants. Un support vidéo ou papier (i.e. à la convenance du patient) était distribué chaque semaine comme support des séances autonomes à domicile (Annexe 9).

Un programme de yoga adapté aux séquelles motrices post-AVC a été développé par Rita Lenoir Dit Caron, professeur de yoga (formation certifiée Yoga Alliance). Ce programme intitulé YOG'AVC comprenait l'enseignement des postures (i.e. *asanas*), de la respiration (i.e. *pranayama*) et de la méditation. La pratique posturale était basée en partie sur la méthode Iyengar avec l'utilisation de nombreux supports (e.g. bloc, sangle, chaise, coussins ou mur). La complexité des postures et leur temps de maintien ont augmenté au cours du programme, en fonction des capacités de chaque participant. La structure d'une séance et les noms des postures enseignées tout au long du programme sont détaillés dans la Figure 21. L'objectif premier de ce programme étant l'amélioration de l'équilibre, le cœur de séance se composait majoritairement de postures debout. Ensuite, la discipline du souffle (i.e. *pranayama*) passait, d'une part, par l'attention particulière accordée à la respiration dans chaque posture (i.e. qui devait être autant que possible lente, ample, régulière et nasale), mais également par des exercices spécifiques où la durée du cycle respiratoire pouvait varier, ainsi que l'engagement spécifique de certaines parties du corps. Par exemple, des exercices comme la cohérence cardiaque (i.e. 6 cycles respiratoire par minute pendant 5 minutes, avec un temps d'inspiration égal au temps d'expiration), la respiration carrée ou *Samavr̥tti pranayama* (i.e. le cycle respiratoire est en quatre phases égales : inspiration, rétention poumons pleins, expiration, rétention poumons vides), la respiration victorieuse ou *Ujjayi pranayama* (i.e. allongement du souffle par une légère diminution du passage de l'air dans les voies aériennes supérieures), ou encore la respiration alternée ou *Nadi shodhana pranayama* (i.e. respiration nasale en obstruant alternativement une narine puis l'autre). Enfin, toutes ces pratiques s'effectuaient en pleine conscience, avec une attention consciente portée aux différentes parties du corps dans les postures, ainsi qu'au déroulement de la respiration. Un exercice de début de séance, intitulé « centrage », permettait de rentrer progressivement dans cet état de concentration qui tendait à perdurer toute la séance. Un exercice intitulé « relaxation finale », en

position allongée sur le dos, clôturait la séance. L'attention était portée à la fois au corps (i.e. pour l'amener vers la détente) mais également aux pensées et aux émotions (i.e. pour apprendre à les identifier, ressentir leur impact sur le corps, puis prendre de la distance avec elles).

		Instructions	Postures
1	<p>Centrage</p> <p>Début de la méditation pleine conscience.</p> <p><i>3-5 minutes</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Auto-grandissement de colonne vertébrale - Ressenti des différentes parties du corps - Observation de la respiration - Assis, immobile, les yeux fermés ou mi-clos - Guidé par les consignes du thérapeute 	<ul style="list-style-type: none"> - Assis sur chaise
2	<p>Echauffement</p> <p>Mobiliser les muscles et les articulations qui seront sollicités pendant la séance.</p> <p><i>7-10 minutes</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mouvements répétitifs dans les différents plans de l'espace - Assis 	<ul style="list-style-type: none"> - Rotation, flexion/extension et/ou inclinaison du cou - Rotation, élévation et/ou abduction de l'épaule - Flexion/extension du coude - Flexion/extension du poignet et/ou rotation - Ouverture/fermeture des doigts - Flexion/extension, rotation et/ou inclinaison du dos - Flexion/extension du genou et de la hanche - Flexion/extension et/ou rotation de la cheville - Flexion/extension des orteils
3	<p>Coeur de séance</p> <p>Travailler sur l'équilibre, le renforcement musculaire, et la mobilité articulaire.</p> <p><i>25-30 minutes</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les postures debout, sécuriser les sujets avec une chaise ou un mur afin d'avoir un support, puis demander de relâcher progressivement le support. - Faire d'abord une démonstration de la posture, puis faire pratiquer au moins 2 fois chaque posture - Adapter le temps de maintien aux possibilités de chaque sujet. - Utiliser des accessoires pour adapter les postures mais aussi pour les faire pratiquer de différentes manières. - A la fin, faire descendre au sol les patients, avec l'aide d'une chaise si nécessaire, pour la pratique des postures au sol 	<ul style="list-style-type: none"> - Tadasana (posture de la montagne) - Tiryaka tadasana (posture du palmier incliné) - Utthita tadasana (posture de l'étoile) - Virabhadrasana I, II, III (postures du guerrier) - Utthita trikonasana (posture du triangle) - Vrikshâsana (posture de l'arbre) - Utkatasana (posture de la chaise) - Utkata konasana (posture de la déesse) - Posture de torsion sur chaise - Uttanasana (posture de la pince debout) - Ardha uttanasana (p. de la demi-pince debout) - Dandasana (posture du baton) - Bhujangasana (posture du cobra) - Salamba bhujangasana (posture du sphinx) - Ardha setu bandhasana (posture du demi-pont) - Urdhva prasarita padasana (posture des jambes tendues vers le haut) - Eka pada supta padangusthasana (posture allongée de la main au gros orteil)
4	<p>Retour au calme</p> <p>Exercices d'étirement, de relaxation et de respiration</p> <p><i>5-7 minutes</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Postures allongées - Installation confortable - Durée de maintien plus longue, - Combiné avec un ou des pranayama(s) (i.e. exercices de respiration) 	<ul style="list-style-type: none"> - Supta pavana muktasana (postures de libération des vents) - Jathara parivartanasana (posture du ventre en torsion) - Supta baddha konasana (posture de l'angle lié) - Restorative Setu bandha sarvangasana (posture du pont supporté)
5	<p>Relaxation finale</p> <p>Relaxation guidée</p> <p><i>5-10 minutes</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Posture allongée sur le dos - Installation confortable avec des accessoires - Les yeux fermés - Musique douce (facultatif) - Guidage verbal du thérapeute : Détente progressive des muscles, concentration sur les sensations internes etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Savasana (posture du cadavre)

Figure 21 : Eléments de construction d'une séance YOG'AVC

Le groupe contrôle participait à des séances d'exercices plus conventionnelles basées sur le programme FAME. Toutes les informations sur ce programme sont disponibles sur le site <https://fameexercise.com/>. Ce programme a été spécialement conçu pour les personnes vivant avec des séquelles d'AVC. Les séances comprenaient une phase d'échauffement, des exercices de renforcement fonctionnel (e.g. assis-debout sur une chaise, exercice sur une chaise murale etc.), des exercices d'équilibre (e.g. fentes avant ou latérales, équilibre debout avec un pied rapproché ou sur une jambe etc.), des exercices d'agilité et de fitness (e.g. monter et descendre une marche, marcher dans la pièce ou sur place), et se terminaient par une phase de récupération (i.e. étirements). Au fur et à mesure que le programme progressait, le nombre de répétitions, de séries ou la durée du temps de maintien pouvaient être progressivement augmentés, en fonction des progrès des participants. L'efficacité de ce programme a été démontrée dans des essais contrôlés randomisés antérieurs (Eng et al., 2003; Marigold et al., 2005; Pang et al., 2005).

2.4. Procédure d'évaluation

Les patients ont été évalués trois fois au cours de l'étude : avant le traitement (T0), après le traitement (T1) et trois mois après la fin du traitement (T2). Toutes les évaluations ont été réalisées en aveugle par deux évaluateurs (i.e. Arthur Thouin ou Julian Vallois-Da Cunha) qui ont évalué les mêmes sujets à chaque évaluation. Ces évaluateurs n'ont eu aucun contact avec les participants en dehors des évaluations, et les participants ont reçu l'instruction de ne jamais mentionner leur traitement devant eux.

2.4.1. Équilibre

Notre critère de jugement principal était l'équilibre évalué par la BBS (Hiengkaew et al., 2012). Dans cette échelle de 14 items, il était demandé aux participants de maintenir des positions et d'effectuer des mouvements de difficulté variable. Pour chaque item, les patients recevaient un score entre 0 et 4 points en fonction de leur capacité à maintenir leur équilibre. Un score final était calculé sur 56 points. Plus le score était élevé, meilleur était l'équilibre. Cette échelle est fiable et valide, et c'est celle qui est le plus souvent utilisée en clinique et en recherche pour évaluer l'équilibre chez les patients victimes d'un AVC (Blum & Korner-Bitensky, 2008; Hiengkaew et al., 2012).

La confiance perçue en son équilibre a été évaluée à l'aide de l'échelle ABC-S (*Activities-specific Balance Confidence Scale - Simplified*) (Filiatrault et al., 2007). Ce questionnaire se composait de 16 items qui demandaient aux participants d'évaluer leur confiance dans le fait qu'ils ne perdraient pas l'équilibre en effectuant les activités énumérées. Pour chacune des 16 activités, il leur était demandé d'évaluer cette confiance de « pas du tout confiant » (i.e. 0 points) à « très confiant » (i.e. 3 points). Le score total

était exprimé en pourcentage, et plus la valeur était haute, plus le sujet était confiant. La fiabilité et la validité de la version française de ce questionnaire ont été établies (Filiatrault et al., 2007).

2.4.2. Mobilité fonctionnelle

La mobilité fonctionnelle a été évaluée par le *Timed up and go test* (TUG) et le TDM6 (Hiengkaew et al., 2012; Kosak & Smith, 2005). Le TUG est basé sur l'exécution d'une tâche fonctionnelle, où les sujets devaient se lever d'une chaise, marcher 3 mètres, faire demi-tour et revenir s'asseoir le plus rapidement possible. Les sujets étaient chronométrés pendant l'exécution et un score en secondes était établi. Plus le score était faible, meilleure était la mobilité fonctionnelle. La fiabilité et la validité de ce test ont été établies dans une population d'AVC chroniques (Hiengkaew et al., 2012). La performance de la marche a été évaluée par le TDM6, un test d'endurance dans lequel les sujets devaient marcher en effectuant des allers-retours dans un couloir standardisé de 30 mètres pendant 6 minutes, afin de couvrir la plus grande distance possible (i.e. score en mètres). Ce test est fiable et valide pour une population d'AVC chroniques (Kosak & Smith, 2005).

2.4.3. Force musculaire

La force musculaire des membres inférieurs a été évaluée en mesurant la force de contraction isométrique maximale d'extension du genou avec un dynamomètre manuel (Microfet®2, Hoggan Health, Salt Lake City, USA) (Indermühle et al., 2017). Les sujets étaient assis et maintenus par une sangle ajustée pour éviter les mouvements compensatoires sans compromettre leur confort. Les genoux et les hanches étaient fléchis à 90°. Le dynamomètre était placé sur la face antérieure du tibia, à 5 cm des malléoles, avec un embout adapté à la surface testée. Les sujets étaient invités à pousser contre la résistance, comme pour étendre la jambe, avec toute la force qu'ils pouvaient déployer. La mesure était répétée trois fois et le score, en newtons, était établi en prenant le meilleur des trois essais. La dynamométrie manuelle est une méthode fiable et valide pour évaluer la force musculaire dans une population victime d'un AVC (R. W. Bohannon, 1997).

2.4.4. Anxiété

L'anxiété a été évaluée à l'aide de l'inventaire d'anxiété état-trait (STAI). Il comprend deux échelles distinctes (auto-administrées) pour évaluer l'anxiété d'état (STAI Form Y-A) et l'anxiété de trait (STAI Form Y-B) (Gauthier & Bouchard, 1993). Chaque échelle se compose de 20 propositions, l'échelle A permettant d'évaluer ce que les sujets ressentaient dans l'instant, l'échelle B permettant d'appréhender ce que les sujets ressentaient en général. Chaque réponse à un item du questionnaire correspondait à un score de 1 à 4 points : 1 indiquant le degré d'anxiété le plus faible, 4 le degré le plus

élevé. Un score total était donné sur 80 points. La fiabilité et la validité de la version française de ce questionnaire ont été établies (Gauthier & Bouchard, 1993).

2.4.5. Dépression

La dépression a été évaluée à l'aide de l'inventaire de dépression de Beck (IDB) (Lahlou-Laforêt et al., 2015). Ce questionnaire auto-administré se composait de 21 items identifiant les symptômes et les attitudes associés à la dépression. Chaque item était évalué sur une échelle de sévérité allant de 0 à 3 points, avec un score total allant de 0 à 63 points. Plus le score était élevé, plus la dépression était importante. La fiabilité et la validité de la version française de ce questionnaire ont été établies (Lahlou-Laforêt et al., 2015).

2.4.6. Participation

L'Inventaire de réintégration à la vie normale a été utilisé pour évaluer les restrictions de participations (Wood-Dauphinee et al., 1988). Il a été développé pour évaluer quantitativement le degré avec lequel les individus ayant expérimenté une maladie traumatique, ou incapacitante, arrivent à réintégrer des activités sociales normales (e.g. activités de loisirs, déplacements dans et en dehors du domicile, ou interactions sociales) (38). Nous avons utilisé la version composée de 11 énoncés déclaratifs avec trois réponses possibles (0 : oui ; 1 : partiellement ; 2 : non). Le score total était donc de 22 points. Plus le score était bas, meilleure était la réintégration. La fiabilité et la validité de la version française de ce questionnaire ont été établies (Wood-Dauphinee et al., 1988).

2.4.7. Observance

L'adhésion au programme (T0-T1) a été mesurée directement par le pourcentage de séances de groupe réalisées (i.e. comptabilisé par la rééducatrice en charge des séances), et le pourcentage de séances autonomes à domicile déclarées comme réalisées (i.e. comptabilisé sur un carnet de suivi). Entre T1 et T2, elle était mesurée par le nombre moyen de séances hebdomadaires réalisées (i.e. comptabilisé sur un carnet de suivi).

Entre T0 et T1, les raisons en cas d'absence aux séances de groupe étaient rapportées, et les informations suivantes, concernant les séances en autonomie à domicile, étaient également recueillies chaque semaine : « Avez-vous pratiqué la session avec quelqu'un ? Quel support (vidéo ou papier) avez-vous utilisé ? Si vous n'avez pas pratiqué la session, pourquoi ? ».

2.5. Taille de l'échantillon

Le nombre de sujets requis a été estimé à partir d'une étude antérieure, en utilisant l'écart-type de la BBS (ET : 7,64 points) et la marge d'infériorité définie comme le changement minimum détectable

(CMD : 4,66 points) (Hiengkaew et al., 2012). Nous avons émis l'hypothèse que la différence entre les deux groupes serait de 0. En considérant une erreur de type I de 5 % et une puissance statistique de 80 %, 84 patients étaient nécessaires (Flight & Julious, 2016a).

2.6. Randomisation

Dès lors que suffisamment de sujets étaient recrutés pour former deux groupes (i.e. cinq personnes par groupe), ils étaient évalués (T0) puis ils étaient répartis au hasard dans l'un des deux groupes d'étude selon une procédure de randomisation par blocs de taille variable, stratifiés, avec un ratio d'allocation 1 : 1. Cette procédure était effectuée par un chercheur indépendant (i.e. Maxime Gilliaux) sur le logiciel R version 4.0.5. (©2010 The R Foundation for Statistical Computing). La liste de randomisation était stratifiée en fonction du lieu d'expérimentation et d'après le score de la BBS (i.e. score > ou < 40 points). Les sujets ont été informés de leur affectation par téléphone par l'investigateur (i.e. Rita Lenoir Dit Caron) en charge des traitements.

2.7. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées par un biostatisticien (i.e. Stéphane Verdun, de la cellule de biostatistique du groupement des hôpitaux de l'institut catholique de Lille), à l'aide du logiciel R version 4.0.5 (©2010 The R Foundation for Statistical Computing).

La population en intention de traiter (ITT) contient tous les patients randomisés. La population per-protocole (PP) comprend les patients qui ont effectué au moins 80 % des séances prévues entre T0 et T1. Pour analyser la non-infériorité, la limite inférieure ou supérieure, adaptée de l'IC95% de la différence d'évolution (i.e. par rapport au score initial) entre les groupes a été comparée à la marge de non-infériorité (i.e. moyenne en cas de normalité, médiane calculée par bootstrap avec 10000 répétitions dans le cas contraire). La Figure 21 illustre comment déterminer la non-infériorité à partir d'une analyse graphique des données (Elie et al., 2008).

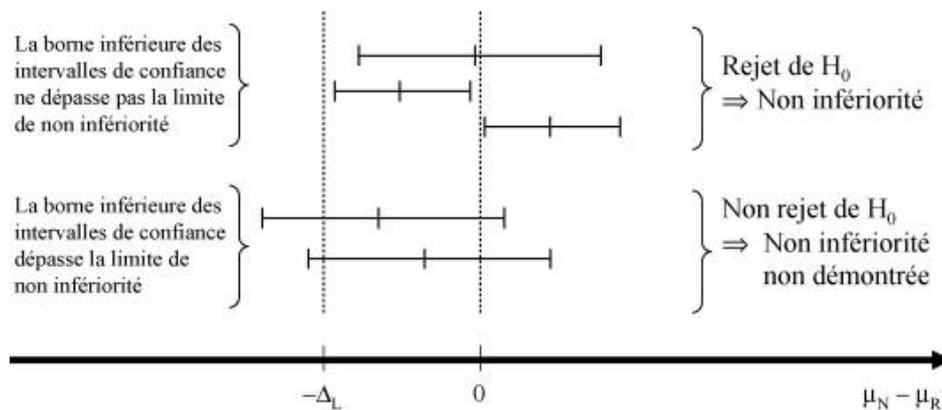


Figure 22 : Zone de non-infériorité et conclusion en faveur d'une non-infériorité ou non, d'après Elie et al. (2008)

ΔL représente la marge de non-infériorité, autrement dit la valeur à partir de laquelle on considère que le traitement expérimental n'est pas « moins efficace » d'un point de vue clinique que le traitement contrôlé. μ_N et μ_R correspondent à la moyenne théorique du critère de jugement avec, respectivement, le nouveau traitement et le traitement de référence, donc $\mu_N - \mu_R$ est la différence moyenne d'évolution entre les groupes. H_0 fait référence à l'hypothèse nulle, dans notre cas : $\mu_N - \mu_R \leq -\Delta L$

Les marges de non-infériorité sélectionnées étaient basées sur le CMD ou la différence minimale cliniquement pertinente (MCID) de chaque échelle disponible dans la littérature (Tableau 8). Lorsque plusieurs valeurs de CMD ou de MCID ont été trouvées, celle basée sur la population la plus similaire à cette étude a été sélectionnée (Alghadir, Anwer, et al., 2018; R. W. Bohannon & Crouch, 2017; Hiengkaew et al., 2012; Ishige et al., 2020; Oliveira et al., 2021).

Tableau 8 : Marges de non-infériorité

Mesures	Marge de non-infériorité basée sur	Valeurs	Auteurs and Populations
BBS, /56 points	CMD	4,66 points	Hiengkaew et al., 2012 <i>AVC chroniques</i>
ABC-S, %	CMD	19,8 %	Ishige et al., 2020 <i>AVC chroniques</i>
TUG, secondes	CMD	3,2 secondes	Alghadir et al., 2018 <i>AVC chroniques</i>
TDM6, mètres	MCID	30,5 mètres	Bohannon & Crouch, 2017 <i>Adultes avec une pathologie</i>
Force maximale isométrique du quadriceps, newtons	MCID	51 newtons	Oliviera et al., 2021 <i>BPCO</i>

Abréviations : ABC-S, Echelle simplifiée de confiance perçue en son équilibre ; BBS, Echelle d'équilibre de Berg ; BPCO, Bronchopneumopathie chronique obstructive ; MCID, Différence minimale cliniquement pertinente ; CMD, Changement minimum détectable ; TUG, *Timed up and go test* ; TDM6, Test de marche de 6 minutes

Pour les variables psychologiques (i.e. anxiété et dépression), la réintégration à la vie normale et l'observance, une analyse de supériorité a été réalisée sur la base de la population ITT. L'évolution du

score entre T1 et T2 a été comparée entre les groupes par un test de Mann-Whitney-Wilcoxon, car les scores ne suivaient pas une distribution normale. Les intervalles de confiance à 95 % autour de ces différences de médianes ont été calculés. Dans une analyse post-hoc, l'évolution de T0 à T1 et T2 au sein de chaque groupe a été testée avec un test t de Student apparié en cas de normalité et un test des rangs signés de Wilcoxon dans le cas contraire. Un seuil de signification de 5 % était utilisé pour toutes les analyses.

2.8. Financement

Cette recherche a reçu une aide financière de la part de l'association France AVC Normandie, notamment pour le matériel, la logistique, et l'assurance en lien avec la réalisation de l'étude. Les frais de traduction de l'article ont été financés par le laboratoire CETAPS.

3. Résultats

3.1. Participants

Le recrutement a duré de mars 2021 à février 2022, et la période de suivi s'est étendue jusqu'en septembre 2022. Au total, 55 volontaires ont répondu à la campagne de recrutement (Figure 23).

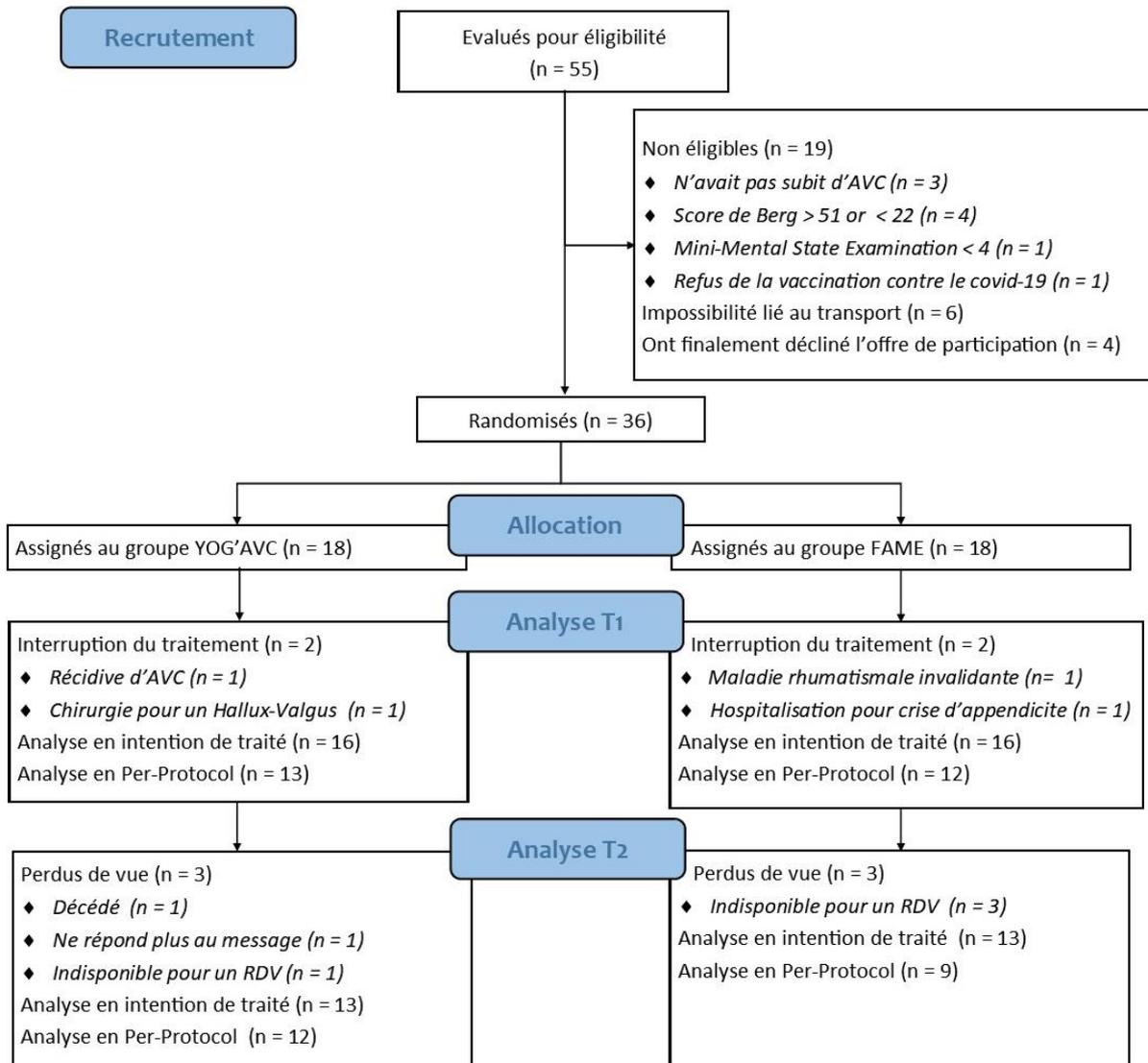


Figure 23 : Diagramme de flux CONSORT

Abréviations : AVC, Accident vasculaire cérébral ; CONSORT : Consolidated standards of reporting trials ; FAME, Fitness and mobility exercise ; RDV, Rendez-vous

Parmi eux, 36 individus ont été randomisés en deux groupes égaux. Leurs caractéristiques démographiques et cliniques initiales sont présentées dans le Tableau 9.

Tableau 9 : Caractéristiques des participants et comparaison des évaluations initiales (population ITT)

Variables		Total n = 36	YOG'AVC n = 18	FAME n = 18
Age, années	M ± ET	67,6 ± 11,1	67,1 ± 12,3	68,2 ± 10,1
Genre,				
femme	n	20 (55,6 %)	11 (61,1 %)	9 (50,0 %)
homme	n	16 (44,4 %)	7 (38,9 %)	9 (50,0 %)
IMC, kg.m ⁻²	Med [Q1-Q3]	26,7 [24,6 ; 28,1]	25,8 [24,3 ; 27,4]	27,3 [25,3 ; 29,1]
Temps depuis l'AVC, mois	Med [Q1-Q3]	54,0 [14,8 ; 72,2]	45,0 [15 ; 73]	58,0 [12,8 ; 71,8]
Type d'AVC,				
ischémique	n	30 (83,3 %)	15 (83,3 %)	15 (83,3 %)
hémorragique	n	6 (16,7 %)	3 (16,7 %)	3 (16,7 %)
Hémisphère cérébrale lésé,				
droit	n	19 (52,8 %)	11 (61,1 %)	8 (44,4 %)
gauche	n	17 (47,2 %)	7 (38,9 %)	10 (55,6 %)
BBS, /56	Med [Q1-Q3]	50,0 [44,8 ; 51]	50,0 [46 ; 51]	47,5 [43,2 ; 50,0]
ABC-S, %	M ± ET	63,0 ± 19,9	61,1 ± 22,0	64,9 ± 17,9
TUG, sec	Med [Q1-Q3]	12,9 [11,1 ; 19,8]	12,7 [10,4 ; 18,4]	13,2 [11,6 ; 27,3]
TDM6, m	M ± ET	242,1 ± 96,3	264,1 ± 100,1	220,1 ± 89,7
Force quadriceps, newton,				
côté sain	Med [Q1-Q3]	146,0 [125,4 ; 184,0]	159,2 [128,6 ; 179,3]	132,3 [124,7 ; 192,1]
côté lésé	M ± ET	112,0 ± 43,8	110,1 ± 42,9	114,0 ± 45,8
STAI, Form Y-A	Med [Q1-Q3]	31,5 [24,8 ; 42,5]	35,5 [26,5 ; 45,5]	27,5 [21,0 ; 38,8]
Form Y-B	M ± ET	43,4 ± 14,5	47,5 ± 14,6	39,3 ± 13,5
IDB, /63	Med [Q1-Q3]	13,0 [6,8 ; 23,0]	13,0 [9,2 ; 23,0]	11,5 [6,0 ; 21,2]
RNLI, /22	M ± ET	5,6 ± 4,0	6,0 ± 4,0	5,2 ± 4,2

Abréviations : ABC-S, Echelle simplifiée de confiance perçue en son équilibre ; BBS, Echelle d'équilibre de Berg ; IDB, Inventaire de dépression de Beck ; IMC, Indice de masse corporelle ; M ± ET, Moyenne ± Écart-type ; Med [Q1-Q3], Médiane [Quartile 1 - Quartile 3] ; TUG, *Timed up and go test* ; TDM6, Test de marche de 6 minutes ; RNLI, Inventaire de réintégration à la vie normale ; STAI, Inventaire d'anxiété état-trait.

Pendant la phase de traitement (T0-T1), quatre patients (i.e. deux dans chaque groupe) ont interrompu prématurément leur participation pour des raisons médicales non liées aux traitements. Lors du suivi (T2), six patients (i.e. trois dans chaque groupe) ont été perdus de vue. Dans la population ITT, l'attrition à T1 était assez faible (i.e. 89 % des patients disponibles dans chaque groupe) et acceptable à T2 (i.e. 72 % des patients disponibles dans chaque groupe). Dans la population PP, le nombre de patients à T1 était acceptable (i.e. 72 % et 67 % des patients inclus dans le groupe YOG'AVC et le groupe FAME, respectivement), mais l'attrition était plus élevée dans le groupe FAME à T2 (i.e. 50 % des patients non présents dans l'analyse). La taille de l'échantillon initialement calculée ($n = 84$) n'a pas été atteinte en raison d'un manque de ressources pour poursuivre l'étude. Cependant, en tenant compte des données réelles de notre échantillon (BBS : écart-type de 6,5 points et une différence réelle entre les groupes de 0,5 point), le calcul de puissance nous permet d'estimer qu'à T1 nous avons suffisamment de sujets pour notre résultat principal (puissance = 0,83), mais pas à T2 (puissance = 0,75).

3.2. Évènements indésirables

En ce qui concerne les événements indésirables, avant le début des séances (T0), un participant du groupe expérimental a été hospitalisé pour une récurrence d'AVC, et un participant du groupe témoin a déclaré souffrir d'une maladie rhumatismale invalidante qui l'a empêché de participer aux séances. Pendant la phase expérimentale (T0-T1), un participant du groupe YOG'AVC a subi deux opérations de l'hallux-valgus et un participant du groupe FAME a été hospitalisé pour une crise d'appendicite. Pendant la phase de suivi (T1-T2), un participant du groupe YOG'AVC est décédé d'une insuffisance cardiaque alors qu'il jardinait.

3.3. Critères physiques

En ce qui concerne les variables physiques, nous avons fait l'hypothèse de la non-infériorité du programme YOG'AVC par rapport au programme FAME. Pour ce type d'analyse, les deux populations ont été étudiées, le Tableau 10 présente donc les analyses ITT et PP.

Tableau 10 : Evolution des variables physiques en post-traitement (T1) et après 3 mois (T2), depuis le bilan initial (T0) (ITT et PP population)

T1-T0	Pop.	YOG'AVC Médiane [Q1-Q3] ou Moyenne ± ET	FAME Médiane [Q1- Q3] ou Moyenne ± ET	Δ Différence Médiane ou Moyenne	IC95%	Marges de non infériorité
BBS, /56, ↗	ITT	3,0 [2,8 ; 5]	1,5 [0 ; 3,5]	1,5	(-0,5 ; 3,5)	4,66
	PP	3,0 [3 ; 5]	1,0 [0 ; 2,2]	2,0	(0,5 ; 4,0)	
ABC-S, %, ↗	ITT	8,9 [6,1 ; 23,3]	3,3 [-2,8 ; 13,9]	5,6	(-4,4 ; 21,1)	19,8
	PP	8,9 [4,4 ; 20,0]	3,3 [-1,1 ; 10,0]	5,6	(-3,3 ; 20,0)	
TUG, sec, ↘	ITT	-1,9 [-3,8 ; -0,3]	-0,2 [-2,6 ; 0,4]	-1,7	(-3,6 ; 1,1)	3,2
	PP	-2,0 [-3,5 ; -0,4]	-0,1 [-1,8 ; 0,9]	-2,0	(-4,1 ; 0,7)	
TDM6, m, ↗	ITT	37,5 [28,2 ; 59,2]	23,5 [10,0 ; 39,5]	14,0	(-2,5 ; 41,0)	30,5
	PP	36,0 [32,0 ; 54,0]	25,0 [10,0 ; 39,5]	11,0	(-5,0 ; 34,5)	
Force quadriceps, newton, ↗ Côté sain	ITT	25,3 ± 33,7	27,8 ± 32,0	-2,5	(-26,3 ; 21,2)	51
	PP	25,9 ± 34,1	32,9 ± 24,9	-7,0	(-31,6 ; 17,7)	
Côté lésé	ITT	22,7 ± 37,5	18,8 ± 24,7	3,9	(-19,2 ; 26,9)	51
	PP	33,5 ± 30,9	23,0 ± 20,7	10,4	(-11,3 ; 32,2)	
T2-T0	Pop.	YOG'AVC Médiane [Q1-Q3] or Moyenne ± ET	FAME Médiane [Q1- Q3] or Moyenne ± ET	Δ Différence Médiane ou Moyenne	IC95%	Marges de non infériorité
BBS, /56, ↗	ITT	4,0 [2,0 ; 5,0]	3,0 [2,0 ; 7,0]	1,0	(-4,0 ; 3,0)	4,66
	PP	4,0 [2,8 ; 5,5]	2,0 [2,0 ; 3,0]	2,0	(-1,0 ; 5,0)	
ABC-S, %, ↗	ITT	11,1 [6,7 ; 15,6]	6,7 [-8,9 ; 17,8]	4,4	(-8,9 ; 24,4)	19,8
	PP	12,2 [6,7 ; 18,3]	6,7 [-8,9 ; 15,6]	5,6	(-7,8 ; 24,4)	
TUG, sec, ↘	ITT	-2,7 [-4,6 ; -0,2]	-0,2 [-3 ; 1,8]	-2,5	(-5,5 ; 2,3)	3,2
	PP	-2,8 [-5,4 ; -0,2]	0,9 [-1,9 ; 1,9]	-3,8	(-7,1 ; 0,3)	
TDM6, m, ↗	ITT	55,0 [41,0 ; 91,5]	22,0 [-28 ; 62,0]	33,0	(-10,0 ; 92,0)	30,5
	PP	54,5 [39,2 ; 71,6]	23,5 [6,0 ; 62,0]	31,0	(-19,5 ; 78,0)	
Force quadriceps, newton, ↗ Côté sain	ITT	7,4 ± 38,7	41,8 ± 49,9	-34,5	(-70,7 ; 1,8)	51
	PP	9,7 ± 39,4	56,9 ± 52,4	-47,2	(-91,9 ; -2,6)	
Côté lésé	ITT	29,2 ± 29,8	37,3 ± 54,2	-8,1	(-44,1 ; 27,8)	51
	PP	33,5 ± 26,6	50,7 ± 55,9	-17,3	(-61,8 ; 27,3)	

Abréviations ± ABC-S, Echelle simplifiée de confiance perçue en son équilibre ; BBS, Echelle d'équilibre de Berg ; IC95%, intervalle de confiance à 95 % ; ITT, Intention de traité ; PP, Per Protocol ; Pop, Population ; TUG, *Timed up and go test* ; TDM6, Test de marche de 6 minutes.

↗, le score augmente en cas d'amélioration.

↘, le score diminue en cas d'amélioration.

La non-infériorité est vérifiée si la borne surlignée en gris de l'IC95% n'atteint pas la marge de non-infériorité.

Dans les populations ITT et PP, le programme YOG'AVC n'était pas inférieur au programme FAME à T1 ou T2 pour la BBS (Figure 24), la confiance auto-perçue en son équilibre, le TUG ou le TDM6. Pour la force maximale d'extension isométrique du genou du côté sain à T1, l'IC95% était supérieur à la marge de non-infériorité, mais à T2 la limite inférieure de l'IG95% était inférieure à cette marge (dans les populations ITT et PP) ; du côté atteint à T1 et T2, l'IC95% était supérieur à la marge de non-infériorité dans la population ITT, mais pas à T2 dans la population PP.

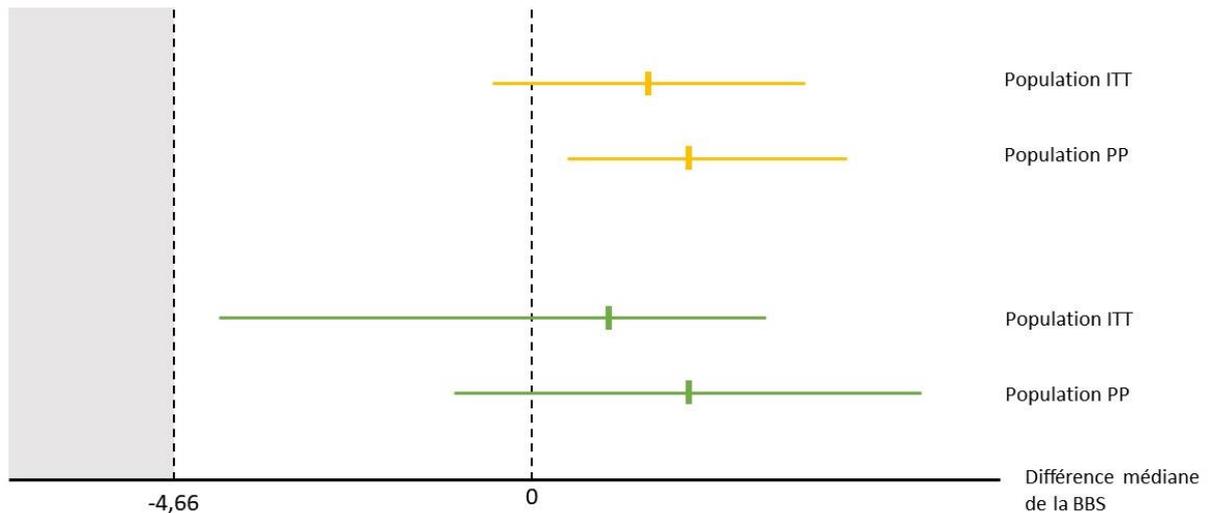


Figure 24 : Graphique illustrant la différence médiane entre les groupes et son IC95%, pour la BBS

Les résultats à T1 sont en jaune, et à T2 en vert.

Les traits de couleurs verticaux correspondent à la différence médiane et les traits horizontaux à l'IC95%.

Interprétation : si l'intervalle de confiance est supérieur à la zone grise (i.e. illustrant la marge de non-infériorité), alors la non-infériorité du traitement expérimental est vérifiée.

3.4. Critères psychologiques et participations

En ce qui concerne les variables psychologiques et la participation, nous avons émis l'hypothèse de la supériorité de YOG'AVC sur le programme FAME. Pour ce type d'analyse, la population ITT était la plus importante. Le programme YOG'AVC n'est pas significativement supérieur au programme FAME pour l'amélioration de l'anxiété en post-traitement (anxiété-état : $p = 0,33$; anxiété-trait : $p = 0,42$) et à trois mois (anxiété-état : $p = 1$; anxiété-trait : $p = 0,78$), de la dépression en post-traitement ($p = 0,68$) et à trois mois ($p = 0,44$), et de la réintégration à la vie normale en post-traitement ($p = 0,35$) et à trois mois ($p = 0,26$) (Tableau 11). L'analyse complémentaire de l'évolution intra-groupe a également montré que les patients suivant les deux programmes présentaient une amélioration de ces critères en post-traitement (T1). Cependant, après trois mois (T2), seul le groupe FAME présentait encore un changement statistiquement significatif au niveau de l'anxiété-trait et de la dépression, dans la population ITT (Tableau 11). Mais dans la population PP, les deux groupes ont changé de manière

significative leur anxiété-trait (i.e. YOG'AVC : $p = 0,01$; FAME : $p = 0,05$) et la dépression (YOG'AVC : $p = 0,03$; FAME : $p = 0,02$).

Tableau 11 : Evolution des variables psychologiques et de participation en post-traitement (T1) et à 3 mois (T2) depuis le bilan initial (ITT population)

Variable	Groupes	T1-T0 Médiane [Q1- Q3] ou Moyenne ± ET	p-valeur intra-groupe	T2-T0 Médiane [Q1-Q3] ou Moyenne ± ET	p-valeur intra-groupe
STAI-YA, /80, ↘ Y-A	YOG'AVC	-6,5 [-10 ; -1,8]	$p = 0,020$	-3,0 [-13,0 ; 2,0]	$p = 0,260$
	FAME	-1,5 [-7,8 ; 0]	$p = 0,049$	-4,0 [-7,0 ; 0]	$p = 0,150$
	IC95%	(-9,0 ; 2,0)		(-13,0 ; 9,0)	
	<i>p-valeur inter-groupe</i>	$p = 0,33$		$p = 1,00$	
STAI-YB, /80, ↘	YOG'AVC	-7,0 [-15,2 ; -2,0]	$p = 0,003$	-4,0 [-8,0 ; -1,0]	$p = 0,054$
	FAME	-4,0 [-10,2 ; -1,8]	$p = 0,008$	-4,0 [-11,0 ; -2,0]	$p = 0,010$
	IC95%	(-10,5 ; 4,5)		(-6,0 ; 9,0)	
	<i>p-valeur inter-groupe</i>	$p = 0,42$		$p = 0,78$	
IDB, /63, ↘	YOG'AVC	-3,0 [-11,2 ; 0]	$p = 0,014$	-4,0 [-6,0 ; 2,0]	$p = 0,120$
	FAME	-5,0 [-7,2 ; -1,0]	$p = 0,008$	-4,0 [-11,0 ; -2,0]	$p = 0,006$
	IC95%	(-7,0 ; 5,5)		(-3,0 ; 10,0)	
	<i>p-valeur inter-groupe</i>	$p = 0,68$		$p = 0,44$	
RNLI, /22, ↘	YOG'AVC	-2,0 [-4,0 ; -1,0]	$p = 0,002$	0 [-3,0 ; 0]	$p = 0,083$
	FAME	-1,0 [-3,0 ; 0]	$p = 0,018$	0 [-1,0 ; 1,0]	$p = 1,000$
	IC95%	(-3,0 ; 1,0)		(-4,0 ; 1,0)	
	<i>p-valeur inter-groupe</i>	$p = 0,35$		$p = 0,26$	

Abréviations : IDB, Inventaire de dépression de Beck ; IC95%, Intervalle de confiance à 95 % ; RNLI, Inventaire de réintégration à la vie normale ; STAI, Inventaire d'anxiété état-trait.

↗, le score augmente en cas d'amélioration.

↘, le score diminue en cas d'amélioration.

Les résultats significatifs sont en gras.

3.5. Observance

Pendant la phase expérimentale (T0-T1), l'assiduité aux séances de groupe a été très bonne et similaire dans les deux groupes avec une médiane globale de 92 % (Tableau 12). Les raisons des absences étaient liées dans 46 % des cas à un problème de santé, 17 % aux vacances, 16 % à un rendez-vous médical, 14 % à un problème de transport et enfin 7 % à un problème familial. En revanche, les séances en autonomie à domicile ont été moins bien suivies avec une moyenne globale de 57 %. Les séances à domicile ont été réalisées principalement avec un support vidéo (i.e. 66 %) et moins fréquemment avec un support papier (i.e. 34 %). La majorité de ces séances ont été réalisées seules (i.e. 76 %), et 24 % ont été réalisées accompagnées (i.e. 75 % par un conjoint, 17 % par un enfant, 6 % par un parent, 2 % par un ami). Concernant les raisons de non-observance, 63 % des séances manquées étaient dues à un manque de motivation, 22 % à un manque de temps, 7 % à des problèmes de santé, 4 % à une trop

grande fatigue et 4 % à la peur de réaliser les exercices seul. Pendant la phase de suivi (T1-T2), la médiane globale était de 0,5 séance par semaine, sans différence significative entre les groupes.

Tableau 12 : Observance des participants (population ITT)

Variables		Total	YOG'AVC	FAME	p- valeur
Observance, T0- T1	n	n = 32	n = 16	n = 16	
Sessions de groupe, %	Med [Q1- Q3]	91,7 [83,3 ; 95,8]	91,7 [86,5 ; 100,0]	87,5 [82,3 ; 92,7]	0,19
Sessions en autonomie, %	M ± ET	57,0 ± 29,8	60,4 ± 29,4	53,6 ± 30,7	0,53
Observance, T1- T2	n	n = 26	n = 13	n = 13	
Sessions/semaine	Med [Q1- Q3]	0,5 [0,1 ; 0,9]	0,8 [0,4 ; 0,9]	0,4 [0 ; 0,6]	0,13

Abréviations : M ± ET, Moyenne ± Écart-type ; Med [Q1-Q3], Médiane [Quartile 1 - Quartile 3]
Les résultats significatifs sont en gras.

4. Discussion

L'objectif principal de cette étude était d'étudier la non-infériorité du programme YOG'AVC par rapport au programme FAME dans l'amélioration de l'équilibre chez les patients en phase chronique post-AVC. La non-infériorité a été démontrée dans les analyses ITT et PP. Les patients des deux groupes ont amélioré leurs scores sur la BBS, bien que ces améliorations n'aient pas dépassé le CMD de l'échelle, ce qui peut soulever des questions quant à l'efficacité des deux thérapies. Cependant, si l'on regarde l'évolution individuelle des participants entre T0 et T1, 31 % des patients de chaque groupe ont montré une amélioration supérieure au CMD. Le score de la BBS à T0 chez ces sujets était de 41 ± 7 points (moyenne ± ET), alors que la moyenne des autres patients était de 48 ± 11 points. Il est probable que l'amélioration au-delà du CMD est plus facile à obtenir lorsque les scores initiaux des participants sont faibles et qu'ils disposent d'une plus grande marge d'amélioration. Paranjape et Gore (2019) ont également constaté une amélioration significative dans leur groupe qui a pratiqué des postures de yoga et dans leur groupe qui a pratiqué des exercices conventionnels. Dans leur étude, ces améliorations étaient en moyenne de 8 points, donc supérieures au CMD de la BBS. Leurs groupes de patients (i.e. yoga vs conventionnel) avaient des scores initiaux avec une médiane autour de 40 points, alors que la médiane de notre échantillon était de 50 points. Par ailleurs, Schmid et al. (2012) ont démontré dans leur étude pilote qu'une amélioration significative supérieure à 6 points sur la BBS était possible dans une population ayant un score initial moyen d'environ 41 points et pratiquant un programme de yoga.

Il est donc possible que la marge de progression ait été plus faible pour notre population, ce qui explique que la majorité de nos participants n'ait pas montré d'amélioration supérieure au CMD. En ce qui concerne le programme FAME, Pang et al. (2005) avaient une population similaire à la nôtre (i.e. score initiale moyenne de la BBS autour de 47 points) et l'amélioration post-traitement n'était que de 2 points, donc au-dessous du CMD de l'échelle. Par conséquent, les futures études portant sur l'amélioration de l'équilibre fonctionnel à l'aide de la BBS devraient peut-être se concentrer sur l'inclusion d'un plus grand nombre de patients dont le score est inférieur à 40 points.

De même, les résultats sur la confiance perçue en son équilibre (i.e. score ABC-S) ont démontré la non-infériorité du programme YOG'AVC. Cependant, l'amélioration moyenne dans les deux groupes (différence de médiane entre T0 et T1 : 9 % pour YOG'AVC, contre 3 % pour FAME) n'a pas dépassé le CMD de l'échelle (i.e. 19,8 %). Schmid et al. (2012) ont constaté dans leur étude pilote une amélioration significative de la confiance auto perçue en son équilibre (i.e. augmentation d'environ 6 %) dans le groupe de yoga et non dans le groupe de contrôle inactif, mais ici aussi l'amélioration n'a pas dépassé le CMD de l'échelle.

En ce qui concerne la mobilité fonctionnelle, le programme YOG'AVC s'est avéré non inférieur au programme FAME dans l'amélioration du TUG et du TDM6. Pour le TUG, l'amélioration moyenne du groupe YOG'AVC (différence de médiane entre T0 et T2 en ITT : -2,7 secondes) était très proche du CMD de l'échelle (i.e. 3,2 secondes) mais pas le groupe FAME (différence de médiane entre T0 et T2 en ITT : -0,2 secondes). De plus, pour le TDM6 la différence de médiane du groupe YOG'AVC (i.e. différence de médiane entre T0 et T1 en ITT : 37,5 mètres) a dépassé la MCID (i.e. 30,5 mètres) et celle du groupe FAME s'en approchait (i.e. différence de médiane entre T0 et T1 en ITT : 23,5 mètres). Cette amélioration cliniquement pertinente est très encourageante car les capacités de marche sont essentielles dans la prévention de la sédentarité (Billinger et al., 2014). Schmid et al. (2014) et Immink et al. (2014) ont également montré une amélioration de la marche (i.e. pendant le TDM6) dans leurs groupes pratiquant du yoga.

Concernant les résultats sur la force maximale isométrique du quadriceps du côté sain et du côté atteint, en post-traitement (T1) la non-infériorité du programme YOG'AVC a été confirmée mais l'amélioration n'était pas supérieure à la MCID dans les deux groupes. Cependant, cela n'a pas pu être confirmé à T2 car la moyenne dans le groupe FAME a continué à augmenter de manière plus importante que dans le groupe YOG'AVC. Ceci peut s'expliquer par la taille réduite de l'échantillon à T2 (i.e. une perte de 50 % des sujets du groupe FAME en population PP) et les résultats très hétérogènes des participants. En effet, l'analyse de l'évolution individuelle des participants a montré une amélioration relativement homogène de la force musculaire en post-traitement (T1), mais pas au suivi (T2). Cette différence peut être liée à l'activité physique qui s'est poursuivie entre T1 et T2. Bien qu'aucune différence significative dans l'observance des activités n'ait été trouvée entre les groupes, nous ne

pouvons pas conclure que les deux groupes aient maintenu le même niveau d'activité physique sur cette période. En effet, nous nous sommes focalisés uniquement sur la pratique des séances FAME ou YOG'AVC, mais les patients ont pu pratiquer d'autres types d'activités physiques (e.g. marche, jardinage etc.). Par ailleurs, il semble intéressant de noter, durant la période T0-T1, que les séances de groupe en face à face ont été beaucoup plus suivies (i.e. 92 %) que les séances en autonomie à domicile (i.e. 57 %). Le manque de motivation pour pratiquer les séances à domicile était la raison la plus fréquemment rapportée (i.e. 63 %), ce qui est cohérent avec les résultats d'études précédentes (Billinger et al., 2014; Nicholson et al., 2013). En outre, la pratique d'exercices en groupe, structurée et supervisée par un professionnel, semble être un facteur important d'adhésion (Banks et al., 2012; Billinger et al., 2014). En effet, Billinger et al. (2014) rapportent que les facteurs motivationnels les plus fréquemment rapportés sont : la possibilité de rencontrer d'autres individus ayant souffert de la même pathologie, bénéficier ainsi d'un soutien psychologique et social, ainsi que l'avantage d'un soutien professionnel pour guider et faciliter l'activité physique.

L'hypothèse selon laquelle le programme YOG'AVC pourrait être plus efficace que le programme FAME pour améliorer l'état psychologique et la participation des patients n'a pas pu être confirmée car aucune différence significative d'évolution entre les groupes n'a été démontrée après le traitement (T1) ou après un suivi de trois mois (T2). Cependant, en post-traitement (T1) les deux groupes ont amélioré de manière significative leurs scores d'anxiété état-trait, de dépression et de réintégration à la vie normale. Les résultats après trois mois de suivi (T2) sont plus incertains, car les analyses intragroupes diffèrent selon la population analysée (ITT ou PP). De même, dans une étude précédente Immink et al. (2014) ont constaté une diminution cliniquement significative du score d'anxiété-trait (8 points) du groupe de yoga, sans pouvoir démontrer une différence significative avec le groupe de contrôle inactif. Dans notre étude, le groupe YOG'AVC a montré un changement médian de 7 points, ce qui est très proche de cette amélioration cliniquement significative, tandis que le groupe FAME a montré un changement médian de seulement 4 points. En ce qui concerne la dépression, Immink et al. (2014) n'ont pas trouvé d'amélioration significative dans le temps ou de différence entre les groupes, mais nous n'avons pas utilisé le même score. Dans notre étude, les deux groupes présentaient un score médian de dépression reflétant une dépression « légère » au départ (i.e. un score entre 10 et 18 points sur l'IDB), une amélioration significative dans les deux groupes a été démontrée après le traitement. Ainsi, nos résultats indiquant une amélioration de l'état psychologique des deux groupes semblent globalement encourageants. Il est possible qu'elles résultent de différents facteurs tels que l'aspect social des sessions de groupe où certains participants ont créé des relations fortes. L'amélioration des critères physiques pourrait également avoir contribué à réduire l'anxiété et la dépression puisque les patients ont pu prendre confiance en eux et en leurs capacités. Ainsi, ces deux programmes ont des points communs en ce qu'ils proposent une APA aux déficiences motrices des participants, avec des

séances de groupe qui permettent la création de relations sociales, et un encadrement rassurant par la présence d'un thérapeute. Cependant, ils présentent également des différences notables dans l'approche des exercices. Dans le yoga, les participants sont invités à se concentrer sur leurs sensations corporelles, à prendre conscience du positionnement de leur corps dans l'espace, ce qui nécessite une concentration importante ; les postures sont maintenues statiquement avec des muscles en contraction isométrique et une sollicitation des muscles posturaux profonds. Dans les exercices conventionnels, les mouvements sont exécutés de manière plus mécanique, mais avec différentes modalités de contraction musculaire (isométrique, concentrique, excentrique) et dans un but plus fonctionnel. Dans le yoga, un état d'esprit concentré est requis pour chaque exercice, et des postures physiquement intenses sont alternées avec des postures plus douces, ce qui permet de travailler constamment pendant la séance mais laisse peu de temps pour la discussion. Dans les séances conventionnelles, les exercices intenses debout sont entrecoupés de pauses assises où les participants peuvent plus facilement discuter. Il est possible que le programme YOG'AVC permette une plus grande mobilité articulaire puisque les postures travaillent sur les amplitudes articulaires maximales, alors que le programme FAME est peut-être plus efficace pour travailler l'endurance puisque les participants sont beaucoup plus en mouvement. De futures études pourraient se concentrer sur les différences qui existent entre ces programmes. Pour l'instant, nous avons pu démontrer leur similitude pour améliorer l'équilibre, la mobilité fonctionnelle, la force musculaire, l'état psychologique et la réintégration dans la vie normale des patients victimes d'AVC. D'un point de vue clinique, pour choisir l'intervention la plus appropriée pour un patient, il convient probablement de prendre en compte ses désirs et ses attentes.

La principale limite de cette étude est la taille de l'échantillon qui était plus petite qu'attendue. Néanmoins, comme la différence observée entre les deux groupes était plus élevée que prévu et favorable à l'intervention expérimentale, nous pouvons conclure concernant la non-infériorité du yoga (i.e. en post-traitement). Cela dit, il est indiscutable que le faible nombre de patients est une limite à la possibilité de généraliser les résultats observés, et que nous ne pouvons tirer une conclusion définitive de cette étude. Deuxièmement, bien que nous ayons inclus des participants avec un score sur la BBS inférieur à 51 points, dans le but d'assurer une marge d'amélioration au moins équivalente au CMD (i.e. 4,66 points), il est probable qu'une marge plus faible ou l'utilisation d'autres échelles avec un effet plafond plus faible auraient été plus pertinentes. Par ailleurs, notre échantillon contenait un petit nombre de patients réellement anxieux ou déprimés, car ce n'était pas un critère d'inclusion. De futures études portant sur un échantillon suffisant de patients souffrant d'anxiété ou de dépression plus sévère devraient être mieux à même de déterminer l'efficacité de ces programmes pour améliorer l'état psychologique. Enfin, les interventions proposées n'étaient réalisables que pour les patients présentant un degré suffisant de récupération fonctionnelle (i.e. voir les critères d'inclusion) et ne souffrant pas de

troubles cognitifs importants ; elles ne peuvent donc pas être généralisées à tous les patients victimes d'AVC.

Malgré ces limites, cette étude a montré qu'un programme de yoga adapté n'était pas inférieur à un programme d'activité physique conventionnel pour améliorer l'équilibre, la mobilité fonctionnelle et la force musculaire chez les patients présentant des séquelles post-AVC. En outre, les deux interventions semblent avoir le potentiel d'améliorer l'état psychologique et la participation des patients. Les deux programmes peuvent donc être proposés aux patients souffrant de séquelles chroniques post-AVC. Les séances peuvent être proposées dans un centre de rééducation ou non, car un minimum d'équipement est nécessaire pour effectuer les exercices. Une amélioration semble possible après 3 mois de pratique régulière. D'autre part, il semble que les patients soient moins observants lorsque les séances sont pratiquées de manière indépendante, ce qui souligne l'intérêt de poursuivre la pratique en groupe dans la durée.

Étude 3 – Le télé-yoga dans la rééducation des séquelles post-AVC : une étude pilote

➤ Une publication scientifique (soumise) :

Lenoir Dit Caron R, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Durand L, Coquart J (Soumis). Feasibility and acceptability of tele-yoga for stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation*. (Annexe 10)

➤ Une communication par poster (Annexe 11) :

Lenoir Dit Caron R, Triquenot-Bagan A, Tourny C, Coquart J. Le télé-yoga dans la rééducation des séquelles chroniques post-AVC : une étude pilote randomisée contrôlée. *4^e éditions des Rencontres Nationales du Sport-Santé*. 09 septembre 2023. INSEP, Paris, France.

1. Introduction

Nous avons vu, dans les parties précédentes de ce travail, que les AVC peuvent engendrer un ensemble varié de séquelles physiques et psychologiques susceptibles de restreindre leur participation sociale (Winstein et al., 2016). Parmi les thérapies alternatives et complémentaires, le yoga est une discipline potentiellement pertinente puisqu'elle s'adresse aux dimensions physique et psychologique de l'individu (Jeter, Slutsky, et al., 2015). La pratique posturale, dans un état d'esprit dit de « pleine conscience », semble particulièrement intéressante lorsque les aspects moteurs et sensoriels (dont la sensibilité profonde ou la « proprioception ») sont affectés. Dans une étude qualitative, Garrett et al. (2011) ont montré que la pratique du yoga dans le cadre de la rééducation post-AVC peut améliorer la perception qu'ont les patients de leurs capacités physiques (e.g. la force, l'amplitude des mouvements ou les capacités de marche). Une participante décrivait cette amélioration de la marche en ces termes : « *J'ai d'ailleurs remarqué que lorsque je marche, je sens mes pieds plus solides sur le sol* » et un autre « *Mes orteils se recroquevillaient, mais maintenant je peux faire six ou sept pas avec tout bien à plat sur le sol* ». Il apparaît également que le yoga avait amélioré la perception de leur hémicorps atteint, en atteste ces témoignages : « *Je suis devenu plus conscient de mon corps. Je veux dire qu'il [le côté touché par l'AVC] était complètement mort ; je ne sentais plus la moitié de mon corps, alors le yoga m'a aidé physiquement* » ; « *Je ne laisse pas ma cheville dans une position anormale. Je veille à ce qu'elle soit droite. Avant le programme [de yoga], je devais la regarder pour la voir, maintenant je la ressens* ». De plus, le yoga peut apporter un sentiment de calme et de sérénité. Des exercices de respirations notamment, permettaient pour certains de retrouver cette sensation de calme dans leur quotidien : « *Lorsque les choses deviennent stressantes, [...] je respire. Je ne force pas la respiration, je la laisse venir naturellement et je deviens calme et concentré* ». Pour d'autre, c'est la méditation qui leur a permis de prendre du recul : « *La méditation [...] m'a aidé plus que tout. J'apprends à me faire passer en premier et à ne pas me sentir coupable. La méditation permet de prendre du recul et de se rendre compte de la chance que l'on a d'être encore en vie [...] le yoga m'a redonné confiance en moi.* » (Garrett et al., 2011). Par ailleurs, des essais contrôlés randomisés antérieurs ayant expérimenté des programmes de yoga adaptés aux patients victimes d'AVC, ont montré leur efficacité pour améliorer des fonctions physiques telles que l'équilibre (Immink et al., 2014; Schmid et al., 2012), la force musculaire, l'amplitude des mouvements et la mobilité fonctionnelle (Schmid et al., 2014). Il semble que l'état psychologique des patients post-AVC puisse également être amélioré, avec une réduction de l'anxiété (Immink et al., 2014) et de la dépression (Chan et al., 2012).

Bien que les résultats préliminaires de ces différentes études soient prometteurs, nous avons remarqué que l'accès aux séances de yoga en face à face peut être difficile pour certains patients. En effet, il est fréquent qu'ils ne soient plus en mesure de conduire et qu'ils n'aient pas toujours un aidant disponible

pour les accompagner à leurs séances (Finestone et al., 2009; Rimmer et al., 2008). En France, bien qu'il soit possible de bénéficier d'une prescription de transport, puisque les séquelles post-AVC font parties de la catégorie des « affections longues durées », elle ne concerne que les trajets vers un lieu de soin ; ce qui implique que les séances de yoga doivent, pour bénéficier de cette aide, être réalisées par un personnel soignant dans un lieu de soins (e.g. cabinet de masso-kinésithérapie ou centre de soins de suites et réadaptation) (L'Assurance Maladie, 2023). Or, s'il s'agit d'une pratique de yoga considérée comme de l'APA dispensée par un EAPA ou simplement par un professeur de yoga, en milieu libéral ou associatif, il n'existe actuellement pas de prise en charge des transports par la sécurité sociale (L'Assurance Maladie, 2023). De plus, dans certaines régions qualifiées de « déserts médicaux », le manque de professionnels de santé complique également l'accessibilité aux soins (Lucas-Gabrielli & Chevillard, 2018). Aussi, les technologies de communication à distance sont de plus en plus utilisées, notamment depuis de la pandémie de COVID-19 où les professionnels de santé ont dû adapter leurs pratiques pendant la période de confinement (Le Toullec et al., 2022; Ordre des masseurs-kinésithérapeutes, 2020). Dans ce contexte, l'Organisation mondiale de la santé a recommandé l'utilisation de la télé-médecine dans la mesure du possible et souligne la nécessité de poursuivre les recherches dans ce domaine (Organisation mondiale de la santé, 2020). Dans le prolongement de ce vaste concept de télé-médecine, la télé-rééducation consiste à fournir des services de rééducation à des patients se trouvant dans des endroits éloignés, en utilisant les technologies de l'information et de la communication (Laver et al., 2013; Le Toullec et al., 2022).

Actuellement, seules quelques études ont expérimenté le télé-yoga, et il s'agit principalement d'études pilotes visant à garantir la faisabilité de l'intervention (Bislick et al., 2023; Emard et al., 2021; A. James-Palmer et al., 2022; Selman et al., 2015; Strömberg et al., 2021). Par exemple, James-Palmer et al. (2022) ont mené une étude de faisabilité et de sécurité sur un groupe de 16 patients atteints de la maladie de Parkinson. Ils ont bénéficié de séances individuelles de télé-yoga de 30 minutes à raison de deux fois par semaine, pour un total de 12 séances. Les résultats montraient que l'intervention était sans danger (i.e. aucun événement indésirable grave n'a été attribué à l'intervention), faisable (i.e. malgré quelques difficultés technologiques) et plaisante (moyenne \pm ET : $9,0 \pm 1,0$ sur une échelle de 10 points) pour les participants (A. James-Palmer et al., 2022). Deux autres études menées pendant la pandémie de COVID-19, auprès de patients atteints de cancer, montrent que le télé-yoga a été bien accepté par les participants (Emard et al., 2021; Snyder et al., 2021). Ils soulignaient que les séances les aidaient à maintenir une routine structurée, réduisaient le stress lié au COVID-19 et encourageaient les relations sociales pendant une période d'isolement. Concernant les AVC, une étude pilote récente portant sur des patients aphasiques ($n = 7$) a expérimenté un programme de télé-yoga de huit semaines (i.e. une séance de groupe par semaine avec un logiciel de visio-conférence) (Bislick et al., 2023). Les résultats montraient la faisabilité de l'intervention et son impact positif sur la résilience, le sommeil et

la douleur. L'objectif de cette étude n'était pas la récupération motrice des participants mais plutôt leur socialisation, car l'intervention comprenait 10 à 20 minutes d'interaction sociale et seulement 30 minutes de pratique de yoga (i.e. *asanas*, respiration et méditation) assis sur une chaise, ce qui n'impliquait aucun travail d'équilibre debout. Aussi, à notre connaissance il n'existe actuellement aucune étude sur l'intérêt du télé-yoga pour améliorer les déficiences physiques post-AVC, et en particulier les troubles de l'équilibre.

Il semblait donc approprié de mener une étude pilote pour déterminer la faisabilité et la sécurité d'un programme spécifique de télé-yoga visant à améliorer la fonction motrice, et son acceptabilité par les participants. En effet, les séquelles post-AVC peuvent affecter la capacité à se lever d'une chaise, à se tenir debout et à maintenir l'équilibre. Il semble donc important de se concentrer sur ces aspects moteurs en particulier, car ils n'ont pas été explorés auparavant (Bislick et al., 2023). Nous devons nous assurer que l'intervention (i.e. les postures en particulier) était faisable et sans danger. Nous avons également, en critères secondaires, effectué une première évaluation de l'efficacité du traitement sur des critères tels que : l'équilibre, la mobilité fonctionnelle, l'anxiété, la dépression et la réintégration sociale.

2. Méthode

2.1. Design de l'étude

Un essai pilote contrôlé randomisé a été réalisé. Ce manuscrit est rédigé conformément à la déclaration CONSORT 2010, extension dédiée aux études pilotes randomisés (Annexe 12) (Eldridge et al., 2016). La recherche a été menée en France métropolitaine et approuvée par le comité de protection des personnes Est III (Annexe 13). Le protocole a été enregistré sur le site <https://clinicaltrials.gov/> (NCT05595941). Tous les participants ont donné leur consentement libre et éclairé par écrit.

2.2. Recrutement

Une campagne d'appel à volontaires a été menée sur les réseaux sociaux et dans les journaux, ainsi que par l'intermédiaire de professionnels de santé et d'associations (Annexe 14). Pour être éligibles, les participants devaient : avoir subi un AVC il y a plus de 6 mois, souffrir de troubles de l'équilibre modérés (score entre 41 et 51 sur la BBS), être capables de se tenir debout et de marcher au moins 10 mètres (avec ou sans aide technique), être capables de descendre au sol et de se relever, disposer d'une connexion internet et d'un appareil numérique (e.g. ordinateur ou tablette) leur permettant d'utiliser le logiciel de réunion Zoom (©2012-2023 Zoom Video Communications Inc, San Jose, USA), avoir un aidant présent lors des évaluations, et désigner une « personne à contacter » en cas de problème lors des séances de télé-yoga. Les patients ne pouvaient pas être inclus s'ils avaient : moins de 18 ans,

souffraient de troubles cognitifs [score < 4 points au *6-items mini-mental state examination* (Callahan et al., 2002)], avaient des troubles de l'équilibre qui n'étaient pas consécutifs à l'AVC, présentaient une contre-indication médicale à l'activité physique ou participaient actuellement et régulièrement à un autre programme d'APA. L'éligibilité des volontaires a été vérifiée par un premier appel téléphonique, suivi d'une réunion en face-à-face sur le logiciel de visio-conférence Zoom (©2012-2023 Zoom Video Communications Inc., San Jose, USA). Une fois leur consentement écrit recueilli (i.e. par mail ou par la poste), les participants éligibles ont ensuite été adressés à une évaluatrice en aveugle (i.e. Léa Durand, étudiante en dernier cycle d'étude de masso-kinésithérapie) pour l'évaluation initiale.

2.3. Intervention

Le groupe expérimental a pratiqué le programme YOG'AVC (Figure 21) durant 12 semaines, à raison de trois séances hebdomadaires : deux sessions en groupe (i.e. maximum quatre personnes par groupe) et une session en autonomie à domicile avec support vidéo. Dans cette étude, les sessions de groupe ont été réalisées à l'aide du logiciel de réunion Zoom et une vidéo hébergée en ligne a été transmise chaque semaine par courrier électronique pour favoriser une pratique en autonomie. Lors de la pratique en visio-conférence, l'enseignante était clairement visible à l'écran et les participants pouvaient également se voir et s'entendre. Les participants ont été invités à se placer à une distance suffisante de la caméra pour que l'ensemble de leur corps soit visible dans la mesure du possible. Ils ont également reçu gratuitement un colis contenant le matériel de yoga suivant : un tapis, deux couvertures, une sangle et deux briques en lièges.

Les participants du groupe de contrôle ont été invités à conserver leur mode de vie et à signaler toute modification substantielle (e.g. changement de traitement ou d'habitudes vis-à-vis de l'activité physique) survenue au cours de cette période. Ils ont ensuite pu participer à leur tour au programme de télé-yoga à l'issue de la phase expérimentale T0-T1 (Figure 25).

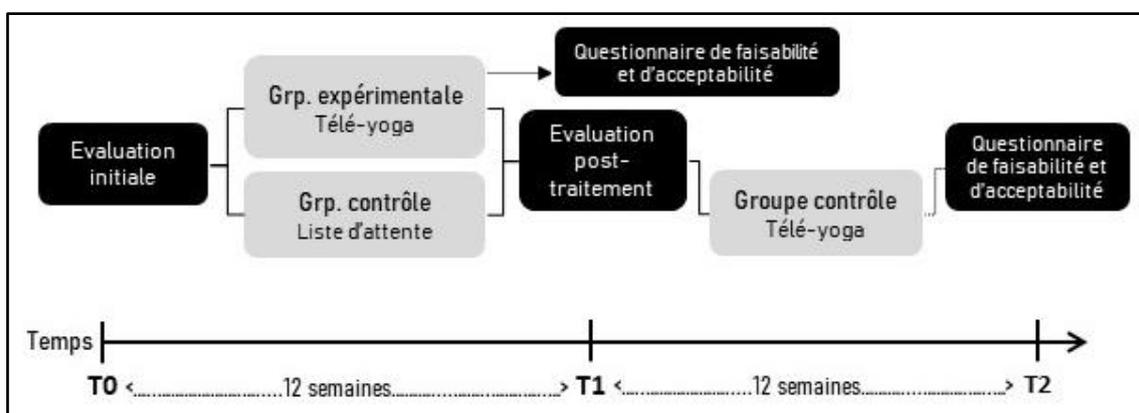


Figure 25 : Organisation de la recherche télé-yoga dans le temps en fonction des groupes
Abréviation : Grp, groupe.

2.4. Évaluation

2.4.1. Faisabilité et acceptabilité du télé-yoga

Afin d'évaluer la faisabilité et l'acceptabilité du télé-yoga pour les participants, il leur a été demandé de remplir un questionnaire à la fin de leur participation au programme (Figure 25). Le questionnaire était divisé en quatre parties (Tableau 15). La première partie portait sur les problèmes techniques et matériels potentiels, avec des questions dichotomiques (i.e. réponse par oui ou non) et, si la réponse était « oui », il était demandé de préciser les difficultés rencontrées. La deuxième et la troisième partie portaient sur le ressenti des participants par rapport aux sessions (i.e. respectivement les sessions en groupe et les sessions en autonomie), avec des questions sur la satisfaction, la difficulté des exercices et le désir de continuer. La dernière partie était une question ouverte invitant les participants à s'exprimer librement sur la faisabilité et leur satisfaction vis-à-vis du programme de télé-yoga.

Les modifications apportées au programme initial de YOG'AVC et les difficultés rencontrées lors des séances de visio-conférence ont été consignées dans un carnet de bord par la rééducatrice en charge des séances.

L'adhésion au programme de télé-yoga a été mesurée directement par le pourcentage de séances de groupe effectuées (i.e. présence notifiée par la rééducatrice) comparativement à celles prévues, et le pourcentage de séances en autonomie déclarées comme effectuées (i.e. renseigné par les participants via un questionnaire hebdomadaire en ligne). Les raisons de non-observance ont également été recueillies auprès des participants. La sécurité a été évaluée en notifiant les événements nécessitant de faire appel à la « personne à contacter » pendant les séances de groupe en visio-conférence, et tous les événements indésirables signalés entre T0-T1 pour le groupe expérimental et T0-T2 pour le groupe de contrôle.

2.4.2. Efficacité du programme de télé-yoga

L'évaluation de l'efficacité du programme de télé-yoga consistait en trois évaluations physiques et quatre auto-questionnaires. Les évaluations physiques ont été réalisées en aveugle par une personne n'ayant eu aucun contact avec les participants en dehors des évaluations, en utilisant le logiciel Zoom meeting®. Pour les questionnaires, un lien numérique a été envoyé par courriel juste en amont de l'évaluation en visio-conférence, et les participants devaient y répondre pendant la visio-conférence afin de pouvoir poser des questions à l'évaluatrice si besoin. Cette même procédure d'évaluation a eu lieu avant et après la phase expérimentale T0-T1. Puis, pour le groupe de contrôle, seules les données relatives à la faisabilité, l'acceptabilité, l'adhésion et la sécurité ont encore été recueillies (Figure 25).

L'équilibre fonctionnel a été évalué par la BBS (Gillespie et al., 2021; Russell et al., 2013), et la mobilité fonctionnelle par le TUG (Ozsoy et al., 2022; Russell et al., 2013) et le *Five Time Sit To Stand* (5TSTS)

(Russell et al., 2013). La faisabilité et la reproductibilité de ces trois tests en visio-conférence a été validée par des études antérieures, sur des patients atteints de bronchopneumopathie chronique obstructive pour le TUG et le 5TSTS (Ozsoy et al., 2022), sur des patients atteints de la maladie de Parkinson pour la BBS et le TUG (Russell et al., 2013) et sur une population victime d'un AVC pour la BBS (Gillespie et al., 2021). Ils sont réalisables en présence d'un aidant pour assurer la sécurité du participant pendant les tests physiques et pour assister l'évaluateur. L'auto-perception de la confiance en son équilibre a été évaluée par le questionnaire ABC-S (Filiatrault et al., 2007), l'anxiété d'état et de trait par le STAI (Gauthier & Bouchard, 1993), la dépression par le BDI (Lahlou-Laforêt et al., 2015) et les restrictions de participation par le RNLI (Wood-Dauphinee et al., 1988).

2.5. Taille de l'échantillon

Un échantillon de convenance a été recruté sur une période qui s'étendait de début octobre 2022 à fin février 2023.

2.6. Randomisation

Dès lors que suffisamment de sujets étaient recrutés pour former deux groupes (i.e. au moins trois personnes par groupe), ils étaient évalués (T0) puis répartis au hasard soit dans le groupe expérimental, soit dans le groupe contrôle avec un ratio 1 : 1, et au moyen d'une procédure de randomisation stratifiée par blocs de taille variables. La génération des listes a été effectuée par une personne indépendante (i.e. Marius Lebret), en utilisant le logiciel R version 4.0.5. (©2010 The R Foundation for Statistical Computing). Les sujets ont été informés de leur affectation par téléphone par l'investigatrice responsable du programme de télé-yoga (i.e. Rita Lenoir Dit Caron) et ont reçu l'instruction de ne jamais mentionner leur traitement devant l'évaluatrice (i.e. Léa Durand).

2.7. Analyse des données

Pour répondre au premier objectif de l'étude, les données des questionnaires de faisabilité et d'acceptabilité ont été comparées aux données du journal de bord du thérapeute. L'intervention était considérée comme faisable si ni les participants ni le thérapeute n'identifiaient de problèmes majeurs dans la pratique du télé-yoga (e.g. impossibilité de réaliser la majorité des exercices ou d'utiliser le logiciel de visio-conférence). En ce qui concerne la sécurité, il a été demandé aux patients de signaler tout événement indésirable lié à leur santé (i.e. lié ou non à la pratique du yoga), et à la rééducatrice de signaler tout événement indésirable survenu pendant les séances de yoga par visio-conférence. La gravité, le type et le lien de causalité avec l'intervention des événements indésirables potentiels ont été enregistrés. L'intervention a été considérée comme sûre si aucun événement indésirable grave (i.e.

nécessitant l'intervention urgente d'un médecin parce qu'il affecte gravement la santé du patient) ne pouvait être directement lié à l'intervention.

Le second objectif étant de déterminer l'efficacité du télé-yoga par rapport à l'absence de traitement, une analyse statistique des variables d'intérêt a été réalisée. Tout d'abord, une analyse descriptive (i.e. sous forme de graphiques à l'aide de Microsoft® Excel® 2016) de l'évolution de chaque participant par rapport au CMD des échelles physiques a été réalisée (Tableau 13).

Tableau 13 : Changement minimum détectable des échelles évaluant les variables physiques

Echelles	CMD	Auteurs et population
BBS	4,66 points /56	Hiengkaew et al, 2012 <i>AVC en phase chronique</i>
ABC-S	19,8 %	Ishige et al, 2019 <i>AVC en phase chronique</i>
TUG	3,2 secondes	Alghadir et al, 2018 <i>AVC en phase chronique</i>
5TSTS	3,7 secondes	Cabanas-Valdés et al, 2023 <i>AVC en phase chronique</i>

Abréviations : ABC-S, Echelle simplifiée de confiance perçue en son équilibre ; BBS, Echelle d'équilibre de Berg ; TUG, *Timed up and go test* ; 5TSTS, *Five time sit to stand*.

De plus, le changement médian des scores a été comparée entre les groupes par un test de Mann-Whitney-Wilcoxon, et l'évolution dans le temps (i.e. de T0 à T1) au sein de chaque groupe a été testée par un test de signé des rangs de Wilcoxon. Ces analyses ont été réalisées à l'aide de Sigmaplot 14.0 (© Ritme 2023) pour Windows.

2.8. Financement

Cette recherche a reçu une aide financière de la part de l'association France AVC Normandie, notamment pour le matériel, la logistique et l'assurance en lien avec la réalisation de l'étude.

3. Résultats

3.1. Participants

En ce qui concerne le recrutement, sur les 18 volontaires qui ont contacté l'équipe de recherche, quatre n'ont finalement pas donné suite après le premier entretien téléphonique informatif, et trois autres ont été exclus à la suite de l'entretien d'éligibilité en visio-conférence. Les 11 restants ont été inclus dans l'étude, ce qui donne un taux de recrutement de 2,2 participants par mois (Figure 26).

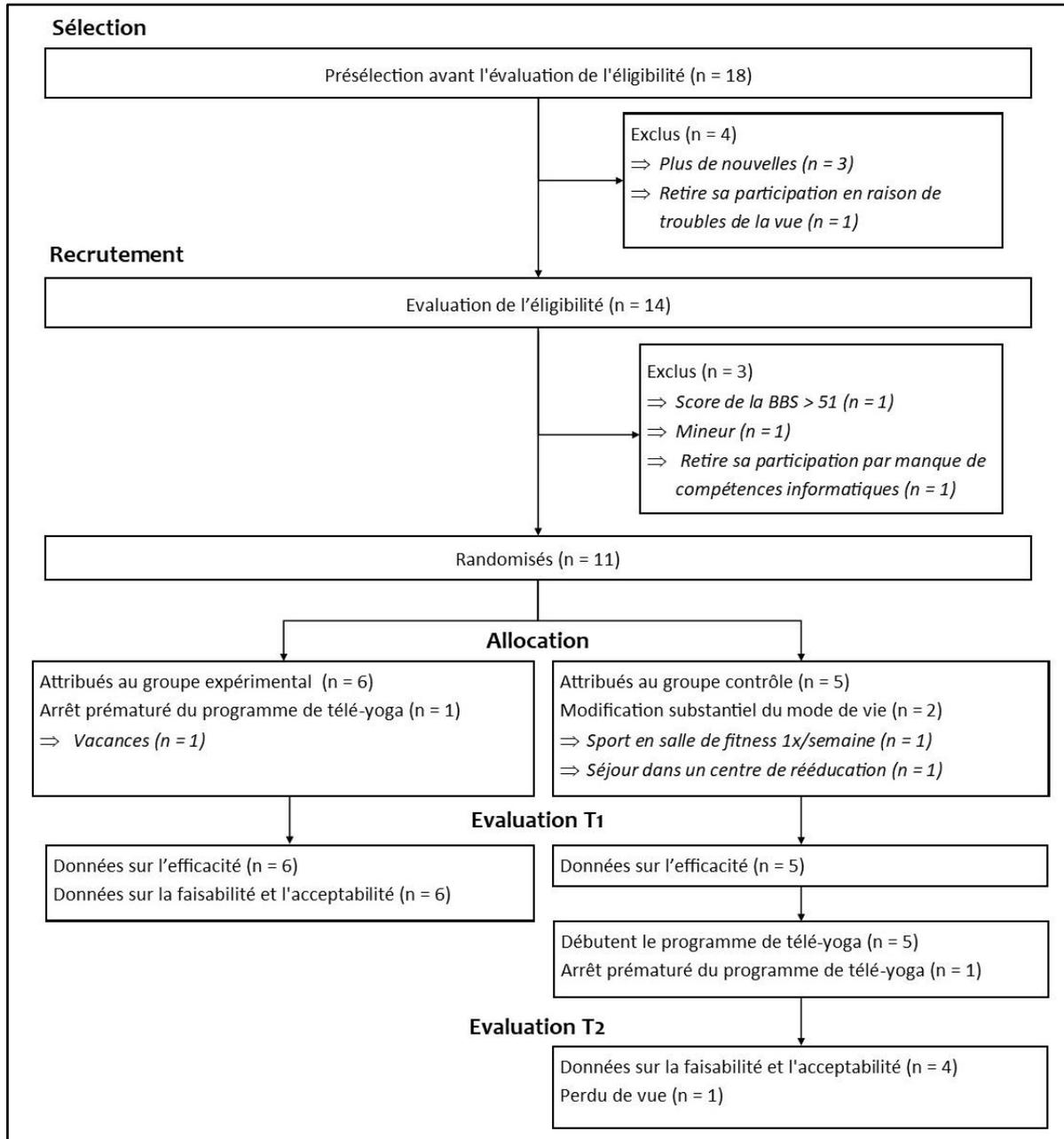


Figure 26 : Diagramme de flux des participants de l'étude télé-yoga

Parmi eux, 45,5 % ont eu connaissance de notre campagne de recrutement par le biais d'internet (i.e. Facebook ou YouTube), 36,3 % ont été informés par un professionnel de la santé, et 18,2 % ont vu

l'information en lisant un article dans un journal. Les participants ont été répartis aléatoirement entre le groupe expérimental (n = 6) et le groupe témoin (n = 5). Les caractéristiques initiales des groupes sont présentées dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Caractéristiques démographiques et cliniques des participants à T0

Variables		Télé-yoga n = 6	Liste d'attente n = 5
Age, années	Med [IR]	49,5 [33,0 ; 53,5]	49,0 [40,0 ; 60,5]
Genre, femme	n	5	4
	homme	1	1
IMC, kg.m ⁻²	Med [IR]	26,5 [22,0 ; 30,0]	25,0 [20,8 ; 32,0]
Temps depuis l'AVC, mois	Med [IR]	40,0 [23,8 ; 61,5]	43,0 [30,0 ; 144,0]
Type d'AVC, ischémique	n	3	2
hémorragique	n	3	3
Hémisphère cérébrale lésé,			
	droit	4	4
gauche	n	2	1

Abréviations : AVC, Accident vasculaire cérébral ; IMC, Indice de masse corporelle ; Med [Q1-Q3], Médiane [Quartile 1 - Quartile 3] ; n, nombre.

Une première session expérimentale (i.e. T0-T1) s'est déroulée de fin novembre 2022 à fin février 2023, et une seconde de fin février 2023 à fin mai 2023. Le suivi des groupes de contrôle (i.e. T1-T2) s'est poursuivi jusqu'à la fin du mois d'août 2023. Dix participants ont été évalués en aveugle par l'évaluatrice avant (i.e. T0) et après (i.e. T1) l'expérimentation, car un participant du groupe contrôle (participant #1) a accidentellement révélé son groupe lors de l'évaluation initiale. En ce qui concerne le télé-yoga, deux participants n'ont pas terminé le programme de 12 semaines : le participant #8 (i.e. groupe expérimental) a arrêté après sa 10^e semaine parce qu'il partait en vacances dans un endroit où il n'y avait pas de connexion internet, et le participant #2 (i.e. groupe contrôle) a arrêté après sa 9^e semaine parce qu'il avait trouvé un emploi et que les horaires des séances ne correspondaient pas à son emploi du temps. Cependant, ils ont tous deux terminé les évaluations, de sorte que nous n'avons pas perdu leurs données. Dix participants ont rempli le questionnaire de faisabilité et d'acceptabilité, et un sujet du groupe de contrôle (i.e. participant #9) n'a pas rempli le questionnaire après avoir participé au programme de télé-yoga et n'a pas répondu à nos messages (i.e. sans raison apparente).

3.2. Données sur la faisabilité et l'acceptabilité du télé-yoga

3.2.1. Faisabilité technique

En ce qui concerne la faisabilité technique de l'intervention, les participants #3, #8 et #11 ont eu besoin de l'aide d'une tierce personne (i.e. un membre de la famille ou un membre de l'équipe de recherche) pour installer le logiciel de vidéoconférence, et les participants #1, #3 et #11 ont eu besoin d'un peu de pratique avant de pouvoir le faire seuls (Tableau 15). Aucune difficulté n'a été signalée dans la réception et l'utilisation des vidéos pour les séances en autonomie, ou avec le matériel de yoga. Seuls deux participants (i.e. #7 et #8) ont fait état d'un manque d'espace à leur domicile, ce qui a rendu difficile la recherche d'un environnement de pratique approprié. De plus, la rééducatrice a noté que sur les 11 participants, seuls cinq étaient en mesure d'installer leur webcam à une distance suffisante pour être visible corps entier. Les cinq autres n'avaient pas assez de place chez eux ou ne voyaient pas assez bien pour s'éloigner de l'écran. Il leur a donc été demandé de déplacer de temps en temps l'orientation de la webcam en fonction des postures qu'ils travaillaient.

Tableau 15 : Questionnaire de faisabilité et d'acceptabilité, et synthèse des réponses des participants

1. Équipement et technologie	
<i>Les questions suivantes portent sur les difficultés techniques et/ou matérielles que vous avez pu rencontrer au cours de l'expérience de télé-yoga.</i>	
Questions	Réponses (n = 10)
Avez-vous rencontré des difficultés, ou eu besoin d'aide, pour installer le logiciel Zoom ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Non (n = 7) ➤ Oui (n = 3)
Si oui, pouvez-vous décrire les difficultés que vous avez rencontrées lors de l'installation du logiciel Zoom ? et/ou qui vous a aidé ?	<p>#3 : « Pas à l'aise avec l'informatique, mon mari sait mieux faire »</p> <p>#8 : « Heureusement que rita m'a aidée. »</p> <p>#11 : « C'est ma femme qui s'en est occupé »</p>
Avez-vous rencontré des difficultés, ou eu besoin d'aide, pour utiliser le logiciel Zoom ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Non (n = 7) ➤ Oui (n = 3)
Si oui, pouvez-vous décrire les difficultés que vous avez rencontrées lors de l'utilisation du logiciel Zoom ? et/ou qui vous a aidé ?	<p>#1 : « Rita est venue chez moi pour me montrer car je n'avais personne pour m'aider, c'était trop compliqué par téléphone (je vois double depuis mon AVC) »</p> <p>#3 : « Mon mari s'occupait de gérer Zoom, surtout au début où la connexion ne fonctionnait pas, on a parfois des problèmes avec internet... mais quand ça va j'arrive à le faire. »</p> <p>#11 : « C'est ma femme qui s'occupe de l'ordinateur, mais quand elle n'est pas là j'arrive parfois à me débrouiller. »</p>
Rencontrez-vous des difficultés pour recevoir le lien vers la vidéo hebdomadaire sur YouTube ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Non (n = 10) ➤ Oui (n = 0)

Si oui, pouvez-vous décrire les difficultés que vous avez rencontrées lors de la réception du lien ?	
Vous rencontrez des difficultés techniques, ou eu besoin d'aide, pour visionner la vidéo hebdomadaire sur YouTube ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Non (n = 10) ➤ Oui (n = 0)
Si oui, pouvez-vous décrire les difficultés que vous avez rencontrées pour visionner la vidéo ? et/ou qui vous a aidé ?	
Avez-vous eu des difficultés, ou eu besoin d'aide, dans la réception de votre équipement de yoga ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Non (n = 10) ➤ Oui (n = 0)
Si oui, pouvez-vous décrire les difficultés que vous avez rencontrées lors de la réception de votre équipement de yoga ? et/ou qui vous a aidé ?	
Avez-vous rencontré des difficultés pour utiliser le matériel de yoga durant les séances ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Non (n = 10) ➤ Oui (n = 0)
Si oui, pouvez-vous décrire les difficultés que vous avez rencontrées avec l'utilisation du matériel de yoga ?	
Vous avez du mal à aménager un espace à votre domicile pour vos séances de yoga ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Non (n = 8) ➤ Oui (n = 2)
Si oui, pouvez-vous décrire les difficultés que vous avez rencontrées lors de l'aménagement d'un espace pour vos séances de yoga ?	#7 : « J'habite un studio j'ai donc très peu d'espace » #8 : « Pas assez de place libre chez moi. »
Avez-vous rencontré d'autres difficultés techniques ou matérielles ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Non (n = 10) ➤ Oui (n = 0)
Si oui, lesquelles ?	
2. Les séances de télé-yoga de groupe en visio-conférences <i>Les questions suivantes portent sur votre ressenti vis-à-vis des sessions de télé-yoga en groupe, via le logiciel de visio-conférence Zoom.</i>	
Questions	Réponses (n = 10)
Quelle est votre satisfaction vis-à-vis des séances de télé-yoga que vous avez réalisé en groupe ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Très satisfait (n = 8) ➤ Satisfait (n = 2) ➤ Modérément satisfait (n = 0) ➤ Pas du tout satisfait (n = 0)
Vous pouvez ajouter un commentaire :	#5 : « un vrai yoga ADAPTÉ, j'ai déjà essayé d'autre cours mais c'était ennuyeux et que sur chaise » #8 : « Rita était parfaite » #1 : « Rita a toujours su régler les séances de yoga aux problématiques de chacun »
Comment jugeriez-vous la difficulté des séances de télé-yoga que vous avez réalisé en groupe ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bien adapté (n = 6) ➤ Adapté (n = 3) ➤ Modérément adapté (n = 1) ➤ Pas du tout adapté (n = 0)

Vous pouvez ajouter un commentaire :	#8 : « Personnellement, j'ai un problème avec le fait de lever la tête et je pense que pour moi cela va trop vite et que du coup je n'arrive pas à respirer correctement » #11 : « J'ai fait ce qu'il a pu, mais j'étais très satisfait »
Si vous en aviez la possibilité, aimeriez-vous continuer des séances de télé-yoga en groupe ?	➤ Oui (n = 10) ➤ Non (n = 0)
Si non, pouvez-vous préciser pourquoi vous ne souhaiteriez pas poursuivre des séances de télé-yoga en groupe ?	
Si vous en aviez la possibilité, préféreriez-vous faire des séances de yoga en présentiel à la place de celles en visio-conférence ?	➤ Non (n = 4) ➤ Oui (n = 6)
Si oui, pouvez-vous préciser pourquoi préféreriez-vous faire des séances de yoga en présentiel ?	#1 : « Multiplier les échanges sociaux est toujours plus intéressant » #2 : « Le contact humain est essentiel » #5 : « en présentielle le monitor a plus possibilité de corriger des postures » #6 : « Pour le contact humain » #7 : « Pour le lien humain » #8 : « Car la correction des positions seraient plus faciles »
Si non, quels avantages trouvez-vous aux séances en visio-conférence ?	#3 : « C'est très bien en télé yoga car on est à la maison » #4 : « Confort d'être à domicile, choix des plages horaires » #10 : « Que nous sommes dans notre lieu de vie avec notre matériel et n'avons pas à penser au trajet. » #11 : « Facile dans le quotidien »
3. Les séances de télé-yoga en autonomie avec support vidéo	
<i>Les questions suivantes portent sur vos ressentis vis-à-vis des séances de télé-yoga que vous avez réalisées de manière autonome, via les vidéos YouTube.</i>	
Questions	Réponses (n = 9) <i>Le participant #2 a indiqué qu'il n'avait pas pratiqué de sessions autonomes.</i>
Quelle est votre satisfaction vis-à-vis des séances de yoga en vidéo (YouTube), à réaliser en autonomie ?	➤ Très satisfait (n = 7) ➤ Satisfait (n = 2) ➤ Modérément satisfait (n = 0) ➤ Pas du tout satisfait (n = 0)
Vous pouvez ajouter un commentaire :	#10 : « Rita est très bienveillante et explique énormément bien »
Comment jugeriez-vous la difficulté des séances de yoga en vidéo que vous avez réalisées en autonomie ?	➤ Bien adapté (n = 6) ➤ Adapté (n = 3) ➤ Modérément adapté (n = 0) ➤ Pas du tout adapté (n = 0)
Vous pouvez ajouter un commentaire :	#8 : « C'était bien, car j'ai pu le faire à mon rythme »

Pensez-vous continuer de pratiquer des séances de yoga en vidéo en autonomie (avec les vidéos YouTube) ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Oui (n = 8) ➤ Non (n = 1)
Si non, pouvez-vous expliquer pourquoi vous ne pensez pas continuer les séances en autonomie ?	#10 : « car d'avoir régulièrement Rita, me stimule et recadre pour les séances. »
Si oui, à quel rythme pensez-vous faire ces séances ?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ De temps en temps (n = 0) ➤ Au moins 1 fois par semaine (n = 3) ➤ Au moins 2 fois par semaine (n = 5) ➤ 3 fois par semaine ou plus (n = 0)
4. Commentaire libre	
Questions	Réponses (n = 6)
Avez-vous un commentaire à ajouter sur la faisabilité et/ou sur votre satisfaction vis à vis du projet télé-yoga ?	<p>#2 : « <i>Je préfère pouvoir discuter en direct avec les gens</i> ».</p> <p>#3 : « <i>C'est parfait</i> ».</p> <p>#4 : « <i>Je suis enchantée d'avoir suivi cette étude, j'ai pu remarquer de nettes améliorations physiques sur le plan de ma rééducation mais aussi au quotidien, lors de mes déplacements à pied. Je me sens plus confiante sur mes jambes et ne souffre plus de gros déséquilibres. Sur le plan émotionnel, le yoga m'apaise énormément et me permet de mieux me sentir dans mes relations aux autres. Le fait de pouvoir réaliser toutes les postures me redonnent confiance en moi et en mes capacités.</i> »</p> <p>#5 : « <i>trop contente de l'avoir fait ;)</i> »</p> <p>#8 : « <i>Que cela continue et que plus de personne puissent y avoir accès</i> »</p> <p>#10 : « <i>Une excellente méthode en tout point et Rita est une excellente prof en tout point.</i> »</p> <p>#11 : « <i>Parfait ! 😊 J'étais content de pouvoir m'allonger par terre, après avoir commencé sur le lit. C'était plus satisfaisant pour moi.</i> »</p>

3.2.2. Faisabilité et acceptabilité des séances en visio-conférence

Pour les séances de visio-conférence, les participants étaient soit très satisfaits (n = 8/10), soit satisfaits (n = 2/10) (Tableau 15). Le participant #5 a trouvé que le yoga était bien adapté par rapport à d'autres séances qu'il avait essayées auparavant, et les participants #1 et #8 ont trouvé l'enseignante agréable et pertinente dans sa façon d'adapter les exercices. La difficulté des exercices a été jugée par la majorité comme étant bien adaptée (n = 6/10) ou adaptée (n = 3/10), un seul participant l'a jugé moyennement adaptée (i.e. le participant #2). Le participant #8 a noté qu'il avait du mal à lever la tête et que cela avait tendance à bloquer sa respiration, le participant #11 a noté qu'il n'avait pas pu faire tous les exercices mais qu'il était néanmoins satisfait. Tous les participants ont déclaré qu'ils aimeraient poursuivre les séances de télé-yoga par visio-conférence s'ils en avaient la possibilité. Cependant, six d'entre eux ont déclaré qu'ils préféreraient faire des séances en face à face s'ils en avaient l'occasion, en raison du contact humain (participants #1, #2, #6, #7) et de la possibilité d'être ajusté manuellement par l'enseignante pendant les postures (participants #5, #8). La rééducatrice a rapporté que cela prenait du temps de devoir ajuster les positions des participants à l'oral, et qu'ils pratiquaient parfois moins de postures que prévu pendant les sessions. De même, l'utilisation de supports (i.e. sangles, briques ou

couvertures) était chronophage, car certains participants mettaient beaucoup de temps à les placer correctement, et ils ont donc été moins utilisés que prévu. Tous les participants disposaient d'une chaise bien adaptée à la pratique des postures, et la plupart avaient accès à un mur qui pouvait servir d'appui lors de la pratique de certaines postures (e.g. *Utkatasana* contre le mur). En ce qui concerne la descente au sol à la fin de la séance, les participants #9 et #11 avaient besoin d'une tierce personne pour les aider, ou ils s'allongeaient sur un lit ou un canapé s'ils étaient seuls. Après quelques semaines, le participant #11 a pu descendre et remonter du sol par lui-même. En ce qui concerne les postures, seules trois ont dû être retirées du programme YOG'AVC (Figure 21), deux (i.e. la posture du cobra ou *Bhujangasana* et la posture du sphinx ou *Salamba Bhujangasana*) en raison du grand nombre de participants incapables de les réaliser et une en raison du temps nécessaire à sa mise en place (i.e. la posture du demi-pont supporté ou *Setu Bandha Sarvangasana* supporté).

3.2.3. Faisabilité et acceptabilité des séances vidéo en autonomie

Pour les sessions en autonomie avec support vidéo, un seul participant (i.e. le participant #2) n'a pas répondu au questionnaire, car il a indiqué qu'il n'en avait jamais fait (Tableau 15). Tous les autres étaient soit très satisfaits (n = 7/9), soit satisfaits (n = 2/9) et le participant #10 a noté que les explications étaient très claires. La difficulté de la séance a été jugée bien adaptée (n = 6/9) ou adaptée (n = 3/9), et le participant #8 a déclaré avoir apprécié de pouvoir faire la séance vidéo à son rythme. La majorité des participants (n = 8/9) ont déclaré qu'ils prévoyaient de continuer à utiliser les vidéos pour pratiquer les séances au moins une (n = 3) ou deux (n = 5) fois par semaine. Un seul participant (i.e. le participant #10) a dit qu'il ne continuerait pas parce qu'il avait besoin des séances supervisées en visio-conférence pour rester motivé.

3.2.4. Observance des séances

En moyenne, le taux de participation aux séances de groupe par visio-conférence était de 77,3 %. Dans près de la moitié des cas (i.e. 42,6 %), l'absence était justifiée par des vacances, sinon par un rendez-vous médical (i.e. 14,9 %) ou un problème de santé (i.e. 8,5 %), une organisation personnelle (i.e. 21,3 %) ou un problème de connexion (i.e. 12,8 %). L'observance des séances en autonomie était de 44,4 %. Les raisons de la non-observance étaient le manque de motivation (i.e. 40,0 %), le manque de temps (i.e. 45,0 %), un problème de santé (i.e. 5,0 %), ou un problème informatique (i.e. 3,0 %).

3.2.5. Sécurité

Aucun événement indésirable grave n'a été signalé, et seuls des événements mineurs ont été attribués à l'intervention (Tableau 16). Aucun aidant n'a dû être contacté en urgence pendant les séances en visio-conférence.

Tableau 16 : Évènements indésirables

Évènements indésirables	Sans lien <i>La cause est identifiée et ne résulte pas de l'étude.</i>	Possiblement lié <i>La cause est difficile à établir et peut être due à l'étude.</i>	Lié <i>La cause est identifiée comme provenant de l'étude.</i>
Léger¹	Aucun	#6 : baisse de la glycémie à la fin d'une séance (i.e. patient diabétique).	#8 : vertiges lors d'exercices de rotation de la nuque #6 : coincé en position assise face au dossier d'une chaise (i.e. dans l'adaptation de la posture de la déesse assise sur une chaise) pendant cinq minutes avant de pouvoir se dégager seul.
Modéré²	#4 : Douleur au genou survenue après un mauvais mouvement lors d'un cours de théâtre. #7 : Chute sans blessure sérieuse alors qu'il/elle marchait dans son domicile.	#7 : douleur intense au niveau du pied et du tibia après quelques jours à marcher sans son attelle.	Aucun
Sevère³	Aucun	Aucun	Aucun
¹ L'effet est décrit par le patient comme mineur et disparaît au plus tard dans la journée. ² L'effet est considéré comme gênant par le patient mais disparaît en quelques jours. ³ L'effet nécessite l'intervention urgente d'un médecin car il affecte gravement la santé du patient.			

3.3. Données préliminaires sur l'efficacité du télé-yoga

Les caractéristiques cliniques initiales des groupes sont présentées en amont, dans le Tableau 14. En ce qui concerne l'évolution des variables physiques, une analyse graphique de l'évolution des scores de chaque patient par rapport au CMD de chaque échelle est présentée dans la Figure 27.

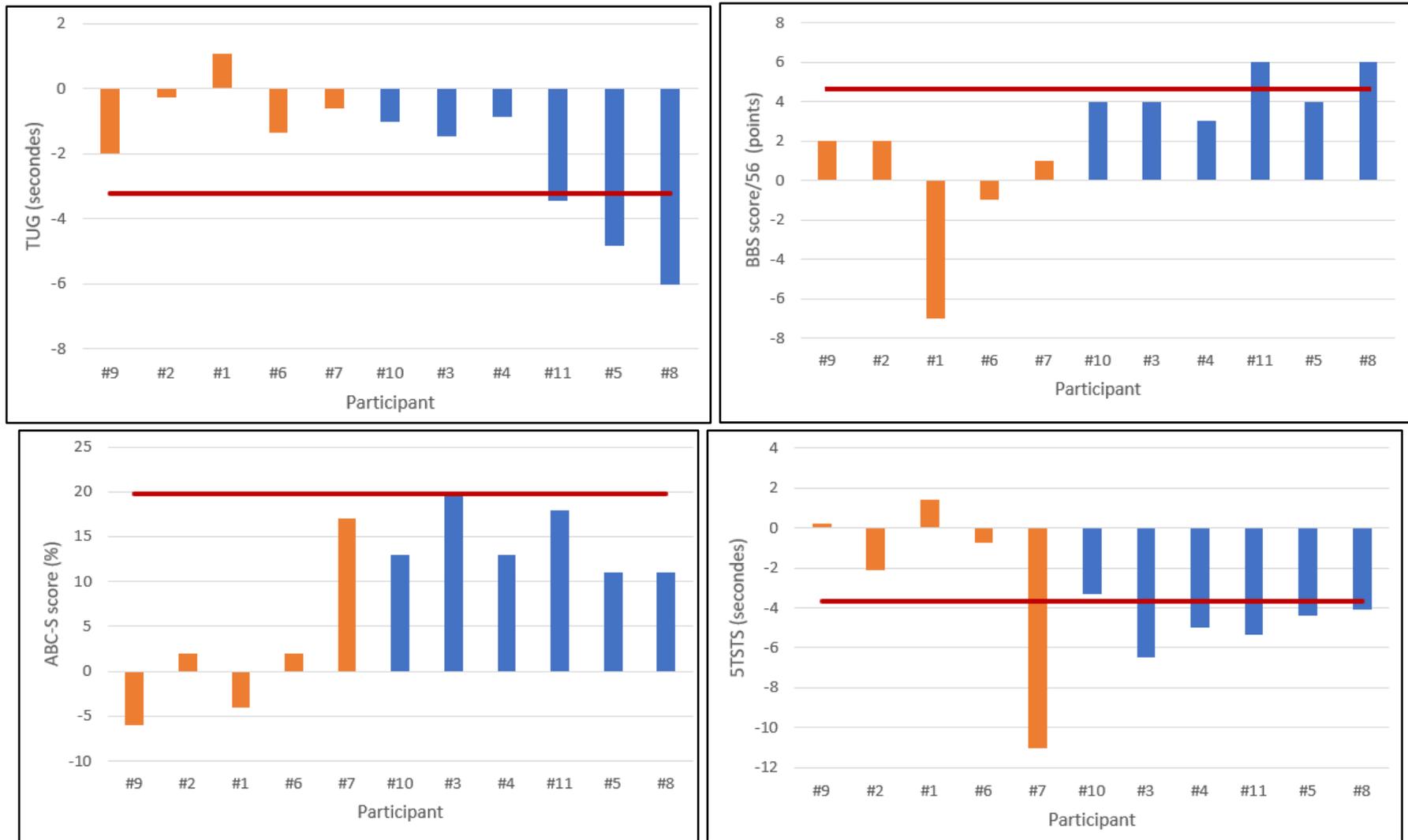


Figure 27 : Evolution des variables physiques entre T0 et T1 pour chaque participant, par rapport au changement minimum détectable de l'échelle.

Les CMD des échelles sont modélisés par une ligne rouge.

Les données en orange correspondent aux patients du groupe control et les données en bleu aux patients du groupe expérimental.

Abréviations : ABC-S, Echelle simplifiée de confiance perçue en son équilibre ; BBS, échelle d'équilibre de Berg ; CMD, Changement minimum détectable ; TUG, *Timed up and go test* ; 5TSTS, *Five time sit to stand*.

L'évolution des scores dans le temps (i.e. T0 à T1) pour chaque groupe est présentée dans le Tableau 17. La différence d'évolution de la BBS entre les groupes était significative ($p = 0,004$), et la différence d'évolution du questionnaire ABC-S était presque significative ($p = 0,052$). L'analyse de l'évolution dans le temps de chaque groupe révèle que le groupe de yoga s'est amélioré de manière significative sur plusieurs variables d'intérêt (i.e. les variables physiques et le score de dépression), alors que le groupe de contrôle n'a montré aucune évolution significative (Tableau 17).

Tableau 17 : Evolution des variables dans le temps pour chaque groupe, et comparaison de cette évolution entre les groupes

Variables	Télé-yoga (n = 6)		Liste d'attente (n = 5)		ΔT1-T0	
	T0 Med [Q1-Q3]	T1 Med [Q1-Q3]	T0 Med [Q1-Q3]	T1 Med [Q1-Q3]	Télé-yoga (n = 6) Med [Q1-Q3]	Liste d'attente (n = 5) Med [Q1-Q3]
BBS, score/56, ↗	43,5 [41,5 ; 46,3]	48,0 [16,0 ; 50,3]	47,0 [42,5 ; 47,5]	44,0 [41,5 ; 48,5]	4,0 [3,8 ; 6,0]	1,0 [-4,0 ; 2,0]
ABC-S, score %, ↗	51,5 [43,0 ; 73,8]	63,5 [55,8 ; 90,0]	64,0 [46,0 ; 72,0]	60,0 [55,5 ; 70,0]	13,0 [11,0 ; 18,5]	2,0 [-5,0 ; 9,5]
TUG, secondes, ↘	15,2 [13,4 ; 29,2]	12,7 [11,4 ; 21,7]	19,4 [11,6 ; 22,4]	18,1 [12,0 ; 21,2]	-2,5 [-8,4 ; -1,0]	-0,6 [-1,7 ; 0,4]
5TSTS, secondes, ↘	22,8 [17,1 ; 25,1]	16,9 [13,2 ; 20,6]	21,9 [16,5 ; 32,4]	21,1 [17,3 ; 25,8]	-4,7 [-5,6 ; -3,9]	-0,8 [-6,5 ; 0,8]
STAI – YA, score/80, ↘	29,5 [24,5 ; 36,5]	21,5 [20,0 ; 27,0]	31,0 [21,8 ; 44,0]	27,0 [24,0 ; 44,0]	-4,0 [-18,3 ; -0,5]	-1,0 [-4,5 ; 10,0]
STAI – YB, score/80, ↘	40,0 [33,8 ; 46,0]	34,5 [27,0 ; 39,3]	38,0 [34,5 ; 44,5]	39,0 [31,5 ; 42,5]	-4,0 [-11,0 ; -0,8]	-3,0 [-4,0 ; -1,0]
IDB, score/63, ↘	11,5 [6,8 ; 15,5]	5,5 [1,8 ; 11,8]	10,0 [2,5 ; 13,0]	8,0 [5,0 ; 11,5]	-3,5 [-7,3 ; -1,8]	1,0 [-4,0 ; 3,5]
RNLI, score/22, ↘	7,5 [7,0 ; 8,3]	5,0 [3,0 ; 5,5]	2,0 [0,5 ; 10,5]	7,0 [1,5 ; 8,5]	-3,0 [-4,8 ; -2,3]	1,0 [-3,0 ; 4,0]

Abréviations : ABC-S, Echelle simplifiée de confiance perçue en son équilibre ; BBS, échelle d'équilibre de Berg ; IDB, Inventaire de dépression de Beck ; IC95%, Intervalle de confiance à 95 % ; Med [Q1-Q3], Médiane [Quartile 1 - Quartile 3] ; RNLI, Inventaire de réintégration à la vie normale ; STAI, Inventaire d'anxiété état-trait ; TUG, *Timed up and go test* ; 5TSTS, *Five time sit to stand*.

↗, le score augmente en cas d'amélioration.
 ↘, le score diminue en cas d'amélioration.

Les résultats significatifs (p < 0,05) de l'analyse intra-groupe sont en gras dans les colonnes T0 et T1 de chaque groupe.
 Les résultats significatifs (p < 0,05) de la comparaison de l'évolution des scores en post-traitement entre les groupes sont en gras dans les colonnes ΔT1-T0.

4. Discussion

L'objectif principal de cette étude était de déterminer la faisabilité et l'acceptabilité d'un programme de télé-yoga pour les patients souffrant de séquelles motrices post-AVC. Tout d'abord, l'intervention semble sûre puisqu'aucun évènement indésirable grave n'est survenu (Tableau 16), et que les seuls évènements indésirables liés à l'intervention étaient mineurs et ne compromettaient en rien la santé du patient. De plus, les résultats semblent confirmer la faisabilité technique de l'intervention, même si 30 % des participants ont rencontré des difficultés, une tierce personne était disponible pour les aider à installer le logiciel de vidéoconférence et à apprendre à l'utiliser. Cependant, l'intervention n'est pas nécessairement accessible à tous puisqu'un volontaire au moment de l'inclusion s'est finalement désisté en nous expliquant qu'il estimait ne pas avoir suffisamment d'aisance avec l'informatique et qu'il préférerait s'inscrire à des cours de yoga en présentiel, même si pour cela il devait attendre de trouver quelqu'un pour l'y conduire. Des difficultés similaires ont été notées dans des études antérieures sur le télé-yoga, avec une période d'apprentissage, parfois plusieurs appels téléphoniques avant de réussir à passer un appel par visio-conférence, et souvent l'intervention d'un aidant (Addington et al., 2018; A. James-Palmer et al., 2022; Snyder et al., 2021; Zhou et al., 2016). Mais si c'est un défi au début, Snyder et al. (2021) notent que c'est aussi ressenti comme un accomplissement lorsque les participants y parviennent. Une autre solution consisterait à fournir aux participants un outil numérique (e.g. une tablette) et/ou à faire appel à un technicien pour les familiariser avec son utilisation, comme l'ont fait certaines études (Selman et al., 2015; Strömberg et al., 2021; Zhou et al., 2016). L'autre problème technique majeur était le manque d'espace pour pratiquer, et donc la possibilité limitée de se placer à une bonne distance de la webcam pour être visible en corps entier. Une solution potentielle serait de fournir aux participants une webcam externe avec un grand angle de vue, car généralement les webcams internes (e.g. intégrées aux ordinateurs portables ou aux tablettes) ont des petits angles de vue (Snyder et al., 2021). Ensuite, les séances de visio-conférence ont été jugées très satisfaisantes par la majorité, et le contenu a été jugé bien adapté. En raison de la variabilité des séquelles motrices post-AVC, il était essentiel d'adapter les postures aux capacités de chaque participant. Ainsi, un maximum de quatre participants par séance de groupe semble approprié, afin que le thérapeute puisse personnaliser les exercices et apporter des corrections si nécessaire. Les postures allongées sur le ventre n'ont pas été réalisées, car plusieurs participants présentaient une spasticité importante d'un membre supérieur, entraînant une gêne dans ce type de position. Une posture allongée sur le dos n'a pas pu être réalisée par la plupart des participants en raison de la complexité et du temps consacré à l'installation (i.e. placer le bassin sur des couvertures pliées et les mollets sur une chaise). En revanche, toutes les autres postures ont pu être réalisées et adaptées sans problème. La différence majeure avec les sessions en face à face est l'impossibilité d'un contact

physique avec le participant, ce qui complique l'adaptation des postures et l'aide à la mise en place des supports (i.e. briques, sangles, couverture). Cet inconvénient a également été souligné dans une étude précédente sur le télé-yoga en visio-conférence (Haynes et al., 2022). Cependant, elle favorise l'autonomie des patients, qui doivent apprendre à utiliser les supports par eux-mêmes et à suivre les instructions pour apprendre à s'ajuster en autonomie. En effet, il est important de stimuler le sentiment d'auto-efficacité des patients pour encourager leur motivation à faire de l'exercice (Billinger et al., 2014). Les chercheurs d'une étude antérieure ont noté que la présence d'un aidant participant également aux séances facilitait la correction des postures et le positionnement de la webcam (Snyder et al., 2021). Dans notre étude, nous n'avons pas envisagé d'inclure un aidant pendant les séances, et nous avons noté que deux des 11 patients avaient un aidant qui intervenait parfois pour aider à la mise en place d'un support ou ajuster le positionnement de la webcam. Peut-être que pour ceux qui ont un aidant à domicile, leur participation pourrait être bénéfique si elle est souhaitée par les deux parties. Lorsque les participants ont été interrogés sur leur volonté de poursuivre les séances, 60 % d'entre eux ont déclaré qu'ils préféreraient pouvoir assister à des séances de yoga en présentiel, et 40 % préféreraient conserver les séances de télé-rééducation. Les participants d'une étude antérieure sur le télé-yoga ont exprimé des avis similaires, certains préférant les séances en face à face pour la dimension humaine et la possibilité d'être ajusté par l'enseignant, et d'autres préférant le confort d'être à la maison (Haynes et al., 2022). Il est donc important d'envisager d'adapter la modalité de traitement aux préférences du patient. Ensuite, les séances en autonomie ont été jugées par la majorité très satisfaisantes et bien adaptées. Presque tous les participants prévoyaient de continuer à pratiquer une ou deux fois par semaine. Cependant, l'observance des séances en autonomie était beaucoup plus faible que celle des séances en visio-conférences (i.e. 33 % de différence d'observance). Nous avons obtenu des résultats avec un écart similaire dans notre étude 2 (i.e. 35 % de différence d'observance) entre les séances en autonomie à domicile et les séances de groupe en face à face. Il semble plus difficile de se motiver à pratiquer lorsque l'on est seul (Miller et al., 2017; Olney et al., 2006). Il paraît donc important de maintenir des séances supervisées pour conserver la motivation au fil du temps. Nous avons d'abord voulu vérifier la faisabilité d'une telle intervention, et comme elle semble faisable, bien acceptée et sans danger, il semble approprié de discuter de son efficacité potentielle. Nous présentons ici des résultats préliminaires sur un très petit échantillon afin de déterminer si une étude plus large serait pertinente. Pour notre principale variable d'intérêt, l'équilibre mesuré par la BBS, nous avons trouvé une différence d'évolution significative entre les groupes en faveur du télé-yoga. Ce changement médian de 4 points est très proche du CMD de l'échelle (i.e. 4,66 points). De plus, la Figure 27 montre qu'au moins deux des participants du groupe télé-yoga ont amélioré leur score au-delà du CMD alors qu'aucun n'a franchi cette limite dans le groupe contrôle (i.e. certains ont même régressé). En outre, la confiance perçue en son équilibre (i.e. mesurée par le questionnaire ABC-S) a eu tendance

à s'améliorer dans le groupe de télé-yoga par rapport au groupe témoin ($p = 0,052$), et un patient du groupe télé-yoga s'est amélioré au-delà du CMD (i.e. 19,8 %). Ces résultats attestent de l'efficacité potentielle de notre programme de télé-yoga pour améliorer l'équilibre des patients en phase chronique post-AVC, mais les résultats doivent être confirmés sur un échantillon plus large. Sur la base de l'écart-type de notre population (i.e. 3,8 points dans le groupe ayant l'écart-type le plus élevé), d'une différence moyenne entre les groupes (i.e. 5,1 points) sur la BBS, et d'une puissance de 80 % au risque alpha de 5 %, il devrait y avoir au moins 10 participants par groupe (Flight & Julious, 2016a). Le calcul a été effectué à l'aide du logiciel en ligne SampSize (© 2003-2005 Philippe Glaziou) sur <https://app.sampsize.org.uk/>. Ensuite, en ce qui concerne la mobilité fonctionnelle, évaluée par le TUG et le 5TSTS, l'analyse intra-groupe montre que le groupe télé-yoga s'est amélioré de manière significative au fil du temps, contrairement au groupe de contrôle. De plus, la moitié des participants du groupe télé-yoga ont amélioré leur score au TUG au-delà du CMD (i.e. 3,2 secondes), et 83 % ont amélioré leur score au 5TSTS au-delà du CMD (i.e. 3,7 secondes). Or, les transferts assis-debout sont essentiels dans la vie quotidienne. De même, la force des membres inférieurs est un reflet important des capacités de marche et d'équilibre (Mentiplay et al., 2020). Dans l'ensemble, les patients du groupe contrôle ont montré peu ou pas de changement entre T0 et T1, et certains ont même perdu une partie de leur capacité physique. Seul le participant #7 a montré une amélioration, mais cela peut facilement s'expliquer par le fait qu'il a bénéficié d'une rééducation dans un centre à la suite d'une intervention chirurgicale. Pour les variables psychologiques, les médianes initiales des deux groupes pour l'état d'anxiété (i.e. 29,5 et 31,0 points à T0) étaient inférieures ou égales à ce qui a été déterminé précédemment comme la norme (i.e. 31,0 points) (Knight et al., 1983), ce qui pourrait expliquer pourquoi les participants n'ont pas pu réellement s'améliorer. En ce qui concerne l'anxiété-trait, la médiane du groupe télé-yoga est descendue (i.e. 40,0 points à T0 ; 34,5 points à T1) à ce qui a été précédemment décrit comme la norme (i.e. 34,0 points) (Knight et al., 1983), tandis que le groupe contrôle a augmenté son score (i.e. 38,0 points à T0 ; 39,0 points à T1). Les scores initiaux de l'IDB étaient également très bas dans les deux groupes (i.e. 11,5 et 10 points), puisque sur cette échelle un score inférieur à 10 points est considéré comme une dépression nulle ou minime, et un score compris entre 10 et 18 points comme une dépression légère à modérée (Beck et al., 1988). Cependant, l'analyse intra-groupe a révélé une amélioration significative au fil du temps pour le groupe télé-yoga, mais pas pour le groupe contrôle. Ces résultats semblent également appuyer l'intérêt du télé-yoga pour améliorer l'état psychologique des patients en phase chronique post-AVC, mais ils doivent être confirmés par de nouvelles études.

Cette étude présente plusieurs limites. Tout d'abord, nous n'avons pas évalué l'acceptabilité d'être sur la liste d'attente, mais des échanges informels avec certains participants révèlent qu'ils ressentent une certaine insatisfaction à attendre. Bien qu'il s'agisse d'une méthode couramment utilisée pour les

groupes contrôle, les participants qui attendent de bénéficier d'une intervention peuvent être frustrés de devoir patienter des mois sans changer leur mode de vie (Gunnarsson et al., 2023). Peut-être qu'une intervention éducative, avec des appels téléphoniques hebdomadaires, pourrait faire sentir aux participants qu'ils ne sont pas « mis de côté », comme Selman et al. (2015) le proposent dans leur étude sur le télé-yoga chez les patients atteints de BPCO. Deuxièmement, l'évaluation de la faisabilité et de l'acceptabilité du programme de télé-yoga a été réalisée à l'aide d'un questionnaire en ligne, et bien qu'il y ait eu des espaces pour les commentaires, la collecte d'informations aurait pu être plus complète avec des entretiens semi-structurés (Selman et al., 2015). En outre, il semblerait bénéfique de commencer par des séances en présentiel pour familiariser les participants avec les postures de yoga, avant de passer à la télé-rééducation (Snyder et al., 2021).

En conclusion, cette étude est la première à tester un programme de télé-yoga pour des patients souffrant de séquelles motrices post-AVC. Elle démontre que l'intervention est sans danger, faisable et bien acceptée par les participants. Cependant, elle nécessite d'être à l'aise avec la technologie, ou de bénéficier d'une assistance, ainsi qu'un minimum de fonctions motrices (e.g. 41 > BBS > 56, marcher quelques mètres ou la capacité de descendre au sol). Les données préliminaires sur l'efficacité sont largement en faveur du télé-yoga par rapport à l'absence d'intervention pour améliorer les déficiences physiques et l'état psychologique. Ces résultats suggèrent qu'une étude à plus grande échelle devrait être menée pour confirmer les tendances observées dans cette étude. D'un point de vue clinique, il pourrait être judicieux de commencer par des séances de yoga en face à face, puis de proposer le télé-yoga comme outil de maintien de l'observance à long terme. Une intervention combinant les deux approches est susceptible d'être pertinente pour la plupart des patients.

Partie 3 : Discussion générale

1. Synthèse des résultats

La première partie de cette thèse, sous forme de revue de la littérature, présentait les effets potentiels de la pratique du yoga chez les patients atteints de pathologies du SNC. Cette discipline s'adresse à la fois à l'aspect physique du pratiquant, notamment par la pratique posturale, mais également à l'aspect psychique de l'individu (Iyengar, 1977; Norris, 2015). Cette dualité de travail du corps et du mental provient d'une histoire complexe, qui semble débuter il y a plusieurs millénaires avec un premier ouvrage clé : les « *Yogasūtra* » de Patanjali. Elle sera ensuite réexplorée dans les siècles suivants (e.g. « *Haṭha-Pradīpikā* »), avant d'être mélangée à la culture occidentale, donnant ainsi naissance à une discipline yogique modernisée qui revêt de nombreuses facettes (e.g. Ashtanga-Vinyasa Yoga, Yin Yoga, Viniyoga etc.) (DeMichelis, 2005; Kock, 2019; Singleton, 2010; Tardan-Masquelier, 2021). Aussi, lorsqu'il s'agit de protocole de yoga thérapeutique, il est fréquent de retrouver une approche tripartite commune : le travail des postures (i.e. *asanas*), de la respiration (i.e. *pranayama*), et de la méditation (A. James-Palmer et al., 2022; Silveira & Smart, 2020; Tardan-Masquelier, 2021). Sachant que les affections du SNC engendrent des troubles qui touchent à la fois les sphères physiques, psychologiques et cognitives, le yoga thérapeutique semble être une approche potentiellement intéressante pour ces patients, bien que la recherche dans ce domaine soit encore balbutiante (Cramer et al., 2014; Green et al., 2019; Lawrence et al., 2017; Moventhan & Nivethitha, 2017; Silveira & Smart, 2020; Veneri et al., 2018). Aussi, nous nous sommes attachés à réaliser une première étude sous forme de revue systématique de la littérature, afin d'évaluer l'efficacité du yoga sur la QDVLs de patients adultes atteints de troubles du SNC (Lenoir Dit Caron et al., 2021).

1.1. Synthèse des résultats de l'étude 1

Les résultats de ce travail ont permis d'identifier 16 essais randomisés contrôlés, parmi lesquels seulement six pathologies neurologiques centrales étaient représentées. La sclérose en plaques et la maladie de Parkinson sont celles pour lesquelles nous avons trouvé le plus d'études. En revanche, pour les AVC, les démences, l'épilepsie, et les tumeurs cérébrales, la littérature semble encore très pauvre. De manière globale, lorsque le yoga était comparé à d'autres programmes d'exercices actifs, les études retrouvaient peu de différences significatives entre les groupes. En revanche, lorsque le yoga était comparé à l'absence d'intervention elles observaient plus fréquemment des différences significatives, en faveur du yoga. Toutefois la qualité de ces preuves était très limitée en raison d'importants risques de biais méthodologiques (e.g. faible échantillon et/ou pas d'analyse statistique comparant l'évolution des groupes), et la comparaison des études entre elles était complexe, car les outils de mesures de QDVLs utilisés étaient extrêmement variables. Aussi, ce travail nous a permis de nous conforter dans

l'idée qu'il est nécessaire de mener de nouvelles études expérimentales, notamment pour investiguer l'intérêt du yoga dans la rééducation des séquelles post-AVC.

1.2. Synthèse des résultats de l'étude 2

Nous avons donc conceptualisé un programme de yoga adapté aux séquelles motrices post-AVC (i.e. intitulé YOG'AVC, voir Annexe 8), à destination des personnes souffrant de troubles de l'équilibre notamment, en nous basant sur nos connaissances de la pathologie, du yoga, et en nous inspirant des données disponibles dans la littérature. Une première étude expérimentale a donc été réalisée au sein de l'hôpital La Musse, avec pour objectif d'investiguer la non-infériorité de notre programme YOG'AVC, en comparaison du programme FAME, pour améliorer les fonctions physiques d'adultes souffrants de troubles de l'équilibre des suites d'un AVC. L'objectif secondaire était d'explorer sa potentielle supériorité pour améliorer l'état psychologique. En effet, ces deux hypothèses se basaient sur des connaissances issues de la littérature qui semblaient suggérer que la pratique posturale du yoga permettait non seulement d'améliorer les conditions physiques au même titre que d'autres types d'exercices physiques, et que la façon d'aborder cette discipline corporelle, en la couplant avec des pratiques respiratoires et méditatives, puisse apporter un bien-être psychologique (Edwards & Loprinzi, 2018; Lenoir Dit Caron et al., 2021). Les résultats de cet essai randomisé contrôlé ont permis de confirmer notre hypothèse principale : en post-traitement, l'évolution du groupe YOG'AVC n'était pas inférieure au groupe FAME. De plus, l'évolution du groupe YOG'AVC dépassait ou approchait le CMD de la majorité des échelles évaluant les variables physiques, ce qui permet d'attester d'une réelle amélioration. Ainsi, ces deux programmes semblent pertinents dans la rééducation des fonctions motrices des patients en phase chroniques post-AVC, et devraient pouvoir être proposé en milieu clinique. Mais qu'en est-il des personnes qui n'ont pas la possibilité de se déplacer ?

1.3. Synthèse des résultats de l'étude 3

Il n'est pas rare que des séquelles post-AVC soient une barrière à la reprise de la conduite (Finestone et al., 2009), or la possibilité de se faire conduire ou d'utiliser les transports en commun est parfois limitée pour certains, et cela a été identifié comme un frein à la pratique d'une activité physique (Damush et al., 2007). Cependant, nous disposons aujourd'hui de nouveaux outils technologiques permettant de communiquer à distance, verbalement et visuellement, auxquels la majorité de la population française a accès. Ainsi, explorer la possibilité de proposer le programme YOG'AVC en télé-rééducation semblait pertinent dans ce contexte. Cependant la littérature étant encore peu fournie sur ce sujet, et la seule étude que nous ayons trouvée sur les patients post-AVC ne proposant que du yoga assis sur chaise (Bislick et al., 2023), il paraissait essentiel de s'assurer de la faisabilité et de l'innocuité d'une telle intervention, qui impliquait la pratique de postures mettant en jeu l'équilibre des

participants. La première étude expérimentale que nous avons menée n'avait engendré aucune chute pendant les séances, mais la thérapeute était présente pour s'assurer de la bonne exécution des exercices. Aussi, nous avons décidé de réduire dans nos critères d'inclusions la fourchette du BBS qui était comprise entre 22 et 51 points dans cette première étude expérimentale, et entre 41 et 51 points dans la deuxième, afin de réduire au maximum le risque de chute. Il s'est avéré que l'intervention de télé-yoga n'a engendré aucun danger pour la santé des participants, et notamment aucune chute durant la pratique des séances. Concernant la faisabilité, les difficultés engendrées pour certains par l'utilisation des outils numériques ont pu être surmontées grâce à l'intervention d'une tierce personne, généralement un aidant. Toutefois, dans la population générale, nous ne pouvons pas supposer que tous les patients disposent d'un aidant pour les assister dans ce cas de figure, et il convient de prendre en compte ce facteur lorsque l'on envisage de proposer de la télé-rééducation. Il est par exemple possible de pallier cette problématique par la mise en place d'une période d'apprentissage en présentiel où le patient peut prendre le temps de se familiariser avec l'outil sous la supervision d'un thérapeute ou d'un technicien. Enfin, le recueil d'informations concernant la satisfaction des participants de notre étude a permis de mettre en avant l'intérêt de la télé-rééducation, qui semble bien répondre à cette problématique de déplacement puisque 40 % des patients préféreraient continuer les séances en visio-conférence en raison de leur facilité de mise en œuvre. Mais les 60 % restant préféreraient s'orienter vers des séances en présentiel si la possibilité leur en était donnée, majoritairement en raison du contact humain. Ce qui souligne le besoin des patients de sortir de chez eux pour créer des liens sociaux.

2. Perspectives cliniques

Les résultats issus de ces différents travaux de recherches ouvrent un certain nombre de perspectives cliniques. Notamment concernant l'amélioration des fonctions motrices post-AVC, lorsque l'on constate que le programme YOG'AVC n'était pas inférieur au programme FAME. Toutefois, en tant que thérapeute, comment choisir de proposer à ces patients l'un ou l'autre ?

2.1. Choisir entre les programmes FAME et YOG'AVC

Les notions développées sous le terme d'*evidence-based practice* (EBP), « pratique basée sur les preuves » en français, avancent qu'il faut s'appuyer sur trois critères pour choisir au mieux nos techniques de soins (Regnaud et al., 2009). En effet, cette démarche propose de prendre en compte les informations scientifiques apportées par la recherche, associées à l'expertise du clinicien, sans omettre les aspirations du patient. Dans le cas présent, notre étude ne permet pas de mettre en avant la supériorité d'une approche par rapport à l'autre, mais atteste bien de la non-infériorité du yoga. Aussi, il convient de s'intéresser au second critère : l'expertise clinique.

Le programme FAME est probablement plus facile à implanter aujourd’hui, car il repose sur la pratique d’exercices fonctionnels ou issus du fitness, qui sont généralement bien connue des rééducateurs (e.g. masseur-kinésithérapeute ou EAPA). Toutefois, après de nombreux échanges informels avec les participants de l’étude, il semblerait qu’en pratique clinique les exercices de ce type ne soient pas toujours utilisés, que ce soit en SSR ou dans les cabinets de masso-kinésithérapie, malgré qu’ils soient largement recommandés par la Haute Autorité de Santé (2022), au contraire des thérapies passives (i.e. thérapie manuelle, lampe chauffante, ultrason etc.). De plus, l’approche rééducative (i.e. en milieu hospitalier ou libéral) s’effectue majoritairement avec une prise en soin individuel, alors que les bénéfices de la pratique d’exercices en groupe (i.e. sous forme de *Circuit Class Therapy* par exemple, tel que dans le programme FAME) ont récemment été mis en avant (English et al., 2017). Ce type de pratique d’activité physique de groupe devraient être dispensé plus couramment, que soit par les masseur-kinésithérapeutes ou les EAPA. En revanche, pour ce qui est du programme YOG’AVC, il requiert non seulement des compétences de rééducateur, mais également celles de professeur de yoga. Néanmoins ces dernières peuvent être acquise dans la cadre de formations à destination des professionnels de santé et/ou des professeurs de yoga pour se former à la yogathérapie, ou des formations de professeurs de yoga que peuvent effectuer les thérapeutes pour enrichir leur pratique. Cependant, il faut savoir que l’enseignement du yoga n’étant pas réglementé par l’obtention d’un diplôme reconnu à l’échelle gouvernementale, il existe une multitude de formations différentes pour obtenir le titre de professeur de yoga (titre qui, d’ailleurs, peut être utilisé sans l’obtention du moindre diplôme). Dans les années 1970, le ministre de la Jeunesse et des Sports a proposé la création d’une fédération de yoga reconnue, mais ce projet a été abandonné faute d’un consensus entre les deux structures majeures de l’époque, la fédération française de hatha-yoga (FFHY) et la fédération nationale des praticiens de yoga (FNPY), qui n’auraient pas accepté de fusionner (Tardan-Masquelier, 2021). Aujourd’hui, il existe plusieurs dizaines de structures désignées sous le nom de « fédération » ou d’« association », regroupant souvent des personnes partageant une image commune du yoga. Ainsi, un thérapeute se doit de prendre en compte ses propres compétences, issues de son expérience clinique et de ses formations professionnelles. Dans notre cas, s’il possède les compétences pour proposer à son patient les deux programmes (i.e. FAME et YOG’AVC), sa décision pourra être prise en considérant le troisième aspect de l’EBP : les aspirations du patient. Il est en effet essentiel de l’interroger sur ses attentes vis-à-vis de sa rééducation, ses objectifs personnels, et quand il s’agit d’activité physique, sur ses goûts. Or, l’ambiance et la manière d’aborder les exercices dans ces deux programmes sont très différentes.

2.2. Le yoga comme nouvelle approche thérapeutique

La rééducation des séquelles motrice post-AVC peut être longue et perdurer en phase chronique, même après avoir bénéficié d'une prise en soins en SSR. Dans les dernières recommandations de la Haute Autorité de Santé (2022), il est spécifié que « *selon leur expérience et les moyens disponibles, les rééducateurs composent les programmes en « mixant » différentes approches thérapeutiques* » et « *il est recommandé [qu'ils] adaptent leur traitement aux spécificités de la personne concernée* ». En effet, chaque patient a des besoins spécifiques, donc il paraît pertinent d'enrichir son panel d'outils thérapeutiques afin d'être en mesure de proposer différentes approches rééducatives, dont le yoga peut faire partie. Il est possible qu'une forme de lassitude s'installe lorsque cela fait longtemps que les mêmes méthodes de rééducation sont utilisées, et qu'il soit pertinent de proposer une nouvelle approche. Plusieurs échanges informels avec des participants des groupes YOG'AVC (i.e. que ce soit dans l'étude 2 ou 3) ont mis en avant ce besoin qu'ont les patients d'expérimenter autrement leur rapport à leur corps, qu'ils ont parfois pris l'habitude de considérer comme une machine qui ne fonctionne pas bien car la commande centrale a été abîmée, plutôt que comme une partie d'eux-mêmes avec laquelle ils doivent se reconnecter. Ce sentiment de déconnexion au corps a déjà été décrit dans une étude sur les séquelles post-AVC (Ellis-Hill et al., 2000; Garrett et al., 2011). L'attention dédiée aux ressentis corporels étant une des composantes clés du yoga, elle peut permettre de rétablir une sensation de connexion avec son corps, comme en atteste le témoignage d'un participant dans l'étude de Garrett et al. (2011) : « *J'avais l'habitude de souhaiter qu'un côté de mon corps tombe. Aujourd'hui, je suis bien contente que ce ne soit pas le cas.... J'ai l'impression d'avoir eu un blocage, mais maintenant je suis de nouveau en marche, connecté, en train de m'éveiller* ». Une participante de notre étude sur le télé-yoga a exprimé (i.e. durant une discussion informelle) qu'elle avait eu l'habitude de travailler du renforcement musculaire et des exercices de marches en masso-kinésithérapie mais qu'elle n'avait jamais pris le temps de ressentir les choses comme en yoga. Ceci peut expliquer pourquoi des exercices aussi peu fonctionnels que les *asanas* sont quand même en capacités d'améliorer des fonctions physiques telles que la marche : ils permettent probablement de développer les ressentis proprioceptifs, en plus d'améliorer l'endurance musculaire, et la mobilité articulaire. En outre, la majorité des postures enseignent l'auto-grandissement de la colonne vertébrale, et nos participants nous ont rapporté qu'ils sentaient une différence notable dans leur façon de se tenir au quotidien, ce qui semblait participer à augmenter leur confiance en eux.

En plus de l'attention portée au corps, en yoga l'attention peut également être portée sur les pensées et les émotions, pour apprendre à les identifier et pour savoir parfois prendre de la distance avec elles, ce qui peut être particulièrement intéressant lorsque l'on souffre de troubles anxieux. D'autres témoignages en attestent dans l'étude précédemment citée, où les participants décrivaient se senti

plus confiants, plus calmes et moins stressés (Garrett et al., 2011). Le yoga permet également à certaines personnes de modifier le prisme par lequel elles observent leur vie, et de relativiser sur leur situation (Garrett et al., 2011).

2.3. Les bienfaits de la pratique supervisée en groupe

Si notre première étude expérimentale a permis de montrer, à travers deux approches thérapeutiques différentes, qu'une amélioration des fonctions motrices est possible en phase chronique post-AVC, il faut également considérer son maintien dans le temps. En effet, il a été mis en avant que les patients sont généralement satisfaits de leur rééducation en milieu hospitalier, mais qu'ils ressentent une coupure brutale lorsque la rééducation se termine, avec le sentiment de se retrouver isolé, et sans informations sur les ressources auxquelles ils pourraient avoir le droit (Garrett et al., 2011). Au retour à domicile, ils ont tendance à retrouver leurs habitudes initiales d'inactivité physique, voire même d'être encore moins actif qu'auparavant (Hall et al., 2020). Des échanges informels avec les participants de cette étude confirment ces données issues de la littérature. Aussi, il paraît essentiel de mettre en place des interventions favorisant l'activité physique régulière, afin de proposer une continuité à la rééducation, et d'en potentialiser les bénéfices. Le maintien dans le temps de la motivation du patient vis-à-vis de ce type d'activité pourrait être accru par cette composante de groupe, que ce soit pour pratiquer le programme FAME ou YOG'AVC. En effet, à la suite de cette première expérience la quasi-totalité des participants ayant terminé leur programme a demandé à pouvoir poursuivre l'activité physique de groupe à laquelle ils avaient participé. Pour cela, j'ai mis en place (i.e. en dehors du cadre de mon travail de thèse) un créneau horaire hebdomadaire par activité, dans les locaux de l'hôpital La Musse, et 14 patients s'y sont inscrits malgré la nécessité de s'autofinancer. Pour les patients qui vivaient dans un secteur éloigné de l'hôpital, deux personnes du groupe YOG'AVC m'ont informé qu'ils avaient trouvé un lieu proche de leur domicile où ils ont pu s'inscrire dans un cours de yoga adapté (i.e. auprès d'une professeure de yoga formée à la yogathérapie), et une personne du groupe FAME avait trouvé un masseur-kinésithérapeute chez qui poursuivre des exercices. Cette motivation à poursuivre était décrite par les patients comme provenant, d'une part, des bénéfices physiques perçus pendant leur participation et de l'envie de les maintenir, d'autre part, des bénéfices psychologiques issus de la création de lien social permise notamment par le fait de se regrouper entre personnes qui ont subi le même traumatisme. En effet, certains participants ont expliqué qu'ils se sentaient parfois plus à l'aise pour discuter de leur problématique de santé entre eux, plutôt qu'avec leurs proches, car ils avaient l'impression d'être plus facilement compris et écoutés. Ces informations recueillies de façon informelles trouvent écho dans les recherches de l'équipe de Banks et al. (2012) qui s'est intéressée aux préférences dans la pratique d'exercices physiques chez les patients post-AVC comparativement à la population générale. Les résultats montraient que les patients ayant subi un AVC déclaraient préférer

de façon plus marquée les exercices structurés avec une routine, encadrés par quelqu'un, réalisés dans un centre de fitness ou de gym, en groupe plutôt que seul et de préférence avec des individus de même âge (Banks et al., 2012). Ainsi, il apparaît qu'un certain nombre de patients sont motivés pour sortir de chez eux et partager un moment de convivialité autour d'une pratique d'activité physique bénéfique pour leur santé.

2.4. Favoriser l'adhésion des patients

Ce besoin de se regrouper, et d'être encadré pour pratiquer une activité physique, se retrouve également dans nos résultats lorsque l'on compare l'observance des séances de groupe à celle des séances en autonomie. En effet, dans nos deux études expérimentales on remarque une importante différence, avec une observance relativement faible des séances en autonomie. Il est possible qu'elle ait été influencée par le fait que ces séances devaient se dérouler généralement les week-ends, qui sont souvent des temps dédiés à la famille ou aux amis : le manque de temps était en effet évoqué comme une raison majoritaire de cette non-observance. Cependant, la motivation était également une raison fréquemment évoquée. Or, il semblerait que la motivation soit une notion complexe, qui ne se résume pas à un phénomène unitaire variant quantitativement d'une très faible à une très forte motivation à agir : « *Les gens ont non seulement différentes quantités, mais également différents types de motivation* » (Biddle et al., 2001; Ryan & Deci, 2000). Elle est décrite, dans la théorie de l'autodétermination, comme un continuum s'étendant entre deux extrémités, d'une part, la motivation intrinsèque qui se rapporte à la motivation à faire une activité pour l'intérêt qu'elle présente en elle-même (e.g. amusement, plaisir ou satisfaction), et d'autre part, la motivation extrinsèque qui se réfère aux formes de motivations dirigées par des facteurs externes (e.g. des récompenses matérielles, financières, un désir de plaire, ou de la pression). Il semblerait que les environnements contrôlants (i.e. où l'individu agit sous la pression des récompenses et/ou des échéances obligatoires) amoindrissent la motivation intrinsèque. Dans le cadre de nos études, nous avons toujours veillé à préciser que les séances à faire en autonomie n'étaient pas plus obligatoires que les séances de groupes, et qu'elles devaient être pratiquées par choix, par envie, et non perçues comme une contrainte. Toutefois, pour la nécessité de l'analyse des résultats sur l'observance, nous avons fait le choix de demander chaque semaine si la séance en autonomie du week-end avait été effectuée, et si ce n'était pas le cas, d'en mentionner la principale raison. Cette évaluation était par définition « contrôlante », et a pu impacter la motivation intrinsèque des participants. Aussi, dans un contexte non-expérimental il apparaît plus pertinent de favoriser le développement d'une motivation autodéterminée lorsque l'on souhaite que notre patient maintienne dans le temps la pratique d'une activité physique (Teixeira et al., 2012). Cela signifie concrètement qu'il doit éprouver du plaisir à pratiquer cette activité, et qu'il doit percevoir que sa pratique relève d'un choix personnel, plutôt que de se sentir contraint par des éléments extérieurs.

Ce qui souligne, une nouvelle fois, qu'il est important de prendre en compte l'avis du patient lorsque l'on doit orienter un choix thérapeutique, notamment lorsque celui-ci concerne la pratique d'activité physique. Ensuite, lorsque l'on s'intéresse aux facteurs susceptibles de prédire l'adhésion relative à l'exercice physique chez les patients post-AVC, plusieurs études soulignent l'importance du sentiment d'auto-efficacité (i.e. le sentiment de compétence, la croyance qu'a un individu en sa capacité à réaliser une tâche) (Caetano et al., 2020; Gangwani et al., 2022; Lin et al., 2022). Dès lors, il semble important de ne pas mettre trop souvent en échec le patient, ce qui passe par le fait d'adapter autant que possible la réalisation des exercices, et surtout de créer des groupes relativement homogènes en termes de récupérations fonctionnelles. En effet, une importante disparité en termes de motricité chez des individus pratiquant au sein d'un même groupe peut diminuer ce sentiment d'auto-efficacité, notamment pour les moins mobiles qui risqueraient de se comparer aux plus mobiles. Par ailleurs, Caetano et al. (2020) soulignent également le rôle des capacités de marche comme facteur d'adhésion : le fait d'avoir une plus grande capacité de marche prédisposerait à une plus grande adhésion à la pratique d'exercice physique chez les patients post-AVC. Aussi, il est possible que l'amélioration de la confiance perçue en son équilibre et l'amélioration des capacités de marche, engendrées par le programme YOG'AVC, soit des facteurs permettant de maintenir une bonne adhésion.

3. Les limites de nos travaux et les perspectives de recherches

3.1. Les difficultés de recrutement

Les recherches menées dans le cadre de cette thèse présentent bien évidemment certaines limites. Concernant la réalisation des études expérimentales, la principale problématique à laquelle nous avons fait face concernait le recrutement de volontaires. En effet, sur la première étude expérimentale qui se basait dans le département de l'Eure, le taux de recrutement était de 4,0 participants par mois lors de la première session puis de 2,0 participants par mois à la seconde session. La majorité des patients (i.e. 72 %) était recrutée sur la bassin ébroïcien, et seulement 28 % sur les deux autres sites situés en zone rurale. L'objectif initial était que la thérapeute se déplace sur le département pour intervenir auprès des patients vivant en zones rurale, mais il a été difficile de trouver des volontaires, probablement parce que la population est moins dense dans ces zones. Toutefois, même si la seconde étude permettait, quant à elle, un recrutement sur la France entière (i.e. France métropolitaine), nous avons également eu un taux de recrutement relativement faible (i.e. 2,2 patients par mois). Il est possible que la stratégie de communication n'ait pas été optimale, malgré tout ce que nous avons tenté de mettre en œuvre, ou que la thématique du yoga n'ait pas été perçue comme suffisamment attrayante pour que l'information soit relayée par la presse et les professionnels de santé. La problématique du recrutement dans les essais randomisés contrôlés est fréquente (McDonald et al., 2006; Treweek et al.,

2018). McDonald et al. (2006) ont analysé 114 études américaines, menées entre 1994 et 2002, et les résultats révèlent que moins d'un tiers (i.e. 31 %) des essais ont atteint leur objectif de recrutement initial. Parmi ceux qui avaient réalisé une étude pilote en amont, celle-ci avait permis de modifier la stratégie de recrutement pour plus de la moitié (i.e. 53 %) des cas : l'une des modifications notables était l'augmentation du nombre de sites expérimentaux (McDonald et al., 2006). Les caractéristiques qui ont été identifiées comme susceptibles d'augmenter les chances de succès du recrutement sont : avoir réalisé une étude pilote avant l'essai principal, avoir un important financement et proposer une intervention novatrice qui n'est disponible que dans l'étude (McDonald et al., 2006). Aussi, ces données nous confortent dans l'intérêt de la réalisation de notre étude pilote. En ce qui concerne notre première étude, l'ajout d'autres sites expérimentaux aurait probablement permis de recruter plus de sujets dans le temps imparti, mais aurait également demandé plus de moyens financiers. Par ailleurs, l'étude de Treweek et al. (2018) a identifié qu'un rappel téléphonique pour contacter les personnes n'ayant pas répondu à une invitation par écrit augmente le recrutement. Dans notre cas, nous n'avons pas contacté directement des patients car nous ne disposons pas de liste, mais nous avons effectivement remarqué que les professionnels de santé qui nous ont le plus aidé durant le recrutement étaient ceux avec lesquels nous avons eu un contact téléphonique direct, contrairement à ceux que nous avons uniquement contacté par courrier.

3.2. Les limites du programme YOG'AVC et les perspectives de recherches

Ensuite, comme nous l'avons déjà souligné, il existe une multitude d'approches du yoga et ce que nous avons expérimenté dans cette thèse sous la forme d'un protocole standardisé, le programme YOG'AVC, n'est qu'une possibilité de pratique parmi bien d'autres. Notre objectif principal étant de travailler sur l'équilibre, nous avons construit la partie posturale en conséquence, elle n'est donc réalisable qu'avec des individus ayant récupéré une certaine mobilité après leur AVC. De nouvelles recherches s'intéressant à d'autres séquelles post-AVC pourraient construire des programmes tout à fait différents, à l'image de l'étude de Bislick et al. (2023) qui, par exemple, s'est focalisée sur des patients aphasiques. Ils ont construit, en conséquence, un programme de yoga adapté à cette problématique. Les séances avaient notamment pour vocation de créer des interactions sociales, avec des temps d'échanges avant et après la séance (i.e. début de séances avec des questions pour apprendre à se connaître, et en fin de séances des questions autour de leurs ressentis sur la séance). Pour s'adapter aux problématiques liées à l'aphasie, ils utilisaient des supports visuels et en adaptaient les consignes pour les rendre les plus facilement compréhensibles (Bislick et al, 2023). Dans nos recherches nous nous sommes intéressés aux patients en phase chronique post-AVC, mais dans le cas où ils sont en phase subaiguë l'approche pourrait être différente. Lorsque les patients sont en SSR notamment, il pourrait être intéressant de proposer des séances de Yin Yoga, afin de créer des temps calmes au milieu de leurs

séances intensives de rééducation multidisciplinaire. Peut-être que ce type de séances de yoga avec des postures d'étirements doux, maintenues plusieurs minutes, accompagnées d'exercices respiratoires et méditatifs, seraient susceptibles d'améliorer leur attention en séances de rééducation. Les séances pourraient être expérimentées soit sous forme de sessions courtes (i.e. 15-20 minutes) en milieu de journée, pour se reposer entre deux séances de rééducation plus intenses, soit sous forme de sessions longues (i.e. 30-45 minutes) en fin de journée pour favoriser le sommeil et donc la récupération. En outre, concernant le travail de l'équilibre en phase chronique post-AVC, nous estimons que le programme YOG'AVC est utile et nous souhaiterions le rendre accessible aux thérapeutes et aux chercheurs en créant un manuel (Annexe 8) disponible en ligne, à l'image de ce qui existe déjà pour le programme FAME (i.e. <https://fameexercise.com/>). Ceci dans le but de faciliter la répliquabilité, car il a été identifié à plusieurs reprises que les études proposent des approches parfois très hétérogènes du yoga, ou qu'elles décrivent trop peu le contenu des séances (Lenoir Dit Caron et al., 2021; Silveira & Smart, 2020).

Dans la construction de ce programme, nous avons également fait le choix d'occulter l'aspect philosophique du yoga et de se limiter à une approche occidentalisée en ne proposant qu'un travail postural, respiratoire et méditatif dans les séances. C'est ce que nous avons retrouvé de façon courante dans les études précédentes sur les pathologies du SNC (Lenoir Dit Caron et al., 2021). Toutefois, il est possible de retrouver des études, comme celle de Lundgren et al. (2008), qui ont fait le choix d'ajouter des notions philosophiques (e.g. *Yama* et *Niyama*) à leur programme. Il est possible qu'en ajoutant des temps d'échange et de discussion sur des sujets fondamentaux telle que l'harmonie avec les autres et avec soi-même, ou sur la spiritualité (Berghmans, 2023), il soit possible d'obtenir des bénéfices supplémentaires, sur la santé mentale notamment, qui restent à être investigués.

Par ailleurs, c'est toujours la même thérapeute (i.e. Rita Lenoir Dit Caron) qui s'est occupée des séances, ce qui ne nous permet pas de distinguer la part d'efficacité qui relève de la thérapie, et la part qui relève du thérapeute, ce que l'on nomme « *therapist effect* » en anglais. En effet, il semble que l'alliance thérapeutique puisse influencer l'engagement des patients dans leur rééducation après un AVC (Heredia-Callejón et al., 2023). Il apparaît qu'un contexte de confiance qui facilite une connaissance mutuelle, favorisant ainsi le sentiment de sécurité du patient, impacte positivement son engagement. L'empathie et la valorisation des capacités du patients semblent favoriser cette alliance (Heredia-Callejón et al., 2023). De plus, il a été avancé que la personnalité d'un thérapeute puisse agir en partie sur l'efficacité d'un traitement, notamment dans le cadre de la rééducation des affections chroniques en masso-kinésithérapie (Buining et al., 2015). Il semblerait qu'un trait de personnalité en particulier puisse impacter négativement l'efficacité d'un traitement, le neuroticisme, caractérisé par une tendance persistante à ressentir une humeur anxieuse ou dépressive. En revanche un score bas, vis à vis de ce trait de personnalité, était positivement associé à l'efficacité du traitement. Suggérant ainsi

qu'un traitement effectué par des thérapeutes qui ont tendance à être « *plus calmes, plus détendus et plus sûrs* » peut produire de meilleurs résultats (Buining et al., 2015). Aussi, une étude multicentrique avec plusieurs lieux de soins et plusieurs thérapeutes aurait, là aussi, permis d'estomper l'effet lié à ce lien thérapeutique.

De plus, nous n'avons expérimenté que des séances de groupes, et bien que cette modalité de pratique soit source de motivation pour la plupart des participants, il pourrait être intéressant de les coupler avec des séances individuelles. En effet, des séances individuelles permettent de construire des séances plus centrées sur le patient et ses problématiques personnelles. Il est possible d'adapter chaque séance aux besoins du patient, car ils peuvent parfois varier d'un jour à l'autre, et la communication est facilitée. Le choix des exercices (i.e. posturaux, respiratoires ou méditatifs) peut se faire d'après un bilan individualisé, et leurs effets immédiats sur le patient peuvent être évalués en direct, de sorte qu'un réajustement est plus aisé dans ces conditions. Il serait pertinent d'investiguer dans quels cas de figure des séances individuelles pourraient être ajoutées aux séances de groupes.

Enfin, il convient de bien situer la place du yoga en tant qu'APA aux patients post-AVC, au regard des recommandations de la Haute Autorité de Santé (Figure 10). En effet, le yoga ne semble pas correspondre aux deux types d'activité physique qui doivent être pratiqués par les patients en priorité : l'endurance et le renforcement musculaire. Les activités de type « endurance » sont décrites comme sollicitant la majorité des grands groupes musculaires (e.g. marche, vélo, natation, etc.), et devrait être pratiqué à intensité modérée (i.e. 3 à 6 MET). Or, bien que le yoga sollicite la majorité des grands groupes musculaires, il était pratiqué (dans le programme YOG'AVC) sous forme de maintien de positions statiques, sollicitant très peu le système cardio-respiratoire. D'après la revue systématique de Larson-Meyer (2016), ce type de yoga permet en moyenne une dépense énergétique inférieure à 3 MET, correspondant à une intensité légère. Pour atteindre une intensité modérée, il faut enchaîner les postures de manière rapide et dynamique, comme dans la salutation au soleil par exemple. Toutefois, il semble difficile de faire pratiquer de tels enchaînements à des patients souffrants d'hémiplégie et présentant des troubles de l'équilibre. Ensuite, les activités de type « renforcement musculaire » sont couramment décrites comme étant la répétition de mouvements visant la sollicitation de groupes musculaires, pouvant être réalisés à l'aide de matériel (e.g. poids, bandes élastiques, etc.) ou sous forme d'exercices fonctionnels (e.g. s'asseoir et se lever d'une chaise, monter et descendre d'une marche, etc.), avec un nombre de répétition et de séries pour les quantifier. La pratique des postures de yoga en statique semble, là aussi, ne pas correspondre aux attendus d'une séance de renforcement musculaire traditionnel. Pour autant, les postures de yoga mettent bien en jeu l'activité musculaire, notamment sous forme de contraction isométrique lors de leur maintien, mais aussi en concentrique et excentrique lors de leur enchaînement (Ni et al., 2014; Salem et al., 2013). Notre première étude expérimentale révélait une amélioration moyenne de la force maximale d'extension isométrique du

genou autour de 25 newtons en post-traitement dans le groupe pratiquant du yoga. Cette amélioration n'était pas inférieure à celle retrouvée dans le groupe pratiquant le programme FAME (i.e. programme correspondant à du renforcement musculaire traditionnel, sous forme de Circuit Training et d'exercices de mobilité fonctionnelle). Notre seconde étude expérimentale mettant en avant une diminution médiane de 5 secondes au 5TSTS en post-traitement dans le groupe télé-yoga. Ces résultats suggèrent que la pratique du programme YOG'AVC peut améliorer les capacités musculaires des participants. Toutefois, ils devront être confirmés par d'autres essais contrôlés randomisés, et il pourrait être intéressant d'étudier d'autres groupes musculaires que les extenseurs de genoux.

3.3. Les limites des outils de mesures utilisés et perspectives de recherches

Le choix de nos outils de mesure s'est essentiellement basé sur leur utilisation dans des études antérieures, l'objectif étant de faciliter la comparabilité de nos résultats avec ceux des études précédentes. Mais ce choix s'est également fondé sur les moyens que nous avons à disposition. Ainsi, nous avons sélectionné des échelles couramment utilisées en clinique et des auto-questionnaires. Toutefois, nous nous sommes rendu compte que notre critère de jugement principal, la BBS, présente un effet plafond qui a probablement limité l'impact des résultats (i.e. la possibilité de dépasser le CMD). Il semblerait que le mini-BESTest soit une échelle tout aussi fiable et valide que la BBS, mais que son effet plafond soit moindre (Godi et al., 2013). En outre, l'ajout d'une analyse cinématique et/ou électromyographique lors de mouvements fonctionnels (e.g. pendant la marche) pourrait, par exemple, nous éclairer sur les paramètres susceptibles d'être modifiés par la pratique du yoga, et ainsi expliquer plus précisément les effets de l'intervention. Il existe, en effet, de nombreux outils technologiques portables pour l'analyse du mouvement et du contrôle postural (Zampogna et al., 2020). Les capteurs inertiels peuvent mesurer les déplacements des différents segments du corps dans l'espace, l'électromyographie permet d'enregistrer l'activité musculaire de manière précise et ciblée, et les capteurs de pression mesurent les variations de pressions entre le pied et le sol. Dans le cas de notre première étude expérimentale, nous avons pu observer une amélioration significative au TDM6, mais nous n'avons pas pu identifier si ces modifications étaient en lien avec une amélioration de l'activité musculaire ou de la cinétique de marche. Or, avec ce type d'outil de mesure, il serait possible de cerner si cette amélioration de la marche est plutôt due à un meilleur contrôle postural en situation dynamique, ou à une amélioration de la force et de l'endurance musculaire.

De plus, bien que nous nous soyons intéressés à de nombreux critères d'évaluations, ils ne sont pas exhaustifs des troubles rencontrés après un AVC. Nous avons déjà mentionné la possibilité d'ajouter des mesures de la mobilité articulaire, et celles-ci pourraient être ciblées sur les articulations dont la mobilité est restreinte par la présence d'hyperactivité musculaire. La sensibilité proprioceptive pourrait également être évaluée, puisque l'étude de Cherup et al. (2021) a mis en avant qu'une amélioration

était possible par la pratique du yoga chez des patients atteints de la maladie de Parkinson. De même, la sensibilité cutanée tactile (i.e. notamment au niveau des pieds) pourrait être étudiée, puisqu'une étude récente met en avant une corrélation entre la pratique du yoga et une meilleure capacité au test de discrimination en deux points (Sarak Kucukosmanoglu et al., 2023). D'un point de vue cognitif, il est également possible que le yoga ait un impact sur les capacités attentionnelles. En effet, la pratique d'exercices respiratoires semble pouvoir améliorer les capacités attentionnelles des personnes âgées (Jester et al., 2019).

Pour finir, les données recueillies dans nos recherches se basaient essentiellement sur des échelles quantitatives, or comme nous l'avons exprimé à plusieurs reprises, les échanges informels avec les participants ont révélé des informations complémentaires très riches. Aussi, nous avons débuté en juillet 2023 une recherche qualitative intitulée « Analyse des expériences et du vécu d'individus pratiquant du yoga après un accident vasculaire cérébral », afin d'interroger les motivations qui les ont amenés vers le yoga, les bienfaits perçus, les limites potentielles rencontrées, ainsi que les freins et les facilitateurs d'une pratique régulière. Notre travail se poursuit donc, car, comme de nombreux doctorant pourront en attester, la thèse n'est que le commencement.

Conclusion

Pour conclure, l'ensemble de ce travail aura permis de souligner, d'une part, la nécessité de mener de nouvelles recherches expérimentales sur l'intérêt du yoga dans la rééducation des pathologies neurologiques centrales, d'autre part, de mettre en avant les effets physiques et psychologiques du yoga sur les patients souffrant de séquelles motrices chroniques post-AVC. Nos recherches confirment que le programme YOG'AVC est une alternative thérapeutique non moins efficace qu'un programme conventionnel d'activité physique pour améliorer l'équilibre, la mobilité fonctionnelle et la force musculaire des quadriceps. Des éléments laissent également penser que ces deux approches sont susceptibles de diminuer les symptômes liés à l'anxiété et à la dépression. De plus, dans certaines conditions, les séances de yoga sont réalisables en visio-conférence, ce qui permet de rendre plus facilement accessible la pratique des séances supervisées aux patients n'ayant pas la possibilité de se déplacer de manière autonome. Il semble également que la pratique de séances de groupe soit un important facteur motivationnel, dans la mesure où les participants d'un même groupe ont des capacités fonctionnelles relativement similaires. Aussi, ce type d'approche devrait être plus généralement utilisé en pratique clinique. Enfin, nos recherches se sont essentiellement intéressées à mesurer les effets du yoga de façon quantitative, toutefois il pourrait être pertinent et complémentaire de mener une recherche qualitative, de manière à mieux comprendre comment les patients perçoivent la pratique de cette discipline.

Références

- Addington, E. L., Sohl, S. J., Tooze, J. A., & Danhauer, S. C. (2018). Convenient and Live Movement (CALM) for women undergoing breast cancer treatment: Challenges and recommendations for internet-based yoga research. *Complementary Therapies in Medicine, 37*, 77-79.
<https://doi.org/10.1016/j.ctim.2018.02.001>
- Ahadi, F., Tabatabaee, S. M., Rajabpour, M., Ghadamgahi, A., & Kaljahi, M. P. (2013). Effect of 8-week Aerobic Exercise and Yoga Training on Depression, Anxiety, and Quality of Life Among Multiple Sclerosis Patients. *Iranian Rehabilitation Journal, 11*(17), 75-80.
- Ahmadi, A., Nikbakh, M., Arastoo, A. A., & Habibi, A. (2010). The Effects of a Yoga Intervention on Balance, Speed and Endurance of Walking, Fatigue and Quality of Life in People with Multiple Sclerosis. *Journal of Human Kinetics, 23*, 43-50.
- Ahuja, C. S., Wilson, J. R., Nori, S., Kotter, M. R. N., Druschel, C., Curt, A., & Fehlings, M. G. (2017). Traumatic spinal cord injury. *Nature Reviews. Disease Primers, 3*, 17018.
<https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.18>
- Akeson, W. H., Amiel, D., Abel, M. F., Garfin, S. R., & Woo, S. L. (1987). Effects of immobilization on joints. *Clinical Orthopaedics and Related Research, 219*, 28-37.
- Algethamy, H. (2020). Baseline Predictors of Survival, Neurological Recovery, Cognitive Function, Neuropsychiatric Outcomes, and Return to Work in Patients after a Severe Traumatic Brain Injury : An Updated Review. *Materia Socio-Medica, 32*(2), 148-157.
<https://doi.org/10.5455/msm.2020.32.148-157>
- Alghadir, A. H., Al-Eisa, E. S., Anwer, S., & Sarkar, B. (2018). Reliability, validity, and responsiveness of three scales for measuring balance in patients with chronic stroke. *BMC Neurology, 18*(1), 141. <https://doi.org/10.1186/s12883-018-1146-9>
- Alghadir, A. H., Anwer, S., Iqbal, A., & Iqbal, Z. A. (2018). Test-retest reliability, validity, and minimum detectable change of visual analog, numerical rating, and verbal rating scales for

- measurement of osteoarthritic knee pain. *Journal of Pain Research*, 11, 851-856.
<https://doi.org/10.2147/JPR.S158847>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5TM* (5ième). American Psychiatric Publishing.
<https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Armstrong, A., Jungbluth Rodriguez, K., Sabag, A., Mavros, Y., Parker, H. M., Keating, S. E., & Johnson, N. A. (2022). Effect of aerobic exercise on waist circumference in adults with overweight or obesity : A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 23(8), e13446.
<https://doi.org/10.1111/obr.13446>
- Aruin, A. S., & Latash, M. L. (1995). The role of motor action in anticipatory postural adjustments studied with self-induced and externally triggered perturbations. *Experimental Brain Research*, 106(2), 291-300. <https://doi.org/10.1007/BF00241125>
- Balaban, B., & Tok, F. (2014). Gait disturbances in patients with stroke. *PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 6(7), 635-642. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2013.12.017>
- Balasubramanian, B., & Pansare, M. S. (1991). Effect of yoga on aerobic and anaerobic power of muscles. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 35(4), 281-282.
- Banks, G., Bernhardt, J., Churilov, L., & Cumming, T. B. (2012). Exercise preferences are different after stroke. *Stroke Research and Treatment*, 2012, 890946. <https://doi.org/10.1155/2012/890946>
- Barone, P., Erro, R., & Picillo, M. (2017). Quality of Life and Nonmotor Symptoms in Parkinson's Disease. *International Review of Neurobiology*, 133, 499-516.
<https://doi.org/10.1016/bs.irn.2017.05.023>
- Basso, J. C., McHale, A., Ende, V., Oberlin, D. J., & Suzuki, W. A. (2019). Brief, daily meditation enhances attention, memory, mood, and emotional regulation in non-experienced meditators. *Behavioural Brain Research*, 356, 208-220.
<https://doi.org/10.1016/j.bbr.2018.08.023>

- Bastille, J. V., & Gill-Body, K. M. (2004). A yoga-based exercise program for people with chronic poststroke hemiparesis. *Physical Therapy, 84*(1), 33-48.
- Beck, A. T., Steer, R. A., & Carbin, M. G. (1988). Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of evaluation. *Clinical Psychology Review, 8*(1), 77-100.
[https://doi.org/10.1016/0272-7358\(88\)90050-5](https://doi.org/10.1016/0272-7358(88)90050-5)
- Begni, V., Sanson, A., Pfeiffer, N., Brandwein, C., Inta, D., Talbot, S. R., Riva, M. A., Gass, P., & Mallien, A. S. (2020). Social isolation in rats: Effects on animal welfare and molecular markers for neuroplasticity. *PLoS One, 15*(10), e0240439. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240439>
- Bellaud, E., Bertucci, W., & Bellaud, B. (2003). Le Renforcement Musculaire en Rééducation. *Kinésithérapie, les cahiers, 17-18*, 69-77.
- Bento, V. F. R., Albino, F. B., Moura, K. F. de, Maftum, G. J., Santos, M. de C. dos", Guarita-Souza, L. C., Faria Neto, J. R., & Baena, C. P. (2015). Impact of physical activity interventions on blood pressure in Brazilian populations. *Arquivos Brasileiros De Cardiologia, 105*(3), 301-308.
<https://doi.org/10.5935/abc.20150048>
- Berger, W., Horstmann, G., & Dietz, V. (1984). Tension development and muscle activation in the leg during gait in spastic hemiparesis: Independence of muscle hypertonia and exaggerated stretch reflexes. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, 47*(9), 1029-1033.
<https://doi.org/10.1136/jnnp.47.9.1029>
- Berghmans, C. (2023). L'impact des approches thérapeutiques basées sur la spiritualité dans le champ de la santé mentale au niveau de l'anxiété : Une revue exploratoire de la littérature de travaux contrôlés et randomisés. *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique*.
<https://doi.org/10.1016/j.amp.2023.04.002>
- Bernal, G. M., & Peterson, D. A. (2004). Neural stem cells as therapeutic agents for age-related brain repair. *Aging Cell, 3*(6), 345-351. <https://doi.org/10.1111/j.1474-9728.2004.00132.x>

- Bickenbach, J., Officer, A., Shakespeare, T., & von Groote., P. (2014). *Lésions de la Moelle Epinière— Perspectives internationales*. Organisation mondiale de la santé.
https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/131503/9783033046399_fre.pdf
- Biddle, S. J., Chatzisarantis, N., & Hagger, M. (2001). 1. Théorie de l'autodétermination dans le domaine du sport et de l'exercice physique. In *Théories de la motivation et pratiques sportives* (p. 17-55). Presses Universitaires de France.
<https://doi.org/10.3917/puf.sarr.2001.01.0017>
- Billinger, S. A., Arena, R., Bernhardt, J., Eng, J. J., Franklin, B. A., Johnson, C. M., MacKay-Lyons, M., Macko, R. F., Mead, G. E., Roth, E. J., Shaughnessy, M., Tang, A., American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health, Council on Epidemiology and Prevention, & Council on Clinical Cardiology. (2014). Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, *45*(8), 2532-2553. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000022>
- Bislick, L., Dietz, A., Duncan, E. S., & Cornelius, K. (2023). The Feasibility and Benefits of a Virtual Yoga Practice for Stroke Survivors With Aphasia. *American Journal of Speech-Language Pathology*, *32*(4), 1679-1688. https://doi.org/10.1044/2023_AJSLP-22-00269
- Blennerhassett, J. M., Levy, C. E., Mackintosh, A., Yong, A., & McGinley, J. L. (2018). One-Quarter of People Leave Inpatient Stroke Rehabilitation with Physical Capacity for Community Ambulation. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases: The Official Journal of National Stroke Association*, *27*(12), 3404-3410.
<https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.08.004>
- Blum, L., & Korner-Bitensky, N. (2008). Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: A systematic review. *Physical Therapy*, *88*(5), 559-566. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070205>
- Bohannon, R. (1989). Correlation of Lower Limb Strengths and Other Variables with Standing Performance in Stroke Patients. *Physical Therapy*, *41*, 198-201.

- Bohannon, R. W. (1987). Gait performance of hemiparetic stroke patients: Selected variables. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 68*(11), 777-781.
- Bohannon, R. W. (1997). Measurement and Nature of Muscle Strength in Patients with Stroke. *Journal of Neurologic Rehabilitation, 11*(2), 115-125. <https://doi.org/10.1177/154596839701100206>
- Bohannon, R. W. (2007). Muscle strength and muscle training after stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine, 39*(1), 14-20. <https://doi.org/10.2340/16501977-0018>
- Bohannon, R. W., & Crouch, R. (2017). Minimal clinically important difference for change in 6-minute walk test distance of adults with pathology: A systematic review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice, 23*(2), 377-381. <https://doi.org/10.1111/jep.12629>
- Bohannon, R. W., & Larkin, P. A. (1985). Lower extremity weight bearing under various standing conditions in independently ambulatory patients with hemiparesis. *Physical Therapy, 65*(9), 1323-1325. <https://doi.org/10.1093/ptj/65.9.1323>
- Bohannon, R., & Williams Andrews, A. (1995). Relationship between impairments and gait performance after stroke: A summary of relevant research. *Gait & Posture, 3*(4), 236-240. [https://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)82853-0](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)82853-0)
- Bonan, I. V., Leman, M. C., Legargasson, J. F., Guichard, J. P., & Yelnik, A. P. (2006). Evolution of subjective visual vertical perturbation after stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair, 20*(4), 484-491. <https://doi.org/10.1177/1545968306289295>
- Boursin, P., Paternotte, S., Dercy, B., Sabben, C., & Maïer, B. (2018). Sémantique, épidémiologie et sémiologie des accidents vasculaires cérébraux. *Soins, 63*(828), 24-27. <https://doi.org/10.1016/j.soin.2018.06.008>
- Bovonsunthonchai, S., Aung, N., Hiengkaew, V., & Tretriluxana, J. (2020). A randomized controlled trial of motor imagery combined with structured progressive circuit class therapy on gait in stroke survivors. *Scientific Reports, 10*, 6945. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63914-8>

- Bowen, A., McKenna, K., & Tallis, R. C. (1999). Reasons for variability in the reported rate of occurrence of unilateral spatial neglect after stroke. *Stroke*, *30*(6), 1196-1202.
<https://doi.org/10.1161/01.str.30.6.1196>
- Brandmeyer, T., Delorme, A., & Wahbeh, H. (2019). The neuroscience of meditation: Classification, phenomenology, correlates, and mechanisms. *Progress in Brain Research*, *244*, 1-29.
<https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.10.020>
- Brazier, J. E., Harper, R., Jones, N. M., O’Cathain, A., Thomas, K. J., Usherwood, T., & Westlake, L. (1992). Validating the SF-36 health survey questionnaire: New outcome measure for primary care. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *305*(6846), 160-164.
<https://doi.org/10.1136/bmj.305.6846.160>
- Brown, R. P., & Gerbarg, P. L. (2009). Yoga breathing, meditation, and longevity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1172*, 54-62. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04394.x>
- Browne, P., Chandraratna, D., Angood, C., Tremlett, H., Baker, C., Taylor, B. V., & Thompson, A. J. (2014). Atlas of Multiple Sclerosis 2013: A growing global problem with widespread inequity. *Neurology*, *83*(11), 1022-1024. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000000768>
- Bruder, N., & Boussen, S. (2017). Accident vasculaire cérébral ischémique. *Anesthésie & Réanimation*, *3*(1), 25-36. <https://doi.org/10.1016/j.anrea.2017.01.003>
- Brunaux, H., Doga, M., Forté, L., Jacolin-Nackaerts, M., & Salaméro, É. (2022). Usages du yoga et « gestion des émotions » à l’école. *Tréma*, *57*, Article 57. <https://doi.org/10.4000/trema.7320>
- Buining, E. M., Kooijman, M. K., Swinkels, I. C. S., Pisters, M. F., & Veenhof, C. (2015). Exploring physiotherapists’ personality traits that may influence treatment outcome in patients with chronic diseases: A cohort study. *BMC Health Services Research*, *15*, 558.
<https://doi.org/10.1186/s12913-015-1225-1>
- Burks, H. B., des Bordes, J. K. A., Chadha, R., Holmes, H. M., & Rianon, N. J. (2021). Quality of Life Assessment in Older Adults with Dementia: A Systematic Review. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, *50*(2), 103-110. <https://doi.org/10.1159/000515317>

- Butterfield, N., Schultz, T., Rasmussen, P., & Proeve, M. (2017). Yoga and mindfulness for anxiety and depression and the role of mental health professionals: A literature review. *The Journal of Mental Health Training, Education and Practice*, 12(1), 44-54.
- Cabanas-Valdés, R., García-Rueda, L., Salgueiro, C., Pérez-Bellmunt, A., Rodríguez-Sanz, J., & López-de-Celis, C. (2023). Assessment of the 4-meter walk test test-retest reliability and concurrent validity and its correlation with the five sit-to-stand test in chronic ambulatory stroke survivors. *Gait & Posture*, 101, 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.01.014>
- Caetano, L. C. G., Pacheco, B. D., Samora, G. A. R., Teixeira-Salmela, L. F., & Scianni, A. A. (2020). Self-Efficacy to Engage in Physical Exercise and Walking Ability Best Predicted Exercise Adherence after Stroke. *Stroke Research and Treatment*, 2020, 2957623. <https://doi.org/10.1155/2020/2957623>
- Callahan, C. M., Unverzagt, F. W., Hui, S. L., Perkins, A. J., & Hendrie, H. C. (2002). Six-item screener to identify cognitive impairment among potential subjects for clinical research. *Medical Care*, 40(9), 771-781. <https://doi.org/10.1097/00005650-200209000-00007>
- Cambier, J., Masson, M., Masson, C., Dehen, H., & Besson, L. (2014). *Neurologie*. Elsevier.
- Capizzi, A., Woo, J., & Verduzco-Gutierrez, M. (2020). Traumatic Brain Injury: An Overview of Epidemiology, Pathophysiology, and Medical Management. *The Medical Clinics of North America*, 104(2), 213-238. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.001>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.
- Chalmers, J. A., Quintana, D. S., Abbott, M. J.-A., & Kemp, A. H. (2014). Anxiety Disorders are Associated with Reduced Heart Rate Variability: A Meta-Analysis. *Frontiers in Psychiatry*, 5, 80. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2014.00080>
- Champely, S., & Verdot, C. (2007). Que signifie la significativité statistique ? L'apport de la taille d'effet et de la puissance statistique. *Staps*, 77(3), 49-61. <https://doi.org/10.3917/sta.077.0049>

- Chan, W., Immink, M. A., & Hillier, S. (2012). Yoga and exercise for symptoms of depression and anxiety in people with poststroke disability: A randomized, controlled pilot trial. *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 18(3), 34-43.
- Chen, E., Viktorisson, A., Danielsson, A., Palstam, A., & Sunnerhagen, K. S. (2020). Levels of physical activity in acute stroke patients treated at a stroke unit: A prospective, observational study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 52(4), jrm00041. <https://doi.org/10.2340/16501977-2671>
- Chen, Q., Cao, C., Gong, L., & Zhang, Y. (2019). Health related quality of life in stroke patients and risk factors associated with patients for return to work. *Medicine*, 98(16), e15130. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000015130>
- Cherup, N. P., Strand, K. L., Lucchi, L., Wooten, S. V., Luca, C., & Signorile, J. F. (2021). Yoga Meditation Enhances Proprioception and Balance in Individuals Diagnosed With Parkinson's Disease. *Perceptual and Motor Skills*, 128(1), 304-323. <https://doi.org/10.1177/0031512520945085>
- Cheung, C., Bhimani, R., Wyman, J. F., Konczak, J., Zhang, L., Mishra, U., Terluk, M., Kartha, R. V., & Tuite, P. (2018). Effects of yoga on oxidative stress, motor function, and non-motor symptoms in Parkinson's disease: A pilot randomized controlled trial. *Pilot and Feasibility Studies*, 4(1), 162. <https://doi.org/10.1186/s40814-018-0355-8>
- Chiari, L., Bertani, A., & Cappello, A. (2000). Classification of visual strategies in human postural control by stochastic parameters. *Human Movement Science*, 19(6), 817-842. [https://doi.org/10.1016/S0167-9457\(01\)00024-0](https://doi.org/10.1016/S0167-9457(01)00024-0)
- Chieffo, D. P. R., Lino, F., Ferrarese, D., Belella, D., Della Pepa, G. M., & Doglietto, F. (2023). Brain Tumor at Diagnosis: From Cognition and Behavior to Quality of Life. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 13(3), 541. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13030541>
- Chiu, C. Y., Ng, M. Y.-H., Lam, S. C., Hui, K. Y., Keung, C. H., Ouyang, H., Li, X., & Pang, M. Y.-C. (2023). Effect of physical exercise on fear of falling in patients with stroke: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 37(3), 294-311. <https://doi.org/10.1177/02692155221135028>

- Cho, J.-E., & Kim, H. (2021). Ankle Proprioception Deficit Is the Strongest Factor Predicting Balance Impairment in Patients With Chronic Stroke. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation, 3*(4), 100165. <https://doi.org/10.1016/j.arrct.2021.100165>
- Clark, B. (2019). *The Complete Guide to Yin Yoga: The Philosophy and Practice of Yin Yoga*. White Cloud Press.
- Clark, B. C., & Manini, T. M. (2008). Sarcopenia \neq dynapenia. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 63*(8), 829-834.
<https://doi.org/10.1093/gerona/63.8.829>
- Clarke, T. C., Black, L. I., Stussman, B. J., Barnes, P. M., & Nahin, R. L. (2015). Trends in the Use of Complementary Health Approaches Among Adults: United States, 2002–2012. *National health statistics reports, 79*, 1-16.
- Conboy, L. A., Noggle, J. J., Frey, J. L., Kudesia, R. S., & Khalsa, S. B. S. (2013). Qualitative evaluation of a high school yoga program: Feasibility and perceived benefits. *Explore (New York, N.Y.), 9*(3), 171-180. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2013.02.001>
- Cramer, H., Haller, H., Klose, P., Ward, L., Chung, V. C., & Lauche, R. (2019). The risks and benefits of yoga for patients with chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation, 33*(12), 1847-1862.
<https://doi.org/10.1177/0269215519860551>
- Cramer, H., Klose, P., Brinkhaus, B., Michalsen, A., & Dobos, G. (2017). Effects of yoga on chronic neck pain: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation, 31*(11), 1457-1465.
<https://doi.org/10.1177/0269215517698735>
- Cramer, H., Lauche, R., Anheyer, D., Pilkington, K., de Manincor, M., Dobos, G., & Ward, L. (2018). Yoga for anxiety: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Depression and Anxiety, 35*(9), 830-843. <https://doi.org/10.1002/da.22762>

- Cramer, H., Lauche, R., Azizi, H., Dobos, G., & Langhorst, J. (2014). Yoga for Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*, *9*(11).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112414>
- Cramer, H., Lauche, R., Haller, H., & Dobos, G. (2013). A systematic review and meta-analysis of yoga for low back pain. *The Clinical Journal of Pain*, *29*(5), 450-460.
<https://doi.org/10.1097/AJP.0b013e31825e1492>
- Cramer, H., Lauche, R., Langhorst, J., & Dobos, G. (2013). Yoga for depression: A systematic review and meta-analysis. *Depression and Anxiety*, *30*(11), 1068-1083.
<https://doi.org/10.1002/da.22166>
- Cramer, H., Ward, L., Steel, A., Lauche, R., Dobos, G., & Zhang, Y. (2016). Prevalence, Patterns, and Predictors of Yoga Use: Results of a U.S. Nationally Representative Survey. *American Journal of Preventive Medicine*, *50*(2), 230-235. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2015.07.037>
- Damush, T. M., Plue, L., Bakas, T., Schmid, A., & Williams, L. S. (2007). Barriers and facilitators to exercise among stroke survivors. *Rehabilitation Nursing: The Official Journal of the Association of Rehabilitation Nurses*, *32*(6), 253-260, 262. <https://doi.org/10.1002/j.2048-7940.2007.tb00183.x>
- De Peretti, C., Gabet, A., Lecoffre, C., & Woimant, F. (2017). Disparités régionales de prise en charge hospitalière des accidents vasculaires cérébraux en 2015. *Etudes & Résultats Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DREES)*, *1010*, 1-6.
- De Peretti, C., Grimaud, O., Tuppin, P., Chin, F., & Woimant, F. (2012). Prévalence des accidents vasculaires cérébraux et de leurs séquelles et impact sur les activités de la vie quotidienne: apports des enquêtes déclaratives Handicap-santé-ménages et Handicap-santé-institution, 2008-2009. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire*, *1*, 1-6.
- DeMichelis, E. (2005). *A History of Modern Yoga: Patanjali and Western Esotericism*. Continuum International Publishing Group.

- de Oliveira, G., Tavares, M. da C. C. G. F., de Faria Oliveira, J. D., Rodrigues, M. R., & Santaella, D. F. (2016). Yoga Training Has Positive Effects on Postural Balance and Its Influence on Activities of Daily Living in People with Multiple Sclerosis: A Pilot Study. *Explore (New York, N.Y.)*, *12*(5), 325-332. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2016.06.005>
- Deschodt-Arsac, V., Lalanne, R., Spiluttini, B., Bertin, C., & Arsac, L. M. (2018). Effects of heart rate variability biofeedback training in athletes exposed to stress of university examinations. *PLoS One*, *13*(7), e0201388. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201388>
- Deshpande, N., Simonsick, E., Metter, E. J., Ko, S., Ferrucci, L., & Studenski, S. (2016). Ankle proprioceptive acuity is associated with objective as well as self-report measures of balance, mobility, and physical function. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, *38*(3), 53. <https://doi.org/10.1007/s11357-016-9918-x>
- Di Fabio, R. P. (1987). Lower extremity antagonist muscle response following standing perturbation in subjects with cerebrovascular disease. *Brain Research*, *406*(1-2), 43-51. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(87\)90767-0](https://doi.org/10.1016/0006-8993(87)90767-0)
- Di Fabio, R. P., & Badke, M. B. (1990). Extraneous movement associated with hemiplegic postural sway during dynamic goal-directed weight redistribution. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *71*(6), 365-371.
- Dickstein, R., Nissan, M., Pillar, T., & Scheer, D. (1984). Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. Major characteristics and patterns of improvement. *Physical Therapy*, *64*(1), 19-23. <https://doi.org/10.1093/ptj/64.1.19>
- Dietz, V., & Berger, W. (1984). Interlimb coordination of posture in patients with spastic paresis. Impaired function of spinal reflexes. *Brain: A Journal of Neurology*, *107* (Pt 3), 965-978. <https://doi.org/10.1093/brain/107.3.965>
- Do, M. C., Bussel, B., & Breniere, Y. (1990). Influence of plantar cutaneous afferents on early compensatory reactions to forward fall. *Experimental Brain Research*, *79*(2), 319-324. <https://doi.org/10.1007/BF00608241>

- Dobson, R., & Giovannoni, G. (2019). Multiple sclerosis—A review. *European Journal of Neurology*, 26(1), 27-40. <https://doi.org/10.1111/ene.13819>
- Donnelly, K. Z., Linnea, K., Grant, D. A., & Lichtenstein, J. (2017). The feasibility and impact of a yoga pilot programme on the quality-of-life of adults with acquired brain injury. *Brain Injury*, 31(2), 208-214. <https://doi.org/10.1080/02699052.2016.1225988>
- Doulatabad, S., Nooreyan, K., Doulatabad, A., & Noubandegani, Z. (2012). The Effects of Pranayama, Hatha and Raja Yoga on Physical Pain and the Quality Of Life of Women with Multiple Sclerosis. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 10(1), 49-52. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v10i1.8>
- Duchateau, J., Nicol, C., & Baudry, S. (2014). Le vieillissement du système neuromusculaire : De la sarcopénie à la dynapénie. *Kinésithérapie, la Revue*, 14(145), 45-51. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2013.09.010>
- Duclos, N., Duclos, C., & Mesure, S. (2017). Contrôle postural : Physiologie, concepts principaux et implications pour la réadaptation. *Elsevier Masson*, 13(1). [https://doi.org/10.1016/S1283-0887\(16\)60191-3](https://doi.org/10.1016/S1283-0887(16)60191-3)
- Ebnezar, J., Nagarathna, R., Yogitha, B., & Nagendra, H. R. (2012). Effects of an integrated approach of hatha yoga therapy on functional disability, pain, and flexibility in osteoarthritis of the knee joint : A randomized controlled study. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 18(5), 463-472. <https://doi.org/10.1089/acm.2010.0320>
- Edwards, J. D., Kapoor, A., Linkewich, E., & Swartz, R. H. (2018). Return to work after young stroke : A systematic review. *International Journal of Stroke: Official Journal of the International Stroke Society*, 13(3), 243-256. <https://doi.org/10.1177/1747493017743059>
- Edwards, M. K., & Loprinzi, P. D. (2018). Comparative effects of meditation and exercise on physical and psychosocial health outcomes: A review of randomized controlled trials. *Postgraduate Medicine*, 130(2), 222-228. <https://doi.org/10.1080/00325481.2018.1409049>

- Eldridge, S. M., Chan, C. L., Campbell, M. J., Bond, C. M., Hopewell, S., Thabane, L., Lancaster, G. A., & PAFS consensus group. (2016). CONSORT 2010 statement: Extension to randomised pilot and feasibility trials. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, *355*, i5239. <https://doi.org/10.1136/bmj.i5239>
- El-Hashimi, D., & Gorey, K. M. (2019). Yoga-Specific Enhancement of Quality of Life Among Women With Breast Cancer: Systematic Review and Exploratory Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Evidence-based Integrative Medicine*, *24*.
<https://doi.org/10.1177/2515690X19828325>
- Elie, C., De Rycke, Y., Jais, J.-P., Marion-Gallois, R., & Landais, P. (2008). Aspects méthodologiques et statistiques des essais d'équivalence et de non-infériorité. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, *56*(4), 267-277. <https://doi.org/10.1016/j.respe.2008.05.027>
- Ellis-Hill, C. S., Payne, S., & Ward, C. (2000). Self-body split: Issues of identity in physical recovery following a stroke. *Disability and Rehabilitation*, *22*(16), 725-733.
<https://doi.org/10.1080/09638280050191990>
- Elwy, A. R., Groessl, E. J., Eisen, S. V., Riley, K. E., Maiya, M., Lee, J. P., Sarkin, A., & Park, C. L. (2014). A systematic scoping review of yoga intervention components and study quality. *American Journal of Preventive Medicine*, *47*(2), 220-232.
<https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.03.012>
- Emard, N., Lynch, K. A., Liou, K. T., Atkinson, T., Green, A. K., Daly, B., Trevino, K., & Mao, J. J. (2021). Virtual Mind-Body Programming for Patients With Cancer During the COVID-19 Pandemic: Qualitative Study. *JMIR Cancer*, *7*(2), e27384. <https://doi.org/10.2196/27384>
- Embrechts, E., van der Waal, C., Anseeuw, D., van Buijnderen, J., Leroij, A., Lafosse, C., Nijboer, T. C., Truijen, S., & Saeys, W. (2023). Association between spatial neglect and impaired verticality perception after stroke: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, *66*(3), 101700. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2022.101700>

- Eng, J. J., Chu, K. S., Dawson, A. S., Kim, C. M., & Hepburn, K. E. (2002). Functional walk tests in individuals with stroke: Relation to perceived exertion and myocardial exertion. *Stroke*, *33*(3), 756-761. <https://doi.org/10.1161/hs0302.104195>
- Eng, J. J., Chu, K. S., Kim, C. M., Dawson, A. S., Carswell, A., & Hepburn, K. E. (2003). A community-based group exercise program for persons with chronic stroke. *Medicine and science in sports and exercise*, *35*(8), 1271-1278. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000079079.58477.0B>
- English, C., Hillier, S. L., & Lynch, E. A. (2017). Circuit class therapy for improving mobility after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *6*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007513.pub3>
- English, C., McLennan, H., Thoires, K., Coates, A., & Bernhardt, J. (2010). Loss of skeletal muscle mass after stroke: A systematic review. *International Journal of Stroke: Official Journal of the International Stroke Society*, *5*(5), 395-402. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2010.00467.x>
- Erkkinen, M. G., Kim, M.-O., & Geschwind, M. D. (2018). Clinical Neurology and Epidemiology of the Major Neurodegenerative Diseases. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, *10*(4). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a033118>
- Falco-Walter, J. (2020). Epilepsy-Definition, Classification, Pathophysiology, and Epidemiology. *Seminars in Neurology*, *40*(6), 617-623. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1718719>
- Faulkner, J. A., Larkin, L. M., Clafin, D. R., & Brooks, S. V. (2007). Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology & Physiology*, *34*(11), 1091-1096. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2007.04752.x>
- Felten, D. L., & Shetty, A. N. (2011). *Atlas de neurosciences humaines de Netter* (2ième). Elsevier Masson.
- Filiatrault, J., Gauvin, L., Fournier, M., Parisien, M., Robitaille, Y., Laforest, S., Corriveau, H., & Richard, L. (2007). Evidence of the psychometric qualities of a simplified version of the Activities-

- specific Balance Confidence scale for community-dwelling seniors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(5), 664-672. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.02.003>
- Fillot, P. (2018). *Un yoga occidental—L'enseignement viniyoga de Krishnamacharya à aujourd'hui*. Almora.
- Finestone, H. M., Marshall, S. C., Rozenberg, D., Moussa, R. C., Hunt, L., & Greene-Finestone, L. S. (2009). Differences between poststroke drivers and nondrivers: Demographic characteristics, medical status, and transportation use. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 88(11), 904-923. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3181aa001e>
- Fisher, P. L., & Durham, R. C. (1999). Recovery rates in generalized anxiety disorder following psychological therapy: An analysis of clinically significant change in the STAI-T across outcome studies since 1990. *Psychological Medicine*, 29(6), 1425-1434. <https://doi.org/10.1017/s0033291799001336>
- Fitzpatrick, R., & McCloskey, D. I. (1994). Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans. *The Journal of Physiology*, 478(Pt 1), 173-186.
- Flight, L., & Julious, S. A. (2016a). Practical guide to sample size calculations: Non-inferiority and equivalence trials. *Pharmaceutical Statistics*, 15(1), 80-89. <https://doi.org/10.1002/pst.1716>
- Flight, L., & Julious, S. A. (2016b). Practical guide to sample size calculations: Superiority trials. *Pharmaceutical Statistics*, 15(1), 75-79. <https://doi.org/10.1002/pst.1718>
- Foley, N., Murie-Fernandez, M., Speechley, M., Salter, K., Sequeira, K., & Teasell, R. (2010). Does the treatment of spastic equinovarus deformity following stroke with botulinum toxin increase gait velocity? A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Neurology*, 17(12), 1419-1427. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2010.03084.x>
- Fox, K. C. R., Dixon, M. L., Nijeboer, S., Girn, M., Floman, J. L., Lifshitz, M., Ellamil, M., Sedlmeier, P., & Christoff, K. (2016). Functional neuroanatomy of meditation: A review and meta-analysis of 78 functional neuroimaging investigations. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 65, 208-228. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.021>

- Fromont, A., Binquet, C., Clerc, L., & Moreau, T. (2009). Épidémiologie de la sclérose en plaques : La particularité française. *Revue Neurologique*, *165*(8), 671-675.
<https://doi.org/10.1016/j.neurol.2009.04.003>
- Ganesh, H. R. S., Subramanya, P., Rao, R. M., Vadiraj, H. S., & Udupa, V. (2022). Effects of an Integrated Yoga Program on Quality of Life, Spinal Flexibility, and Strength in Older Adults: A Randomized Control Trial. *Advances in Mind-Body Medicine*, *36*(1), 22-28.
- Gangwani, R., Cain, A., Collins, A., & Cassidy, J. M. (2022). Leveraging Factors of Self-Efficacy and Motivation to Optimize Stroke Recovery. *Frontiers in Neurology*, *13*, 823202.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2022.823202>
- Gao, F., Grant, T. H., Roth, E. J., & Zhang, L.-Q. (2009). Changes in passive mechanical properties of the gastrocnemius muscle at the muscle fascicle and joint levels in stroke survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *90*(5), 819-826.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.11.004>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., Nieman, D. C., Swain, D. P., & American College of Sports Medicine. (2011). 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. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(7), 1334-1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- Garrett, M., Hogan, N., Larkin, A., Saunders, J., Jakeman, P., & Coote, S. (2013a). Exercise in the community for people with minimal gait impairment due to MS: An assessor-blind randomized controlled trial. *Multiple Sclerosis Journal*, *19*(6), 782-789.
<https://doi.org/10.1177/1352458512461966>
- Garrett, M., Hogan, N., Larkin, A., Saunders, J., Jakeman, P., & Coote, S. (2013b). Exercise in the community for people with multiple sclerosis—A follow-up of people with minimal gait

- impairment. *Multiple Sclerosis Journal*, 19(6), 790-798.
<https://doi.org/10.1177/1352458512461390>
- Garrett, R., Immink, M. A., & Hillier, S. (2011). Becoming connected: The lived experience of yoga participation after stroke. *Disability and Rehabilitation*, 33(25-26), 2404-2415.
<https://doi.org/10.3109/09638288.2011.573058>
- Gauthier, J., & Bouchard, S. (1993). Adaptation canadienne-française de la forme révisée du State-Trait Anxiety Inventory de Spielberger. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement*, 25(4), 559-578.
<https://doi.org/10.1037/h0078881>
- Gil-González, I., Martín-Rodríguez, A., Conrad, R., & Pérez-San-Gregorio, M. Á. (2020). Quality of life in adults with multiple sclerosis : A systematic review. *BMJ Open*, 10(11), e041249.
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-041249>
- Gillespie, D., MacLellan, C., Ferguson-Pell, M., Taeger, A., & Manns, P. J. (2021). Balancing Access with Technology : Comparing In-Person and Telerehabilitation Berg Balance Scale Scores among Stroke Survivors. *Physiotherapy Canada. Physiotherapie Canada*, 73(3), 276-285.
<https://doi.org/10.3138/ptc-2019-0095>
- Godi, M., Franchignoni, F., Caligari, M., Giordano, A., Turcato, A. M., & Nardone, A. (2013). Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the mini-BESTest and Berg Balance Scale in patients with balance disorders. *Physical Therapy*, 93(2), 158-167.
<https://doi.org/10.2522/ptj.20120171>
- Gorst, T., Rogers, A., Morrison, S. C., Cramp, M., Paton, J., Freeman, J., & Marsden, J. (2019). The prevalence, distribution, and functional importance of lower limb somatosensory impairments in chronic stroke survivors : A cross sectional observational study. *Disability and Rehabilitation*, 41(20), 2443-2450. <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1468932>

- Govindaraj, R., Karmani, S., Varambally, S., & Gangadhar, B. N. (2016). Yoga and physical exercise—A review and comparison. *International Review of Psychiatry (Abingdon, England)*, 28(3), 242-253. <https://doi.org/10.3109/09540261.2016.1160878>
- Gracies, J.-M. (2005a). Pathophysiology of spastic paresis. I : Paresis and soft tissue changes. *Muscle & Nerve*, 31(5), 535-551. <https://doi.org/10.1002/mus.20284>
- Gracies, J.-M. (2005b). Pathophysiology of spastic paresis. II : Emergence of muscle overactivity. *Muscle & Nerve*, 31(5), 552-571. <https://doi.org/10.1002/mus.20285>
- Green, E., Huynh, A., Broussard, L., Zunker, B., Matthews, J., Hilton, C. L., & Aranha, K. (2019). Systematic Review of Yoga and Balance : Effect on Adults With Neuromuscular Impairment. *American Journal of Occupational Therapy*, 73(1), 7301205150p1. <https://doi.org/10.5014/ajot.2019.028944>
- Groessler, E. J., Chopra, D., & Mills, P. J. (2015). An Overview of Yoga Research for Health and Well-Being. *Journal of Yoga & Physical Therapy*, 5(4), 210. <https://doi.org/10.4172/2157-7595.1000210>
- Guner, S., & Inanici, F. (2015). Yoga therapy and ambulatory multiple sclerosis Assessment of gait analysis parameters, fatigue and balance. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(1), 72-81. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.04.004>
- Gunnarsson, K. U., McCambridge, J., & Bendtsen, M. (2023). Reactions to being allocated to a waiting list control group in a digital alcohol intervention trial. *Patient Education and Counseling*, 107, 107572. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2022.11.014>
- Gupta, S. K. (2011). Intention-to-treat concept : A review. *Perspectives in Clinical Research*, 2(3), 109-112. <https://doi.org/10.4103/2229-3485.83221>
- Guyatt, G., Feeny, D., & Patrick, D. (1993). Measuring health-related quality of life. *Annals of Internal Medicine*, 118(8), 622-629. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-118-8-199304150-00009>
- Guyatt, G., Oxman, A. D., Akl, E. A., Kunz, R., Vist, G., Brozek, J., Norris, S., Falck-Ytter, Y., Glasziou, P., DeBeer, H., Jaeschke, R., Rind, D., Meerpohl, J., Dahm, P., & Schünemann, H. J. (2011). GRADE

- guidelines : 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(4), 383-394. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.04.026>
- Hackett, M. L., Köhler, S., O'Brien, J. T., & Mead, G. E. (2014). Neuropsychiatric outcomes of stroke. *The Lancet. Neurology*, 13(5), 525-534. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70016-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70016-X)
- Hall, J., Morton, S., Fitzsimons, C. F., Hall, J. F., Corepal, R., English, C., Forster, A., Lawton, R., Patel, A., Mead, G., & Clarke, D. J. (2020). Factors influencing sedentary behaviours after stroke : Findings from qualitative observations and interviews with stroke survivors and their caregivers. *BMC Public Health*, 20(1), 967. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09113-6>
- Hankey, G. J. (2017). Stroke. *Lancet (London, England)*, 389(10069), 641-654. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30962-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30962-X)
- Haraldstad, K., Wahl, A., Andenæs, R., Andersen, J. R., Andersen, M. H., Beisland, E., Borge, C. R., Engebretsen, E., Eisemann, M., Halvorsrud, L., Hanssen, T. A., Haugstvedt, A., Haugland, T., Johansen, V. A., Larsen, M. H., Løvereide, L., Løyland, B., Kvarme, L. G., Moons, P., ... LIVSFORSK network. (2019). A systematic review of quality of life research in medicine and health sciences. *Quality of Life Research: An International Journal of Quality of Life Aspects of Treatment, Care and Rehabilitation*, 28(10), 2641-2650. <https://doi.org/10.1007/s11136-019-02214-9>
- Hartmann, R., Schmidt, F. M., Sander, C., & Hegerl, U. (2018). Heart Rate Variability as Indicator of Clinical State in Depression. *Frontiers in Psychiatry*, 9, 735. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00735>
- Hasanpour Dehkordi, A. (2016). Influence of yoga and aerobics exercise on fatigue, pain and psychosocial status in patients with multiple sclerosis : A randomized trial. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(11), 1417-1422.
- Hasanpour-Dehkordi, A., Jivad, N., & Solati, K. (2016). Effects of Yoga on Physiological Indices, Anxiety and Social Functioning in Multiple Sclerosis Patients : A Randomized Trial. *Journal of Clinical*

and Diagnostic Research : JCDR, 10(6), VC01-VC05.

<https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/18204.7916>

Hassanpour-Dehkordi, A., & Jivad, N. (2014). Comparison of regular aerobic and yoga on the quality of life in patients with multiple sclerosis. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran, 28, 7.*

Haute Autorité de Santé. (2012). *Recommandation de bonne pratique—Accident vasculaire cérébral : Méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte.*

Haute Autorité de Santé. (2018). *Prescription d'activité physique et sportive -Accidents vasculaires cérébraux.* https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2018-10/ref_aps_avc_vf.pdf

Haute Autorité de Santé. (2022a). *Recommandation de bonnes pratique—Rééducation à la phase chronique de l'AVC de l'adulte : Pertinence, indications et modalités.*

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

Hawkins, B. L., Van Puymbroeck, M., Walter, A., Sharp, J., Woshkolup, K., Urrea-Mendoza, E., Revilla, F., & Schmid, A. A. (2018). Perceived Activities and Participation Outcomes of a Yoga Intervention for Individuals with Parkinson's Disease : A Mixed Methods Study. *International Journal of Yoga Therapy, 28(1), 51-61.* <https://doi.org/10.17761/2018-00018R2>

Haynes, A., Gilchrist, H., Oliveira, J. S., Sherrington, C., & Tiedemann, A. (2022). « I wouldn't have joined if it wasn't online » : Understanding older people's engagement with teleyoga classes for fall prevention. *BMC Complementary Medicine and Therapies, 22(1), 283.* <https://doi.org/10.1186/s12906-022-03756-1>

Heilman, K. M., Watson, R. T., & Valenstein, E. (1993). Neglect and related disorders. In *Clinical Neuropsychology* (2nd éd., p. 243-294). Oxford University Press.

Hendricks, H. T., van Limbeek, J., Geurts, A. C., & Zwarts, M. J. (2002). Motor recovery after stroke : A systematic review of the literature. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 83(11), 1629-1637.* <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.35473>

- Heredia-Callejón, A., García-Pérez, P., Armenta-Peinado, J. A., Infantes-Rosales, M. Á., & Rodríguez-Martínez, M. C. (2023). Influence of the Therapeutic Alliance on the Rehabilitation of Stroke : A Systematic Review of Qualitative Studies. *Journal of Clinical Medicine, 12*(13), 4266. <https://doi.org/10.3390/jcm12134266>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2005). Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes : A systematic review of neuromuscular training interventions. *The Journal of Knee Surgery, 18*(1), 82-88. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248163>
- Hiengkaew, V., Jitaree, K., & Chaiyawat, P. (2012). Minimal detectable changes of the Berg Balance Scale, Fugl-Meyer Assessment Scale, Timed « Up & Go » Test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 93*(7), 1201-1208. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.01.014>
- Hobart, J., Lamping, D., Fitzpatrick, R., Riazi, A., & Thompson, A. (2001). The Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29) : A new patient-based outcome measure. *Brain: A Journal of Neurology, 124*(Pt 5), 962-973. <https://doi.org/10.1093/brain/124.5.962>
- Holbein-Jenny, M. A., McDermott, K., Shaw, C., & Demchak, J. (2007). Validity of functional stability limits as a measure of balance in adults aged 23-73 years. *Ergonomics, 50*(5), 631-646. <https://doi.org/10.1080/00140130601154814>
- Homma, I., & Masaoka, Y. (2008). Breathing rhythms and emotions. *Experimental Physiology, 93*(9), 1011-1021. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2008.042424>
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium : What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing, 35 Suppl 2*, ii7-ii11. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl077>
- Horak, F. B., & Diener, H. C. (1994). Cerebellar control of postural scaling and central set in stance. *Journal of Neurophysiology, 72*(2), 479-493. <https://doi.org/10.1152/jn.1994.72.2.479>

- Horak, F. B., Esselman, P., Anderson, M. E., & Lynch, M. K. (1984). The effects of movement velocity, mass displaced, and task certainty on associated postural adjustments made by normal and hemiplegic individuals. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, *47*(9), 1020-1028. <https://doi.org/10.1136/jnnp.47.9.1020>
- Hrysomallis, C. (2007). Relationship between balance ability, training and sports injury risk. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *37*(6), 547-556. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737060-00007>
- Huijbregts, M., Myers, A., Streiner, D., & Teasell, R. (2008). Implementation, process, and preliminary outcome evaluation of two community programs for persons with stroke and their care partners. *Topics in Stroke Rehabilitation*, *15*(5). <https://doi.org/10.1310/tsr1505-503>
- Hyarat, S. Y., Subih, M., Rayan, A., Salami, I., & Harb, A. (2019). Health Related Quality of Life Among Patients With Multiple Sclerosis : The Role of Psychosocial Adjustment to Illness. *Archives of Psychiatric Nursing*, *33*(1), 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.apnu.2018.08.006>
- Immink, M. A., Hillier, S., & Petkov, J. (2014). Randomized controlled trial of yoga for chronic poststroke hemiparesis : Motor function, mental health, and quality of life outcomes. *Topics in Stroke Rehabilitation*, *21*(3), 256-271. <https://doi.org/10.1310/tsr2103-256>
- Indermühle, C., Henguely, D., & Mittaz Hager, A.-G. (2017). La force isométrique maximale de la flexion et de l'extension du genou à l'aide d'un dynamomètre manuel : Une étude de reproductibilité. *Mains Libres*, *2*, 29-37.
- Isaev, N. K., Stelmashook, E. V., & Genrikhs, E. E. (2019). Neurogenesis and brain aging. *Reviews in the Neurosciences*, *30*(6), 573-580. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2018-0084>
- Ishige, S., Wakui, S., Miyazawa, Y., & Naito, H. (2020). Reliability and validity of the Activities-specific Balance Confidence scale-Japanese (ABC-J) in community-dwelling stroke survivors. *Physical Therapy Research*, *23*(1), 15-22. <https://doi.org/10.1298/ptr.E9982>
- Iyengar, B. K. S. (1977). *Light on Yoga* (Schocken Books).
- Iyengar, B. K. S. (2010). *Sagesse et pratique du yoga* (2e éd.). Le courrier du livre.

- Jacobs, J. V., Fujiwara, K., Tomita, H., Furune, N., Kunita, K., & Horak, F. B. (2008). Changes in the activity of the cerebral cortex relate to postural response modification when warned of a perturbation. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, *119*(6), 1431-1442. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.02.015>
- Jacobs, J. V., & Horak, F. B. (2007). Cortical control of postural responses. *Journal of Neural Transmission (Vienna, Austria: 1996)*, *114*(10), 1339-1348. <https://doi.org/10.1007/s00702-007-0657-0>
- James-Palmer, A., Anderson, E. Z., & Daneault, J.-F. (2022). Remote Delivery of Yoga Interventions Through Technology : Scoping Review. *Journal of Medical Internet Research*, *24*(6), e29092. <https://doi.org/10.2196/29092>
- James-Palmer, A. M., & Daneault, J.-F. (2022). Tele-yoga for the management of Parkinson disease : A safety and feasibility trial. *Digital Health*, *8*, 20552076221119327. <https://doi.org/10.1177/20552076221119327>
- Jeitler, M., Högl, M., Peters, A., Schumann, D., Murthy, V., Bringmann, H., Seifert, G., Michalsen, A., Stöckigt, B., & Kessler, C. S. (2020). Qualitative study of yoga for Young adults in school sports. *Complementary Therapies in Medicine*, *55*, 102584. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102584>
- Jester, D. J., Rozek, E. K., & McKelley, R. A. (2019). Heart rate variability biofeedback : Implications for cognitive and psychiatric effects in older adults. *Aging & Mental Health*, *23*(5), 574-580. <https://doi.org/10.1080/13607863.2018.1432031>
- Jeter, P. E., Haaz Moonaz, S., Bittner, A. K., & Dagnelie, G. (2015). Ashtanga-Based Yoga Therapy Increases the Sensory Contribution to Postural Stability in Visually-Impaired Persons at Risk for Falls as Measured by the Wii Balance Board : A Pilot Randomized Controlled Trial. *PLoS One*, *10*(6), e0129646. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129646>

- Jeter, P. E., Nkodo, A.-F., Moonaz, S. H., & Dagnelie, G. (2014). A Systematic Review of Yoga for Balance in a Healthy Population. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 20(4), 221-232. <https://doi.org/10.1089/acm.2013.0378>
- Jeter, P. E., Slutsky, J., Singh, N., & Khalsa, S. B. S. (2015). Yoga as a Therapeutic Intervention : A Bibliometric Analysis of Published Research Studies from 1967 to 2013. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 21(10), 586-592. <https://doi.org/10.1089/acm.2015.0057>
- Jørgensen, L., & Jacobsen, B. K. (2001). Changes in muscle mass, fat mass, and bone mineral content in the legs after stroke : A 1 year prospective study. *Bone*, 28(6), 655-659. [https://doi.org/10.1016/s8756-3282\(01\)00434-3](https://doi.org/10.1016/s8756-3282(01)00434-3)
- Jourdan, C., Azouvi, P., Genêt, F., Selly, N., Josseran, L., & Schnitzler, A. (2018). Disability and Health Consequences of Traumatic Brain Injury : National Prevalence. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 97(5), 323-331. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000848>
- Juraschek, S. P., Blaha, M. J., Whelton, S. P., Blumenthal, R., Jones, S. R., Keteyian, S. J., Schairer, J., Brawner, C. A., & Al-Mallah, M. H. (2014). Physical fitness and hypertension in a population at risk for cardiovascular disease : The Henry Ford Exercise Testing (FIT) Project. *Journal of the American Heart Association*, 3(6), e001268. <https://doi.org/10.1161/JAHA.114.001268>
- Kabat-Zinn, J. (2003). Mindfulness-Based Interventions in Context : Past, Present, and Future. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 10(2), 144-156. <https://doi.org/10.1093/clipsy.bpg016>
- Kahler, E., Rogausch, A., Brunner, E., & Himmel, W. (2008). A parametric analysis of ordinal quality-of-life data can lead to erroneous results. *Journal of Clinical Epidemiology*, 61(5), 475-480. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2007.05.019>
- Kalia, L. V., & Lang, A. E. (2015). Parkinson's disease. *Lancet (London, England)*, 386(9996), 896-912. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)61393-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)61393-3)
- Kaminoff, L., & Matthews, A. (2022). *Yoga anatomie* (Third edition). Human Kinetics.

- Kandola, A., Ashdown-Franks, G., Hendrikse, J., Sabiston, C. M., & Stubbs, B. (2019). Physical activity and depression : Towards understanding the antidepressant mechanisms of physical activity. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *107*, 525-539.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.09.040>
- Kaneguchi, A., Ozawa, J., Minamimoto, K., & Yamaoka, K. (2020). Morphological and biomechanical adaptations of skeletal muscle in the recovery phase after immobilization in a rat. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, *75*, 104992.
<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.104992>
- Karimi, M., & Brazier, J. (2016). Health, Health-Related Quality of Life, and Quality of Life : What is the Difference? *Pharmacoeconomics*, *34*(7), 645-649. <https://doi.org/10.1007/s40273-016-0389-9>
- Karinkanta, S., Heinonen, A., Sievänen, H., Uusi-Rasi, K., Pasanen, M., Ojala, K., Fogelholm, M., & Kannus, P. (2007). A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women : Randomized, controlled trial. *Osteoporosis International: A Journal Established as Result of Cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, *18*(4), 453-462. <https://doi.org/10.1007/s00198-006-0256-1>
- Katan, M., & Luft, A. (2018). Global Burden of Stroke. *Seminars in Neurology*, *38*(2), 208-211.
<https://doi.org/10.1055/s-0038-1649503>
- Kavounoudias, A., Roll, R., & Roll, J.-P. (2001). Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation. *The Journal of Physiology*, *532*(Pt 3), 869-878.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.0869e.x>
- Kennedy, C., Bernhardt, J., Churilov, L., Collier, J. M., Ellery, F., Rethnam, V., Carvalho, L. B., Donnan, G. A., & Hayward, K. S. (2021). Factors associated with time to independent walking recovery post-stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, *92*(7), 702-708.
<https://doi.org/10.1136/jnnp-2020-325125>

- Kerrigan, D. C., Frates, E. P., Rogan, S., & Riley, P. O. (2000). Hip hiking and circumduction : Quantitative definitions. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 79(3), 247-252. <https://doi.org/10.1097/00002060-200005000-00006>
- Kerrigan, D. C., Gronley, J., & Perry, J. (1991). Stiff-legged gait in spastic paresis. A study of quadriceps and hamstrings muscle activity. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 70(6), 294-300.
- Kessner, S. S., Bingel, U., & Thomalla, G. (2016). Somatosensory deficits after stroke : A scoping review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 23(2), 136-146. <https://doi.org/10.1080/10749357.2015.1116822>
- Khan, F., & Chevidikunann, M. F. (2021). Prevalence of Balance Impairment and Factors Associated with Balance among Patients with Stroke. A Cross Sectional Retrospective Case Control Study. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 9(3), 320. <https://doi.org/10.3390/healthcare9030320>
- Khorasanizadeh, M., Yousefifard, M., Eskian, M., Lu, Y., Chalangari, M., Harrop, J. S., Jazayeri, S. B., Seyedpour, S., Khodaei, B., Hosseini, M., & Rahimi-Movaghar, V. (2019). Neurological recovery following traumatic spinal cord injury : A systematic review and meta-analysis. *Journal of Neurosurgery. Spine*, 1-17. <https://doi.org/10.3171/2018.10.SPINE18802>
- Kleim, J. A., & Jones, T. A. (2008). Principles of experience-dependent neural plasticity : Implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 51(1), S225-239. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2008/018\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2008/018))
- Knight, R. G., Waal-Manning, H. J., & Spears, G. F. (1983). Some norms and reliability data for the State—Trait Anxiety Inventory and the Zung Self-Rating Depression scale. *The British Journal of Clinical Psychology*, 22 (Pt 4), 245-249. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1983.tb00610.x>
- Kock, M. (2019). *Yoga, une histoire-monde* (La découverte).
- Kolmos, M., Christoffersen, L., & Kruuse, C. (2021). Recurrent Ischemic Stroke—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases: The Official Journal of*

- National Stroke Association*, 30(8), 105935.
<https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105935>
- Kortebein, P., Ferrando, A., Lombeida, J., Wolfe, R., & Evans, W. J. (2007). Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. *JAMA*, 297(16), 1772-1774.
<https://doi.org/10.1001/jama.297.16.1772-b>
- Kosak, M., & Smith, T. (2005). Comparison of the 2-, 6-, and 12-minute walk tests in patients with stroke. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 42(1), 103-107.
<https://doi.org/10.1682/jrrd.2003.11.0171>
- Kostanjsek, N. (2011). Use of The International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) as a conceptual framework and common language for disability statistics and health information systems. *BMC Public Health*, 11(4), S3. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-S4-S3>
- Kramer, S., Johnson, L., Bernhardt, J., & Cumming, T. (2016). Energy Expenditure and Cost During Walking After Stroke : A Systematic Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(4), 619-632.e1. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.11.007>
- Kwok, J. Y. Y., Kwan, J. C. Y., Auyeung, M., Mok, V. C. T., Lau, C. K. Y., Choi, K. C., & Chan, H. Y. L. (2019). Effects of Mindfulness Yoga vs Stretching and Resistance Training Exercises on Anxiety and Depression for People With Parkinson Disease : A Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurology*, 76(7), 755. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2019.0534>
- Laborde, S., Allen, M. S., Borges, U., Dosseville, F., Hosang, T. J., Iskra, M., Mosley, E., Salvotti, C., Spolverato, L., Zammit, N., & Javelle, F. (2022). Effects of voluntary slow breathing on heart rate and heart rate variability : A systematic review and a meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 138, 104711. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104711>
- Lahlou-Laforêt, K., Ledru, F., Niarra, R., Consoli, S. M., & PANIC Investigators. (2015). Validity of Beck Depression Inventory for the assessment of depressive mood in chronic heart failure patients. *Journal of Affective Disorders*, 184, 256-260. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2015.05.056>

- Lamontagne, A., Stephenson, J. L., & Fung, J. (2007). Physiological evaluation of gait disturbances post stroke. *Clinical Neurophysiology*, 118(4), 717-729.
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2006.12.013>
- Langhorne, P., Coupar, F., & Pollock, A. (2009). Motor recovery after stroke : A systematic review. *The Lancet. Neurology*, 8(8), 741-754. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70150-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70150-4)
- Langhorne, P., Wu, O., Rodgers, H., Ashburn, A., & Bernhardt, J. (2017). A Very Early Rehabilitation Trial after stroke (AVERT) : A Phase III, multicentre, randomised controlled trial. *Health Technology Assessment (Winchester, England)*, 21(54), 1-120.
<https://doi.org/10.3310/hta21540>
- Lapointe, S., Perry, A., & Butowski, N. A. (2018). Primary brain tumours in adults. *Lancet (London, England)*, 392(10145), 432-446. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30990-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30990-5)
- L'Assurance Maladie. (2023, juillet 21). *Transports*. Ameli.fr.
<https://www.ameli.fr/eure/medecin/exercice-liberal/regles-de-prescription-et-formalites/prescription-transports#:~:text=Les%20frais%20de%20transport%20pris,et%20du%20justificatif%20des%20d%C3%A9penses.>
- Lau, C., Yu, R., & Woo, J. (2015). Effects of a 12-Week Hatha Yoga Intervention on Cardiorespiratory Endurance, Muscular Strength and Endurance, and Flexibility in Hong Kong Chinese Adults : A Controlled Clinical Trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 2015, 958727. <https://doi.org/10.1155/2015/958727>
- Laver, K. E., Schoene, D., Crotty, M., George, S., Lannin, N. A., & Sherrington, C. (2013). Telerehabilitation services for stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 12, CD010255. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010255.pub2>
- Lawrence, M., Celestino Junior, F. T., Matozinho, H. H., Govan, L., Booth, J., & Beecher, J. (2017). Yoga for stroke rehabilitation. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 12, CD011483.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD011483.pub2>

- Le Toullec, E., Piette, P., Gallien, P., Leblong, E., Fraudet, B., & Terrade, F. (2022). Influence de la crise sanitaire COVID-19 sur la perception de la télééducation dans la population des kinésithérapeutes français, une étude qualitative. *Kinésithérapie, La Revue*, 22(248), 6-13. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2021.09.011>
- Lecoffre, C., De Peretti, C., Gabet, A., Grimaud, O., Woimant, F., Giroud, M., Béjot, Y., & Olié, V. (2017). L'accident vasculaire cérébral en France : Patients hospitalisés pour AVC en 2014 et évolutions 2008-2014. *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire*, 5, 84-94.
- Lee, E. Y., Na, Y., Cho, M., Hwang, Y. M., Kim, H.-S., An, H., & Pyun, S.-B. (2023). Short-term and long-term predictors of balance function in stroke patients : A 6-month follow-up study. *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift Fur Rehabilitationsforschung. Revue Internationale De Recherches De Readaptation*, 46(2), 163-169. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000573>
- Lee, E. Y., Na, Y., Cho, M., Hwang, Y. M., Noh, J. S., Kwon, H.-K., & Pyun, S.-B. (2022). Clinical Factors Associated With Balance Function in the Early Subacute Phase After Stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 101(3), 203-210. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001856>
- Lee, J., & Stone, A. J. (2020). Combined Aerobic and Resistance Training for Cardiorespiratory Fitness, Muscle Strength, and Walking Capacity after Stroke : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases: The Official Journal of National Stroke Association*, 29(1), 104498. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104498>
- Lenoir Dit Caron, R., Coquart, J., & Gilliaux, M. (2021). Effect of yoga on health-related quality of life in central nervous system disorders : A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 35(11), 1530-1543. <https://doi.org/10.1177/02692155211018429>
- Lenoir Dit Caron, R., Verdun, S., Triquenot-Bagan, A., Tourny, C., & Coquart, J. (In press). Yoga in the Rehabilitation of Post-Stroke Sequelae : A Non-Inferiority Randomized Controlled Trial. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*.

- Li, C., Zhao, M., Sun, T., Guo, J., Wu, M., Li, Y., Luo, H., Wang, X., & Li, J. (2022). Treatment effect of exercise training on post-stroke depression in middle-aged and older adults : A meta-analysis. *International Journal of Geriatric Psychiatry, 37*(9). <https://doi.org/10.1002/gps.5798>
- Li, Y., Devault, C. N., & Van Oteghen, S. (2007). Effects of extended Tai Chi intervention on balance and selected motor functions of the elderly. *The American Journal of Chinese Medicine, 35*(3), 383-391. <https://doi.org/10.1142/S0192415X07004904>
- Li, Z., Zhang, X., Wang, K., & Wen, J. (2018). Effects of Early Mobilization after Acute Stroke : A Meta-Analysis of Randomized Control Trials. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases: The Official Journal of National Stroke Association, 27*(5), 1326-1337. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.12.021>
- Lin, A.-C., Lin, T.-T., Tan, Y.-K., Pan, W.-R., Shih, C.-J., Lee, C.-J., Chen, S.-F., & Wang, F.-C. (2022). Superior Gait Symmetry and Postural Stability among Yoga Instructors-Inertial Measurement Unit-Based Evaluation. *Sensors (Basel, Switzerland), 22*(24), 9683. <https://doi.org/10.3390/s22249683>
- Lin, B., Zhang, Z., Mei, Y., Liu, L., & Ping, Z. (2022). The Influential Factors of Adherence to Physical Activity and Exercise among Community-Dwelling Stroke Survivors : A Path Analysis. *Journal of Clinical Nursing, 31*(17-18), 2632-2643. <https://doi.org/10.1111/jocn.16091>
- Liphart, J., Gallichio, J., Tilson, J. K., Pei, Q., Wu, S. S., & Duncan, P. W. (2016). Concordance and discordance between measured and perceived balance and the effect on gait speed and falls following stroke. *Clinical Rehabilitation, 30*(3), 294-302. <https://doi.org/10.1177/0269215515578294>
- Loiseau, H., Huchet, A., Rué, M., Cowppli-Bony, A., & Baldi, I. (2009). Épidémiologie des tumeurs cérébrales primitives. *Revue Neurologique, 165*(8), 650-670. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2009.04.002>
- Long, R. (2009). *The keys muscles of yoga* (3rd éd., Vol. 1). Bandha Yoga.
- Long, R. (2010). *Anatomy for vinyasa flow and standing poses*. Bandha Yoga.

- Lonjon, N., Perrin, F. E., Lonjon, M., Fattal, C., Segnarbieux, F., Privat, A., & Bauchet, L. (2012). Les lésions médullaires traumatiques : Épidémiologie et perspectives. *Neurochirurgie*, *58*(5), 293-299. <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2012.06.003>
- Lucas-Gabrielli, V., & Chevillard, G. (2018). ["Medical deserts" and accessibility to care : What are we talking about?]. *Medecine Sciences: M/S*, *34*(6-7), 599-603. <https://doi.org/10.1051/medsci/20183406022>
- Lundgren, T., Dahl, J., Yardi, N., & Melin, L. (2008). Acceptance and Commitment Therapy and yoga for drug-refractory epilepsy : A randomized controlled trial. *Epilepsy & Behavior: E&B*, *13*(1), 102-108. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2008.02.009>
- Macartney, G., Harrison, M. B., VanDenKerkhof, E., Stacey, D., & McCarthy, P. (2014). Quality of life and symptoms in pediatric brain tumor survivors : A systematic review. *Journal of Pediatric Oncology Nursing: Official Journal of the Association of Pediatric Oncology Nurses*, *31*(2), 65-77. <https://doi.org/10.1177/1043454213520191>
- Maki, B. E., & McIlroy, W. E. (2006). Control of rapid limb movements for balance recovery : Age-related changes and implications for fall prevention. *Age and Ageing*, *35 Suppl 2*, ii12-ii18. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl078>
- Mann, S., Beedie, C., & Jimenez, A. (2014). Differential Effects of Aerobic Exercise, Resistance Training and Combined Exercise Modalities on Cholesterol and the Lipid Profile : Review, Synthesis and Recommendations. *Sports Medicine (Auckland, N.z.)*, *44*(2), 211-221. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0110-5>
- Marchant, G., Nicaise, V., Chastin, S., & Boiché, J. (2019). Réduire le temps assis en milieu professionnel : L'étude « Sédentarité au travail » (SAuT). *Santé Publique*, *31*(3), 377-385. <https://doi.org/10.3917/spub.193.0377>
- Marigold, D. S., & Eng, J. J. (2006). The Relationship of Asymmetric Weight-bearing with Postural Sway and Visual Reliance in Stroke. *Gait & posture*, *23*(2), 249-255. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.03.001>

- Marigold, D. S., Eng, J. J., Dawson, A. S., Inglis, J. T., Harris, J. E., & Gylfadóttir, S. (2005). Exercise Leads to Faster Postural Reflexes, Improved Balance and Mobility, and Reduced Falls in Older Persons with Chronic Stroke. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(3), 416-423.
<https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53158.x>
- Massion, J. (1992). Movement, posture and equilibrium : Interaction and coordination. *Progress in Neurobiology*, 38(1), 35-56. [https://doi.org/10.1016/0301-0082\(92\)90034-c](https://doi.org/10.1016/0301-0082(92)90034-c)
- McCraty, R., & Zayas, M. A. (2014). Cardiac coherence, self-regulation, autonomic stability, and psychosocial well-being. *Frontiers in Psychology*, 5, 1090.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01090>
- McDonald, A. M., Knight, R. C., Campbell, M. K., Entwistle, V. A., Grant, A. M., Cook, J. A., Elbourne, D. R., Francis, D., Garcia, J., Roberts, I., & Snowdon, C. (2006). What influences recruitment to randomised controlled trials? A review of trials funded by two UK funding agencies. *Trials*, 7, 9. <https://doi.org/10.1186/1745-6215-7-9>
- Medeiros, G. C., Roy, D., Kontos, N., & Beach, S. R. (2020). Post-stroke depression : A 2020 updated review. *General Hospital Psychiatry*, 66, 70-80.
<https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2020.06.011>
- Mehrholz, J., Thomas, S., & Elsner, B. (2017). Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 8(8), CD002840.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD002840.pub4>
- Mentiplay, B. F., Clark, R. A., Bower, K. J., Williams, G., & Pua, Y.-H. (2020). Five times sit-to-stand following stroke : Relationship with strength and balance. *Gait & Posture*, 78, 35-39.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.03.005>
- Mesure, S., Delarque, F., & Crémieux, J. (1993). Contrôle visuel de la posture et entraînement. In *Posture, équilibre et médecine de rééducation* (Ed Pélissier, Brun, Enjalbert, p. 33-41). Elsevier Masson.

- Milbury, K., Li, J., Weathers, S.-P., Mallaiah, S., Armstrong, T., Li, Y., Bruera, E., & Cohen, L. (2019). Pilot randomized, controlled trial of a dyadic yoga program for glioma patients undergoing radiotherapy and their family caregivers. *Neuro-Oncology Practice*, 6(4), 311-320.
<https://doi.org/10.1093/nop/npy052>
- Miller, K. K., Porter, R. E., DeBaun-Sprague, E., Van Puymbroeck, M., & Schmid, A. A. (2017). Exercise after Stroke : Patient Adherence and Beliefs after Discharge from Rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 24(2), 142-148. <https://doi.org/10.1080/10749357.2016.1200292>
- Milligan, J., Ryan, K., & Lee, J. (2019). Démythifier la spasticité en première ligne. *Canadian Family Physician*, 65(10), e422-e428.
- Mircioiu, C., & Atkinson, J. (2017). A Comparison of Parametric and Non-Parametric Methods Applied to a Likert Scale. *Pharmacy*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/pharmacy5020026>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses : The PRISMA statement. *International Journal of Surgery (London, England)*, 8(5), 336-341. <https://doi.org/10.1016/j.ijisu.2010.02.007>
- Montel, S. (2014). *Neuropsychologie et santé : Identification, évaluation et prise en charge des troubles cognitifs*. Dunod.
- Moore, S. A., Hallsworth, K., Jakovljevic, D. G., Blamire, A. M., He, J., Ford, G. A., Rochester, L., & Trenell, M. I. (2015). Effects of Community Exercise Therapy on Metabolic, Brain, Physical, and Cognitive Function Following Stroke : A Randomized Controlled Pilot Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(7), 623-635. <https://doi.org/10.1177/1545968314562116>
- Mooventhan, A., & Nivethitha, L. (2017). Evidence based effects of yoga in neurological disorders. *Journal of Clinical Neuroscience: Official Journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 43, 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.05.012>
- Mulder, M., & Nijland, R. (2016). Stroke Impact Scale. *Journal of Physiotherapy*, 62(2), 117.
<https://doi.org/10.1016/j.jphys.2016.02.002>

- Murphy, T. H., & Corbett, D. (2009). Plasticity during stroke recovery : From synapse to behaviour. *Nature Reviews. Neuroscience*, *10*(12), 861-872. <https://doi.org/10.1038/nrn2735>
- Myers, P. S., Harrison, E. C., Rawson, K. S., Horin, A. P., Sutter, E. N., McNeely, M. E., & Earhart, G. M. (2020). Yoga Improves Balance and Low-Back Pain, but Not Anxiety, in People with Parkinson's Disease. *International Journal of Yoga Therapy*, *30*(1), 41-48. <https://doi.org/10.17761/2020-D-18-00028>
- Nadeau, S., Arsenault, A. B., Gravel, D., & Bourbonnais, D. (1999). Analysis of the clinical factors determining natural and maximal gait speeds in adults with a stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *78*(2), 123-130. <https://doi.org/10.1097/00002060-199903000-00007>
- Najafidoulatabad, S., Mohebbi, Z., & Nooryan, K. (2014). Yoga Effects on Physical Activity and Sexual Satisfaction among Iranian Women with Multiple Sclerosis : A Randomized Controlled Trial. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, *11*(5), 78. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v11i5.13>
- Nejati, S., Rajezi Esfahani, S., Rahmani, S., Afrookhteh, G., & Hoveida, S. (2016). The Effect of Group Mindfulness-based Stress Reduction and Consciousness Yoga Program on Quality of Life and Fatigue Severity in Patients with MS. *Journal of Caring Sciences*, *5*(4), 325-335. <https://doi.org/10.15171/jcs.2016.034>
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults : Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *39*(8), 1435-1445. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180616aa2>
- Ngandu, T., Lehtisalo, J., Solomon, A., Levälähti, E., Ahtiluoto, S., Antikainen, R., Bäckman, L., Hänninen, T., Jula, A., Laatikainen, T., Lindström, J., Mangialasche, F., Paajanen, T., Pajala, S., Peltonen, M., Rauramaa, R., Stigsdotter-Neely, A., Strandberg, T., Tuomilehto, J., ... Kivipelto,

- M. (2015). A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER) : A randomised controlled trial. *Lancet (London, England)*, *385*(9984), 2255-2263. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60461-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60461-5)
- Ngandu, T., von Strauss, E., Helkala, E.-L., Winblad, B., Nissinen, A., Tuomilehto, J., Soininen, H., & Kivipelto, M. (2007). Education and dementia : What lies behind the association? *Neurology*, *69*(14), 1442-1450. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000277456.29440.16>
- Ni, M., Mooney, K., Harriell, K., Balachandran, A., & Signorile, J. (2014). Core muscle function during specific yoga poses. *Complementary Therapies in Medicine*, *22*(2), 235-243. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2014.01.007>
- Ni, M., Mooney, K., & Signorile, J. F. (2016). Controlled pilot study of the effects of power yoga in Parkinson's disease. *Complementary Therapies in Medicine*, *25*, 126-131. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2016.01.007>
- Nicholson, S., Sniehotta, F. F., van Wijck, F., Greig, C. A., Johnston, M., McMurdo, M. E. T., Dennis, M., & Mead, G. E. (2013). A systematic review of perceived barriers and motivators to physical activity after stroke. *International Journal of Stroke: Official Journal of the International Stroke Society*, *8*(5), 357-364. <https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2012.00880.x>
- Niessen, E., Fink, G. R., & Weiss, P. H. (2014). Apraxia, pantomime and the parietal cortex. *NeuroImage. Clinical*, *5*, 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2014.05.017>
- Noll, K., King, A. L., Dirven, L., Armstrong, T. S., Taphoorn, M. J. B., & Wefel, J. S. (2022). Neurocognition and Health-Related Quality of Life Among Patients with Brain Tumors. *Hematology/Oncology Clinics of North America*, *36*(1), 269-282. <https://doi.org/10.1016/j.hoc.2021.08.011>
- Norris, D. C. (2015). Yoga as Therapy. *sportEx Dynamics*, 20-28.
- O'Donnell, M. J., Xavier, D., Liu, L., Zhang, H., Chin, S. L., Rao-Melacini, P., Rangarajan, S., Islam, S., Pais, P., McQueen, M. J., Mondo, C., Damasceno, A., Lopez-Jaramillo, P., Hankey, G. J., Dans, A.

- L., Yusoff, K., Truelsen, T., Diener, H.-C., Sacco, R. L., ... INTERSTROKE investigators. (2010). Risk factors for ischaemic and intracerebral haemorrhagic stroke in 22 countries (the INTERSTROKE study) : A case-control study. *Lancet (London, England)*, 376(9735), 112-123. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60834-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60834-3)
- Oh, J., Vidal-Jordana, A., & Montalban, X. (2018). Multiple sclerosis : Clinical aspects. *Current Opinion in Neurology*, 31(6), 752-759. <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000622>
- Oken, B. S., Kishiyama, S., Zajdel, D., Bourdette, D., Carlsen, J., Haas, M., Hugos, C., Kraemer, D. F., Lawrence, J., & Mass, M. (2004). Randomized controlled trial of yoga and exercise in multiple sclerosis. *Neurology*, 62(11), 2058-2064. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000129534.88602.5C>
- Oliveira, A., Rebelo, P., Paixão, C., Jácome, C., Cruz, J., Martins, V., Simão, P., Brooks, D., & Marques, A. (2021). Minimal Clinically Important Difference for Quadriceps Muscle Strength in People with COPD following Pulmonary Rehabilitation. *COPD*, 18(1), 35-44. <https://doi.org/10.1080/15412555.2021.1874897>
- Olney, S. J., Nymark, J., Brouwer, B., Culham, E., Day, A., Heard, J., Henderson, M., & Parvataneni, K. (2006). A randomized controlled trial of supervised versus unsupervised exercise programs for ambulatory stroke survivors. *Stroke*, 37(2), 476-481. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000199061.85897.b7>
- Olney, S. J., & Richards, C. (1996). Hemiparetic gait following stroke. Part I : Characteristics. *Gait & Posture*, 4(2), 136-148. [https://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)01063-6](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)01063-6)
- Ordre des masseurs-kinésithérapeutes. (2020, avril 18). *Les kinésithérapeutes peuvent désormais soigner leurs patients par télésoin*. [ordremk.fr https://www.ordremk.fr/actualites/kines/les-kinesitherapeutes-peuvent-desormais-soigner-leurs-patients-par-telesoin/](https://www.ordremk.fr/actualites/kines/les-kinesitherapeutes-peuvent-desormais-soigner-leurs-patients-par-telesoin/)
- Organisation mondiale de la santé. (1995). The World Health Organization Quality of Life assessment (WHOQOL) : Position paper from the World Health Organization. *Social Science & Medicine* (1982), 41(10), 1403-1409. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(95\)00112-k](https://doi.org/10.1016/0277-9536(95)00112-k)

- Organisation mondiale de la santé, R. O. for the W. P. (2020). *Implementing telemedicine services during COVID-19 : Guiding principles and considerations for a stepwise approach*. Regional Office for the Western Pacific. <https://www.who.int/publications/i/item/WPR-DSE-2020-032>
- Owen, N., Sparling, P. B., Healy, G. N., Dunstan, D. W., & Matthews, C. E. (2010). Sedentary behavior : Emerging evidence for a new health risk. *Mayo Clinic Proceedings*, *85*(12), 1138-1141. <https://doi.org/10.4065/mcp.2010.0444>
- Ozsoy, I., Kodak, M. I., Kararti, C., Ozsoy, G., Erturk, A., & Kahraman, T. (2022). Intra- and Inter-Rater Reproducibility of the Face-to-Face and Tele-Assessment of Timed-up and Go and 5-Times Sit-to-Stand Tests in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *19*(1), 125-132. <https://doi.org/10.1080/15412555.2022.2038119>
- Pak, S., & Patten, C. (2008). Strengthening to promote functional recovery poststroke : An evidence-based review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, *15*(3), 177-199. <https://doi.org/10.1310/tsr1503-177>
- Pang, M. Y. C., Eng, J. J., Dawson, A. S., McKay, H. A., & Harris, J. E. (2005). A Community-based Fitness and Mobility Exercise (FAME) Program for Older Adults with Chronic Stroke : A Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, *53*(10), 1667-1674. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53521.x>
- Paranjape, A. A., & Gore, A. (2019). To Study Effects of Yoga Therapy on Balance in Post Stroke Hemiplegic Patients. *International Journal of Health Sciences & Research*, *9*(7), 135-143.
- Park, J., Tolea, M. I., Sherman, D., Rosenfeld, A., Arcay, V., Lopes, Y., & Galvin, J. E. (2020). Feasibility of Conducting Nonpharmacological Interventions to Manage Dementia Symptoms in Community-Dwelling Older Adults : A Cluster Randomized Controlled Trial. *American Journal of Alzheimer's Disease and Other Dementias*, *35*, 1533317519872635. <https://doi.org/10.1177/1533317519872635>

- Parker, S. (2019). Training attention for conscious non-REM sleep : The yogic practice of yoga-nidrā and its implications for neuroscience researchwal. *Progress in Brain Research, 244*, 255-272. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2018.10.016>
- Pascoe, M. C., Thompson, D. R., & Ski, C. F. (2017). Yoga, mindfulness-based stress reduction and stress-related physiological measures : A meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology, 86*, 152-168. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2017.08.008>
- Patel, C. (1975). 12-month follow-up of yoga and bio-feedback in the management of hypertension. *Lancet, 1*(7898), 62-64. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(75\)91070-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(75)91070-3)
- Pattabhi Jois, S. K. (2010). *Yoga mala*. Noth Point Press.
- Paul, L., Brewster, S., Wyke, S., Gill, J. M. R., Alexander, G., Dybus, A., & Rafferty, D. (2016). Physical activity profiles and sedentary behaviour in people following stroke : A cross-sectional study. *Disability and Rehabilitation, 38*(4), 362-367. <https://doi.org/10.3109/09638288.2015.1041615>
- Pearce, M., Garcia, L., Abbas, A., Strain, T., Schuch, F. B., Golubic, R., Kelly, P., Khan, S., Utukuri, M., Laird, Y., Mok, A., Smith, A., Tainio, M., Brage, S., & Woodcock, J. (2022). Association Between Physical Activity and Risk of Depression : A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Psychiatry, 79*(6), 550-559. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2022.0609>
- Pélissier, J., Pérennou, D., & Laassel, E. (1997). Analyse instrumentale de la marche de l'hémiplégique adulte : Revue de la littérature. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique, 40*(5), 297-313. [https://doi.org/10.1016/S0168-6054\(97\)89510-4](https://doi.org/10.1016/S0168-6054(97)89510-4)
- Pérennou, D. A., Mazibrada, G., Chauvineau, V., Greenwood, R., Rothwell, J., Gresty, M. A., & Bronstein, A. M. (2008). Lateropulsion, pushing and verticality perception in hemisphere stroke : A causal relationship? *Brain: A Journal of Neurology, 131*(Pt 9), 2401-2413. <https://doi.org/10.1093/brain/awn170>

- Pérennou, D., Pélissier, J., & Amblard, B. (1996). La posture et le contrôle postural du patient cérébrovasculaire : Une revue de la littérature. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 39(8), 497-513. [https://doi.org/10.1016/S0168-6054\(97\)84233-X](https://doi.org/10.1016/S0168-6054(97)84233-X)
- Petrofsky, J. S., Cuneo, M., Dial, R., & Morris, A. (2005). Muscle Activity during Yoga Breathing Exercise Compared to Abdominal Crunches. *The Journal of Applied Research*, 5(3), 501-507.
- Philippot, P., Chappelle, G., & Blairy, S. (2010). Respiratory feedback in the generation of emotion. *Cognition and Emotion*, 1(5), 605-627.
- Phillips, C. (2017). Lifestyle Modulators of Neuroplasticity : How Physical Activity, Mental Engagement, and Diet Promote Cognitive Health during Aging. *Neural Plasticity*, 2017, 3589271. <https://doi.org/10.1155/2017/3589271>
- Pinho, J., Costa, A. S., Araújo, J. M., Amorim, J. M., & Ferreira, C. (2019). Intracerebral hemorrhage outcome : A comprehensive update. *Journal of the Neurological Sciences*, 398, 54-66. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.01.013>
- Pittenger, C., & Duman, R. S. (2008). Stress, depression, and neuroplasticity : A convergence of mechanisms. *Neuropsychopharmacology: Official Publication of the American College of Neuropsychopharmacology*, 33(1), 88-109. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1301574>
- Pocock, G., Richards, C., & Richards, D. (2019). *Physiologie humaine et physiopathologie*. Elsevier Masson.
- Polsgrove, M. J., Eggleston, B. M., & Lockyer, R. J. (2016). Impact of 10-weeks of yoga practice on flexibility and balance of college athletes. *International Journal of Yoga*, 9(1), 27-34. <https://doi.org/10.4103/0973-6131.171710>
- Purves, D., Augustine, G. J., Hall, W. C., Lamantia, A. S., Mooney, R. D., Platt, M. L., & White, L. E. (2019). *Neurosciences* (6e éd.). De Boeck Supérieur.
- Puy, L., & Cordonnier, C. (2019, mai 13). *Accident vasculaire cérébral (AVC) · Inserm, La science pour la santé*. Inserm. <https://www.inserm.fr/dossier/accident-vasculaire-cerebral-avc/>

- Rafsten, L., Danielsson, A., & Sunnerhagen, K. S. (2018). Anxiety after stroke : A systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 50(9), 769-778.
<https://doi.org/10.2340/16501977-2384>
- Raghavan, P. (2015). Upper Limb Motor Impairment Post Stroke. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 26(4), 599-610. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.06.008>
- Rahimzadeh Khiabani, R., Mochizuki, G., Ismail, F., Boulias, C., Phadke, C. P., & Gage, W. H. (2017). Impact of Spasticity on Balance Control during Quiet Standing in Persons after Stroke. *Stroke Research and Treatment*, 2017, 6153714. <https://doi.org/10.1155/2017/6153714>
- Recherche sur le yoga dans l'éducation. (2019). *Le projet du RYE*. rye-yoga.fr. <https://rye-yoga.fr/notre-projet>
- Regnaud, J.-P., Guay, V., & Marsal, C. (2009). Evidence based practice ou la pratique basée sur les preuves en rééducation. *Kinésithérapie, la Revue*, 9(94), 55-61.
[https://doi.org/10.1016/S1779-0123\(09\)70037-3](https://doi.org/10.1016/S1779-0123(09)70037-3)
- Rimmer, J. H., Wang, E., & Smith, D. (2008). Barriers associated with exercise and community access for individuals with stroke. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 45(2), 315-322. <https://doi.org/10.1682/jrrd.2007.02.0042>
- Rostagno, S., Tourlet, C., & Pallot, A. (2021). *Rééducation en neurologie—Éléments pour une pratique clinique raisonnée* (1iere éd.). Elsevier Masson.
- Rowe, F. J., Hepworth, L. R., Howard, C., Hanna, K. L., Cheyne, C. P., & Currie, J. (2019). High incidence and prevalence of visual problems after acute stroke : An epidemiology study with implications for service delivery. *PLoS ONE*, 14(3), e0213035.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213035>
- Russell, T. G., Hoffmann, T. C., Nelson, M., Thompson, L., & Vincent, A. (2013). Internet-based physical assessment of people with Parkinson disease is accurate and reliable : A pilot study. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 50(5), 643-650.
<https://doi.org/10.1682/jrrd.2012.08.0148>

- Ryan, R., & Deci, E. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 1(55), 68-78.
<https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Sacco, R. L., Kasner, S. E., Broderick, J. P., Caplan, L. R., Connors, J. J. B., Culebras, A., Elkind, M. S. V., George, M. G., Hamdan, A. D., Higashida, R. T., Hoh, B. L., Janis, L. S., Kase, C. S., Kleindorfer, D. O., Lee, J.-M., Moseley, M. E., Peterson, E. D., Turan, T. N., Valderrama, A. L., ... Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. (2013). An updated definition of stroke for the 21st century : A statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 44(7), 2064-2089.
<https://doi.org/10.1161/STR.0b013e318296aeca>
- Sackley, C. M. (1990). The relationships between weight-bearing asymmetry after stroke, motor function and activities of daily living. *Physiotherapy Theory and Practice*, 6(4), 179-185.
<https://doi.org/10.3109/09593989009048293>
- Sackley, C. M. (1991). Falls, sway, and symmetry of weight-bearing after stroke. *International Disability Studies*, 13(1), 1-4. <https://doi.org/10.3109/03790799109166267>
- Sadato, N., Pascual-Leone, A., Grafman, J., Ibañez, V., Deiber, M. P., Dold, G., & Hallett, M. (1996). Activation of the primary visual cortex by Braille reading in blind subjects. *Nature*, 380(6574), 526-528. <https://doi.org/10.1038/380526a0>
- Salem, G. J., Yu, S. S.-Y., Wang, M.-Y., Samarawickrame, S., Hashish, R., Azen, S. P., & Greendale, G. A. (2013). Physical demand profiles of hatha yoga postures performed by older adults. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, 2013, 165763.
<https://doi.org/10.1155/2013/165763>
- Santé Publique France. (2023, avril 12). *Maladies neurodégénératives*. Santé publique france.
</maladies-et-traumatismes/maladies-neurodegeneratives>

- Sarak Kucukosmanoglu, H., Coskun, G., & Yosmaoglu, H. B. (2023). The Effect of Yoga Practice on Cervical Tactile Acuity and Body Awareness. *Perceptual and Motor Skills*, 315125231187435. <https://doi.org/10.1177/00315125231187435>
- Scheltens, P., De Strooper, B., Kivipelto, M., Holstege, H., Chételat, G., Teunissen, C. E., Cummings, J., & van der Flier, W. M. (2021). Alzheimer's disease. *Lancet (London, England)*, 397(10284), 1577-1590. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32205-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32205-4)
- Scherbakov, N., Sandek, A., & Doehner, W. (2015). Stroke-related sarcopenia : Specific characteristics. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(4), 272-276. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.12.007>
- Schirrer, M., & Paintendre, A. (2022, septembre 26). *La scolarisation du yoga en EPS, une éducation corporelle qui fait débat ?* EPS et société. <https://epsetsociete.fr/la-scolarisation-du-yoga-en-eps-une-education-corporelle-qui-fait-debat/>
- Schmid, A. A., Miller, K. K., Van Puymbroeck, M., & DeBaun-Sprague, E. (2014). Yoga leads to multiple physical improvements after stroke, a pilot study. *Complementary Therapies in Medicine*, 22(6), 994-1000. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2014.09.005>
- Schmid, A. A., Puymbroeck, M. V., Portz, J. D., Adler, K. E., & Fruhauf, C. A. (2016). Merging Yoga and Occupational Therapy (MY-OT) : A feasibility and pilot study. *Complementary Therapies in Medicine*, 28, 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2016.08.003>
- Schmid, A. A., Van Puymbroeck, M., Altenburger, P. A., Schalk, N. L., Dierks, T. A., Miller, K. K., Damush, T. M., Bravata, D. M., & Williams, L. S. (2012). Poststroke balance improves with yoga : A pilot study. *Stroke*, 43(9), 2402-2407. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.112.658211>
- Schultz, A., Saville, B. R., Marsh, J. A., & Snelling, T. L. (2019). An introduction to clinical trial design. *Paediatric Respiratory Reviews*, 32, 30-35. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2019.06.002>
- Schulz, K. F., Altman, D. G., & Moher, D. (2010). CONSORT 2010 Statement : Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC Medicine*, 8, 18. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-18>

- Seeney, R., & Griffin, J. (2020). The Lived Experience and Patient-reported Benefits of Yoga Participation in an Inpatient Brain Injury Rehabilitation Setting. *International Journal of Yoga*, 13(1), 25-31. https://doi.org/10.4103/ijoy.IJOY_46_19
- Selman, L., McDermott, K., Donesky, D., Citron, T., & Howie-Esquivel, J. (2015). Appropriateness and acceptability of a Tele-Yoga intervention for people with heart failure and chronic obstructive pulmonary disease : Qualitative findings from a controlled pilot study. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15, 21. <https://doi.org/10.1186/s12906-015-0540-8>
- Servant, D., Lebeau, J. C., Mouster, Y., Hautekeete, M., Logier, R., & Goudemand, M. (2008). La variabilité cardiaque : Un bon indicateur de la régulation des émotions. *Journal de Thérapie Comportementale et Cognitive*, 18(2), 45-48. <https://doi.org/10.1016/j.jtcc.2008.04.003>
- Sevoz-Couche, C., & Laborde, S. (2022). Heart rate variability and slow-paced breathing:when coherence meets resonance. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 135, 104576. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104576>
- Sharma, N. K., Robbins, K., Wagner, K., & Colgrove, Y. M. (2015). A randomized controlled pilot study of the therapeutic effects of yoga in people with Parkinson's disease. *International Journal of Yoga*, 8(1), 74-79. <https://doi.org/10.4103/0973-6131.146070>
- Shook, R. P., Lee, D., Sui, X., Prasad, V., Hooker, S. P., Church, T. S., & Blair, S. N. (2012). Cardiorespiratory fitness reduces the risk of incident hypertension associated with a parental history of hypertension. *Hypertension (Dallas, Tex.: 1979)*, 59(6), 1220-1224. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.112.191676>
- Shumway-Cook, A., Anson, D., & Haller, S. (1988). Postural sway biofeedback : Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 69(6), 395-400.
- Silveira, K., & Smart, C. M. (2020). Cognitive, physical, and psychological benefits of yoga for acquired brain injuries : A systematic review of recent findings. *Neuropsychological Rehabilitation*, 30(7), 1388-1407. <https://doi.org/10.1080/09602011.2019.1583114>

- Singh, J., Metri, K., Tekur, P., Mohanty, S., Jha, M., Singh, A., & Raghuram, N. (2022). Designing, validation, and feasibility of a yoga module for patients with ankylosing spondylitis. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 13(1), 100479.
<https://doi.org/10.1016/j.jaim.2021.06.019>
- Singleton, M. (2010). *Yoga Body. The Origins of Modern Posture Practice*. Oxford University Press.
- Sivaramakrishnan, D., Fitzsimons, C., Kelly, P., Ludwig, K., Mutrie, N., Saunders, D. H., & Baker, G. (2019). The effects of yoga compared to active and inactive controls on physical function and health related quality of life in older adults- systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 16(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s12966-019-0789-2>
- Skolarus, L. E., Burke, J. F., Brown, D., & Freedman, V. A. (2014). Understanding Stroke Survivorship : Expanding the concept of post-stroke disability. *Stroke; a journal of cerebral circulation*, 45(1), 224-230. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.113.002874>
- Snyder, S., Silva, R. F., Whisenant, M. S., & Milbury, K. (2021). Videoconferenced Yoga Interventions for Cancer Patients and their Caregivers during the COVID-19 Pandemic : A Report from a Clinician's Perspective. *Integrative Cancer Therapies*, 20, 15347354211019111.
<https://doi.org/10.1177/15347354211019111>
- Sperling, M. R., & Ko, J. (2006). Seizures and brain tumors. *Seminars in Oncology*, 33(3), 333-341.
<https://doi.org/10.1053/j.seminoncol.2006.03.009>
- Sterne, J. A. C., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I., Cates, C. J., Cheng, H.-Y., Corbett, M. S., Eldridge, S. M., Emberson, J. R., Hernán, M. A., Hopewell, S., Hróbjartsson, A., Junqueira, D. R., Jüni, P., Kirkham, J. J., Lasserson, T., Li, T., ... Higgins, J. P. T. (2019). RoB 2 : A revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 366, l4898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>

- Stewart, J. C., & Cramer, S. C. (2017). Genetic Variation and Neuroplasticity : Role in Rehabilitation After Stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy: JNPT*, 41 Suppl 3(Suppl 3 IV STEP Spec Iss), S17-S23. <https://doi.org/10.1097/NPT.000000000000180>
- Stites, S. D., Harkins, K., Rubright, J. D., & Karlawish, J. (2018). Relationships Between Cognitive Complaints and Quality of Life in Older Adults With Mild Cognitive Impairment, Mild Alzheimer Disease Dementia, and Normal Cognition. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 32(4), 276-283. <https://doi.org/10.1097/WAD.0000000000000262>
- Stocchetti, N., & Zanier, E. R. (2016). Chronic impact of traumatic brain injury on outcome and quality of life : A narrative review. *Critical Care*, 20. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1318-1>
- Strömberg, A., Thylén, I., Orwelius, L., Klompstra, L., & Jaarsma, T. (2021). Tele-Yoga in Long Term Illness-Protocol for a Randomised Controlled Trial Including a Process Evaluation and Results from a Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11343. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111343>
- Su, Y., Yuki, M., & Otsuki, M. (2020). Prevalence of stroke-related sarcopenia : A systematic review and meta-analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases: The Official Journal of National Stroke Association*, 29(9), 105092. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105092>
- Susts, J., Reinholdsson, M., Sunnerhagen, K. S., & Abzhandadze, T. (2023). Physical inactivity before stroke is associated with dependency in basic activities of daily living 3 months after stroke. *Frontiers in Neurology*, 14, 1094232. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1094232>
- Swami Muktibodhananda. (1998). *Hatha Yoga Pradipika* (Munger, Bihar, India). Yoga Publications Trust.
- Syndicat national des professeurs de yoga. (2021, mai 19). *Grande enquête sur la pratique du yoga en France*. snpy.fr. <https://snpy.fr/enquetes/grande-enquete-pratique-yoga-en-france/>

- Szuhany, K. L., Bugatti, M., & Otto, M. W. (2015). A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor. *Journal of Psychiatric Research*, *60*, 56-64.
<https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2014.10.003>
- Tardan-Masquelier, Y. (2021). *Yoga L'encyclopédie*. Albin Michel.
- Tavaszi, I., Nagy, A. S., Szabo, G., & Fazekas, G. (2021). Neglect syndrome in post-stroke conditions : Assessment and treatment (scoping review). *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift Fur Rehabilitationsforschung. Revue Internationale De Recherches De Readaptation*, *44*(1), 3-14. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000438>
- Teixeira, P. J., Carraça, E. V., Markland, D., Silva, M. N., & Ryan, R. M. (2012). Exercise, physical activity, and self-determination theory : A systematic review. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *9*, 78. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-78>
- Tekur, P., Singphow, C., Nagendra, H. R., & Raghuram, N. (2008). Effect of short-term intensive yoga program on pain, functional disability and spinal flexibility in chronic low back pain : A randomized control study. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, *14*(6), 637-644. <https://doi.org/10.1089/acm.2007.0815>
- Thayabaranathan, T., Andrew, N. E., Immink, M. A., Hillier, S., Stevens, P., Stolwyk, R., Kilkenny, M., & Cadilhac, D. A. (2017). Determining the potential benefits of yoga in chronic stroke care : A systematic review and meta-analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation*, *24*(4), 279-287.
<https://doi.org/10.1080/10749357.2016.1277481>
- Thomas, A., Kirschbaum, L., Crowe, B. M., Van Puymbroeck, M., & Schmid, A. A. (2021). The integration of yoga in physical therapy clinical practice. *Complementary Therapies in Medicine*, *59*, 102712. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2021.102712>
- Thomas, E., Bianco, A., Paoli, A., & Palma, A. (2018). The Relation Between Stretching Typology and Stretching Duration : The Effects on Range of Motion. *International Journal of Sports Medicine*, *39*(4), 243-254. <https://doi.org/10.1055/s-0044-101146>

- Tieges, Z., Mead, G., Allerhand, M., Duncan, F., van Wijck, F., Fitzsimons, C., Greig, C., & Chastin, S. (2015). Sedentary behavior in the first year after stroke : A longitudinal cohort study with objective measures. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 96*(1), 15-23.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.08.015>
- Timpert, D. C., Weiss, P. H., Vossel, S., Dovern, A., & Fink, G. R. (2015). Apraxia and spatial inattention dissociate in left hemisphere stroke. *Cortex, 71*, 349-358.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.07.023>
- Treweek, S., Pitkethly, M., Cook, J., Fraser, C., Mitchell, E., Sullivan, F., Jackson, C., Taskila, T. K., & Gardner, H. (2018). Strategies to improve recruitment to randomised trials. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2*. <https://doi.org/10.1002/14651858.MR000013.pub6>
- Trousselard, M., Canini, F., Claverie, D., Cungi, C., Putois, B., & Franck, N. (2016). Cardiac Coherence Training to Reduce Anxiety in Remitted Schizophrenia, a Pilot Study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 41*(1), 61-69. <https://doi.org/10.1007/s10484-015-9312-y>
- Trudel, G., & Uthoff, H. K. (2000). Contractures secondary to immobility : Is the restriction articular or muscular? An experimental longitudinal study in the rat knee. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 81*(1), 6-13. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(00\)90213-2](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(00)90213-2)
- Tuppin, P., Samson, S., Woimant, F., & Chabrier, S. (2014). Management and 2-year follow-up of children aged 29days to 17years hospitalized for a first stroke in France (2009–2010). *Archives de Pédiatrie, 21*(12), 1305-1315. <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2014.08.023>
- Tyagi, A., & Cohen, M. (2014). Yoga and hypertension : A systematic review. *Alternative Therapies in Health and Medicine, 20*(2), 32-59.
- Tyson, S. F., Hanley, M., Chillala, J., Selley, A., & Tallis, R. C. (2006). Balance disability after stroke. *Physical Therapy, 86*(1), 30-38. <https://doi.org/10.1093/ptj/86.1.30>
- van Duijnhoven Hanneke J.R., Heeren Anita, Peters Marlijn A.M., Veerbeek Janne M., Kwakkel Gert, Geurts Alexander C.H., & Weerdesteyn Vivian. (2016). Effects of Exercise Therapy on Balance

- Capacity in Chronic Stroke. *Stroke*, 47(10), 2603-2610.
<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.116.013839>
- Vauzour, D., Rodriguez-Mateos, A., Corona, G., Oruna-Concha, M. J., & Spencer, J. P. E. (2010). Polyphenols and Human Health : Prevention of Disease and Mechanisms of Action. *Nutrients*, 2(11), 1106-1131. <https://doi.org/10.3390/nu2111106>
- Velikonja, O., Curić, K., Ozura, A., & Jazbec, S. S. (2010). Influence of sports climbing and yoga on spasticity, cognitive function, mood and fatigue in patients with multiple sclerosis. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 112(7), 597-601.
<https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2010.03.006>
- Veneri, D., Gannotti, M., Bertuccio, M., & Fournier Hillman, S. E. (2018). Using the International Classification of Functioning, Disability, and Health Model to Gain Perspective of the Benefits of Yoga in Stroke, Multiple Sclerosis, and Children to Inform Practice for Children with Cerebral Palsy : A Meta-Analysis. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 24(5), 439-457. <https://doi.org/10.1089/acm.2017.0030>
- Vibert, J.-F., Willer, J.-C., Apartis-Bourdieu, E., Arnulf, I., Dodet, P., Huberfeld, G., Mazières, L., Naccache, L., Worbe, Y., Boureau, F., Lavallard-Rousseau, M.-C., & Sebille, A. (2019). *Neurophysiologie* (3ieme éd.). Elsevier Masson.
- Vuletić, V., Sapina, L., Lozert, M., Lezaić, Z., & Morović, S. (2012). Anxiety and depressive symptoms in acute ischemic stroke. *Acta Clinica Croatica*, 51(2), 243-246.
- Wada, Y., Otaka, Y., Mukaino, M., Tsujimoto, Y., Shiroshita, A., Kawate, N., & Taito, S. (2022). The effect of ankle-foot orthosis on ankle kinematics in individuals after stroke : A systematic review and meta-analysis. *PM & R: The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 14(7), 828-836.
<https://doi.org/10.1002/pmrj.12687>
- Wallace, R. K. (1970). Physiological effects of transcendental meditation. *Science (New York, N.Y.)*, 167(3926), 1751-1754. <https://doi.org/10.1126/science.167.3926.1751>

- Walter, A. A., Adams, E. V., Van Puymbroeck, M., Crowe, B. M., Urrea-Mendoza, E., Hawkins, B. L., Sharp, J., Woschkolup, K., Revilla, F. J., & Schmid, A. A. (2019). Changes in Nonmotor Symptoms Following an 8-Week Yoga Intervention for People with Parkinson's Disease. *International Journal of Yoga Therapy, 29*(1), 91-99. <https://doi.org/10.17761/2019-00025>
- Walters, S. J., & Campbell, M. J. (2004). The use of bootstrap methods for analysing Health-Related Quality of Life outcomes (particularly the SF-36). *Health and Quality of Life Outcomes, 2*, 70. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-2-70>
- Weerdesteyn, V., de Niet, M., van Duijnhoven, H. J. R., & Geurts, A. C. H. (2008). Falls in individuals with stroke. *Journal of Rehabilitation Research and Development, 45*(8), 1195-1213. <https://doi.org/10.1682/JRRD.2007.09.0145>
- Wells, R. E., Baute, V., & Wahbeh, H. (2017). Complementary and Integrative Medicine for Neurological Conditions : A Review. *The Medical clinics of North America, 101*(5), 881-893. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2017.04.006>
- Wims, M. E., McIntyre, S. M., York, A., & Covill, L. G. (2017). The Use of Yoga by Physical Therapists in the United States. *International Journal of Yoga Therapy, 27*(1), 69-79. <https://doi.org/10.17761/1531-2054-27.1.69>
- Winstein, C. J., Stein, J., Arena, R., Bates, B., Cherney, L. R., Cramer, S. C., Deruyter, F., Eng, J. J., Fisher, B., Harvey, R. L., Lang, C. E., MacKay-Lyons, M., Ottenbacher, K. J., Pugh, S., Reeves, M. J., Richards, L. G., Stiers, W., Zorowitz, R. D., & American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Clinical Cardiology, and Council on Quality of Care and Outcomes Research. (2016). Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery : A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke, 47*(6), 98-169. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000098>
- Wiskerke, E., van Dijk, M., Thuwis, R., Vandekerckhove, C., Myny, C., Kool, J., Dejaeger, E., Beyens, H., & Verheyden, G. (2021). Maximum weight-shifts in sitting in non-ambulatory people with

- stroke are related to trunk control and balance : A cross-sectional study. *Gait & Posture*, 83, 121-126. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.10.007>
- Wist, S., Clivaz, J., & Sattelmayer, M. (2016). Muscle strengthening for hemiparesis after stroke : A meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 59(2), 114-124. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.02.001>
- Wood-Dauphinee, S. L., Opzoomer, M. A., Williams, J. I., Marchand, B., & Spitzer, W. O. (1988). Assessment of global function : The Reintegration to Normal Living Index. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 69(8), 583-590.
- Worle, L., & Pfeiff, E. (2010). *Yoga as therapeutic exercise : A practical guide for manual therapists*. Churchill Livingstone.
- Yang, D. J., Park, S. K., Uhm, Y. H., Park, S. H., Chun, D. W., & Kim, J. H. (2016). The correlation between muscle activity of the quadriceps and balance and gait in stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(8), 2289-2292. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2289>
- Yelnik, A.-P., Schnitzler, A., Pradat-Diehl, P., Sengler, J., Devailly, J.-P., Dehail, P., D'anjou, M.-C., & Rode, G. (2011). Physical and rehabilitation medicine (PRM) care pathways : "Stroke patients". *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54(8), 506-518. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2011.09.004>
- Youkhana, S., Dean, C. M., Wolff, M., Sherrington, C., & Tiedemann, A. (2016). Yoga-based exercise improves balance and mobility in people aged 60 and over : A systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, 45(1), 21-29. <https://doi.org/10.1093/ageing/afv175>
- Youngs, M. A., Lee, S. E., Mireku, M. O., Sharma, D., & Kramer, R. S. S. (2021). Mindfulness Meditation Improves Visual Short-Term Memory. *Psychological Reports*, 124(4), 1673-1686. <https://doi.org/10.1177/0033294120926670>
- Zampogna, A., Miletì, I., Palermo, E., Celletti, C., Paoloni, M., Manoni, A., Mazzetta, I., Dalla Costa, G., Pérez-López, C., Camerota, F., Leocani, L., Cabestany, J., Irrera, F., & Suppa, A. (2020). Fifteen

- Years of Wireless Sensors for Balance Assessment in Neurological Disorders. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 20(11), 3247. <https://doi.org/10.3390/s20113247>
- Zhang, Q., Schwade, M., Smith, Y., Wood, R., & Young, L. (2020). Exercise-based interventions for post-stroke social participation : A systematic review and network meta-analysis. *International Journal of Nursing Studies*, 111, 103738. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103738>
- Zhang, S., Boyd, J., Delaney, K., & Murphy, T. H. (2005). Rapid reversible changes in dendritic spine structure in vivo gated by the degree of ischemia. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 25(22), 5333-5338. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1085-05.2005>
- Zhao, N., Yang, Y., Zhang, L., Zhang, Q., Balbuena, L., Ungvari, G. S., Zang, Y., & Xiang, Y. (2020). Quality of life in Parkinson's disease : A systematic review and meta-analysis of comparative studies. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 27(3), 270-279. <https://doi.org/10.1111/cns.13549>
- Zhou, E. S., Partridge, A. H., Blackmon, J. E., Morgan, E., & Recklitis, C. J. (2016). A pilot videoconference group stress management program in cancer survivors : Lessons learned. *Rural and Remote Health*, 16(2), 3863.

Annexes

Annexe 1 : Une brève histoire du yoga

1. Les « Yogasūtra » de Patanjali

Bien qu'il soit difficile de déterminer un commencement du yoga, puisque le terme est déjà utilisé dans les textes védiques (i.e. ensemble de textes religieux constituant la base des rites et croyances de la société hindoue), les « *Yogasūtra* » de Patanjali (i.e. l'ouvrage est couramment nommé au pluriel) sont généralement considérés comme un texte fondamental dans la construction de la philosophie de la discipline (DeMichelis, 2005; Iyengar, 1977; Tardan-Masquelier, 2021). Daté entre -400 et -100 avant notre ère, cet ouvrage écrit en sanskrit débute ainsi : « *atha yogānuśāsanam : Maintenant commence l'enseignement du yoga* » (Tardan-Masquelier, 2021). Il comporte 195 aphorismes, des phrases brèves car probablement destinées à être facilement mémorisées (Tardan-Masquelier, 2021). La définition du yoga est abordée dès le second aphorisme : « *yogaś cittavṛttinirodhaḥ : le yoga est la résorption des activités du mental* », autrement dit, le yoga consisterait à réduire le flux des pensées pour atteindre un état de plénitude, de sagesse suprême (Tardan-Masquelier, 2021). Ensuite, sont décrites les huit étapes du raja-yoga permettant au yogi d'atteindre cet état de libération (*samādhi*). La première étape est *Yama*, une forme de code de conduite envers les autres qui comprend des principes moraux comme la non-violence (*ahimsa*), la sincérité (*satya*), ne pas voler/faire preuve d'honnêteté (*asteya*), la modération (*bramacharya*), l'absence de convoitise/la non-possessivité (*aparigraha*). La seconde étape est *Nihama*, également un code moral mais envers soi-même et qui comprend les principes suivants : la propreté (*Śauca*), la sobriété (*Santoṣa*), la discipline ou l'ascétisme (*tapas*), l'étude de soi notamment par la lecture des textes sacrés (*svādhyāya*), et l'abandon/le lâcher-prise (*īśvara-praṇidhāna*). La troisième étape est celle bien connue de la posture (*asana*), où il est décrit qu'elle doit être « stabilisée et confortable ». Après l'acquisition de la posture, vient le contrôle du souffle (*Prāṇāyāma*), dont il résultera le retrait des sens (*Pratyāhāra*), puis la concentration qui fixe le mental sur certains points du corps ou objets extérieurs (*Dhāraṇā*) qui permet la méditation (*Dhyāna*), et enfin l'état d'absorption complète/la libération (*samādhi*) (Iyengar, 1977; Tardan-Masquelier, 2021).

Ainsi, à cette époque la pratique du yoga (i.e. *raja-yoga*) est plus d'ordre méditative et comprend un ancrage religieux et philosophique important (Iyengar, 1977; Tardan-Masquelier, 2021). En effet, le yoga est notamment l'un des six systèmes orthodoxes de la philosophie hindoue (Iyengar, 1977). Selon cette philosophie, tout ce qui existe est imprégné par une forme d'esprit universel suprême (i.e. Dieu) et l'esprit individuel de chaque être humain (i.e. l'âme) en serait une partie. Or le mot yoga vient de la racine sanskrit *yuj* qui peut se traduire par lier ou unir, ce serait donc un enseignement sur les moyens d'unir la part divine de chaque être humain avec un tout universel (Iyengar, 1977).

Dans cet ouvrage, la pratique des postures se limite à celles assises, pour permettre au yogi de méditer. En outre, sa pratique est réservée aux érudits capables de lire le sanskrit, généralement la caste des brahmanes (i.e. prêtres hindous) (Tardan-Masquelier, 2021). De nombreux yogis de cette époque étaient ce qu'on appelle des « renonçants », des individus se consacrant entièrement à une vie d'ascétisme, généralement coupés de la société (Tardan-Masquelier, 2021). Aussi, la pratique du yoga dépeinte dans les « *yoga-sutra* » de Patanjali est loin du hatha-yoga que pratiquent la majorité des yogis de notre époque (DeMichelis, 2005; Kock, 2019; Singleton, 2010; Tardan-Masquelier, 2021).

2. Le hatha-yoga

Comme l'explique Creisméas, dans « *Yoga, L'encyclopédie* », le terme hatha-yoga « est devenu aujourd'hui l'une des dénominations les plus populaires du yoga postural moderne ; il présente pourtant une histoire et des caractéristiques bien spécifiques ». Le mot « haṭha » en sanskrit peut se traduire par « force », et le « hatha-yoga » correspondrait à un « yoga d'effort » avec des techniques physiques intenses qui tranchent du yoga plus philosophique décrit dans les « *Yogasūtra* » (Tardan-Masquelier, 2021).

Bien que son origine soit largement antérieure au XV^e siècle avant J.C., c'est à cette période que parut un autre texte occupant une place centrale dans l'essor du yoga : la « *Hatha-Pradipika* » (i.e. communément traduit par « *Lumière sur le hatha* »), attribuée à Svātmanāma (Swami Muktibodhananda, 1998; Tardan-Masquelier, 2021). C'est une compilation de textes antérieurs qui reprend et organise de nombreuses techniques issues de plusieurs courants (e.g. shivaïtes, vishnouïtes ou tantrique) et qui intègre notamment des notions du *raja-yoga* (i.e. yoga méditatif de Patanjali) (Tardan-Masquelier, 2021). Il se divise en quatre chapitres dont les principaux thèmes sont : les postures, les techniques de contrôle du souffle, les sceaux et les méthodes de méditation (Swami Muktibodhananda, 1998; Tardan-Masquelier, 2021). Dans le premier chapitre l'auteur insiste sur l'importance de la pratique des postures (i.e. il en décrit 15) qui produiraient « *la fermeté, la bonne santé et la légèreté du corps physique* », et qui se doit d'être régulière car « *qu'on soit jeune, adulte ou vieillard, malade ou faible, c'est au moyen de la pratique que celui qui persévère atteint la réalisation en tous les aspects du yoga* » (Swami Muktibodhananda, 1998; Tardan-Masquelier, 2021). Ensuite, il aborde le contrôle du souffle qui serait un moyen de stopper l'activité mentale et de faciliter la circulation de l'énergie dans le corps. Cependant, il met en garde sur la bonne réalisation des exercices car « *correctement exécuté [il] détruit toutes les maladies, mais une pratique incorrecte engendre toutes les maladies* » (Swami Muktibodhananda, 1998; Tardan-Masquelier, 2021). Il aborde également six actes de purification, de nettoyage du corps, qui peuvent être pratiqués en amont (e.g. *sutra neti*, le nettoyage du nez par l'utilisation d'une cordelette insérée dans une narine et ressortie par la bouche) (Swami Muktibodhananda, 1998). Dans le troisième chapitre, il explique que la pratique des dix

« *mudra* », généralement traduit par le terme de « sceaux » en français, est supposée favoriser l'éveil de la *kuṇḍalinī*, autrement dit, la montée d'une énergie le long de la colonne vertébrale qui permet d'atteindre l'état de libération (Tardan-Masquelier, 2021). Ces sceaux correspondent notamment à l'association des éléments précités (i.e. posture, respiration) avec des contractions de certains muscles spécifiques du corps appelé « *bandha* » (communément traduit par le terme « verrous »), comme par exemple *mula bandha* qui consiste à contracter son périnée ou *jalandhara bandha* qui consiste à contracter la gorge en pressant son menton contre sa poitrine. Enfin, le quatrième chapitre porte sur *samadhi*, la libération, et les éléments permettant de l'atteindre. À noter qu'il est fréquemment mentionné que les postures, le contrôle du souffle et les sceaux ont des effets bénéfiques sur la santé et sont supposés guérir telle ou telle maladie (Swami Muktibodhananda, 1998; Tardan-Masquelier, 2021).

Par la suite, entre le XV^e et le XVIII^e siècles, de nouveaux textes viennent agrémenter la littérature du hatha-yoga. Comme le souligne Creisméas, certains sont rédigés dans d'autres langues que le sanskrit, ce qui traduit l'appropriation du hatha-yoga par d'autres milieux que celui des brahmanes (Tardan-Masquelier, 2021). De nouvelles techniques viennent s'ajouter à celles décrites précédemment, tout particulièrement en ce qui concerne le nombre de postures puisqu'elles passent de 15, décrites dans la « *Hatha-Pradipika* », à une centaine dans certains nouveaux traités (e.g. 112 dans la « *Hathabhyasa-Paddhati* » au XVIII^e) (Tardan-Masquelier, 2021). Une pratique en mouvement et non plus totalement statique est introduite, ainsi que le recours à des accessoires (e.g. des cordes). Ce sont les prémices du yoga moderne qui connaîtra son essor après le XVIII^e siècle, en réponse notamment à la colonisation de l'Inde par les britanniques (DeMichelis, 2005; Tardan-Masquelier, 2021).

3. De l'Inde à l'occident

3.1. Vivekananda

L'une des figures qui contribua largement à faire connaître le yoga comme voie spirituelle auprès des occidentaux fut Vivekananda (1863-1902) (DeMichelis, 2005; Kock, 2019; Tardan-Masquelier, 2021). Il est le disciple de Ramakrishna (1836-1886), un brahmane vishnouïte qui a exploré différents chemins spirituels durant sa vie (e.g. vedanta, tantrisme, islam, christianisme, etc.) et qui était convaincu de l'unité des religions, qu'il existe une pluralité de modes d'accès au divin (Tardan-Masquelier, 2021). C'est durant une conférence de la *World Columbian Exposition* à Chicago, lors du parlement des religions, qu'il partage la vision de son maître selon laquelle les religions forment un ensemble d'entités qui conduisent au même but (Kock, 2019; Tardan-Masquelier, 2021). Il présente l'hindouisme comme un modèle d'ouverture : « *Non seulement nous croyons à la tolérance universelle, mais nous reconnaissons toutes les religions comme vraies* » (Tardan-Masquelier, 2021). Son discours rencontrera un immense succès, car il était apparemment pourvu de grands talents d'orateur (Kock, 2019; Tardan-

Masquelier, 2021). Dès lors, il tiendra de nombreuses autres conférences aux Etats-Unis et aura un grand nombre de disciples. Il méprise cependant le hatha-yoga qui pour lui n'est qu'un système d'exercices physiques, alors que le yoga est pour lui beaucoup plus spirituel, c'est une expérience transformatrice qui peut s'obtenir par divers moyens (Tardan-Masquelier, 2021). Les quatre moyens qu'il présente fréquemment sont ceux mentionnés dans la « *Bhagavad-Gîtâ* » (i.e. texte majeur de l'hindouisme) et dans les « *Yogasûtra* » de Patanjali : le *karma-yoga* (i.e. le yoga de l'action juste), le *jnana-yoga* (i.e. le yoga de la connaissance), le *bhakti-yoga* (i.e. le yoga de la dévotion) et le *raja-yoga* (i.e. le yoga de la méditation, aussi appelé la voie royale du yoga, en lien avec une quête du mystique). Bien qu'il ne parle donc pas du yoga comme une pratique posturale et respiratoire, néanmoins son enseignement a largement contribué à faire connaître le yoga en Occident, et participé à faire des « *Yogasûtra* » une référence qui sera ensuite largement reprise (DeMichelis, 2005; Tardan-Masquelier, 2021).

3.2. Shivananda

La voie de Vivekananda fut notamment reprise par Swami Shivananda, fondateur de la *Divine Life Society* à Rishikesh (i.e. ville du nord de l'Inde) en 1936 (Kock, 2019; Tardan-Masquelier, 2021). Il fournit à travers elle un enseignement gratuit aux Indiens, mais également aux étrangers anglophones car il était dans sa jeunesse médecin (i.e. formé à la médecine occidentale, il exercera plusieurs années ce métier avant de se tourner vers la voie monastique) et parlait couramment l'anglais (Tardan-Masquelier, 2021). Il apportera également une nouvelle vision de la transmission du yoga, ne s'effectuant plus forcément dans la traditionnelle relation de maître à disciple dans un strict face à face. Son enseignement à Boris Sacharow en est un exemple puisqu'ils eurent uniquement une relation épistolaire, ce qui n'empêcha pas cet élève d'ouvrir la première école de yoga en Allemagne et être considéré comme un vecteur majeur de diffusion du yoga en Europe (Tardan-Masquelier, 2021). Dans les années 1950, Shivananda va missionner un certain nombre de ses disciples à aller diffuser ses enseignements ailleurs en Asie et en Occident, créant ainsi de nouvelles antennes de la Divine Life Society. Il existe par exemple en France l'ashram Shivananada situé près d'Orléans, ouvert par un de ces élèves, Vishnudevananda, qui fut un des premiers à imaginer le concept de stage de yoga ouvert durant les périodes de vacances ainsi qu'un programme de formation pour devenir professeur de yoga (Tardan-Masquelier, 2021).

3.3. Yogendra

Parmi les grands réformateurs du yoga traditionnel, Shri Yogendra (1897-1989) contribuera à lier les principes de l'éducation physique moderne avec le yoga (Kock, 2019; Tardan-Masquelier, 2021). En effet, c'est durant ses années au lycée qu'il s'initie à ce qu'on appelle alors la « culture physique », s'instruisant dans les manuels d'exercices physiques comme « *Mit System* » de Müller, s'initiant à la

callisthénie (i.e. forme de musculation utilisant majoritairement le « poids de corps » dans l'exécution de ses exercices), et à la musculation (i.e. avec matériel). Il aurait d'ailleurs ouvert avec un ami un club de sport pour pratiquer avec ses camarades de lycée (Tardan-Masquelier, 2021). Puis, fasciné par Madhavadsaji, un maître yogi qu'il rencontre lors d'une conférence, il abandonne ses études et rejoint son ashram. Il apprend avec lui la technique des *asanas* et leur utilisation thérapeutique, qu'il dispense par ailleurs dans la clinique de l'ashram. Il enseigne ainsi des versions simplifiées des *asanas* et adaptées aux conditions physiques de ses adeptes, c'est probablement ce qui contribuera à son succès (Tardan-Masquelier, 2021). Il vise à la vulgarisation des pratiques de santé issue du hatha-yoga, en mettant les postures au premier plan il rompt avec l'approche méditative décrite dans la « *Hatha-Pradipika* » (i.e. où la finalité était de maintenir longtemps les *asanas* pour pratiquer la méditation). Il est l'initiateur de cours de yoga destinés aux adultes, desquels il n'exige pas un ascétisme ardu ni une recherche de spiritualité (Tardan-Masquelier, 2021). Il présente ses cours comme une activité de socialisation et de loisir. Il publiera dans les années 1930 « *Yoga Asanas Simplified* » et « *Yoga Personal Hygiene* », des ouvrages qui proposent une routine simple et reproductible, dénuée de spiritualité, afin de rendre le yoga accessible au plus grand nombre (Kock, 2019). Selon le chercheur Mark Singleton, la pratique du yoga revisitée par Yogendra s'inspire largement de la culture physique occidentale dans laquelle il a baigné durant son adolescence (Singleton, 2010).

3.4. Kuvalayananda

Un autre disciple de Madhavadsaji, Swami Kuvalayananda, ouvrira un ashram dans une station d'altitude qu'il conçut comme « *un lieu coupé de l'agitation et du bruit de la société moderne* » (Tardan-Masquelier, 2021). C'était à la fois un lieu de refuge pour les gens riches fuyant l'agitation du monde et la chaleur, mais également une clinique qui délivrait des soins thérapeutiques yogiques (i.e. *asanas, pranayama, kriya, mudra, bandha*, régime alimentaire). Il ouvrit également un laboratoire de recherche pour étudier les bienfaits du hatha-yoga, et publia un magazine scientifique intitulé *Yoga-Mimamsa* afin de faire connaître les résultats de ses recherches (Tardan-Masquelier, 2021). Il y avait également un auditorium où était enseigné le point de vue spirituel du yoga. Son objectif était de démystifier le yoga pour qu'il gagne la classe moyenne et ne soit plus réservé à une élite intellectuelle (Tardan-Masquelier, 2021). Il utilise donc les principes de la méthode scientifique pour promouvoir les bienfaits du yoga comme une pratique clinique basée sur des preuves. En parallèle, il prône que le yoga est une forme de système de culture physique (i.e. il le comparait d'ailleurs à la culture physique occidentale) façonnée en des temps anciens par des sages, symbolisant ainsi le passé glorieux de l'Inde précoloniale (Tardan-Masquelier, 2021). Il cherchait ainsi à affirmer la supériorité de la culture physique yogique sur celle des occidentaux. Lui et Yogendra étaient de fervents défenseurs de la culture

Indienne, intensément impliqués dans le mouvement nationaliste qui luttait contre le pouvoir colonial britannique (Tardan-Masquelier, 2021).

Certaines de ses découvertes, comme les bienfaits des postures sur le système musculaire et articulaire ont trouvé plus tard écho dans la science moderne (Tardan-Masquelier, 2021). Cependant il avançait également des résultats grandiloquents, non confirmés à ce jour, en affirmant pouvoir soigner la lèpre ou l'épilepsie par la pratique de certaines postures (Tardan-Masquelier, 2021). Il contribuera à donner une image du yoga comme étant une discipline fusionnant les contradictions : à la fois spirituelle et laïque, traditionnelle et moderne, nationaliste et universelle (Tardan-Masquelier, 2021).

3.5. Krishnamacharya

Krishnamacharya (1888-1989) est une autre figure très influente sur la pratique contemporaine du yoga (DeMichelis, 2005; Kock, 2019; Tardan-Masquelier, 2021). Tout d'abord pratiquant d'un hatha-yoga très intense et spectaculaire, il croisera ensuite la route des enseignements élaborés par Kuvalyananda, où il découvre l'enseignement du yoga sous forme d'exercices dispensés en cours collectifs (Tardan-Masquelier, 2021). En 1935 il devient le professeur attitré du Maharaja de Mysore et dispense des cours à la famille royale ainsi qu'à un public plus large (Figure 28) (Iyengar, 2010; Tardan-Masquelier, 2021).



Figure 28 : Krishnamacharya et ses élèves lors d'une démonstration publique, d'après Tardan-Masquelier et al. (2021)

Il adapte la pratique posturale à l'enseignement en groupe en créant des enchaînements de postures selon un ordre fixe et cadencé, qu'il appellera « *vinyasa* », s'inspirant probablement d'ouvrages anciens (e.g. « Hathabhyasa-Paddhati » au XIII^e siècle) qui décrivaient déjà des séquences de postures (Tardan-Masquelier, 2021). Krishnamacharya est, à ce moment-là, connu pour son enseignement sévère et exigeant du yoga (Iyengar, 2010). Il donne des démonstrations publiques, présentant ses meilleurs élèves qui effectuent des prouesses physiques assez spectaculaires, à la demande du Maharaja qui

souhaite éveiller l'intérêt de la population pour le yoga (Iyengar, 2010; Tardan-Masquelier, 2021). Sur cette période il aura comme élève Pattabhi Jois, qui plus tard développera aux Etats-Unis un courant qu'il nommera Ashtanga Vinyasa Yoga (Pattabhi Jois, 2010), qui lui-même donnera naissance à des courants dérivés comme le Vinyasa Yoga, le Power-yoga, etc. Cependant, après son installation à Madras en 1952, à la suite de l'abdication du Maharaja de Mysore, il commence à donner des cours à des étudiants d'âge et de conditions physiques variés (Tardan-Masquelier, 2021). Ainsi sa pratique évolue vers moins de séquences et des exercices plus adaptés aux besoins de chacun. Il va donner une dimension de plus en plus thérapeutique et instaurer des principes clés comme le fait de découper le travail d'une posture en trois temps avec d'abord une préparation (i.e. exercice qui prépare à la posture), la posture principale, puis le retour à l'équilibre (Tardan-Masquelier, 2021). Ainsi que le principe de compensation, c'est-à-dire le fait d'instaurer une contre-posture (i.e. une posture qui a les effets inverses de la principale pour en contrer les potentiels effets négatifs). Il aura de nombreux autres disciples qui, comme Pattabhi Jois, reprendront son enseignement en y ajoutant leur expérience personnelle et donneront naissance à de nouveaux courants de yoga. Parmi les plus célèbres : son beau-frère, Iyengar qui donnera le courant de Yoga Iyengar, ou encore son fils, Desikachar à l'origine du Viniyoga (Iyengar, 2010; Kock, 2019; Tardan-Masquelier, 2021).

3.6. Iyengar

Iyengar (1918-2014) était un des frères de la femme de Krishnamacharya, avec qui il apprit le yoga (Iyengar, 2010; Kock, 2019; Tardan-Masquelier, 2021). Pourtant, rien ne le prédestinait à devenir un grand maître yogi, d'une constitution faible car sa mère avait souffert de l'épidémie de grippe durant sa grossesse. Il naquit particulièrement chétif, puis souffrit dans son enfance de la malaria, la fièvre typhoïde et la tuberculose qui le laissèrent lourdement affaibli (Iyengar, 2010). Il suivit l'enseignement de Krishnamacharya dans les années 1930, donc dans sa période d'exigence et de sévérité, il lui fit d'ailleurs remarquer au départ qu'il n'était pas fait pour le yoga (Iyengar, 2010; Tardan-Masquelier, 2021). Cependant, Iyengar se prit d'un réel intérêt pour cette discipline et poursuivit son enseignement auprès de son maître pendant deux ans (Iyengar, 2010). Puis ce dernier, reconnaissant l'évolution de son élève, l'envoya à Pune pour qu'il devienne à son tour enseignant. Iyengar ouvrira ses cours à toutes les personnes désireuses d'apprendre le yoga, quel que soit leur âge ou leur condition physique, le poussant à développer une approche convenant à tout le monde (Iyengar, 2010). Ainsi il commencera à utiliser des objets de la vie quotidienne pour adapter la prise des postures selon les physiologies, ce qui donnera plus tard les « supports » bien connus des cours de Yoga Iyengar : sangle, brique, couverture, corde, coussin, etc. (Iyengar, 2010). Son enseignement se caractérise également par l'attention portée à l'alignement du corps dans les postures. Pour lui, la pratique du yoga doit passer

par le corps, et principalement par les postures (Iyengar, 2010). Il considère notamment que l'enseignement du *pranayama* ne s'effectue qu'après plusieurs années de pratique posturale.

Sa rencontre avec le célèbre violoniste Yehudi Menuhin lui ouvrira les portes vers l'Europe où, à partir des années 1950, il ira régulièrement donner des cours et des démonstrations (Iyengar, 2010; Tardan-Masquelier, 2021). En 1966, il publiera « *Yoga Dipika* » (i.e. couramment traduit par « *Lumière sur le yoga* ») un ouvrage qui présente de façon pratique plus de 200 *asanas* et 14 exercices de *pranayama*, considéré encore aujourd'hui comme un ouvrage de référence en la matière (Iyengar, 1977; Tardan-Masquelier, 2021). Iyengar s'avance également, dans cet ouvrage, à proposer des séries d'*asanas* et de *pranayamas* pour différentes maladies (Tardan-Masquelier, 2021).

4. Le yoga comme outil thérapeutique

Comme le souligne Kock, auteure de « *Yoga, une histoire monde* », une transformation s'opère progressivement lors de la diffusion du yoga en Occident durant la seconde moitié du XX^e siècle : « *les aspects religieux et philosophiques sont gommés au profit de spiritualité qui passe d'abord par l'expérience du corps* », afin de le rendre plus accessible. Le yoga n'est plus seulement enseigné par des Indiens et les gourous (i.e. dans le sens de « *guru* », l'enseignant ou maître spirituel tel qu'on le conçoit en Inde, et non pas au sens sectaire du terme tel qu'on le conçoit en occident) sont remplacés par des professeurs (Kock, 2019). Aux Etats-Unis, l'émission de Richard Hittleman intitulée « *Yoga for Health* » fait connaître la discipline à des milliers de téléspectateurs durant les années 1960 (Kock, 2019). Le programme rencontre un tel succès qu'il sera maintenu pendant plus de quatre ans. La vision que propose Richard Hittleman, d'un yoga comme promesse de forme physique et de meilleure santé, devient la norme (Tardan-Masquelier, 2021). En espérant qu'après une expérience positive du corps les pratiquants se tournent ensuite vers la philosophie du yoga et la méditation. On cherche donc à démontrer les bénéfices du yoga sur la santé à travers des expériences scientifiques (Tardan-Masquelier, 2021).

Par exemple, dans les années 1970, Swami Rama se prête à différents tests dans un laboratoire de la fondation Menninger au Texas et démontre une capacité étonnante dans la maîtrise volontaire de certains processus physiologiques (Parker, 2019; Tardan-Masquelier, 2021). Dans un état de méditation, il aurait réussi à volontairement abaisser et augmenter la température corporelle de certains muscles, puis engendrer une fibrillation auriculaire si rapide que son cœur aurait cessé de battre pendant plusieurs minutes (Parker, 2019). Cependant ces travaux n'ont pas été publiés dans des journaux évalués par les pairs, ni reproduits depuis et n'ont donc pas de réelle valeur scientifique (Parker, 2019). Cependant, l'intérêt grandissant de la communauté scientifique pour les bienfaits thérapeutiques du yoga conduit progressivement à la publication de recherches dans des journaux reconnus. Wallace publie dans le journal *Science* ses travaux menés sur les effets physiologiques de la

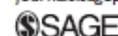
méditation transcendantale et explique qu'il a observé des changements significatifs dans le débit d'oxygène, la fréquence cardiaque, la résistance de la peau (i.e. désigne la résistance électrique enregistrée entre deux électrodes lorsque de très faibles courants circulent rapidement entre ces électrodes placées sur la peau) et les mesures de l'activité électrique du cerveau (Wallace, 1970). Un peu après, Patel publie dans le *Lancet* une étude menée sur des patients souffrant d'hypertension artérielle, et montre qu'après 3 mois de pratique régulière (i.e. trois sessions hebdomadaires de 30 minutes de techniques de relaxation issues du yoga versus le simple repos) les participants du groupe expérimental présentaient une réduction significative de la pression sanguine (Différence de moyenne, systolique : $20,4 \pm 11,4$ mmHg ; diastolique : $14,2 \pm 7,5$ mmHg) (Patel, 1975). D'autres études ont depuis été publiées sur l'intérêt du yoga dans l'hypertension et une revue systématique récente en confirme les effets positifs (Tyagi & Cohen, 2014). Progressivement les recherches sur le yoga se sont multipliées, diversifiées et ont gagné en qualité méthodologique (Groessl et al., 2015; Jeter, Slutsky, et al., 2015). Elles s'intéressent à des problématiques de santé extrêmement variables, incluant le cancer, la lombalgie chronique, les troubles psychiatriques (Elwy et al., 2014). L'Inde et les Etats-Unis étant les pays les plus productifs en terme de publication sur le sujet (Elwy et al., 2014). Les Américains ont largement recours au yoga et près de 80 % d'entre eux le font dans un objectif de bien-être général ou de prévention des maladies (Cramer et al., 2016). Le mal de dos (19,7 %), le stress (6,4 %) et l'arthrite (6,4 %) seraient les principaux problèmes de santé spécifiques pour lesquels ils pratiquent le yoga (Cramer et al., 2016). La France est également progressivement gagnée par cet engouement pour le yoga, une enquête menée en mars 2021 révèle que le nombre de pratiquants réguliers a quadruplé en 10 ans (i.e. passant de 1,6 millions à 7,9 millions, d'après leur estimation). La crise sanitaire semble avoir contribué à son expansion puisque 14 % des pratiquants déclarent qu'elle a été un déclencheur de leur pratique (Syndicat national des professeurs de yoga, 2021). « *Le fait que le yoga soit considéré par quasiment la totalité des répondants comme étant une discipline qui fait du bien et qui soulage le stress explique sûrement l'attrait pour cette discipline dans cette période anxieuse* » explique le président du syndicat national des enseignants de yoga, commanditaire de l'enquête. Concernant les bénéfices recherchés dans la pratique, sont principalement décrits : l'amélioration du bien-être général, de la souplesse, de la forme physique, de la santé mentale, et de la connaissance de soi (Syndicat national des professeurs de yoga, 2021).

Outre la population générale, des thérapeutes de divers horizons se mettent également à proposer le yoga dans leur pratique clinique : infirmiers (Butterfield et al., 2017), ergothérapeutes (Schmid et al., 2016), et masseur-kinésithérapeutes notamment (Wims et al., 2017). L'enquête de Wims et al. (2017) menée auprès de 333 masseur-kinésithérapeutes américains révèle que la majorité d'entre eux ont découvert l'existence du yoga par leur expérience personnelle et n'avaient pas été familiarisés à l'utilisation du yoga dans le cadre de leur formation de masso-kinésithérapie. Pourtant 70 % des

répondants utilisaient le yoga dans leur pratique thérapeutique, n'incluant parfois que l'aspect postural et respiratoire (i.e. pour près d'un tiers d'entre eux), mais la plupart incluaient aussi l'aspect méditatif. Une suite de cette enquête, comprenant des entretiens semi-directifs auprès de 13 de ces masseur-kinésithérapeutes, montre qu'ils utilisent le yoga auprès de patients atteints d'une grande variété de pathologies (i.e. musculosquelettiques, neurologiques et cardio-respiratoires), aussi bien pour des troubles physiques (e.g. lombalgie, douleur articulaire, trouble de l'équilibre ou de la marche) que psychologiques (e.g. anxiété, dépression, stress etc.). Ils avaient tous une formation de professeur de yoga et/ou de yogathérapie en plus de leur diplôme de masseur-kinésithérapeute. Certains rapportaient ne pas utiliser le terme yoga devant leur patient, mais plutôt parler de relaxation, d'étirements, d'exercices de respiration, car ils avaient peur des idées préconçues que cela peut engendrer. D'autres parlaient plus ouvertement du yoga et se qualifiaient même de yoga-thérapeute (Thomas et al., 2021). En effet, le yoga est généralement perçu comme une pratique bénéfique pour la santé chez les pratiquants, mais chez les non pratiquants certaines idées préconçues sont communes, notamment la peur de ne pas être assez souple pour pratiquer, de se faire mal ou l'idée que ce soit une pratique qui ne soit pas très rationnelle (Syndicat national des professeurs de yoga, 2021). En outre, le milieu scolaire se laisse également gagner par la pratique du yoga, en atteste la revue systématique de Ferreira-Vorkapic et al. (2015) qui retrouve neuf essais contrôlés randomisés s'intéressant aux bénéfices du yoga à l'école. Ils retrouvaient des effets psychologiques (i.e. diminution de l'anxiété et amélioration de l'estime de soi) et cognitifs (i.e. amélioration de la mémoire). En France, le yoga est expérimenté depuis une dizaine d'année à l'école élémentaire pour tenter de contribuer au bien-être des élèves (Brunaux et al., 2022). Il existe notamment une association nommée « Recherche sur le yoga dans l'éducation », fondée en 1978, qui s'attache à « *former des professionnels de l'éducation en adaptant les techniques issues du yoga et de la relaxation aux besoins éducatifs dans le respect du principe de laïcité* » (Recherche sur le yoga dans l'éducation, 2019). En janvier 2019, le yoga est entré officiellement dans le registre des activités réalisables en cours d'éducation physique et sportive (EPS) au lycée, et son intégration semble aller de soi dans la mesure où elle est le reflet de l'évolution des pratiques sociétales (Schirrer & Paintendre, 2022). D'après une enquête visant à éclairer les débats liés à la scolarisation du yoga (i.e. mené auprès de 162 enseignants en EPS) 59 % des répondants estimaient que le yoga est légitime dans un contexte scolaire, 29 % ne se prononçaient pas, et seuls 12 % ne le jugeaient pas légitime (Schirrer & Paintendre, 2022).

Ainsi, le yoga voit sa finalité originelle transformer, la recherche de l'état de libération (i.e. *samadhi*) est progressivement remplacée par des objectifs plus accessibles au quotidien comme la gestion du stress ou un corps plus alerte et plus mobile. Il devient, à l'image de l'expression « un esprit sain dans un corps sain », une science du bien-être (Kock, 2019).

Effect of yoga on health-related quality of life in central nervous system disorders: A systematic review

Clinical Rehabilitation
2021, Vol. 35(11) 1530–1543
© The Author(s) 2021
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
DOI: 10.1177/02692155211018429
journals.sagepub.com/home/cre


Rita Lenoir dit Caron^{1,2} , Jeremy Coquart¹
and Maxime Gilliaux^{1,2}

Abstract

Objective: Investigate the effect of yoga on health-related quality of life (HRQoL) in patients with central nervous system disorders.

Methods: A systematic search was conducted on the PubMed-NCBI, EBSCO Host, Cochrane Library, Scopus and ScienceDirect databases until 05 April 2021. Only randomized control trials published in English or French were included and had to compare yoga to another intervention group or a control group. They also had to clearly measure HRQoL. Methodological quality was assessed with the revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials and the quality of evidence was evaluated using the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) criteria.

Results: Sixteen studies were found, including six for multiple sclerosis, five for Parkinson's disease, two for stroke, one for dementia, one for epilepsy and one for brain tumour. Only 12 studies performed between-group statistics and 8 found a significant difference between groups after treatment. When yoga was compared to no intervention, the results were generally in favour of the yoga group, but when yoga was compared to another intervention programme, there was generally no significant difference between groups. There were many different HRQoL questionnaires, even within the same disease, which reduces the comparability of studies.

Conclusions: With low to moderate quality of the evidence, yoga seems effective to improve HRQoL in people with Parkinson's disease. For multiple sclerosis, stroke, dementia, epilepsy and brain tumour, the quality of the evidence is still insufficient to conclude of the effectiveness of yoga.

Keywords

Stroke, Parkinson's disease, Multiple Sclerosis, Dementia, Epilepsy

Received: 4 January 2021; accepted: 26 April 2021

¹CETAPS Laboratory, EA 3882, Rouen University, Mont Saint Aignan, France

²Clinical Research Department, La Musse Hospital (Fondation La Renaissance Sanitaire), Saint-Sébastien-de-Morsent, France

Corresponding author:

Rita Lenoir dit Caron, CETAPS Laboratory, EA 3882, Rouen University, Boulevard Siegfried, 76821 Mont Saint Aignan, France.

Email: rita.lenoir@hotmail.fr

Introduction

Central nervous system disorders are a major public health problem. Among the most common are stroke, multiple sclerosis, Alzheimer's disease and Parkinson's disease, all of which can cause permanent disability, mainly in adults.¹⁻³ The disability generally results in a significant reduction in health-related quality of life for these patients. Health-related quality of life is the perception by patients themselves of the impact caused on their lives by the disease and its consequences. It is conceptualized as a combination of physical, psychological and social well-being in the context of a particular disease.⁴⁻⁷ In research, just as in clinical settings, it is important to focus on quantitative measures (e.g. muscle strength, endurance) but also on qualitative measures for they consider patients' perceptions. To help them cope with disability, medication and neurorehabilitation programmes are the usual treatments, but they can also be encouraged to pursue complementary and alternative medicine.⁸ Among this type of therapy, the use of yoga has substantially increased in recent years.⁹

Yoga is a mind-body practice that originated in India more than 2000 years ago. Traditionally, there are eight branches of practice: universal morals (yama), individual discipline (niyama), posture (asanas), breath control (pranayama), concentration (dharana), meditation (dhyana) and bliss (samadhi).¹⁰ However, modern yoga is often limited to posture (asanas), breath control (pranayama) and meditation (dhyana). In addition, there are several types of yoga, some more focused on postures and breathing (e.g. Ashtanga Vinyasa Yoga), others more focused on breathing and meditation (e.g. Kriya Yoga) and others that explore all three (e.g. Iyengar Yoga). The interest of yoga is that it is applicable and accessible to people with different levels of physical ability and can be adapted to individual needs.¹¹ In case of central nervous system disorders, disabilities are so variable from one individual to another, this is why it may be interesting to have an adjustable practice. Yoga is also considered by some to be one of the first bio-psycho-social disciplines, which focuses on

the individual as a whole, working on the psychological, physical and social levels at the same time. Therefore, yoga appears to have clinical relevance in an attempt to improve health-related quality of life.

Prior systematic reviews and meta-analyses have shown that yoga improves the health-related quality of life of patients with breast cancer,^{12,13} chronic neck pain,¹⁴ and chronic obstructive pulmonary disease,¹⁵ as well as older adults.^{16,17} Nevertheless, its interest in improving the health-related quality of life of patients with central nervous system disorders remains unclear to this day. The aim of the current systematic review was to analyse the randomized controlled trials assessing the effects of yoga on health-related quality of life in central nervous system disorders patients in comparison with a control group (e.g. other interventions or waiting-list control).

Materials and methods

This systematic review was executed in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) statement guidelines.¹⁸

A systematic search of the research literature was conducted to find studies that had assessed the effects of yoga on health-related quality of life in central nervous system disorders. The search was undertaken by inspecting the PubMed-NCBI, EBSCO Host, Cochrane Library, Scopus and ScienceDirect databases. Two authors (RL and JC) independently conducted the searches until 05 April 2021 from keywords identified by all authors. The detailed search strategy for each database can be found in Appendix.

Then, two authors (RL and MG) independently performed the eligibility assessment for each manuscript in a blinded standardized manner by screening the titles and abstracts. Disagreements were discussed by the three authors (RL, MG and JC) and resolved by consensus. To be considered eligible, the manuscripts had to be published in peer-reviewed journals, in French or in English, and all studies had to be randomized controlled trials on human population. The studies also had to suggest

the analysis of the yoga effect on the health-related quality of life of people with central nervous system disorders. We included all interventions called 'yoga' that comprised two or more of the following: yoga postures (asanas), breath control (pranayama) and meditation (dhyana). We included all these interventions irrespective of yoga 'type', dose and frequency. All outcomes relating to health-related quality of life measured by questionnaires or generic or condition-specific quality of life scales were authorized (e.g. SF-36, Stroke Impact Scale, Multiple Sclerosis Quality of Life 54 questionnaire). For the participants, we included all adults (>18 years old) with proven central nervous system disorders of any aetiology and severity, regardless of sex, ethnicity, language, type of sequelae or disease progression. However, studies were excluded if there were no clear health-related quality of life measures, the interventions lasted less than a week or the participants were mixed with patients having other types of conditions or caregivers, without the results being clearly separated. We also excluded studies if they combined other interventions with yoga (e.g. aerobic exercises or mindfulness interventions such as Mindfulness-Based Stress Reduction) where the effects of yoga could not be assessed separately.

Based on the information within these full-text articles, two authors (RL and MG) used a standardized form to select the manuscripts eligible for inclusion in the systematic review. This form ascertained whether the information provided in the title and abstract matched the manuscript text and the inclusion criteria for the systematic review.

The authors (RL and MG) extracted the following information: study identity (i.e. authors and year of publication), participants (i.e. number, sex, age and pathology), type of intervention (i.e. type of yoga, if described), description of the intervention programme (e.g. session duration, frequency, programme duration, etc.) and control group, variables analysed (e.g. questionnaires on health-related quality of life) and the effect of the intervention. These results are presented according to the intergroup analyses and we calculated effect size when the data allowed it. Effect sizes were categorized as small (0.2–0.5), moderate (0.5–0.8)

and large (>0.8) using Cohen's categories.¹⁶ If there was any doubt about an item of data or the lack of it, we tried to contact the authors.

The methodological rigour of the studies included was evaluated with the revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2).¹⁹ The possible risk-of-bias judgements are low risk of bias, some concerns and high risk of bias. Two authors (RL and MG) independently appraised all included studies against each of the domains of this tool. Disagreements during the quality assessments were discussed by the authors in a consensus meeting. If consensus was not achieved following this meeting, a third reviewer (JC) provided the final judgement.

We assessed the quality of evidence using GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation).²⁰ There are four levels of evidence: high, moderate, low and very low (Table 2). Sub-groups according to pathologies were established to avoid heterogeneity.

Results

The identification step revealed 1485 manuscripts (Figure 1). Once duplicate citations were removed ($n=510$), 975 articles were analysed. Following a review of the titles and abstracts, 947 articles were further removed from the analysis. The full texts of the remaining 28 articles were evaluated for eligibility. Five studies were excluded because they did not evaluate health-related quality of life, two because they were not randomized, one because its intervention mixed yoga with a Mindfulness Based Stress Reduction programme and three appeared to be non-original publications. Finally, 17 articles were included but 2 of them referred to the same randomized controlled trial (i.e. one was a follow-up²¹), thus resulting in 16 studies and a total sample of 963 participants. Six studies were found for multiple sclerosis,^{22–27} five for Parkinson's disease,^{28–32} two for stroke,^{33,34} one for dementia,³⁵ one for epilepsy³⁶ and one for brain tumour.³⁷ A summary of the characteristics of these 16 randomized controlled trials are available in Table 1.

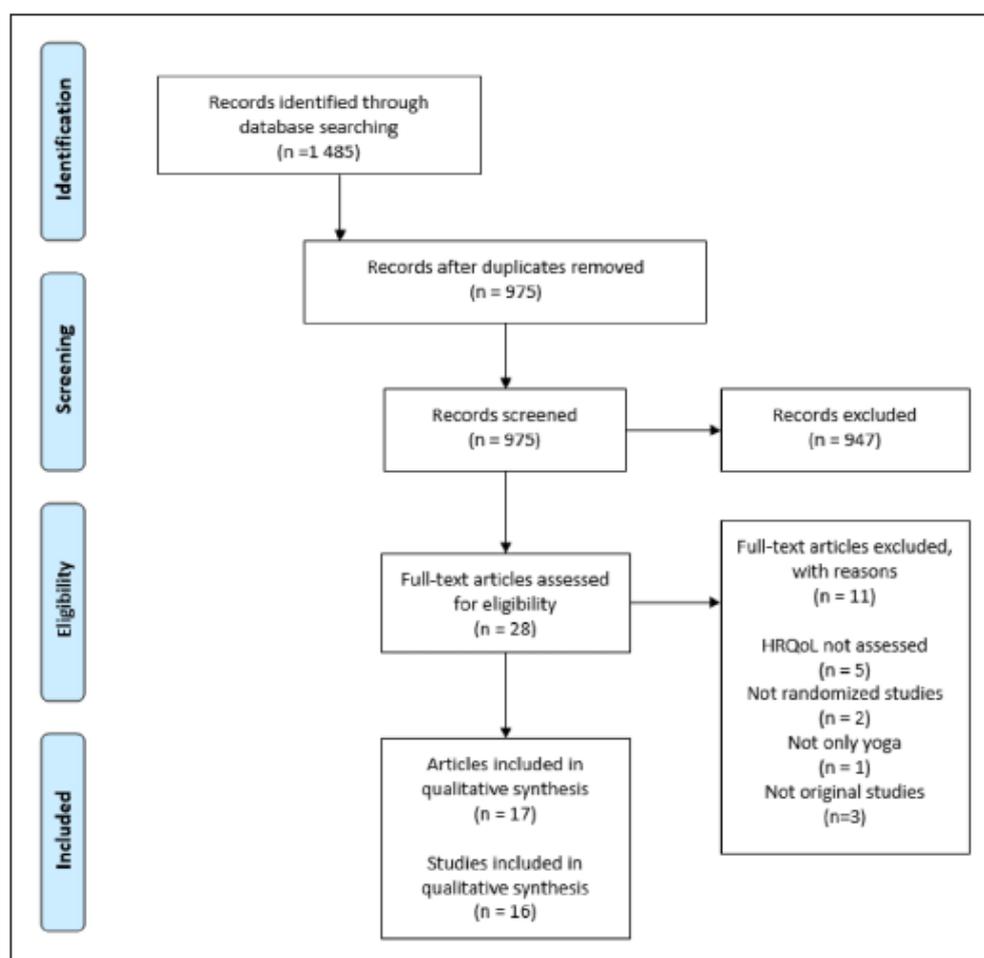


Figure 1. Study selection flow diagram.

Overall, the sample sizes were small. Five studies were reported as pilot or feasibility studies which justified the small sample sizes.²⁸⁻³⁷ Out of the remaining studies, only five performed a sample calculation to ensure the reliability of their results²⁵⁻³⁰ and only three of them were able to recruit the required sample size.²⁵⁻²⁹ As for the other six studies, three acknowledged that their small sample size was a limitation for the interpretation of the results³²⁻³⁶ without justifying the small sample size, and the other three never mentioned the justification of the sample size, nor its implication for the interpretation of the results.²²⁻²⁴

Risk of bias for each study is shown in Figure 2, and the summary of the risk of bias by domain is

shown in Figure 3. Multiple sclerosis was the condition for which we found the highest number of studies, but also the one with the highest risk of bias (Figure 2).

Some studies reported the results of subscales from the health-related quality of life questionnaire, while others reported only the summary score. We therefore presented only the results of the summary scores in Table 2, and the results of all the subscales are available in supplementary data (Supplemental e-Table 1). Among the 16 studies, 4 did not perform between-group statistics and used only within-group statistics.²³⁻³¹ In the remaining 12 studies, 4 did not find significant differences between groups after treatment (3 studies

Table 1. Summary of characteristics of included randomized controlled trials.

Reference	Pathology	Participants			Intervention (n = participants)	Controls (n = participants)	HRQoL measures
		Number	Age (mean \pm SD)	Sex (F/M)			
Ahadi et al. ²²	Multiple sclerosis	31	34.15 \pm NR	31/0	Hatha Yoga (n = 11) Three times a week, 60–70 minutes, for 8 weeks Content: breathing, postures, relaxation	Waiting list (n = 10) Treadmill (n = 10) Three times a week, 50 minutes, for 8 weeks Content: warm up, 30 minutes exercise, cool down Intensity: 40%–75% age predicted maximal heart rate	MSQOL-54 / (0–100) / 4 subscales and 2 summary scores
Doulatabad et al. ²³	Multiple sclerosis	60	31.6 \pm 8	60/0	Yoga (n = 30) Eight times a month, 60–90 minutes, for 3 months Content: breathing, postures, meditation	No intervention (n = 30)	MSQOL-54 They used only two questions
Najafidoulatabad et al. ²⁴	Multiple sclerosis	60	31.6 \pm 8	60/0	Yoga (n = 30) Eight times a month, 60–90 minutes, for 3 months Content: breathing, postures, meditation	No intervention (n = 30)	MSQOL-54 Two subscales
Garrett et al. ²⁵	Multiple sclerosis	314	50.2 \pm 10.2	235/79	Yoga (n = 77) Once a week, 60 minutes, for 10 weeks Content: breathing, postures and meditation	Waiting list (n = 71) Physiotherapist-led class (n = 80) Once a week, 60 minutes, for 10 weeks Content: resisted and aerobic exercises Fitness instructor-led class (n = 86) Once a week, 60 minutes, for 10 weeks Content: aerobic and progressive resistance exercise	MSIS-29v2 / (0–100) Two summary scores
Garrett et al. ²¹ 6 months follow-up	Multiple sclerosis	121 (remain at 24 weeks)			Yoga (n = 37) See above	Physiotherapist-led class (n = 41) See above Fitness instructor-led class (n = 41) See above	MSIS-29v2 / (0–100) Two summary scores
Hasanpour-Dehkordi et al. ²⁶	Multiple sclerosis	60	31.9	60	Hatha Yoga (n = 30) Three times a week, 60–70 minutes, for 12 weeks Content: breathing, postures, meditation + practice at home was strongly encouraged	No intervention (n = 30)	SF-36 / (?) Summary score
Oken et al. ²⁷	Multiple sclerosis	69	49 \pm 0.6 β	53/4	Yengar Yoga (n = 26) once a week, 90 minutes, for 6 months Content: breathing, postures, meditation + daily home practice was strongly encouraged (booklet support)	Waiting list (n = 22) Aerobic exercise (n = 21) Once a week, 90 minutes, for 6 months Content: Stretching, stationary bicycles and 'occasional adding some arm, trunk and balance work' + regular practice at home encourages Intensity: 2–3 on Borg scale	SF-36 / (0–100) Nine subscales

(Continued)

Table 1. (Continued)

Reference	Pathology	Participants			Intervention (n = participants)	Controls (n = participants)	HRQoL measures
		Number	Age (mean ± SD)	Sex (F/M)			
Cheung et al. ²⁸	Parkinson disease	20	63 ± 8	NR	Hatha Yoga (n = 10) Two times a week, 60 minutes, for 12 weeks Content: breathing, postures, meditation	Waiting list (n = 10)	PDQUALIF ↘ (0–100) Seven subscales and one summary score PDQ-8 ↘ (?) Summary score
Kwok et al. ²⁹	Parkinson disease	138	63.6 ± 8.7	73/65	Yoga (n = 71) Once a week, 90 minutes, for 8 weeks Content: postures, controlled breathing, mindfulness meditation + home-based practice two × week was encouraged (booklet/audio/video)	Stretching and Resistance Training Exercises (n = 67) Once a week, 60 minutes, for 8 weeks Content: warm-up, resistance training, stretching, cool-down exercises + home-based practice two × week was encouraged (booklet)	Summary score
Ni et al. ³⁰	Parkinson disease	27	72.8 ± 7.3 β	10/17	Power Yoga (n = 15) Two times a week, 60 minutes, for 12 weeks Content: posture and breathing. Emphasis on movements and transition, not holding postures more than three breath.	Usual care (n = 12) + Once a month: health education class (lifestyle modification, medication, exercise therapy, nutrition)	PDQ-39 ↘ (?) Eight subscales and one summary score
Sharma et al. ³¹	Parkinson disease	13	66.9 ± 10.8 β	7/6	Iyengar Yoga (n = 8) Two times a week, 60 minutes, for 12 weeks Content: breathing, postures, meditation. Encouraged home-practice (tape promoting relaxation and weights)	Waiting list (n = 5)	SF-36 ↗ (0–100) Two Summary scores
Walter et al. ³²	Parkinson disease	30	67.7 ± 5.9	17/10	Hatha Yoga (n = 18) Two times a week, 60 minutes, for 8 weeks Content: breathing, postures, meditation	Waiting list (n = 12)	PDQ-8 ↘ (?) Summary score
Inmink et al. ³³	Stroke	25	59.6 ± 15.7	13/9	Yoga (n = 12) Once a week, 90 minutes, for 10 weeks Content: lecture on yoga concepts, yoga postures, breathing exercise, meditation and discussion + 40 minutes/day of home practice (booklet and audio recording)	Waiting list (n = 13)	SS ↗ (0–100) Six subscales
Schmid et al. ³⁴	Stroke	47	63.1 ± 8.8	9/38	Yoga (n = 19) Two times a week, 60 minutes, for 8 weeks Content: breathing, postures and meditation. Yoga-plus (n = 18) Idem + device with a relaxation audio recording for home practice (≥ 3 × week, 20 minutes)	Waiting list (n = 10) Content: chronic stroke usual care	SS-QOL ↗ (?) Summary score

(Continued)

Table 1. (Continued)

Reference	Pathology	Participants			Intervention (n=participants)	Controls (n=participants)	HRQoL measures
		Number	Age (mean ± SD)	Sex (F/M)			
Park et al. ³⁵	Dementia	31	84.3 ± 7.7	13/18	Chair Yoga (n=10) Two times a week, 45 min, for 12 weeks Content: breathing, postures and guided relaxation	Music Intervention (n=10) Two times a week, 45 minutes, for 12 weeks Content: listen to music Chair-based exercise (n=11) Two times a week, 45 minutes, for 12 weeks Content: warm-up, resistant chair exercises with a TheraBand and cool down exercises	QoLAD ✓ (13-52) Summary score
Lundgren et al. ³⁶	Epilepsy	18	24.1 ± NR β	6/12	Yoga (n=8) Four sessions (12 hours); two individuals (1.5 hours); two group (3 hours) sessions, in five weeks. + Two booster sessions (1.5 hours) at 6 and 12 months. Content: Physical dimension with Pranayama, Asanas and Dhyana. Psychological dimensions with Yama (harmony with others) and Niyama (harmony with yourself). Yoga (n=10) Two or three times a week, 45 minutes, for 12 sessions in total Content: breathing, postures, meditation and encouraged to practice at home (booklet support). Session was realised with their caregivers.	Acceptance and Commitment Therapy (n=10) Four sessions (12 hours); Two individuals (1.5 hours); two group (3 hours) sessions, in five weeks. + Two booster sessions (1.5 hours) at 6 and 12 months. Content: psychological intervention	WHOQOL-BREF ✓ (0-100) Summary score SWLS ✓ (5-35) Summary score
Milbury et al. ³⁷	Brain tumour	20	46.3 ± 13.4 β	10/10	Yoga (n=10) Two or three times a week, 45 minutes, for 12 sessions in total Content: breathing, postures, meditation and encouraged to practice at home (booklet support). Session was realised with their caregivers.	Waiting list (n=10) Content: usual care	SF-36 ✓ (0-100) Two summary scores

MSQOL-54: Multiple Sclerosis Quality of Life 54 questionnaire; MSIS-29v2: Multiple Sclerosis Impact Scale-29, version 2; NR: no reported; PDQUALIF: Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire; PDQ-8: Short-8 item Parkinson's Disease Questionnaire; PDQ-39: Parkinson's Disease Questionnaire; QoLAD: Quality of Life-Alzheimer's Disease; SF-36: Short Form-36 Health Survey; SIS: Stroke Impact Scale; SS-QOL: the Stroke Specific Quality of Life Scale; SWLS: The Satisfaction with Life Scale; WHOQOL-BREF: World Health Organization Quality of Life instrument, short version.

✓ means that the higher is the score, the higher is the HRQoL; ✗ means that the lower is the score, the higher is the HRQoL.

(): numbers in brackets represent the lower and upper limits of the score.

β: mean age was given per group, so we recalculated mean = ((Mean × n1) + (Mean × 2))/Ntotal.

DS = ((n1-1 × DS1) + (n2-1 × DS2))/(n1 + n2-2).

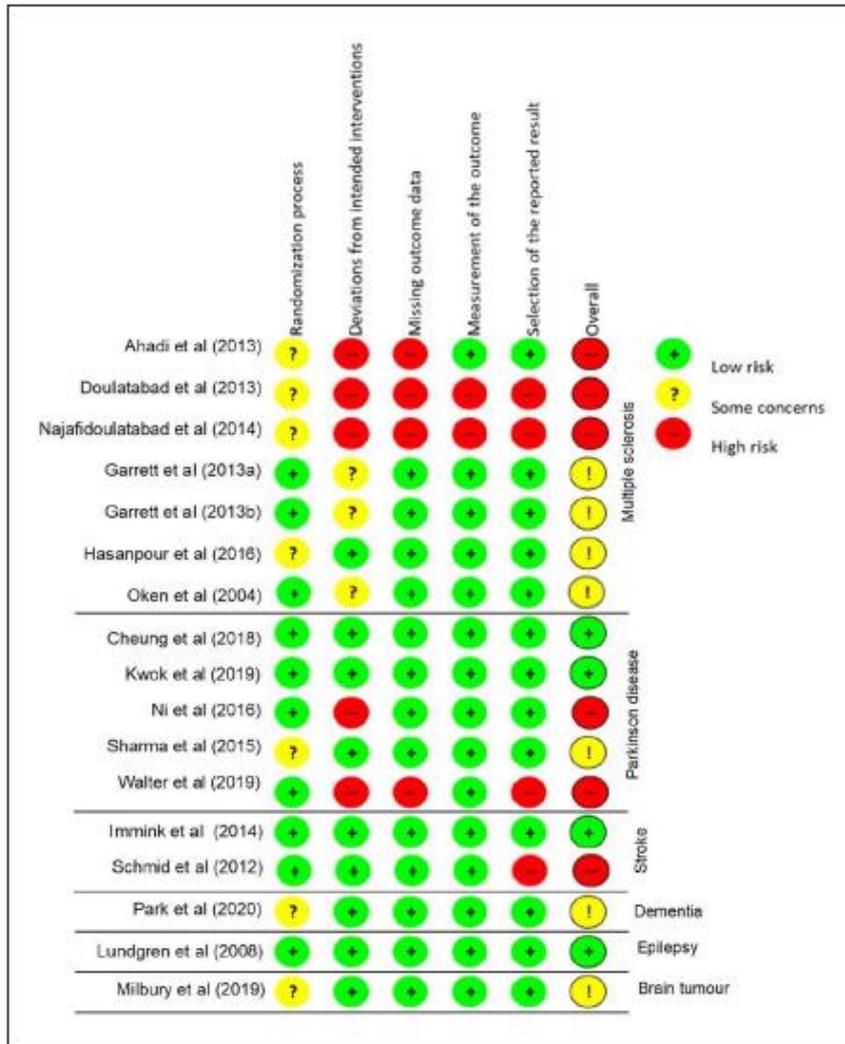


Figure 2. Risk of bias summary.

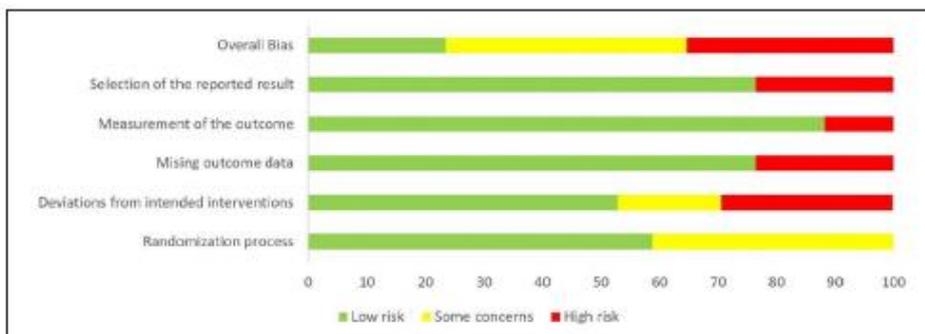


Figure 3. Risk of bias graph.

Table 2. Summary of study results from the included randomized controlled trials (only summary scores).

Reference	HRQL questionnaire Summary score	Results (inter-group analyses)	Effect size
Ahadi et al. ²²	MSQOL-54 ✓ Two summary scores: Physical health composite Mental health composite	Physical health composite Treadmill versus Yoga: Δ11.5 Treadmill versus Control: Δ14.2*** Yoga versus Control: Δ13.1*	Physical health composite Yoga versus Treadmill: 0.61 Treadmill versus Control: -0.06 Yoga versus Control: 0.56
Doulatabad et al. ²³	MSQOL-54 ✓ No summary score	Mental health composite Treadmill versus Yoga: Δ11.5 Treadmill versus Control: Δ1.6 Yoga versus Control: Δ13.1*	Mental health composite Yoga versus Treadmill: -0.48 Treadmill versus Control: 0.39 Yoga versus Control: -0.07
Najafidoulatabad et al. ²⁴	MSQOL-54 ✓ No summary score		
Garrett et al. ²⁵	MSIS-29v2 ✗ Two summary scores: Physical component Psychological component	Physical component Waiting-list versus Yoga* Waiting-list versus Physio* Waiting-list versus Fitness* *Statistically significant time effect but no group × time or group effect.	Physical component Yoga versus Waiting-list: -0.03 Physio versus Waiting-list: -0.19 Fitness versus Waiting-list: -0.02
Garrett et al. ²¹ 6 months follow-up	MSIS-29v2 ✗ Two summary scores: Physical component Psychological component	Psychological component Waiting-list versus Yoga* Waiting-list versus Physio* Waiting-list versus Fitness* *Statistically significant time effect but no group × time or group effect.	Psychological component Yoga versus Waiting-list: 0.20 Physio versus Waiting-list: 0.00 Fitness versus Waiting-list: 0.11
Hasanpour-Delkordi et al. ²⁶	SF-36 ✓ One Summary score	Yoga versus Control*	Psychological component Yoga versus Physio: 0.37 Yoga versus Fitness: 0.07 Physio versus Fitness: -0.26
Oken et al. ²⁷	SF-36 ✓ No summary score		
Cheung et al. ²⁸	PDQALIF ✗ One Summary score	Yoga versus Control: Δ1.2 ± 9.3	Missing data
Kwok et al. ²⁹	PDQ-8 ✗ One Summary score	Difference of change between groups at post treatment (T1) and three months follow-up (T2): Yoga versus Exercise (T1): Δ -7.77*** Yoga versus Exercise (T2): Δ -7.99*** Yoga versus Control: Δ -16.7*	Yoga versus Exercise (T1): -0.43 Yoga versus Exercise (T2): -0.53
Ni et al. ³⁰	PDQ-39 ✗ One Summary score	No inter-groups analyses	Missing data
Sharma et al. ³¹	SF-36 ✓ Two summary scores: Physical component Mental component	Yoga versus Control: Δ -0.02	Missing data
Walter et al. ³²	PDQ-8 ✗ One summary score		Missing data
Imrink et al. ³³	SIS ✓ No summary score		
Schmid et al. ³⁴	SS-QOL ✓ One Summary score	No difference between groups at post-intervention	Yoga versus Control: 0.32

(Continued)

Table 2. (Continued)

Reference	HRQoL questionnaire Summary score	Results (inter-group analyses)	Effect size
Park et al. ³⁵	QoLAD / One summary score	Yoga versus Music: Δ2.41* Exercise versus Music: Δ2.09* Yoga versus Exercise: Δ0.32 There was not a significant interaction effect	Yoga versus Music: 1.37 Exercise versus Music: 1.07 Yoga versus Exercise: 0.45 WHOQOL-BREF
Lundgren et al. ³⁶	WHOQOL-BREF / One Summary score SWLS / One Summary score		SWLS Yoga versus ACT (T1): -0.11 Yoga versus ACT (T2): 0.29 Yoga versus ACT (T3): -0.02 Mental component
Milbury et al. ³⁷	SF-36 / Two summary scores: Physical component Mental component	No difference between groups at post-intervention	Physical component Yoga versus Control: -0.16 Yoga versus Control: 0.22

MSQOL-54: Multiple Sclerosis Quality of Life 54 questionnaire; MSIS-29v2: Multiple Sclerosis Impact Scale-29, version 2; PDQUALIF: Parkinson's Disease Quality of Life Questionnaire; PDQ-8: Short-form 8-item Parkinson's Disease Questionnaire; PDQ-39: Parkinson's Disease Questionnaire; QoLAD: Quality of Life-Alzheimer's Disease; SF-36: Short Form-36 Health Survey; SIS: Stroke Impact Scale; SS-QoL: the Stroke Specific Quality of Life Scale; SWLS: The Satisfaction with Life Scale; WHOQOL-BREF: World Health Organization Quality of Life Instrument, short version. / means that the higher is the score, the higher is the HRQoL; > means that the lower is the score, the higher is the HRQoL. *p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001.

compared yoga with an inactive control group and 1 compared it with acceptance and commitment therapy).³²⁻³⁷ The other eight studies found a significant difference between groups after treatment on at least one subscale or summary score.²²⁻³⁵ When yoga was compared to no intervention, the results were generally in favour of the yoga group, only one study found results in favour of the control group (subscales 'sleep' and 'outlook').²⁸ When yoga was compared to another active intervention, there was generally no significant difference between groups, only one study found results in favour of the yoga group,²⁹ and one study found some subscales in favour of the active control group (subscales 'pain' and 'health perception') and another sub-score in favour of yoga (subscale 'cognition').²² It is also important to note that the majority of studies used parametric statistics.

Discussion

According to the results, it seems that yoga can improve many aspects of health-related quality of life compared to no intervention, but it does not seem to be more effective than other types of active interventions for most central nervous system disorders. The quality of the evidence for each disease are presented in Table 3. Thus, the quality of the evidence is insufficient to draw any definite conclusions for multiple sclerosis, stroke, dementia, epilepsy and brain tumour. However, for Parkinson's disease, the quality of evidence appears to be sufficient to support the effectiveness of yoga on health-related quality of life.

Regarding the limitations of the included studies, 35.3% had a high risk of bias. Indeed, in some studies not all the data from the randomized patients were available at post-intervention, and there was not always a rationale for these missing data. Second, 41.2% presented concerns regarding the risk of bias, mainly due to a lack of information on the randomization process, particularly the secret allocation of participants until they were registered and assigned to interventions. Furthermore, some studies were limited to intra-group analysis with no inter-group analysis at the end of the intervention. We included only randomized controlled

Table 3. Quality of the evidence.

Pathology	Comparison	Outcome	Number of RCT	Total sample	Quality of the evidence (GRADE)	Comments
Multiple sclerosis	Yoga versus no exercise	HRQoL	6	397	Very low	Very serious risk of bias and serious Indirectness due to the variability of the HRQoL questionnaires
	Yoga versus exercise		3	311	Very low	Very serious risk of bias, very serious indirectness due to the variability of the HRQoL questionnaires and content of exercises Interventions
Parkinson disease	Yoga versus no exercise		4	90	Low	Serious risk of bias and serious Indirectness due to the variability of the HRQoL questionnaires
	Yoga versus exercise		1	138	Moderate	Serious Indirectness due to duration of interventions (exercise group had 30minutes less time per session)
Stroke	Yoga versus no exercise		2	72	Low	Serious risk of bias and serious Indirectness due to the variability of the HRQoL questionnaires
Dementia	Yoga versus music		1	20	Very low	Serious risk of bias and very serious Imprecision due to sample size
	Yoga versus exercise		1	21	Very low	Serious risk of bias and very serious Imprecision due to sample size
Epilepsy	Yoga versus ACT		1	18	Low	Very serious Imprecision due to sample size
Brain tumour	Yoga versus no exercise		1	20	Very low	Serious risk of bias and very serious Imprecision due to sample size

ACT: acceptance and commitment therapy; HRQoL: Health-related quality of life.

GRADE Working Group grades of evidence.

High quality: Further research is very unlikely to change our confidence in the estimate of effect.

Moderate quality: Further research is likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and may change the estimate.

Low quality: Further research is very likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and is likely to change the estimate.

Very low quality: We are very uncertain about the estimate.

studies to ensure that the observed effect was due to the treatment and not to other factors. Therefore, to improve the quality of future studies, the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) criteria should be followed to ensure complete, clear and transparent information about the methodology and results of the study.³⁸ It is also advisable to use intention-to-treat analysis to avoid losing the benefits of randomization.³⁹

The majority of studies used parametric statistics and gave their results as mean and standard deviation. However, health-related quality of life questionnaires are ordinal data that should probably be treated by non-parametric statistics. Among previous studies who compared the use of parametric and non-parametric statistical methods on ordinal data, some found different results,⁴⁰ others found similar results.⁴¹ A recent study has found that in most cases the results were similar, and when they were not, the parametric method was more discriminant.⁴² As it is a matter of debate in the scientific community, it is difficult to judge to what extent this may have influenced the results.

The quality of the evidence was also greatly decreased by the small sample sizes. Among the studies that were not identified as 'pilot' or 'feasibility', the majority did not have a sufficiently large sample size. Future studies should include a sample size calculation to ensure that their results are statistically representative of the population.

We noted a number of factors that made it difficult to compare the studies. Indeed, the health-related quality of life questionnaires were extremely heterogeneous, even within a disease category (e.g. four different questionnaires were used for the five Parkinson's disease studies). This heterogeneity was compounded as some studies reported one or more overall scores, others reported only subscale scores and these scores were not always similar in content. Moreover, the authors did not always mention how the scores worked (i.e. does an increase in score reflect an improvement or a decline in health-related quality of life? What are the upper and lower limits of the score?). In the future, to facilitate the comparison of studies, a valid and reliable health-related quality of life

questionnaire already used in similar studies should be used if at all possible.

With regard to the interventions, the durations of the yoga programmes varied greatly and, despite an apparent homogeneity in the content (postures, breathing and meditation), the descriptions of the sessions were generally too brief to determine whether they were truly similar. Moreover, some studies encouraged additional home practice, while others did not. We agree with the idea expressed in a previous systematic review that a standardized protocol should be created in the image of John Kabat-Zinn's Mindfulness-Based Stress Reduction programmes, in which the duration and content of each session is clearly defined.⁴³ Regarding the control groups, some studies did not always explicitly mention what was offered to them, and among the studies comparing yoga to other types of active intervention, some did not propose the same duration of intervention in the two groups.

Our review also has some limitations. For the identification of studies, our search equation may not have been exhaustive since it is difficult to list all central nervous system disorders. Also, given that the scientific literature is mainly published in English, and that we are French, we only included articles published in these languages. Thus, it cannot be excluded that we missed some randomized controlled trials. Finally, given the disparity of the questionnaires used, it was not possible to carry out a meta-analysis.

From a clinical point of view, yoga can be proposed to patients with Parkinson's disease, but this practice must be adapted to the disabilities and needs of the patient. The programme should include postural, breathing and meditative work under professional guidance.

In order to improve the quality of evidence, future randomised controlled trials should have larger sample sizes and use appropriate statistical methods. In addition, to facilitate comparison of studies, efforts should be made to standardise the use of health-related quality of life scales as well as to standardise a yoga protocol and make it available online to the research and clinical community.

Clinical messages

- Yoga seems to be effective in improving the health-related quality of life of patients with Parkinson's disease.
- The quality of the evidence for multiple sclerosis, stroke, dementia, epilepsy and brain tumour is still insufficient to conclude about the effectiveness of yoga on the health-related quality of life.

Acknowledgements

None. Only the authors have contributed to the writing of this manuscript.

Author contributions

All the authors designed and conceptualized the study, collected and interpreted the data. The first draft of the manuscript was written by Rita Lenoir dit Caron and all authors commented on previous versions of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Declaration of conflicting interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

ORCID iD

Rita Lenoir dit Caron  <https://orcid.org/0000-0003-0216-4896>

Supplemental material

Supplemental material for this article is available online.

References

1. Erkinen MG, Kim MO and Geschwind MD. Clinical neurology and epidemiology of the major neurodegenerative diseases. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2018; 10(4): a033118.
2. Katan M and Luft A. Global burden of stroke. *Semin Neurol* 2018; 38(2): 208–211.

3. Oh J, Vidal-Jordana A and Montalban X. Multiple sclerosis: clinical aspects. *Curr Opin Neurol* 2018; 31(6): 752–759.
4. Barone P, Erro R and Picillo M. Quality of life and non-motor symptoms in Parkinson's disease. *Int Rev Neurobiol* 2017; 133: 499–516.
5. Chen Q, Cao C, Gong L, et al. Health related quality of life in stroke patients and risk factors associated with patients for return to work. *Medicine (Baltimore)* 2019; 98(16): e15130.
6. Hyarat SY, Subih M, Rayan A, et al. Health related quality of life among patients with multiple sclerosis: the role of psychosocial adjustment to illness. *Arch Psychiatr Nurs* 2019; 33(1): 11–16.
7. Stites SD, Harkins K, Rubright JD, et al. Relationships between cognitive complaints and quality of life in older adults with mild cognitive impairment, mild Alzheimer disease dementia, and normal cognition. *Alzheimer Dis Assoc Disord* 2018; 32(4): 276–283.
8. Wells RE, Baute V and Wahbeh H. Complementary and integrative medicine for neurological conditions: a review. *Med Clin North Am* 2017; 101(5): 881–893.
9. Clarke TC, Black LI, Stussman BJ, et al. Trends in the use of complementary health approaches among adults: United States, 2002–2012. *Natl Health Stat Rep* 2015; 79: 1–16.
10. Iyengar BKS. *Light on yoga*. New York, NY: Schocken Books, 1977.
11. Thayabaranathan T, Andrew NE, Immink MA, et al. Determining the potential benefits of yoga in chronic stroke care: a systematic review and meta-analysis. *Top Stroke Rehabil* 2017; 24(4): 279–287.
12. Cramer H, Lauche R, Klose P, et al. Yoga for improving health-related quality of life, mental health and cancer-related symptoms in women diagnosed with breast cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 1: CD010802.
13. El-Hashimi D and Gorey KM. Yoga-specific enhancement of quality of life among women with breast cancer: systematic review and exploratory meta-analysis of randomized controlled trials. *J Evid Based Integr Med* 2019; 24: 2515690X19828325.
14. Cramer H, Klose P, Brinkhaus B, et al. Effects of yoga on chronic neck pain: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2017; 31(11): 1457–1465.
15. Cramer H, Haller H, Klose P, et al. The risks and benefits of yoga for patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2019; 33(12): 1847–1862.
16. Sivaramakrishnan D, Fitzsimons C, Kelly P, et al. The effects of yoga compared to active and inactive controls on physical function and health related quality of life in older adults- systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2019; 16(1): 33.
17. Tulloch A, Bombell H, Dean C, et al. Yoga-based exercise improves health-related quality of life and mental well-being in older people: a systematic review of randomised controlled trials. *Age Ageing* 2018; 47(4): 37–544.
18. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al.; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA Statement. *Int J Surg* 2010; 8(5): 336–341.
19. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* 2019; 366: 14898.
20. Guyatt G, Oxman AD, Akl EA, et al. GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. *J Clin Epidemiol* 2011; 64(4): 383–394.
21. Garrett M, Hogan N, Larkin A, et al. Exercise in the community for people with multiple sclerosis—a follow-up of people with minimal gait impairment. *Mult Scler* 2013; 19(6): 790–798.
22. Ahadi F, Tabatabaee SM, Rajabpour M, et al. Effect of 8-week aerobic exercise and yoga training on depression, anxiety, and quality of life among multiple sclerosis patients. *Iran Rehabil J* 2013; 11(17): 75–80.
23. Doulatabad S, Nooreyan K, Doulatabad A, et al. The effects of Pranayama, Hatha and Raja Yoga on physical pain and the quality of life of women with multiple sclerosis. *Afr J Tradit Complement Altern Med* 2012; 10(1): 49–52.
24. Najafidoulatabad S, Mohebbi Z and Nooryan K. Yoga Effects on physical activity and sexual satisfaction among Iranian women with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Afr J Tradit Complement Altern Med* 2014; 11(5): 78.
25. Garrett M, Hogan N, Larkin A, et al. Exercise in the community for people with minimal gait impairment due to MS: an assessor-blind randomized controlled trial. *Mult Scler* 2013; 19(6): 782–789.
26. Hassanpour-Dehkordi A, Jivad N, Solati K. Effects of yoga on physiological indices, anxiety and social functioning in multiple sclerosis patients: a randomized trial. *J Clin Diagn Res* 2016; 10(6): VC01–VC05.
27. Oken BS, Kishiyama S, Zajdel D, et al. Randomized controlled trial of yoga and exercise in multiple sclerosis. *Neurology* 2004; 62(11): 2058–2064.
28. Cheung C, Bhimani R, Wyman JF, et al. Effects of yoga on oxidative stress, motor function, and non-motor symptoms in Parkinson's disease: a pilot randomized controlled trial. *Pilot Feasibility Stud* 2018; 4(1): 162.
29. Kwok JYY, Kwan JCY, Auyeung M, et al. Effects of mindfulness yoga vs stretching and resistance training exercises on anxiety and depression for people With Parkinson disease: a randomized clinical trial. *JAMA Neurol* 2019; 76(7): 755.
30. Ni M, Mooney K and Signorile JF. Controlled pilot study of the effects of power yoga in Parkinson's disease. *Complement Ther Med* 2016; 25: 126–131.
31. Sharma NK, Robbins K, Wagner K, et al. A randomized controlled pilot study of the therapeutic effects of yoga in people with Parkinson's disease. *Int J Yoga* 2015; 8(1): 74–79.

32. Walter AA, Adams EV, Van Puymbroeck M, et al. Changes in nonmotor symptoms following an 8-week yoga intervention for people with Parkinson’s disease. *Int J Yoga Ther* 2019; 29(1): 91–99.

33. Immink MA, Hillier S and Petkov J. Randomized controlled trial of yoga for chronic poststroke hemiparesis: motor function, mental health, and quality of life outcomes. *Top Stroke Rehabil* 2014; 21(3): 256–271.

34. Schmid AA, Van Puymbroeck M, Altenburger PA, et al. Poststroke balance improves with yoga: a pilot study. *Stroke* 2012; 43(9): 2402–2407.

35. Park J, Tolea MI, Sherman D, et al. Feasibility of conducting nonpharmacological interventions to manage dementia symptoms in community-dwelling older adults: a cluster randomized controlled trial. *Am J Alzheimers Dis Other Demen* 2020; 35:1533317519872635.

36. Lundgren T, Dahl J, Yardi N, et al. Acceptance and commitment therapy and yoga for drug-refractory epilepsy: a randomized controlled trial. *Epilepsy Behav* 2008; 13(1): 102–108.

37. Milbury K, Li J, Weathers SP, et al. Pilot randomized, controlled trial of a dyadic yoga program for glioma patients undergoing radiotherapy and their family caregivers. *Neurooncol Pract* 2019; 6(4): 311–320.

38. Schulz KF, Altman DG and Moher D. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC Med* 2010; 8: 18.

39. Gupta SK. Intention-to-treat concept: a review. *Perspect Clin Res* 2011; 2(3): 109–112.

40. Kahler E, Rogausch A, Brunner E, et al. A parametric analysis of ordinal quality-of-life data can lead to erroneous results. *J Clin Epidemiol* 2008; 61(5): 475–480.

41. Walters SJ and Campbell MJ. The use of bootstrap methods for analysing health-related quality of life outcomes (particularly the SF-36). *Health Qual Life Outcomes* 2004; 2: 70.

42. Mircioiu C and Atkinson JA. Comparison of parametric and non-parametric methods applied to a likert scale. *Pharmacy* 2017; 5(2): 26.

43. Silveira K and Smart CM. Cognitive, physical, and psychological benefits of yoga for acquired brain injuries: a systematic review of recent findings. *Neuropsychol Rehabil* 2019; 30(7): 1388–1407.

Appendix. Research strategy

Databases	Concept 1 Central nervous system disorders	Concept 2 Yoga	Concept 3 Health-related quality of life
PubMed-NCBI, EBSCO Host, et Cochrane Library	(Central Nervous System Diseases OR 'Central Nervous System Disorders' OR 'CNS Disease*' OR Brain injuries OR 'Brain Injur*' OR 'Brain Laceration*' OR Brain Diseases OR 'Brain Disease*' OR 'Brain Disorder*' OR 'CNS Disorder*' OR 'Encephalon Disease*' OR 'Encephalopath*' OR Stroke OR 'Cerebrovascular Accident*' OR CVA OR 'Brain Vascular Accident*' OR Cerebrovascular Disorders OR 'Cerebrovascular Disorder*' OR 'Intracranial Vascular Disease*' OR 'Intracranial Vascular Disorder*' OR 'Cerebrovascular Disease*' OR 'Brain Vascular Disorder*' OR 'Cerebrovascular Occlusion*' OR 'Cerebrovascular Insufficienc*' OR Hypoxia, Brain OR 'cerebral hypox*' OR 'Brain Damage*' OR Multiple Sclerosis OR 'Disseminated Sclerosis' OR Parkinson Disease OR Alzheimer Disease OR dementia OR Cerebral Palsy OR 'Cerebral Pals*')	AND (yoga OR meditation OR mindfulness OR breathing exercises OR 'Respiratory Muscle Training')	AND (quality of life OR 'life quality' OR 'health related quality of life' OR 'HRQOL')
Scopus	(Central Nervous System Diseases OR 'Brain Dis*' OR Stroke OR 'Cerebrovascular Dis*' OR Multiple Sclerosis OR 'Parkinson Disease' OR Alzheimer Disease OR dementia OR 'Cerebral Pals*')	AND (yoga OR meditation OR mindfulness)	AND (' quality of life ' OR 'HRQOL')
ScienceDirect	(Brain injuries OR Stroke OR Brain Diseases OR Multiple Sclerosis OR Parkinson Disease OR Alzheimer Disease)	AND (yoga OR meditation)	AND (' quality of Life)

Words in bold: Mesh (Medical Subject Headings).
 Words in italics: terms/synonyms associated with Mesh.

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.	240
ABSTRACT			
Structured summary	2	Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number.	240
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known.	241
Objectives	4	Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS).	241
METHODS			
Protocol and registration	5	Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number.	
Eligibility criteria	6	Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale.	241-242
Information sources	7	Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched.	241-242
Search	8	Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated.	253
Study selection	9	State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic review, and, if applicable, included in the meta-analysis).	241-242
Data collection process	10	Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.	242
Data items	11	List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made.	242
Risk of bias in individual studies	12	Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis.	242
Summary measures	13	State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means).	

Synthesis of results	14	Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., I ²) for each meta-analysis.	
Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
Risk of bias across studies	15	Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies).	242
Additional analyses	16	Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified.	
RESULTS			
Study selection	17	Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram.	242-243
Study characteristics	18	For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations.	244-246
Risk of bias within studies	19	Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12).	247
Results of individual studies	20	For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot.	248-249
Synthesis of results	21	Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency.	243
Risk of bias across studies	22	Present results of any assessment of risk of bias across studies (see Item 15).	247
Additional analysis	23	Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression [see Item 16]).	
DISCUSSION			
Summary of evidence	24	Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers).	249-250
Limitations	25	Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias).	250-251
Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research.	251
FUNDING			
Funding	27	Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review.	251

Open camera or QR reader and
scan code to access this article
and other resources online.



ORIGINAL ARTICLE

Yoga in the Rehabilitation of Post-Stroke Sequelae: A Non-Inferiority Randomized Controlled Trial

AU1 ▶ Rita Lenoir dit Caron, PhD Student,^{1,2} Stéphane Verdun, PhD,³ Aude Triquenot-Bagan, MD,⁴ Claire Tourny, PhD,¹ and Jeremy Coquart, PhD⁵

Abstract

Introduction: Stroke survivors can experience various consequences that affect their physical and psychological balance. Yoga seems to be relevant for this population as it allows to work on both the body and the mind. The first objective of this study was to investigate the non-inferiority of yoga compared with conventional physical activity in improving physical function in patients with chronic post-stroke sequelae. The secondary objective was to investigate the superiority of yoga in improving the mental health of these patients.

Methods: A randomized controlled trial was conducted. Thirty-six patients were randomized into two groups to practice a yoga program (YOG'AVC) or the Fitness and Mobility Exercise (FAME) program. Patients were assessed in a blinding mode pre- (T0) and post-program (T1) and 3–4 months after completion (T2). The physical assessments were the Berg Balance Scale, timed up and go test, 6-minute walk test, and quadriceps strength measured by hand-held dynamometer. Questionnaire assessments were: Activities-specific Balance Confidence Scale–Simplified, State-Trait Anxiety Inventory, Beck's Depression Inventory, and the Reintegration to Normal Living Index.

Results: The YOG'AVC program was not inferior to the FAME program in improving balance, functional mobility and muscle strength. Both groups showed significant improvement ($p < 0.05$) between T0 and T1 in their anxiety, depression, and reintegration to normal life scores, with no significant difference between groups.

Discussion: Both programs seem to be valuable in improving the physical abilities and psychological well-being of chronic post-stroke patients. However, further studies are required to confirm the difference between these programs.

AU3 ▶ **Keywords:** yoga, stroke, exercise, postural balance

AU2 ▶ ¹Univ Rouen Normandie, Normandie Univ, CETAPS UR 3832, Rouen, France.

²Clinical Research Department, La Musse Hospital (Fondation La Renaissance Sanitaire), Saint-Sébastien-de-Morsent, France.

³Lille Catholic Hospitals, Biostatistics Department-Delegations for Clinical Research and Innovation, Lille Catholic University, Lille, France.

⁴Neurovascular Unit, Rouen University Hospital, Rouen, France.

⁵Univ. Lille, Univ. Artois, Univ. Littoral Côte D'Opale, ULR 7369–Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport Santé Société (URePSSS), Lille, France.

Introduction

STROKE SURVIVORS CAN experience a wide range of disabilities, including cognitive, motor, and psychological impairments.^{1,2} Hemiparesis is one of the most common motor disorders resulting from altered muscle tone and motor control.^{1,3} This often leads to functional mobility restrictions, with difficulties in walking, transferring, and other activities of daily living.^{1,2,4} As a result, stroke survivors are often too sedentary, which is a major risk factor for stroke recurrence.^{5,6}

Also, balance difficulties are common since balance depends on the sensory, neuromotor, and musculoskeletal systems that can be affected by stroke.^{1,4} As a result, stroke patients are at a significantly higher risk of falling, compared with healthy adults of a similar age.⁷ Further, stroke increases the risk of developing psychological disorders such as anxiety, depression, emotion lability, and apathy.⁸ In the chronic phase (≥ 6 month post-stroke), regular physical activity is recommended, including balance, weight transfer, walking and strengthening exercises, especially for patients with poorer balance ability.^{7,9–11}

These exercises can be offered as circuit class therapy in small groups supervised by a therapist.^{12,13} Yoga is a physical activity that is likely to improve balance and mobility in people with stroke, but which explores physical practice in a different way compared with traditional exercise.^{14–16} In addition, the combination of breathing and meditative exercises may bring psychological benefits through the regulation of emotions.¹⁷ Its effect as a therapy is currently being studied by a growing number of scientists.¹⁸

Yoga is a philosophy and a mind-body practice that originated in India more than 2000 years ago. In Western countries, the components of yoga that are very commonly applied for health benefits are physical posture (asanas), breath control (pranayama), and meditation.¹⁹ Paranjape and Gore investigated the effect of a yoga postural practice (asanas only) in comparison with conventional balance exercises on functional balance abilities of hemiplegic patients.¹⁶ Intra-group analysis showed significant post-treatment improvement in both groups, but inter-group analysis indicated no difference.

They concluded that the postural aspect of yoga appears to be as effective as conventional balance exercises in improving balance in post-stroke hemiplegic patients. Nevertheless, the methodological design of this study was originally conceived to establish the superiority of one therapy over the other. In the case where there is already a reference treatment and where an alternative treatment appears to provide additional benefit (e.g., easier to implement, less expensive, etc.) but not necessarily more effective for the outcome studied, an equivalence or non-inferiority design should be used.²⁰

Thus, as Paranjape and Gore suggest, it is possible that the physical components of yoga practices (asana) are as effective as conventional balance exercises since they have several similarities: muscular strengthening, improvement of proprioception, gain of mobility. However, they also have important differences: emphasis on breath control, mindfulness during practice, and importance given to maintenance of postures are some of the elements that differentiate yoga practices from physical exercises.¹⁹

It would, therefore, be relevant to evaluate the effectiveness of a complete yoga approach on balance and functional mobility. In addition, the practice of meditation during yoga sessions could also have an effect on the mental health of participants. Indeed, a recent review suggested that the practice of passive meditation (i.e., non-active form) is more effective than physical exercise in improving psychological criteria, such as anxiety.²¹

Previous meta-analyses have shown the benefits of yoga and especially meditation for general psychological disorders such as anxiety and depression, but the level of evidence was low.^{22,23} It would therefore also be relevant to conduct a new study to compare the effects of yoga and conventional physical activity on the mental health of adults with stroke.

Other systematic reviews have investigated the improvement in balance, mobility, and health-related quality of life, in adults with stroke through yoga practice, but the quality of evidence was very low.^{24,25} It seems necessary to carry out new randomized controlled trials on the interest of yoga in the rehabilitation of stroke patients.

The aim of the current study was to investigate the effects of an adapted yoga program (including asanas, pranayama, and meditation) to improve the physical functions and mental health of patients with chronic post-stroke sequelae. Our hypotheses, based on current knowledge from the studies presented earlier, were as follows: (a) an adapted yoga program would not be inferior to conventional therapy in improving physical function in chronic post-stroke patients, and (b) an adapted yoga program may be superior to conventional therapy in improving the mental health of participants.

Methods

Study design

A randomized controlled trial was performed. This manuscript is written in accordance with the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) criteria. The research was conducted in France and approved by the protection National ethical committee (IDRCB: 2020-A03408-31). The protocol was registered on ClinicalTrials.gov (NCT04947293). All participants gave their written informed consent to participate. The treatments took place in a rehabilitation center as well as in the community, depending on where the participants lived.

Participants

For participant enrollment, articles were posted in local newspapers and information letters were distributed to local health professionals and patient associations. Inclusion criteria were as follows: hemiparesis resulting from a stroke that occurred more than 6 months ago, with a balance disorder (score between 22 and 51 points on the Berg Balance Scale [BBS]), and able to stand and walk at least 10 m, with or without a device.

Volunteers were not included if they met any of the following exclusion criteria: less than 18 years of age, suffering from a cognitive disorder (score < 4 points on the short 6-items Mini-Mental State Examination²⁶), diagnosis of another pathology that may explain the balance disorders,

a medical contraindication to physical activity, or current and regular participation in another physical activity program. An eligibility criterion had to be added during the experimental phase because of the COVID-19 pandemic: being up to date on COVID-19 vaccinations.

Volunteers were initially screened for participation eligibility based on an initial phone call, followed by a face-to-face meeting. Eligible participants were then referred to a blind evaluator for baseline assessment in the rehabilitation center and were allocated to a group.

The required number of subjects has been estimated from a previous study,²⁷ using the standard deviation (SD) of the BBS (SD=7.64), and the non-inferiority margin defined as the minimum detectable change (MDC=4.66).²⁷ We hypothesized that the difference between the two groups would be 0. Considering a type I error of 5% and a statistical power of 80%, 84 patients were required.²⁸

Randomization

Subjects were randomly allocated to one of the two study groups using a stratified block randomization procedure by an independent researcher, using R software, an allocation ratio of 1:1, and random block sizes. The randomization list was stratified according to the place of experimentation, the BBS (score > or <40 points). Subjects were informed of their assignment by phone by an investigator (R.L.d.C.) in charge of the treatments.

Interventions

Participants were randomly assigned to the experimental group to practice yoga (YOG'AVC program) or to the control group to practice conventional exercise (Fitness and Mobility Exercise [FAME] program). Both programs lasted 12 weeks and consisted of three weekly 1-h sessions. Two sessions were conducted in groups (maximum five individuals/group) during the week, and one session was performed independently at home.

The group sessions were supervised by the same physiotherapist who ensured the adaptation of the exercises and the safety of the participants. A video or paper support (at the patient's convenience) was distributed each week to be used for the independent sessions at home.

A yoga program adapted to post-stroke sequelae was developed by a physiotherapist and yoga teacher (Yoga Alliance certified). This YOG'AVC program is based on the teaching of postures (asanas), breathing (pranayama), and meditation. The practice of postures is based on the Iyengar method with the use of many supports (e.g., block, strap, chair, cushions, wall).

Particular attention was devoted to breathing during each posture. The complexity of the postures and their holding time increased over the course of the program, relative to the abilities of each participant. The structure of a session and the names of the postures that were taught throughout the program are detailed in Figure 1.

The control group was invited to participate in more conventional exercise sessions based on the FAME program. All information about this program is available on the fameexercise.com website. It was specifically designed for people living with post-stroke sequelae. The sessions consist of a warm-up, functional strengthening exercises (e.g., sit-

stand on chair, wall chair exercise), balance exercises (e.g., forward or side lunges, balance standing with one foot close together or on one leg), agility and fitness exercises (e.g., up and down a step, walking), and ends with a cool-down (stretching) phase.

As the program progresses, the number of repetitions, sets, or duration of hold time can be gradually increased, in accordance with participants' progress. The effectiveness of this program has been demonstrated in previous randomized controlled trials.^{1,2,13,29}

Assessment procedure

The patients were assessed three times during the study: before treatment (T0), after treatment (T1), and 3 months after the end of treatment (T2). All assessments were performed in a blinded mode by two evaluators who assessed the same subjects at each assessment. These evaluators had no contact with the participants other than during the evaluations, and the participants were instructed never to mention their treatment in front of them.

Our primary outcome was balance assessed by the BBS. This scale is reliable, valid, and often used for assessing balance in stroke patients.^{27,30} Self-perceived balance confidence was assessed by the Activities-specific Balance Confidence Scale-Simplified (ABC-S). The reliability and validity of the French version of this questionnaire have been established.³¹ Functional mobility was assessed by the timed up and go test (TUG) and the 6-minute walk test (6MWT).^{27,32}

The TUG is based on the performance of a functional task, and a score in seconds is established. Gait performance was assessed by the 6MWT, a walking test with a score in meters. These tests are reliable and valid for a chronic stroke population.^{27,32} The muscular strength of the lower limbs was evaluated by measuring the maximum isometric force of knee extension with a hand-held dynamometer (Microfet[®]; Hoggan Health, Salt Lake City),³³ which is a reliable and valid method in a stroke population.³⁴

State and trait anxiety were assessed by the State-Trait Anxiety Inventory. The reliability and validity of the French version of this questionnaire have been established.³⁵ Depression was assessed by Beck's Depression Inventory (BDI). The reliability and validity of the French version of this questionnaire have been established.³⁶ The Reintegration to Normal Life Index was used to assess quality of life. It was developed to quantitatively assess the degree to which individuals who have experienced a disabling illness are able to reintegrate into the activities of daily living within the community.

The reliability and validity of this questionnaire have been established.³⁷ Adherence to the program (T0-T1) was measured directly by the percentage of group sessions completed, the percentage of independent home-based sessions reported as completed, and, between T1 and T2, the mean number of sessions completed per week (i.e., collected using a logbook).

Statistical analysis

Statistical analyses were performed by a biostatistician using R software version 4.0.5. The intention-to-treat (ITT) population contains all the randomized patients. The per-

		Instructions	Postures
1	<p>Centering</p> <p>Begin mindfulness practice.</p> <p>3-5 minutes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Straightening of the spine - Mental focus on the different parts of the body - Focus on breathing - Sitting, immobile, eyes closed or half closed - Verbal guidance from the therapist 	<ul style="list-style-type: none"> - Sitting posture on chair
2	<p>Warm-up</p> <p>Warm up the muscles and mobilize the joints that will be engaged during the session.</p> <p>7-10 minutes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Repetitive movements in the different planes of space. - Sitting 	<ul style="list-style-type: none"> - Rotation, flexion/extension and neck tilt - Shoulder rotation, elevation, abduction - Elbow flexion/extension - Wrist flexion/extension, or rotation - Opening/closing of the fingers - Back flexion/extension, rotation, and inclinations - Knee and hip flexion/extension - Ankle flexion/extension or rotation - Toes flexion/extension
3	<p>Balance and strengthening postures</p> <p>Work on balance, muscle strengthening, joint mobility.</p> <p>25-30 minutes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - For the standing postures, secure the subjects with a chair or a wall in order to have a support. Then instruct them to progressively release the support. - First demonstrate the posture, then guide the participants in at least two practices. - Adapt the holding time to the possibilities of each subject. - Use props to adapt the postures but also to practice them in different ways. - At the end, lower the patients to the ground once, with the help of a chair if needed. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tadasana (mountain pose) - Tiryaka tadasana (palm tree pose) - Utthita tadasana (five pointed star pose) - Virabhadrasana I, II, III (warriors poses) - Utthita trikonasana (triangle pose) - Vrikshāsana (tree pose) - Utkatasana (chair pose) - Utkata konasana (goddess pose) - Twisted pose with a chair - Uttanasana (standing forward bend pose) - Ardha uttanasana (half forward fold pose) - Dandasana (staff pose) - Bhujangasana (cobra pose) - Salamba bhujangasana (sphinx pose) - Ardha setu bandhasana (half bridge pose) - Urdhva prasrita padāsana (upward extended feet pose) - Eka pada supta padangustasana (reclining hand-to-big toe pose)
4	<p>Cool down</p> <p>Stretching, relaxation, and breathing exercises</p> <p>5-7 minutes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lying down postures - Comfortable installation - Longer holding time, - Combined with pranayamas (breathing exercises) 	<ul style="list-style-type: none"> - Eka pada supta pavana muktasana (wind relieving pose & half wind relieving pose) - Jathara parivartanasana (belly twisting pose) - Supta baddha konasana (reclining bound angle pose) - Restorative Setu bandha sarvangasana (supported bridge pose)
5	<p>Final relaxation</p> <p>Guided relaxation</p> <p>5-10 minutes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lying down posture - Comfortable installation with props - Eyes closed - Soft music (optional) - Verbal guidance from the therapist : Progressive relaxation of the muscles, focus on internal sensations, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Savasana (corpse pose)

FIG. 1. A YOG'AVC session and taught postures.

TABLE 1. NON-INFERIORITY MARGINS

Measure	Non-inferiority margin based on	Values	Authors and population
BBS, /56 point	MDC	4.66 points	Hiengkaew et al., 2012 ¹⁴ Chronic post-stroke
ABC-S, %	MDC	19.8%	Ishige et al., 2019 ²¹ Chronic post-stroke
TUG, sec	MDC	3.2 sec	Alghadir et al., 2018 ²² Chronic post-stroke
6MWT, m	MCID	30.5 m	Bohannon et al., 2017 ²³ Adults with pathology
Isometric quadriceps muscle strength, Newtons	MCID	51 newtons	Oliviera et al., 2021 ²⁴ COPD

6MWT, 6-minute walk test; ABC-S, Activities-Specific Balance Confidence Scale-Simplified; BBS, Berg Balance Scale; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; MCID, minimal clinically important difference; MDC, minimum detectable change; TUG, timed up and go test.

protocol (PP) population contains patients who completed at least 80% of the planned sessions between T0 and T1. To analyze the non-inferiority, the lower or upper limit, as adapted of the 95% confidence interval (95% CI) of the difference of evolution from baseline between the groups, was compared with the non-inferiority margin (mean in case of normality, median computed by bootstrap with 10,000 repetitions otherwise).

The margins of non-inferiority selected were based on the MDC or the minimal clinically important difference (MCID) of each scale available in the literature (Table 1). When several MDC or MCID were found, the one based on the population most similar to this study was selected.^{14,21-24} For psychological variables, a superiority analysis was performed, based on the ITT population.

The median evolution since baseline was compared between groups by a Mann-Whitney-Wilcoxon, as scores were not following a normal distribution. The 95% CI around the median differences were computed. In a *post hoc* analysis, the evolution from T0 to T1 and T2 within each group was tested with a paired Student's *t*-test in cases of normality and a paired Wilcoxon test otherwise. A significance threshold of 5% is used for all analyses.

Results

Participants

The recruitment lasted from March 2021 to February 2022 and the follow-up period extended to September 2022. A total of 55 volunteers responded to the recruitment campaign (Fig. 2). Of them, 36 individuals were randomized in 2 groups. During the treatment phase, four patients (two in each group) prematurely discontinued participation for medical reasons unrelated to the treatments. At follow-up (T2), six patients (three in each group) were lost to follow-up.

In the ITT population, attrition at T1 was quite low (89% of available patients in each group) and acceptable at T2 (72% of available patients in each group). In the PP population, the number of patients at T1 was acceptable (72% and 67% of patients included in the YOG'AVC group and FAME group, respectively), but attrition was higher in the FAME group at T2 (50% of patients not present in the analysis). The sample size initially calculated ($n=84$) was not reached due to a lack of resources to continue the study.

However, taking into account the actual data from our sample (BBS: SD of 6.5 and difference between groups of 1.5), the power calculation allows us to estimate that at T1 we have enough subjects for our main outcome (power=0.83), but not at T2 (power=0.75).

With regard to adverse events, before the beginning of the sessions (T0), one participant in the experimental group was hospitalized for a stroke recurrence, and one participant in the control group reported suffering from a disabling rheumatic disease that prevented him from participating in the sessions. During the experimental phase (T0-T1), one participant in the YOG'AVC group had two hallux-valgus operations and one participant in the FAME group was hospitalized for an appendicitis crisis. During the follow-up phase (T1-T2), one participant in the YOG'AVC group died of heart failure while gardening.

Physical variables

Regarding physical variables, we hypothesized the non-inferiority of the YOG'AVC over the FAME program. For this type of analysis, both populations were studied, so Table 4 shows the ITT and PP analyses. In both the ITT and PP populations, the YOG'AVC program was not inferior to the FAME program at T1 or T2 for the BBS, the ABC-S, the TUG, or the 6MWT.

For the maximum isometric knee extension force on the healthy side at T1, the 95% CI was higher than the non-inferiority margin, but at T2 the lower limit was inferior to this margin (in the ITT and PP populations); on the affected side at T1 and T2, the 95% CI was higher than the non-inferiority margin in the ITT population, but not at T2 in the PP population.

Psychological variables

Regarding psychological variables, we hypothesized the superiority of YOG'AVC over the FAME program. For this type of analysis, the ITT population was the more important. The YOG'AVC program was not significantly superior to the FAME program in improving anxiety, depression, or reintegration into normal life (Table 5).

The additional analysis of the intra-group evolution also showed that patients following the two programs showed an improvement in these criteria at post-treatment (T1). However, after follow-up (at T2), only the FAME group still

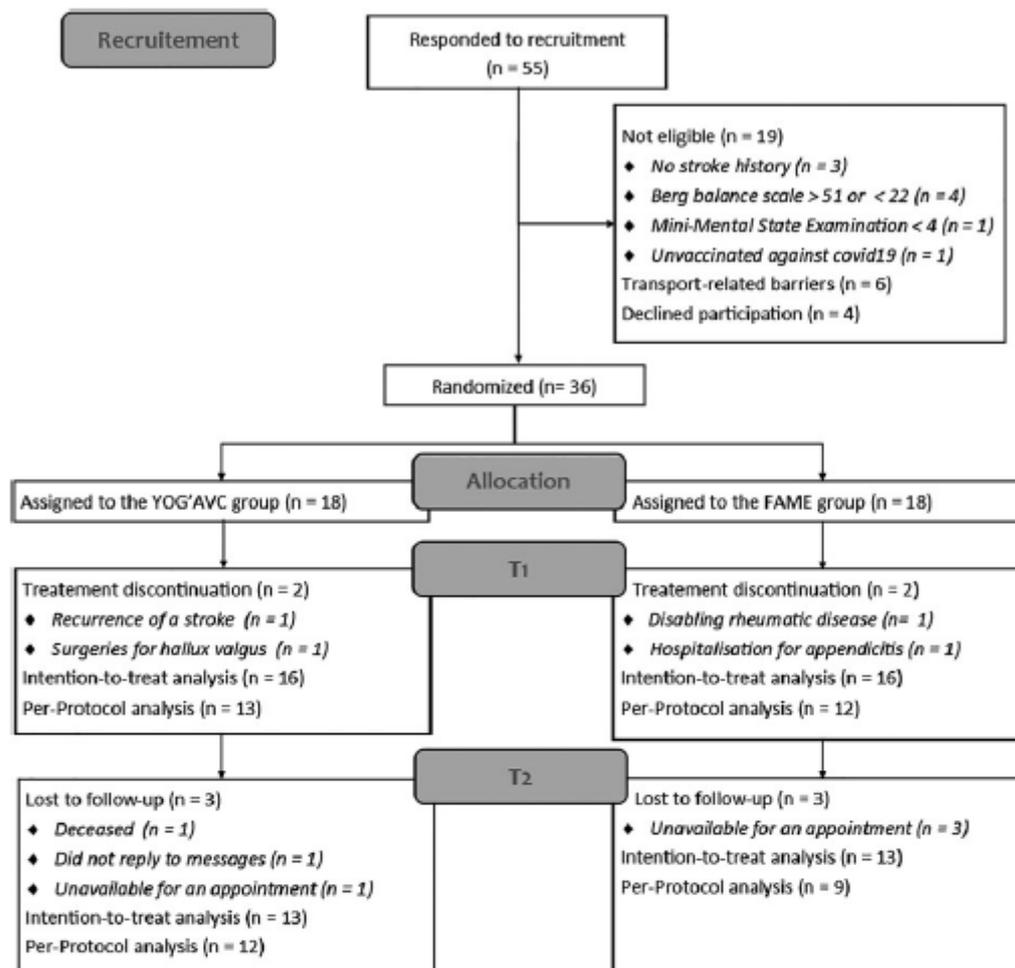


FIG. 2. Participant flow diagram.

showed a statistically significant change in trait-anxiety and depression, in ITT population (Table 5). But in the PP population, both groups significantly change the trait-anxiety (i.e., YOG'AVC: $p=0.01$; FAME: $p=0.05$) and depression (YOG'AVC: $p=0.03$; FAME: $p=0.02$).

Compliance

During the experimental phase (T0–T1), compliance with the group sessions was high and similar in the two groups with an overall median of 91.7% (Table 3). However, the home sessions were less well attended with an overall average compliance of 57.0%. During the follow-up phase (T1–T2), the overall median was 0.5 sessions per week, with no significant difference between groups.

Discussion

The primary objective of this study was to investigate the non-inferiority of the YOG'AVC program compared with

the FAME program in improving balance in chronic post-stroke patients. Non-inferiority was demonstrated in both the ITT and PP analyses.

Patients in both groups improved their scores on the BBS, although these improvements did not exceed the MDC of the scale, which may raise questions about the efficacy of the two therapies. However, if we look at the individual evolution of the participants between T0 and T1, 31% of the patients in each group showed an improvement above the MDC. The BBS score at T0 in these 31% was 41 ± 7 , whereas the mean of the other patients was 48 ± 11 .

It is likely that improvement beyond the MDC is easier to achieve when the participants' initial scores are low and they have more margin for improvement. Paranjape and Gore also found significant improvement in the group that practiced yoga postures and the group that practiced conventional exercises.¹⁶ In their study, these improvements on BBS averaged 8 points, thus greater than the MDC.

TABLE 2. BASELINE DEMOGRAPHIC AND CLINICAL CHARACTERISTICS OF PARTICIPANT (INTENTION-TO-TREAT POPULATION)

Variable	Overall, n=36	YOG'AVC, n=18	FAME, n=18
Age, years, mean ± SD	67.6 ± 11.1	67.1 ± 12.3	68.2 ± 10.1
Gender, n (%)			
Female	20 (55.6)	11 (61.1)	9 (50)
Male	16 (44.4)	7 (38.9)	9 (50)
BMI, kg/m ² , median [IQR]	26.7 [24.6; 28.1]	25.8 [24.3; 27.4]	27.3 [25.3; 29.1]
Time since stroke, months, median [IQR]	54.0 [14.8; 72.2]	45.0 [15; 73]	58.0 [12.8; 71.8]
Type of stroke, n (%)			
Ischemic	30 (83.3)	15 (83.3)	15 (83.3)
Hemorrhagic	6 (16.7)	3 (16.7)	3 (16.7)
Affected cerebral hemisphere, n (%)			
Right	19 (52.8)	11 (61.1)	8 (44.4)
Left	17 (47.2)	7 (38.9)	10 (55.6)
BBS, /56, median [IQR]	50.0 [44.8; 51]	50.0 [46; 51]	47.5 [43.2; 50]
ABC-S, %, mean ± SD	63.0 ± 19.9	61.1 ± 22	64.9 ± 17.9
TUG, sec, median [IQR]	12.9 [11.1; 19.8]	12.7 [10.4; 18.4]	13.2 [11.6; 27.3]
6MWT, m, mean ± SD	242.1 ± 96.3	264.1 ± 100.1	220.1 ± 89.7
Quadriceps strength, newton			
Healthy side, median [IQR]	146.0 [125.4; 184]	159.2 [128.6; 179.3]	132.3 [124.7; 192.1]
Affected side, mean ± SD	112.0 ± 43.8	110.1 ± 42.9	114.0 ± 45.8
STAI			
Form Y-A, median [IQR]	31.5 [24.8; 42.5]	35.5 [26.5; 45.5]	27.5 [21; 38.8]
Form Y-B, mean ± SD	43.4 ± 14.5	47.5 ± 14.6	39.3 ± 13.5
BDI/63, median [IQR]	13.0 [6.8; 23]	13.0 [9.2; 23]	11.5 [6; 21.2]
RNLI/22, mean ± SD	5.6 ± 4	6.0 ± 4	5.2 ± 4.2

6MWT, 6-minute walk test; ABC-S, Activities-specific Balance Confidence Scale-Simplified; BBS, Berg Balance Scale; BDI, Beck's Depression Inventory; BMI, body mass index; FAME, Fitness and Mobility Exercise; IQR, interquartile range; RNLI, Reintegration to Normal Life Index; SD, standard deviation; STAI, State Trait Anxiety Inventory; TUG, timed up and go test.

Their sample had initial scores with a median around 40, whereas the median for our sample was 50. Also, Schmid et al. demonstrated in their pilot study that a significant improvement above 6 points on the BBS was possible in a population with an average initial score about 41 points and practicing a yoga program.³⁸ It is, therefore, possible that the margin of improvement was smaller for our population, which explains why the majority of our participants did not show improvement above the MDC.

As for the FAME program, Pang et al. had a population similar to ours (baseline BBS score around 47 points) and the post-treatment improvement was also below the MDC (6). Therefore, future studies investigating the improvement of functional balance with the BBS should focus on including more patients with a score below 40 points. Similarly, our results on the self-perceived confidence in balance (ABC-S) and functional mobility (TUG and 6MWT) demonstrated the non-inferiority of the YOG'AVC program.

However, the average improvement in both groups did not exceed the MDC of ABC-S scale and the TUG. Interestingly, the result of the TUG in the YOG'AVC group ($\Delta T2-T0$ in ITT population: -2.7 sec) was close from the MDC (3.2 sec), but not the FAME group ($\Delta T2-T0$ in ITT population: -0.2 sec). Further, for the 6MWT, the median difference of the YOG'AVC group ($\Delta T1-T0$ in ITT population: 37.5 m) exceeded the MCID (30.5 m) whereas the FAME group was close ($\Delta T1-T0$ in ITT population: 23.5 m).

This clinically relevant improvement is very encouraging as walking abilities are essential in the prevention of sedentary lifestyles.¹⁰ Schmid et al.¹⁴ and Immink et al.¹⁵ also showed an improvement in walking (during 6MWT) in their yoga groups. It is possible that this improvement was related to muscle strengthening.³⁹ As regards our results on quadriceps strength on the healthy side and the affected side, in post-treatment (T1) the non-inferiority of the YOG'AVC program was confirmed but the improvement was no greater than the MCID in the two groups.

TABLE 3. PARTICIPANT COMPLIANCE (INTENTION-TO-TREAT POPULATION)

Variable	Overall	YOG'AVC	FAME	p
Compliance (T0-T1), n	32	16	16	
Group sessions, %, median [IQR]	91.7 [83.3; 95.8]	91.7 [86.5; 100]	87.5 [82.3; 92.7]	0.19
Home sessions, %, mean ± SD	57.0 ± 29.8	60.4 ± 29.4	53.6 ± 30.7	0.53
Compliance (T1-T2), n	26	13	13	
Sessions/week, median [IQR]	0.5 [0.1; 0.9]	0.8 [0.4; 0.9]	0.4 [0; 0.6]	0.13

FAME, Fitness and Mobility Exercise; IQR, interquartile range; SD, standard deviation.

TABLE 4. EVOLUTION OF PHYSICAL VARIABLES SINCE BASELINE (T0) IN POST-TREATMENT (T1) AND FOLLOW-UP (T2) IN INTENTION-TO-TREAT AND PER-PROTOCOL POPULATION

	Pop.	YOG'AVC, median [IQR] or mean±SD	FAME, median [IQR] or mean±SD	Δ, median or mean difference	95% CI
T1-T0					
BBS, /56, ↗	ITT	3.0 [2.8; 5]	1.5 [0; 3.5]	1.5	-0.5 to 3.5
	PP	3.0 [3; 5]	1.0 [0; 2.2]	2.0	0.5 to 4.0
ABC-S, %, ↗	ITT	8.9 [6.1; 23.3]	3.3 [-2.8; 13.9]	5.6	-4.4 to 21.1
	PP	8.9 [4.4; 20]	3.3 [-1.1; 10]	5.6	-3.3 to 20.0
TUG, sec, ↘	ITT	-1.9 [-3.8; -0.3]	-0.2 [-2.6; 0.4]	-1.7	-3.6 to 1.1
	PP	-2 [-3.5; -0.4]	-0.1 [-1.8; 0.9]	-2.0	-4.1 to 0.7
6MWT, m, ↗	ITT	37.5 [28.2; 59.2]	23.5 [10; 39.5]	14	-2.5 to 41.0
	PP	36 [32; 54]	25 [10; 39.5]	11	-5 to 34.5
Quadriceps strength, newton, ↗					
Healthy side	ITT	25.3±33.7	27.8±32	-2.5	-26.3 to 21.2
	PP	25.9±34.1	32.9±24.9	-7.0	-31.6 to 17.7
Affected side	ITT	22.7±37.5	18.8±24.7	3.9	-19.2 to 26.9
	PP	33.5±30.9	23.0±20.7	10.4	-11.3 to 32.2
T2-T0					
BBS, /56, ↗	ITT	4.0 [2.0; 5.0]	3.0 [2.0; 7.0]	1.0	-4.0 to 3.0
	PP	4.0 [2.8; 5.5]	2.0 [2.0; 3.0]	2.0	-1.0 to 5.0
ABC-S, %, ↗	ITT	11.1 [6.7; 15.6]	6.7 [-8.9; 17.8]	4.4	-8.9 to 24.4
	PP	12.2 [6.7; 18.3]	6.7 [-8.9; 15.6]	5.6	-7.8 to 24.4
TUG, sec, ↘	ITT	-2.7 [-4.6; -0.2]	-0.2 [-3; 1.8]	-2.5	-5.5 to 2.3
	PP	-2.8 [-5.4; -0.2]	0.9 [-1.9; 1.9]	-3.8	-7.1 to 0.3
6MWT, m, ↗	ITT	55.0 [41; 91.5]	22 [-28; 62]	33.0	-10.0 to 92.0
	PP	54.5 [39.2; 71.6]	23.5 [6; 62]	31.0	-19.5 to 78.0
Quadriceps strength, newton, ↗	ITT	7.4±38.7	41.8±49.9	-34.5	-70.7 to 1.8
	PP	9.7±39.4	56.9±52.4	-47.2	-91.9 to -2.6
Healthy side affected side	ITT	29.2±29.8	37.3±54.2	-8.1	-44.1 to 27.8
	PP	33.5±26.6	50.7±55.9	-17.3	-61.8 to 27.3

↗: the score increases in case of improvement.

↘: the score decreases in case of improvement.

6MWT, 6-minute walk test; 95% CI, 95% confidence interval; ABC-S, Activities-specific Balance Confidence Scale-Simplified; BBS, Berg Balance Scale; FAME, Fitness and Mobility Exercise; ITT, intention-to-treat; Pop., population; PP, per-protocol; SD, standard deviation; TUG, timed up and go test.

TABLE 5. EVOLUTION OF PSYCHOLOGICAL AND SOCIAL VARIABLES SINCE BASELINE (T0) IN POST-TREATMENT (T1) AND FOLLOW-UP (T2) IN INTENTION-TO-TREAT POPULATION

Variable	Groups	T1-T0, median [IQR] or mean±SD	p-Value intra-group	T2-T0, median [IQR] or mean±SD	p-Value intra-group
STAI, /80, ↘ Form Y-A	YOG'AVC	-6.5 [-10.0; -1.8]	0.020	-3.0 [-13.0; 2.0]	0.26
	FAME	-1.5 [-7.8; 0]	0.049	-4.0 [-7.0; 0.0]	0.15
	95% CI	-9.0 to 2.0		-13.0 to 9.0	
	p-Value inter-group	0.33		1	
STAI, /80, ↘ Form Y-B	YOG'AVC	-7.0 [-15.2; -2.0]	0.0034	-4 [-8; -1]	0.054
	FAME	-4.0 [-10.2; -1.8]	0.0082	-4 [-11; -2]	0.010
	95% CI	-10.5 to 4.5		-6.0 to 9.0	
	p-Value inter-group	0.42		0.78	
BDI, /63, ↘	YOG'AVC	-3.0 [-11.2; 0.0]	0.014	-4.0 [-6.0; 2.0]	0.12
	FAME	-5.0 [-7.2; -1.0]	0.0081	-4.0 [-11.0; -2.0]	0.0063
	95% CI	-7.0 to 5.5		-3.0 to 10.0	
	p-Value inter-group	0.68		0.44	
RNLI, /22, ↘	YOG'AVC	-2.0 [-4.0; -1.0]	0.0019	0.0 [-3.0; 0.0]	0.083
	FAME	-1.0 [-3.0; 0.0]	0.018	0.0 [-1.0; 1.0]	1
	95% CI	-3.0 to 1.0		-4.0 to 1.0	
	p-Value inter-group	0.35		0.26	

Significant results are in bold.

↗: the score increases in case of improvement.

↘: the score decreases in case of improvement.

95% CI, 95% confidence interval; BDI, Beck's Depression Inventory; FAME, Fitness and Mobility Exercise; IQR, interquartile range; RNLI, Reintegration to Normal Life Index; SD, standard deviation; STAI, State Trait Anxiety Inventory.

However, this could not be confirmed at T2 because the mean in the FAME group continued to increase more consistently than in the YOG'AVC group. This can be explained by the smaller sample size at T2 and the very heterogeneous results of the participants. Indeed, the analysis of the individual evolution of the participants showed a relatively homogeneous improvement in muscle strength in post-treatment (T1), but not at the follow-up (T2).

This difference is probably related to the physical activity that continued between T1 and T2. Although no significant difference in activity compliance was found between the groups, we cannot conclude that the two groups maintained the same level of physical activity over this period. Indeed, we focused only on the practice of FAME or YOG'AVC sessions, but patients were able to practice other types of physical activity (e.g., walking, gardening, etc.).

In addition, it seems relevant to note (during the T0–T1 period) that the face-to-face group sessions were much more followed (91.7%) than the home-based sessions (57%). Lack of motivation to practice the home-based sessions was the most frequently reported reason (63%), which is consistent with previous studies.^{10,40}

The practice of group exercise, structured and supervised by a professional, has been found to be an important factor of adherence as well.^{10,41} Indeed, the possibility of meeting other stroke survivors—thus benefiting from psychological and social support—and the benefit of professional support in guiding and facilitating the physical activity were the most frequently reported motivators.¹⁰

The hypothesis that the YOG'AVC program might be more effective than the FAME program in improving the mental health and social reintegration of the participants could not be confirmed since no difference in evolution between the groups was demonstrated at post-treatment (T1) or at the 3-month follow-up (T2). In addition, in post-treatment (T1), both groups significantly improved their state and trait anxiety, depression, and reintegration to normal life scores.

Results after the 3-month follow-up (T2) are more uncertain, as intra-group analyses differ according to the population analyzed (ITT or PP). Regarding anxiety score in a previous study, Immink et al. found a clinically significant decrease in the trait anxiety score (8 points) of their yoga group, without being able to demonstrate a significant difference with the inactive control group.¹⁵

In our study, the YOG'AVC group showed a median improvement of 7 points in post-treatment, which is very close to this clinically significant improvement, whereas the FAME group showed a median change of only 4 points. Regarding depression, Immink et al. did not find significant improvement over time or difference between groups, but we did not use the same score.

In our study, although both groups had median scores already reflecting mild depression (i.e., a score between 10 and 18 points on the BDI) at baseline, a significant improvement in both groups was demonstrated in post-treatment. Thus, our results indicating an improvement in the psychological state of both groups seem globally encouraging.

It is possible that they result from different factors such as the social aspect of the group sessions where some participants created strong relationships. The improvement in

physical criteria could also have helped to reduce anxiety and depression since patients were able to gain more confidence in themselves and their abilities. Thus, these two programs share common points in that they offer physical activity adapted to the motor impairment of the participants, with group sessions that allow the creation of social relationship and reassuring supervision through the presence of a therapist.

However, they also have notable differences in exercise approaches. In yoga, participants are asked to focus on their bodily sensations, to become aware of the positioning of their body in space, which requires significant concentration; the postures are maintained statically with muscles in isometric contractions and a solicitation of the deep postural muscles.

In conventional exercises, the movements are performed in a more mechanical way, but with different modalities of muscular contraction (isometric, concentric, eccentric) and with a more functional purpose. In yoga, a concentrated state of mind is required in each exercise, and physically intense postures are alternated with gentler postures, which allows one to work constantly during the session but leaves little time for discussion.

In conventional sessions, intense standing exercises are interspersed with seated breaks and participants can more easily discuss. It is possible that the YOG'AVC program results in greater joint mobility since the postures work on maximum joint ranges, whereas the FAME program is perhaps more effective for working on endurance since the participants are much more in movement. Future studies may focus on the differences that exist between these programs.

For the moment, we have been able to show their similarity to improve balance, functional mobility, muscular strength, mental health, and reintegration into normal life of patients with stroke. From a clinical point of view, to choose the intervention that is most appropriate for a patient, it is probably appropriate to consider their desires and expectations.

The main limitation of this study was the sample size, which was smaller than expected. Still, as the difference observed between the two groups was higher than expected and favorable to the yoga intervention, most of our objectives have been met. It is, however, indisputable that the low number of patients is a limit to the possibility to generalize the results observed, and that we can reach a definitive conclusion from this study.

Second, although we included participants with a BBS score of less than 51 points, with the aim of ensuring a margin of improvement at least equivalent to the MDC (4.66 points), it is likely that a lower margin or using other scales with lower ceiling effect would have been more relevant. Also, our sample contained a small number of truly anxious or depressed patients, as this was not an inclusion criterion. Future studies with a sufficient sample of patients with more severe anxiety or depression should be better able to determine the effectiveness of these programs to improve mental health.

Finally, the proposed interventions were only feasible for patients with a sufficient degree of functional recovery (see inclusion criteria) and without a significant cognitive disorder, and as a result, they are not generalizable to all patients with stroke.

Conclusions

Despite these limitations, this study showed that an adapted yoga program was not inferior to a conventional physical activity program in improving balance, functional mobility and muscle strength in patients with post-stroke sequelae. In addition, both interventions appeared to have the potential to improve the mental health and quality of life of the participants.

Hence, both programs can be offered to patients with chronic post-stroke sequelae. The sessions can be offered in a rehabilitation center as well as in non-rehabilitation facilities, as minimum equipment is required to perform the exercises. Improvement seems possible within 3 months of regular practice. On the other hand, it seems that patients are less compliant when the sessions are practiced independently, which highlights the value of pursuing group practice over time.

Acknowledgments

The authors would like to acknowledge the contribution of Mr. Thouin and Mr. Vallois-Da Cunha who graciously completed their role as blind evaluators.

Data Availability Statement

The datasets generated and analyzed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

Authors' Contributions

R.L.d.C. and J.C. designed and conceptualized the study, collected and interpreted the data. S.V. participated in the design of the study and carried out the statistical analysis of the data. All authors read and approved the final manuscript.

Author Disclosure Statement

No competing financial interests exist.

Funding Information

This study received financial support from the association "France AVC Normandie."

Supplementary Material

▶ CONSORT Checklist

References

1. Winstein CJ, Joel S, Ross A, et al. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery. *Stroke* 2016;47(6):e98–e169; doi: 10.1161/STR.0000000000000098
2. Skolansky LE, Burke JF, Brown D, et al. Understanding stroke survivorship: Expanding the concept of post-stroke disability. *Stroke* 2014;45(1):224–230; doi: 10.1161/STROKEAHA.113.002874
3. Hendricks HT, van Limbeek J, Geurts AC, et al. Motor recovery after stroke: A systematic review of the literature. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(11):1629–1637; doi: 10.1053/apmr.2002.35473
4. Tyson SF, Hanley M, Chillala J, et al. Balance disability after stroke. *Phys Ther* 2006;86(1):30–38; doi: 10.1093/ptj/86.1.30
5. Tieges Z, Mead G, Allerhand M, et al. Sedentary behavior in the first year after stroke: A longitudinal cohort study with objective measures. *Arch Phys Med Rehabil* 2015; 96(1):15–23; doi: 10.1016/j.apmr.2014.08.015
6. Paul L, Brewster S, Wyke S, et al. Physical activity profiles and sedentary behaviour in people following stroke: A cross-sectional study. *Disabil Rehabil* 2016;38(4):362–367; doi: 10.3109/09638288.2015.1041615
7. Weerdesteyn V, de Niet M, van Duijnhoven HJR, et al. Falls in individuals with stroke. *J Rehabil Res Dev* 2008; 45(8):1195–1213; doi: 10.1682/JRRD.2007.09.0145
8. Hackett ML, Köhler S, O'Brien JT, et al. Neuropsychiatric outcomes of stroke. *Lancet Neurol* 2014;13(5):525–534; doi: 10.1016/S1474-4422(14)70016-X
9. Winstein CJ, Stein J, Arena R, et al. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A guideline for health-care professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2016;47(6):98–169; doi: 10.1161/STR.0000000000000098
10. Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2014; 45(8):2532–2553; doi: 10.1161/STR.0000000000000022
11. Chiu CY, Ng MY-H, Lam SC, et al. Effect of physical exercise on fear of falling in patients with stroke: A systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2023;37(3): 294–311; doi: 10.1177/02692155221135028
12. Pang MYC, Eng JJ, Dawson AS, et al. A Community-based Fitness and Mobility Exercise (FAME) program for older adults with chronic stroke: A randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2005;53(10):1667–1674; doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.53521.x
13. Eng JJ, Chu KS, Kim CM, et al. A community-based group exercise program for persons with chronic stroke. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(8):1271–1278; doi: 10.1249/01.MSS.0000079079.58477.0B
14. Schmid AA, Miller KK, Van Puymbroeck M, et al. Yoga leads to multiple physical improvements after stroke, a pilot study. *Complement Ther Med* 2014;22(6):994–1000; doi: 10.1016/j.ctim.2014.09.005
15. 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* 2014;21(3):256–271; doi: 10.1310/tsr2103-256
16. Paranjape AA, Gore A. To study effects of yoga therapy on balance in post stroke hemiplegic patients. *Int J Health Sci Res* 2019;9(7):135–143.
17. Chan W, Immink MA, Hillier S. Yoga and exercise for symptoms of depression and anxiety in people with post-stroke disability: A randomized, controlled pilot trial. *Altern Ther Health Med* 2012;18(3):34–43.
18. Jeter PE, Slutsky J, Singh N, et al. Yoga as a therapeutic intervention: A bibliometric analysis of published research studies from 1967 to 2013. *J Altern Complement Med* 2015;21(10):586–592; doi: 10.1089/acm.2015.0057
19. Govindaraj R, Kamani S, Varambally S, et al. Yoga and physical exercise—A review and comparison. *Int Rev Psychiatry* 2016;28(3):242–253; doi: 10.3109/09540261.2016.1160878
20. Schultz A, Saville BR, Marsh JA, et al. An introduction to clinical trial design. *Paediatr Respir Rev* 2019;32:30–35; doi: 10.1016/j.prrv.2019.06.002

21. Edwards MK, Loprinzi PD. Comparative effects of meditation and exercise on physical and psychosocial health outcomes: A review of randomized controlled trials. *Postgrad Med* 2018;130(2):222–228; doi: 10.1080/00325481.2018.1409049
22. Cramer H, Lauche R, Anheyer D, et al. Yoga for anxiety: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Depress Anxiety* 2018;35(9):830–843; doi: 10.1002/da.22762
23. Cramer H, Lauche R, Langhorst J, et al. Yoga for depression: A systematic review and meta-analysis. *Depress Anxiety* 2013;30(11):1068–1083; doi: 10.1002/da.22166
24. Lenoir Dit Caron R, Coquart J, Gilliaux M. Effect of yoga on health-related quality of life in central nervous system disorders: A systematic review. *Clin Rehabil* 2021;35(11):1530–1543; doi: 10.1177/02692155211018429
25. Lawrence M, Celestino Junior FT, Matozinho HH, et al. Yoga for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;12:CD011483; doi: 10.1002/14651858.CD011483.pub2
26. Callahan CM, Unverzagt FW, Hui SL, et al. Six-item screener to identify cognitive impairment among potential subjects for clinical research. *Med Care* 2002;40(9):771–781; doi: 10.1097/00005650-200209000-00007
27. Hiengkaew V, Jitree K, Chaiyawat P. Minimal detectable changes of the Berg Balance Scale, Fugl-Meyer Assessment Scale, Timed “Up & Go” Test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93(7):1201–1208; doi: 10.1016/j.apmr.2012.01.014
28. Flight L, Julious SA. Practical guide to sample size calculations: Non-inferiority and equivalence trials. *Pharmaceut Statist* 2016;15(1):80–89; doi: 10.1002/pst.1716
29. Marigold DS, Eng JJ, Dawson AS, et al. Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility, and reduced falls in older persons with chronic stroke. *J Am Geriatr Soc* 2005;53(3):416–423; doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.53158.x
30. Blum L, Komer-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: A systematic review. *Phys Ther* 2008;88(5):559–566; doi: 10.2522/ptj.20070205
31. Filiatrault J, Gauvin L, Fournier M, et al. Evidence of the psychometric qualities of a simplified version of the Activities-specific Balance Confidence scale for community-dwelling seniors. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(5):664–672; doi: 10.1016/j.apmr.2007.02.003
32. Kosak M, Smith T. Comparison of the 2-, 6-, and 12-minute walk tests in patients with stroke. *J Rehabil Res Dev* 2005;42(1):103–107; doi: 10.1682/jrrd.2003.11.0171
33. Indermühle C, Henguely D, Mittaz Hager A-G. La force isométrique maximale de la flexion et de l’extension du genou à l’aide d’un dynamomètre manuel: une étude de reproductibilité. *Mains Libres* 2017;2:29–37. ◀AU8
34. Bohannon RW. Measurement and nature of muscle strength in patients with stroke. *J Neurol Rehabil* 1997;11(2):115–125; doi: 10.1177/154596839701100206
35. Gauthier J, Bouchard S. Adaptation canadienne-française de la forme révisée du State-Trait Anxiety Inventory de Spielberger. *Can J Behav Sci* 1993;25(4):559–578; doi: 10.1037/h0078881
36. Lahlou-Laforêt K, Ledru F, Niarra R, et al. Validity of Beck Depression Inventory for the assessment of depressive mood in chronic heart failure patients. *J Affect Disord* 2015;184:256–260; doi: 10.1016/j.jad.2015.05.056
37. Wood-Dauphinee SL, Opzommer MA, Williams JJ, et al. Assessment of global function: The Reintegration to Normal Living Index. *Arch Phys Med Rehabil* 1988;69(8):583–590.
38. Schmid AA, Van Puybroeck M, Alenburger PA, et al. Poststroke balance improves with yoga: A pilot study. *Stroke* 2012;43(9):2402–2407; doi: 10.1161/STROKEAHA.112.658211
39. Dorsch S, Ada L, Sorial T, et al. The relationship between strength of the affected leg and walking speed after stroke varies according to the level of walking disability: A systematic review. *Phys Ther* 2021;101(12):pzab233; doi: 10.1093/ptj/pzab233
40. Nicholson S, Sniehotta FF, van Wijck F, et al. A systematic review of perceived barriers and motivators to physical activity after stroke. *Int J Stroke* 2013;8(5):357–364; doi: 10.1111/j.1747-4949.2012.00880.x
41. Banks G, Bernhardt J, Churilov L, et al. Exercise preferences are different after stroke. *Stroke Res Treat* 2012; 2012:890946; doi: 10.1155/2012/890946

Address correspondence to:
 Rita Lenoir dit Caron, PhD Student
 Univ Rouen Normandie
 Normandie Univ
 CETAPS UR 3832
 Rouen F-76000
 France

E-mail: rita.lenoir@hotmail.fr

Section/Topic	Item No	Checklist item	Reported on page No
Title and abstract			
	1a	Identification as a randomised trial in the title	256
	1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions (for specific guidance see CONSORT for abstracts)	256
Introduction			
Background and objectives	2a	Scientific background and explanation of rationale	257
	2b	Specific objectives or hypotheses	257
Methods			
Trial design	3a	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio	257
	3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	258
Participants	4a	Eligibility criteria for participants	257-258
	4b	Settings and locations where the data were collected	257-258
Interventions	5	The interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	258-259
Outcomes	6a	Completely defined pre-specified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	258
	6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons	258
Sample size	7a	How sample size was determined	258
	7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	258
Randomisation:			258
Sequence generation	8a	Method used to generate the random allocation sequence	258
	8b	Type of randomisation; details of any restriction (such as blocking and block size)	258

Allocation concealment mechanism	9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	258
Implementation	10	Who generated the random allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	258
Blinding	11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how	258
	11b	If relevant, description of the similarity of interventions	258
Statistical methods	12a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	258-259
	12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses	258-259
Results			
Participant flow (a diagram is strongly recommended)	13a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome	261
	13b	For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons	261
Recruitment	14a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	260
	14b	Why the trial ended or was stopped	260
Baseline data	15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	262
Numbers analysed	16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	262-263
Outcomes and estimation	17a	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)	262-263
	17b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended	262-263
Ancillary analyses	18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory	262-263
Harms	19	All important harms or unintended effects in each group (for specific guidance see CONSORT for harms)	260
Discussion			
Limitations	20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses	264

Generalisability	21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings	261-264
Interpretation	22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	261-264
Other information			
Registration	23	Registration number and name of trial registry	257
Protocol	24	Where the full trial protocol can be accessed, if available	257
Funding	25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	264

**COMITE DE PROTECTION DES PERSONNES
Sud Est V**

Grenoble le, 26/02/2021

Président :
Dr Daniel ANGLADE

Vice-Président :
A-M. BENOIT-BALLANSAT

Secrétaire Général :
Dr Arnaud SEIGNEURIN

Secrétaire Général Adjoint :
Dr Dominique CHARLETY

Trésorière :
Mme S. CALVINO-GUNTHER

Site internet
<http://www.cppsudest5.fr>

Secrétariat :
cppsudest5@chu-grenoble.fr

F. LUCZAK
N. CESTARO
Tel : 04 76 76 57 83
Fax : 04 76 76 51 77
GSM : 06 50 85 79 26

Domiciliation :
 CHU de Grenoble
Comité de Protection des
Personnes

Adresse postale :
CS 10217
38043 GRENOBLE Cedex 9

Adresse géographique :
R.C. Haut
Hall Vercors
Bd de la Chantourne
38700 LA TRONCHE

N° SIRET : 130 016 017 00019
N°APE : 8412Z

Hôpital La Musse
Monsieur Maxime GILLIAUX
Directeur de la recherche clinique
Allée Louis Martin
27180 Saint Sébastien de Morsent

05. Réf. CPP : 21-MUSS-01

Ref Etude :
N° SI CNRIPH ; 20.12.11.39042
N° ID RCB : 2020-A03408-31

Documents fournis : Voir liste en dernière page

Promoteur : Hôpital La Musse - Allée Louis Martin - 27180 Saint Sébastien de Morsent
Investigateur Principal : Dr Maxime GILLIAUX - Etablissements La Musse - Saint Sébastien de Morsent
Type Recherche Biomédicale : TYPE 2 AUTRE

Objet : Avis favorable

Monsieur,

Le Président du Comité, a donné un avis FAVORABLE, en date du 25 Février 2021, pour le protocole, reçu les 11/12/2020 et 11/02/2021, intitulé :

Intérêt du yoga dans la rééducation de patients souffrant de séquelles chroniques d'AVC : Une étude randomisée contrôlée.

The Yoga Rehabilitation interest in Patients with Chronic Stroke Sequelae: A Randomized Controlled Trial.

après consultation des rapporteurs et examen par le Comité en séances plénières des 21/01/2021 et 25/02/2021.

Le promoteur est l'Hôpital La Musse - Allée Louis Martin - 27180 Saint Sébastien de Morsent

L'investigateur Principal est le Dr Maxime GILLIAUX – Kinésithérapeute - Dr en sciences de la motricité - Cadre pédagogique IFMK La Musse - Directeur de la recherche clinique aux établissements La Musse - Chercheur associé au laboratoire CETAPS EA 3832 - Etablissements La Musse - Allée Louis Martin - 27180 Saint Sébastien de Morsent
N° RPPS : 10005328462

Les investigateurs associés sont: Cf. listes des Investigateurs - version 5 du 09.02.2021.

Les personnes ayant délibéré sur le projet sont :

1er collège :

1 - Recherche biomédicale
Titulaires : Dr ANGLADE Daniel
Mme PARIS Adeline
Dr SEIGNEURIN Arnaud
Suppléants : M. MONARD Adrien
Dr PIN Isabelle
Mme SANDRE-BALLESTER Caroline
2 - Médecin généraliste :
Néant
3 - Pharmacien hospitalier
Titulaire : Mme CHARLETY Dominique
4 - Infirmier :
Néant

2ème collège :

5 - Personnes qualifiées "éthique"
Titulaire : M. BASSET Pierre
Suppléant : Mme LOPEZ Mélanie
6 - Psychologue
Suppléant : M. BOUATI Nouredine
7 - Travailleur social
Titulaire : Mme STEMPFLE Sandrine
8 - Personnes qualifiées "juridique"
Titulaires : Mme BENOIT-BALLANSAT Anne-Marie
Mme DALL'AGLIO BRAMBILLA Géraldine
Suppléant : Mme BARTHE-BOUGENAUX Dominique
9 - Représentants d'association agréée de malades et d'usagers du système de santé
Titulaire : Mme DAYNES Pascale

Aucun membre délibérant du comité n'est affecté par un conflit d'intérêt

Je vous prie de croire, Monsieur, en l'expression de mes salutations distinguées.

**Le Président
Dr Daniel ANGLADE**



Documents fournis :

0- Courrier de demande d'avis CPP -10.12.2020-version 4
1- Formulaire de demande d'avis -10.12.2020-version 4
2- Formulaire additionnel à la demande d'avis - 10.12.2020-version 4
3- Protocole - 10.12.2020-version 4
4- Résumé Protocole_10.12.2020-version 4
5- Formulaire d'information destiné aux patients - 10.12.2020-version 4
6- Formulaire de consentement destiné aux patients - 10.12.2020-version 4
7- Adéquation des moyens humains matériels et techniques _10.12.2020-version 1
8- Listes des Investigateurs - 08.12.2020-version 4
Annexe 1 - Affiche pour appel aux volontaires
Annexe 2 - Protocole d'évaluation
CVs : Aude Bagan-Triquenot - Jérémy Coquart - Julian Da Cunha - Lenoir dit Caron Rita - Maxime Gilliaux
201210_YOGA_FR_Certificate
Récépissé déclaration CNIL no 2216206
Et
Courrier de réponse à l'avis du CPP – 09.02.2021
1- Formulaire de demande d'avis -09.02.2021-version 5 (Modifications Surlignées)
1- Formulaire de demande d'avis -09.02.2021-version 5
2- Formulaire additionnel à la demande d'avis - 09.02.2021-version 5 (Modifications Surlignées)
2- Formulaire additionnel à la demande d'avis - 09.02.2021-version 5
3 -Protocole - 09.02.2021-version 5 (Modifications Surlignées)
3 -Protocole - 09.02.2021-version 5
4- Résumé Protocole_09.02.2021-version 5 (Modifications Surlignées)
4- Résumé Protocole_09.02.2021-version 5
5- Formulaire d'information destiné aux patients - 09.02.2021-version 5 (Modifications Surlignées)
5- Formulaire d'information destiné aux patients - 09.02.2021-version 5
8- listes des Investigateurs - 09.02.2021-version 5
Annexe 3 – Cahier d'observation
CVs : Aude Triquenot Bagan - Rita Lenoir dit Caron

21-MUSS-01 / Avis -2/2



Participer à la recherche en santé

Appel aux VOLONTAIRES

Nous cherchons des personnes souffrant de séquelles d'**accident vasculaire cérébral** (AVC), souhaitant participer à un programme d'**activité physique** de groupe pour améliorer leur **équilibre**.

Qui ?

Pour participer il faut :

- Avoir subi un **AVC** il y a **plus de 6 mois**
- Avoir des **difficultés d'équilibre** debout
- Etre **capable de marcher** quelques mètres, **avec ou sans aide** technique
- Etre **majeur**



Quoi ?

Vous serez aléatoirement réparti dans un de nos 2 programmes d'activité physique adaptée :

Yoga OU **Fitness**

Combien de temps ?

2 séances de 60 minutes par semaine, durant 12 semaines

A l'hôpital La Musse
27180 Saint Sébastien de Morsent *

Où ?



+ d'infos ?

Contactez nous : apa.avc@gmail.com
07.86.91.78.77

* L'adresse du lieu d'expérimentation a été adapté en fonction du secteur où paraissait l'affiche



YOG'AVC

Un programme de yoga adapté aux personnes vivant
avec des séquelles post-AVC

Par Rita LENOIR DIT CARON

Avec la collaboration de Christelle LEVIEL

Table des matières

CENTRAGE

ECHAUFFEMENT

- Circumduction de la nuque
- Circumduction d'épaule
- Rotation des poignets
- Ouverture/fermeture des doigts
- Etirement des fléchisseurs et pronateurs du poignet
- Flexion et extension du rachis
- Flexion et extension de genoux
- Rotation externe de hanche
- Circumduction de cheville
- Flexion et extension de la cheville
- Flexion et extension des orteils

CORPS DE SEANCE

- Tadasana – Posture de la montagne
- Tiryaka Tadasana – Posture du palmier incliné
- Utthita tadasana – Posture de l'étoile
- Utthita Trikonasana – Posture du triangle
- Virabhadrasana II – Posture du guerrier n°2
- Utthita Parsvakonasana - Posture de l'angle latéral
- Utkata Konasana – Posture de la déesse
- Virabhadrasana I – Posture du guerrier n°1
- Uttanasana - Posture de la pince debout
- Ardha Uttanasana – Posture de la demi-pince debout
- Virabhadrasana III – Posture du guerrier n°3
- Vrikshâsana – Posture de l'arbre
- Utkatâsana - Posture de la chaise
- Bharadvajasana sur chaise - Posture de torsion assise sur chaise
- Dandasana - Posture du bâton
- Ardha Setu Bandhasana – Posture du demi-pont
- Bhujangasana - Posture du Cobra
- Eka pada supta padangusthasana - Posture allongée de la main au gros orteil
- Urdhva prasarita padasana - Posture des jambes tendues vers le haut

RETOUR AU CALME

- Supta Pavana Muktasana - Posture de libération des vents
- Jathara Parivartanasana - Posture allongée du ventre en torsion
- Supta Urdhva Hastasana - Posture de l'étirement du corps tout entier sur le sol

Supta Baddha Konasana - Posture allongée de l'angle lié

RELAXATION FINALE

Savasana – Posture du cadavre

Centrage



Position

Le centrage se déroule en position assise sur chaise, confortable, permettant l'auto-grandissement. Pour ce faire, le participant doit avoir les genoux et les hanches fléchis à environ 90°, les plantes de pieds en contact avec le sol (ou posés sur un support). Le participant doit être invité à se placer loin du dossier pour ne pas être tenté de s'adosser. Afin de faciliter l'auto-grandissement, il est possible de proposer au participant de

« dégager la peau des fessiers vers l'arrière et sur le côté », pour ressentir l'installation des ischions sur la chaise. L'auto-grandissement peut être illustré de différentes manières, en plaçant les mains de chaque côté du bassin et en repoussant l'assise de chaise vers le sol pour sentir la colonne vertébrale qui se grandit, ou en imaginant un fil partant du sommet du crâne qui tire vers le plafond. Le menton légèrement rentré, pour sentir l'allongement de la nuque. Les épaules doivent être « basses et tirées en arrière ». Les mains peuvent être placées sur les cuisses, ou si la motricité des deux membres supérieurs le permet, les paumes de mains jointent face au sternum.

Lignes directrices

Une fois la position bien établie, il faut inviter le participant à fermer ses yeux, puis à focaliser son attention sur ses sensations corporelles, pour limiter progressivement l'agitation du mental. Chaque partie du corps peut faire l'objet d'une visualisation. La respiration est également un élément clé sur lequel il faut régulièrement amener le participant à se focaliser. L'état d'esprit installé durant le centrage, est le reflet de l'état d'esprit qui doit être ensuite maintenu durant le reste de la séance.

Quelques exemples de consignes possibles :

- *Observer l'installation de vos pieds au sol. Ressentez le contact du tapis sous le pied droit, et sous le pied gauche. Prenez conscience du fait que tout le dessous de votre pied n'est pas forcément en contact avec le sol.*
- *Portez votre attention sur l'installation de vos ischions sur l'assise de chaise, vous sentez vous équilibré sur ces deux fessiers ?*
- *Observer votre bassin qui repose sur l'assise de chaise, lourd, ancré, et votre colonne vertébrale qui s'étire vers le plafond, qui se grandit.*
- *Portez votre attention sur votre respiration, sans agir dessus, juste en observateur. Visualisez l'air qui rentre dans vos narines, descend dans votre gorge, et remplit progressivement vos poumons. Puis l'inverse, visualisez le flux d'air qui sort de vos poumons, remonte dans votre gorge et ressort par vos narines.*

Le centrage dure entre **3 et 5 minutes**, et se termine en invitant le participant à rouvrir les yeux.

Echauffement



Position

L'échauffement se déroule dans la continuité du centrage, en position assise sur chaise. On rappelle que la colonne vertébrale doit être redressée, car il est possible que, durant le centrage, certains participants diminuent le tonus des muscles érecteurs du rachis.

Lignes directrices

Parmi les exercices proposés ci-après, choisissez ceux qui seront potentiellement en lien avec les

postures de votre séance, avec votre « thématique du jour ». L'objectif de ces exercices sera de préparer les articulations et les muscles pour les postures qui suivront. L'importance d'une respiration ample et régulière doit être régulièrement révoquée. Par ailleurs, pensez que chez des sujets hémiparétiques, la mobilisation articulaire de l'hémicorps lésé peut être plus complexe et peut demander plus de temps. Une attention particulière doit donc être portée à l'hémicorps lésé. Cette partie de la séance doit durer **7 à 10 minutes** maximum. Il convient de choisir **trois à quatre exercices** parmi les suivants.

Exercices

- Circumduction de la nuque
- Circumduction d'épaule
- Rotation des poignets
- Ouverture/fermeture des doigts
- Etirement des fléchisseurs et pronateurs du poignet
- Flexion et extension du rachis
- Flexion et extension de genoux
- Rotation externe de hanche
- Circumduction de cheville
- Flexion et extension de la cheville
- Flexion et extension des orteils

Circumduction de la nuque



Instructions

« Inclinez la tête vers l'avant, puis sur la droite, vers l'arrière, sur la gauche, et revenez vers l'avant. Des grands cercles, en douceur, et en respirant profondément. Appréciez la sensation de mobilité dans votre nuque, et vous constaterez peut-être qu'il a des amplitudes plus raides, plus compliqué à mobiliser. C'est normal, on peut avoir des tensions dans la nuque, et vous constaterez qu'avec les mouvements elles ont tendances à diminuer. »

Après avoir effectué plusieurs mouvements dans un sens (entre 3 et 5), proposer de refaire dans l'autre sens. Il est possible qu'un des sens de rotation semble plus instinctif, plus naturel, alors que l'autre exige plus de concentration.

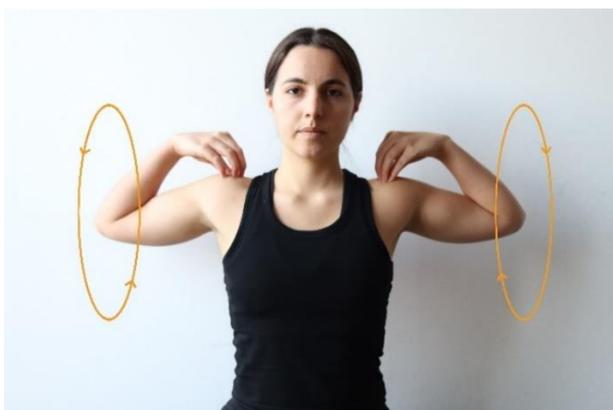
Points de vigilance et/ou adaptations

Certains participants peuvent ressentir une gêne lors de l'extension (e.g. une sensation douloureuse ou des vertiges). Il faut alors leur proposer de bouger dans des amplitudes moins amples.

Certains participants auront tendance à faire des mouvements rapides, qui peuvent causer des vertiges. Il faut alors leur proposer de bouger plus doucement, et par exemple d'inspirer en emmenant la tête vers la droite et vers l'arrière, puis d'expirer en emmenant la tête vers la gauche et vers l'avant.

Certains participants auront tendance à compenser un manque de mobilité de la nuque par des mouvement du tronc, il est possible de leur en faire prendre conscience en leur demandant d'attraper les bords de la chaise et de maintenir leurs coudes proches du corps.

Circumduction d'épaule



Instructions

« Étirez vos bras à l'horizontale, tournez les paumes de mains vers le plafond, puis placez le bout de vos doigts sur le haut des épaules. Tirez bien vos coudes vers l'extérieur, et gardez les omoplates serrées dans le dos. Commencez par dessiner des petits cercles dans le vide avec vos coudes, puis agrandissez-les progressivement, jusqu'à sentir la mobilisation de toute votre épaule, de l'omoplate qui glisse dans le dos. »

Après avoir effectué plusieurs mouvements dans un sens, proposer de refaire dans l'autre sens. Il est possible qu'un des sens de rotation semble plus instinctif, plus naturel, alors que l'autre exige plus de concentration.

Points de vigilance et/ou adaptations

Dans le cas d'une atteinte motrice d'un des membres supérieurs, il est possible d'effectuer l'exercice uniquement du côté sain, puis de proposer une alternative pour le côté atteint. S'il subsiste une motricité de certains muscles de l'épaule, il est possible de proposer des mouvements d'élévations du

moignon de l'épaule (i.e. rapprocher l'épaule de l'oreille), de rétraction (i.e. l'épaule est emmenée vers l'arrière), d'abaissement (i.e. descendre l'épaule, loin de l'oreille), et de la protraction (i.e. l'épaule est emmenée vers l'avant). S'il ne subsiste pas de motricité, des auto-mobilisations à l'aide du membre supérieur sain sont envisageables.

Rotation des poignets



Instructions

« Entrelacez les doigts des mains, rapprochez vos avant-bras l'un de l'autre, puis faites des cercles avec vos poignets. »

Points de vigilance et/ou adaptations

En cas d'atteinte d'un membre supérieur avec une importante hypo-mobilité des fléchisseurs des doigts, il est possible de commencer par une mobilisation passive avec l'autre membre supérieur, en travaillant sur l'ouverture des doigts.

Ouverture/fermeture des doigts



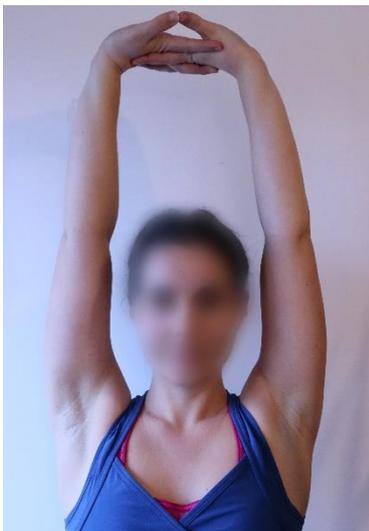
Instructions

« Ouvrez les doigts de la main et écartez-les le plus possible les uns des autres, puis refermez complètement. »

Points de vigilance et/ou adaptations

En cas d'atteinte d'un membre supérieur avec une importante hypo-mobilité des fléchisseurs des doigts, il est possible d'effectuer une mobilisation passive à l'aide de l'autre membre supérieur.

Éirement des fléchisseurs et pronateurs du poignet



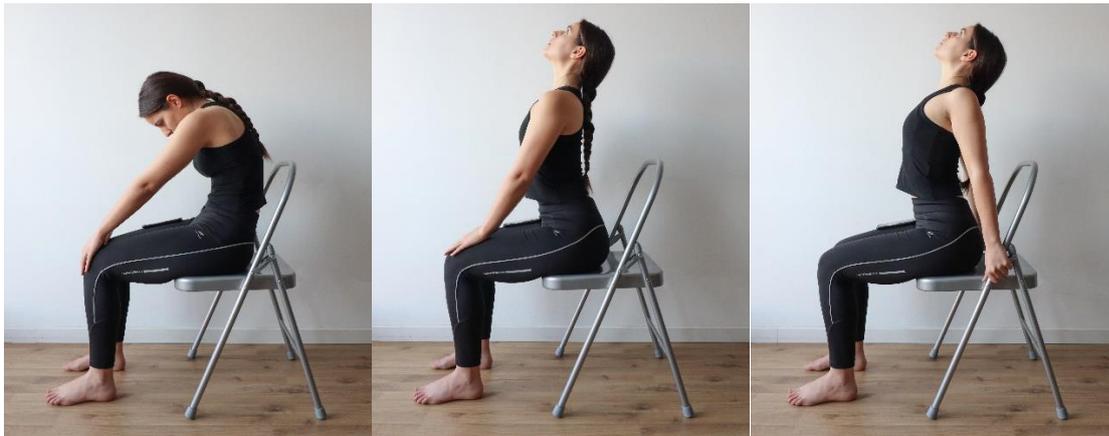
Instructions

« Entrelacez les doigts des mains, retournez les paumes de mains vers l'avant. Essayez de tendre vos bras le plus haut possible, en rapprochant les plis des coudes l'un vers l'autre. Inspirez et expirez profondément pendant l'étirement. »

Points de vigilance et/ou adaptations

En cas d'atteinte d'un membre supérieur avec une importante hypo-mobilité des fléchisseurs des doigts, il est possible de commencer par une mobilisation passive avec l'autre membre supérieur, en travaillant sur l'ouverture des doigts.

Flexion et extension du rachis



Instructions

« Inspirez et tirez votre nombril vers l'avant, pour creuser le bas du dos, en même temps travaillez à tirer la poitrine vers le plafond, serrez vos omoplates dans le dos, et emmenez le regard vers le plafond, ouvrez le dessous de la gorge. Expirez et à l'inverse, absorbez le nombril, arrondissez votre dos, sentez vos omoplates qui s'éloignent l'une de l'autre, rapprochez le menton de la poitrine, et venez regarder vers votre nombril. »

Il est important d'essayer de coordonner la respiration avec le mouvement. Répétez au moins 5 fois.

Points de vigilance et/ou adaptations

Les mains peuvent être posées sur les cuisses, ou si la motricité des membres supérieurs le permet, il est possible de proposer d'attraper les bords de la chaise.

Flexion et extension de genoux



Instructions

« Attrapez les bords de la chaise pour vous stabiliser, puis inspirez en levant le pied du sol et rapprochez le genou de votre poitrine. Expirez en tendant la jambe devant vous, contractez bien le muscle de la cuisse, puis reposez le pied au sol. »

Il est important d'essayer de coordonner la respiration avec le mouvement. Répétez au moins 5 fois. Répétez les mêmes mouvements avec l'autre membre inférieur.

Points de vigilance et/ou adaptations

En cas d'atteinte motrice d'un membre supérieur, il est possible de maintenir qu'une main sur le bord de chaise.

En cas d'atteinte motrice d'un membre inférieur, il est probable que la mobilité ne soit pas symétrique. Il faut donc inviter le participant à porter d'autant plus d'attention sur la qualité de son mouvement avec le membre atteint.

Rotation externe de hanche

Eka Pada Rajakapotasana – Posture du pigeon sur chaise



Instructions

« Venez placer votre cheville droite sur votre genou gauche, et laissez votre genou droit retomber avec la gravité (la hauteur sera variable selon la souplesse de la hanche). Pour augmenter l'étirement, vous pouvez presser le genou vers le sol avec votre main. »

Points de vigilance et/ou adaptations

Si la cheville ne peut pas se poser sur le devant de cuisse opposé lorsque la jambe est fléchie à 90°, il est possible de tendre la jambe.

Circumduction de cheville



Instructions

« Pointez votre pied vers l'avant, puis vers l'extérieur, ramenez le vers vous, puis vers l'intérieur, et continuez de dessiner des cercles. »

Répétez au moins 5 fois, puis changer le sens de rotation. Répéter avec l'autre cheville.

Points de vigilance et/ou adaptations

En cas d'atteinte motrice sévère du membre inférieur (qui ne permet aucun mouvement actif de la cheville) il est possible de proposer des étirements passifs :

Si les mouvements de rotation sont perçus comme étant trop complexe au départ, il est possible de faire travailler d'abord la mobilité de cheville en flexion et extension uniquement.

Flexion et extension de la cheville



Instructions

« Inspirez en ramenant le pied vers vous, puis expirez en poussant le pied vers le sol. »

Répétez au moins 5 fois par cheville.

Flexion et extension des orteils



Instructions

« Inspirez en ramenant les orteils vers vous, puis expirez en pliant vos orteils. »

Répétez au moins 5 fois par cheville.

Corps de séance

Positions

Durant le corps de séance, les postures debout sont à privilégier, alterner avec des postures assises sur chaise. Les postures au sol sont à effectuer sur la fin de séance. L'objectif étant de minimiser les transferts debout-assis au sol, puisqu'ils peuvent être chronophages pour de nombreux participants.

Lignes directrices

L'encadrant commence toujours par faire la démonstration de la posture, tout en expliquant les ajustements posturaux qu'elle comprend. Ensuite, les participants l'effectuent à leurs tours, sous les conseils et les corrections de l'encadrant. Durant les premiers cours, il vaut mieux débiter par des variations simples, afin de prendre le temps d'estimer les limites de chacun. Par la suite, il est possible de proposer des variations plus complexes, adaptées aux capacités de chaque individu.

Le temps de maintien d'une posture pour des débutants est d'environ **30 secondes**, mais les participants peuvent relâcher avant si nécessaire. En fonction de leur progression, ce temps de maintien peut augmenter au fur et à mesure. Chaque posture est répétée au moins **deux fois**. Cette partie de la séance dure **25 à 30 minutes** maximum. Il convient de choisir **quatre à six postures** parmi les suivantes.

L'attention cognitive des participants doit être régulièrement ramenée sur les sensations corporelles, sur les ajustements posturaux, et sur leur respiration. Il faut également les amener à se détacher des notions de jugements, en évitant de se comparer aux autres, et en évitant notamment de se rabaisser. Il faut les amener progressivement à se concentrer sur le moment présent, sans penser au passé (ex : ressasser les événements de la journée) ou au futur (ex : prévoir le repas du soir, ou la liste des courses).

Postures

- Tadasana – Posture de la montagne
- Tiryaka Tadasana – Posture du palmier incliné
- Utthita tadasana – Posture de l'étoile
- Utthita Trikonasana – Posture du triangle
- Virabhadrasana II – Posture du guerrier n°2
- Utthita Parsvakonasana - Posture de l'angle latéral
- Utkata Konasana – Posture de la déesse
- Virabhadrasana I – Posture du guerrier n°1
- Uttanasana - Posture de la pince debout
- Ardha Uttanasana – Posture de la demi-pince debout
- Virabhadrasana III – Posture du guerrier n°3
- Vrikshâsana – Posture de l'arbre
- Utkatâsana - Posture de la chaise
- Bharadvajasana sur chaise - Posture de torsion assise sur chaise
- Dandasana - Posture du bâton
- Ardha Setu Bandhasana – Posture du demi-pont
- Bhujangasana - Posture du Cobra
- Eka pada supta padangusthasana - Posture allongée de la main au gros orteil
- Urdhva prasrita padasana - Posture des jambes tendues vers le haut

Tadasana – Posture de la montagne



C'est la base des postures debout, la première qui doit être enseignée aux débutants. C'est le point de départ de nombreuses autres postures, donc elle sera généralement travaillée dans toutes les séances.

Consignes

- ✓ Placez-vous debout, les pieds joints
- ✓ Ecartez les orteils sur le sol
- ✓ Redressez les voûtes plantaires
- ✓ Tendez vos jambes / Remonter les rotules
- ✓ Contracter les fessiers comme pour absorber le coccyx et redresser le pubis (i.e. rétroversion de bassin jambes tendus)
- ✓ Serrez/Contractez/Absorbez le bas du ventre
- ✓ Redressez la colonne vertébrale
- ✓ Roulez les épaules en arrière et bombez/ouvrez la poitrine
- ✓ Étirez vos bras vers le sol, paumes de mains tournées vers l'intérieur
- ✓ Étirez la nuque en gardant le menton légèrement rentré, et regarder droit de devant vous
- ✓ Posez le regard sur un point fixe, droit devant vous
- ✓ Détendez les muscles du visage
- ✓ Équilibrez la répartition du poids du corps sur toute la surface de vos pieds

Adaptations

Avoir les pieds joints diminue le polygone de sustentation, ce qui peut être complexe pour certains participants ayant d'important troubles de l'équilibre debout. On peut donc leur proposer d'écartier les pieds à la largeur qui leur convient pendant les premières séances, et travailler à réduire progressivement cet écartement.

Exercices possibles autour de cette posture

- Faire travailler les appuis au sol en demandant aux participants de mettre plus de poids sur les orteils, puis sur les talons ; plus de poids sur le pied droit, puis le pied gauche. Ensuite, demander d'équilibrer cette répartition du poids.
- Placer les participants dos à un mur, talons contre le mur. « *Quelles sont les parties du corps qui touchent le mur, et celles qui s'en éloignent ?* ». Demander de ramener l'arrière des genoux, l'arrière des cuisses, l'arrière des épaules et la base du crâne au mur. L'idée n'est pas de s'écraser contre le mur, mais de l'utiliser comme un tuteur pour se redresser, se grandir, et s'aligner.
- Placer une brique entre les cuisses et demander au participant de la serrer. Cela permet de faire travailler les adducteurs de hanches, et peut aider à lutter contre l'affaissement des voûtes plantaires.

- Placez une sangle autour des cuisses, ou des mollets, et demander au participant de presser contre la sangle avec les muscles de l'extérieur des jambes, comme s'il voulait écarter la sangle. Attention à ce que l'intérieur des pieds ne se décolle pas du sol. Cela permet de faire travailler les abducteurs de hanches.



Tiryaka Tadasana – Posture du palmier incliné



C'est une suite plus complexe de Tadasana, qui vient mettre en jeu les membres supérieurs, et l'inclinaison du tronc. A pratiquer lorsque les participants sont familiarisés et à l'aise dans Tadasana classique.

Consignes :

- ✓ *Placez-vous en Tadasana (pieds serrés, ou écartés à la largeur des hanches)*
- ✓ *Croisez les doigts des mains et tournez les paumes de mains vers le sol*
- ✓ *Etirez les bras vers le ciel en tournant les paumes de mains vers le ciel*
- ✓ *Tendez les bras au maximum en rapprochant vos coudes l'un de l'autre*
- ✓ *Gardez vos épaules basses, relâchées, loin des oreilles*
- ✓ *En restant bien grandit, les fessiers serrés, inclinez-vous légèrement sur un côté*

Adaptations :

- Les premières fois, on peut débuter seulement par l'élévation des bras, et rajouter l'inclinaison du buste quelques séances plus tard.
- En cas d'atteinte d'un membre supérieur, il est possible d'effectuer une variation avec une sangle. La sangle doit être en boucle à la largeur des épaules, et placée au niveau des poignets. Le participant écarte ses bras l'un de l'autre (les paumes face à face) pour tendre la sangle.
- Si ce n'est pas réalisable avec la sangle, le participant peut porter son bras atteint avec l'autre.
- Si c'est toujours trop complexe, le participant peut effectuer la posture uniquement avec son bras sain. On peut également ajouter une chaise en support pour l'équilibre.

Exercices possibles autour de cette posture :

- A un niveau avancé, cette posture peut être travaillée en dynamique. C'est-à-dire combiner la respiration avec les mouvements d'inclinaison successifs. Exemple : « *Inspirez et levez les bras vers le ciel, expirez inclinez-vous à droite, inspirez revenez au milieu, expirez inclinez-vous à gauche, inspirez revenez au milieu, expirez et relâchez les bras.* »

Utthita tadasana – Posture de l'étoile

La posture de l'étoile est une base pour de nombreuses autres postures debout, notamment pour la posture du triangle, du guerrier, et la pince avant jambes écartées.



Consignes :

- ✓ Placez-vous en Tadasana
- ✓ Amenez les mains face à la poitrine, paumes vers le sol, bras parallèles au sol
- ✓ Ecartez les jambes et les bras en même temps
- ✓ Les pieds sont parallèles, alignés sur une même ligne
- ✓ Les bras sont à l'horizontale, les paumes de mains vers le sol, les épaules basses, et les omoplates serrées dans le dos
- ✓ Étirez vos bras le plus loin possible, en essayant d'étirer plus particulièrement le dessous des bras, du dessous de bras jusqu'au bout des doigts

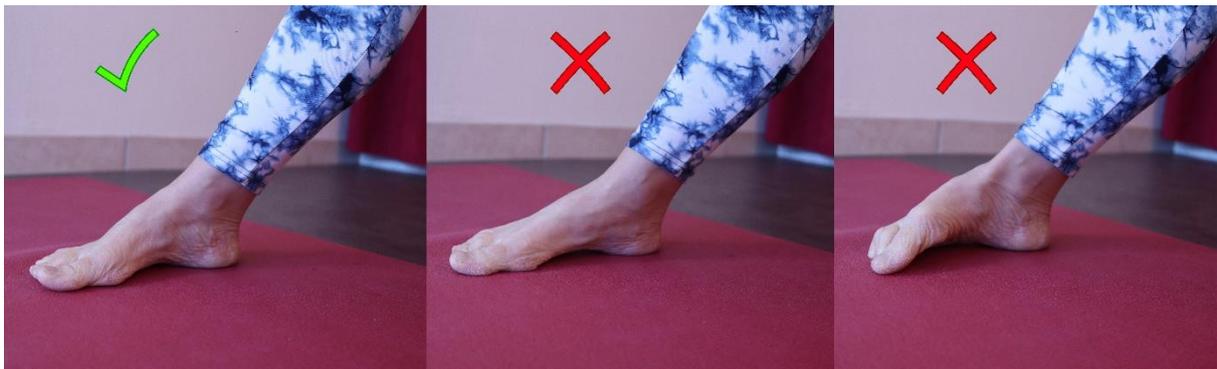


Adaptations :

- Si l'un des membres supérieurs ne peut être placé à l'horizontal, le coude peut rester plié et étiré, ou contre le corps.
- La posture peut être pratiquée sans les bras à l'horizontal.
- L'écartement des jambes peut varier selon la mobilité des participants.
- On peut ajouter une chaise pour sécuriser le sujet, soit devant, soit entre les jambes.

Exercices possibles autour de cette posture :

- La posture peut être effectuée dos au mur pour ajuster l'alignement.
- L'attention peut être portée sur le placement des pieds et sur la voûte plantaire qui doit être creusée, et la base du gros orteil qui doit rester en contact avec le sol.



Utthita Trikonasana – Posture du triangle

La posture du triangle s'effectue après la posture de l'étoile.



Consignes :

- ✓ Placez une chaise à l'avant de votre tapis, puis mettez-vous dans la posture de l'étoile dans la longueur du tapis
- ✓ En gardant le bassin et la poitrine de face, levez l'avant du pied droit puis tournez la jambe droite complètement vers l'extérieur. Idéalement, le talon de la jambe droite doit être aligné avec le milieu du pied gauche
- ✓ Étirez le bras droit et le buste le plus loin possible sur la droite, en restant aligné avec les jambes, pour ça : absorbez le fessier droit et roulez la cuisse gauche vers l'extérieur
- ✓ Placez les bouts des doigts de la main droite sur l'assise de chaise
- ✓ Étirez le bras gauche vers le plafond, dans le prolongement du bras droit
- ✓ Étirez la nuque dans le prolongement de la colonne, et tournez la tête pour regarder la main gauche

Adaptations :

- Dans le cas d'une atteinte motrice de membre supérieur, si la main ne peut pas être posée sur l'assise de chaise, la posture sera plus difficile à maintenir dans la durée, il convient donc d'expliquer au participant qu'il est normal de rester moins longtemps dans la posture du côté atteint.
- L'écartement des jambes varie selon la possibilité des sujets, mais il est fréquent qu'ils aillent moins loin que leur capacité réelle, par peur de tomber. Il faut les accompagner petit à petit à explorer un écartement de jambe de plus en plus large, et si besoin les placer dos à un mur pour les rassurer, et ajouter une seconde chaise devant eux.

Exercices possibles autour de cette posture :

- La posture peut être effectuée dos au mur pour ajuster l'alignement.
- Chez les débutants, on commence par faire travailler l'étirement latéral et l'inclinaison en premier, et surtout l'alignement du buste avec les jambes. L'alignement des bras n'est que secondaire.



Virabhadrasana II – Posture du guerrier n°2

Le placement de jambe de départ est le même que pour la posture du triangle.



Consignes :

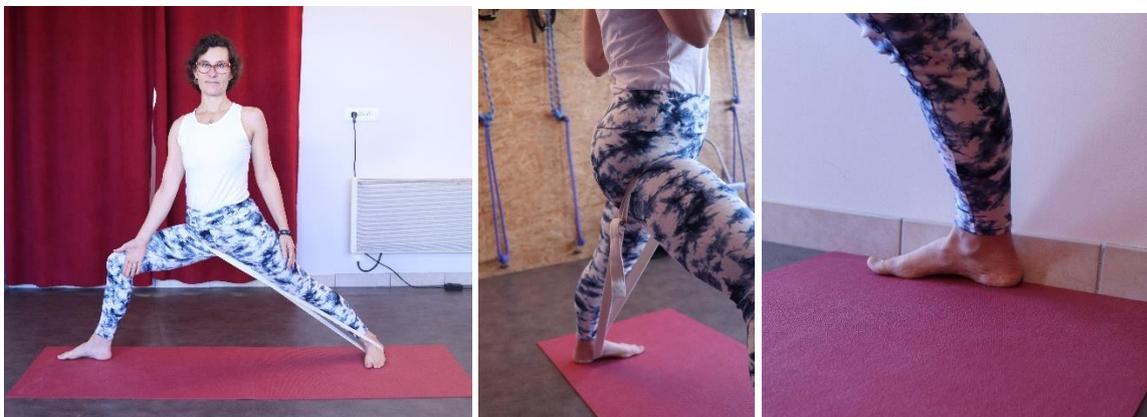
- ✓ *Pliez la jambe droite jusqu'à ce que le genou soit au-dessus de la cheville*
- ✓ *Veillez à ce que les jambes soient sur la même ligne en contractant le fessier droit, et en gardant le genou droit au-dessus de la cheville droite, en même temps que la jambe gauche reste bien tendue*
- ✓ *Veillez également à ce que vos épaules soient au-dessus des hanches*
- ✓ *Portez votre regard vers la main droite*

Adaptations :

- Selon la force du quadriceps, la jambe avant peut être plus au moins fléchie, l'objectif final étant d'arriver à un angle de 90° entre le tibia et le fémur.
- Selon la mobilité des membres supérieurs, les bras peuvent être placés au niveau des hanches, plutôt que parallèles au sol.

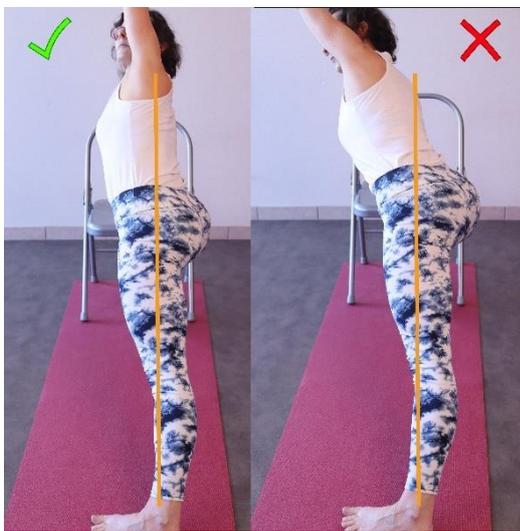
Exercices possibles autour de cette posture :

- L'utilisation d'une sangle passant dans le pli de l'aîne de la jambe avant et à l'extérieur du pied de la jambe arrière, peut permettre de descendre plus bas dans la posture.
- Placer l'extérieur du pied de la jambe arrière contre un mur, pour que le participant puisse pousser dans le mur, cela peut aider à maintenir la jambe tendue.



Utthita Parsvakonasana- Posture de l'angle latéral

La posture de l'angle latéral se pratique à la suite de la posture du guerrier n°2 ou du triangle.



Consignes :

- ✓ Pliez la jambe droite jusqu'à ce que le genou soit au-dessus de la cheville
- ✓ Veillez à ce que les jambes soient sur la même ligne en contractant le fessier droit, et en gardant le genou droit au-dessus de la cheville droite, en même temps que la jambe gauche reste bien tendue
- ✓ Placez la main droite sur l'assise de chaise (si pas déjà fait)
- ✓ Étirez votre bras gauche dans le prolongement du corps, comme pour tracer une ligne qui part du pied gauche et va jusqu'à la main gauche
- ✓ Posez votre regard sur un point fixe devant vous, ou montez le regard vers le plafond

Adaptations :

- Selon la force du quadriceps, la jambe avant peut être plus au moins fléchie, l'objectif final étant d'arriver à un angle de 90° entre le tibia et le fémur.
- Dans le cas d'une atteinte motrice de membre supérieur, si la main ne peut pas être posée sur l'assise de chaise, la posture sera plus difficile à maintenir dans la durée, il convient donc d'expliquer au participant qu'il est normal de rester moins longtemps dans la posture du côté atteint.

Exercices possibles autour de cette posture :

- L'utilisation d'une sangle passant à dans le pli de l'aîne de la jambe avant et à l'extérieur du pied de la jambe arrière, peut permettre de descendre plus bas dans la posture.
- Placer l'extérieur du pied de la jambe arrière contre un mur, pour que le participant puisse pousser dans le mur, cela peut aider à maintenir la jambe tendue.

Utkata Konasana – Posture de la déesse



Consignes :

- ✓ Placez-vous debout, les jambes écartées plus largement que le bassin, les pieds ouverts à 45°
- ✓ Pliez les jambes pour rapprocher vos fessiers du sol, sans les pousser vers l'arrière (maintenir le bassin en rétroversion)
- ✓ Contractez bien les extérieurs de jambes pour maintenir l'écartement, les genoux ne doivent pas s'effondrer vers l'intérieur

Adaptations :

- En fonction de la mobilité de hanche, le participant peut descendre plus au moins bas.



Exercices possibles autour de cette posture :

- La posture peut se pratiquer face à un mur pour aider le participant à ne pas s'incliner vers l'avant.
- La posture peut se pratiquer assis sur chaise, face au dossier.



Virabhadrasana I – Posture du guerrier n°1



Consignes :

- ✓ Placez-vous debout à l'avant du tapis (derrière une chaise), puis reculez une jambe
- ✓ Le pied de la jambe arrière est légèrement ouvert sur le côté
- ✓ Maintenez bien votre bassin de face, dans la position de départ, et durant la posture essayez de maintenir la rétroversion du bassin
- ✓ Pliez la jambe avant, comme dans la posture du guerrier n°2, et gardez vos épaules au-dessus du bassin
- ✓ Essayez de garder un maximum de poids du corps dans la jambe arrière pour maintenir le talon vers le sol
- ✓ Etirez les bras vers le plafond et regardez devant vous

Adaptations :

- S'il est difficile d'avoir le genou avant fléchi, et le talon de la jambe arrière qui reste en contact avec le sol, il est donc possible de laisser le talon se décoller du sol.

Exercices possibles autour de cette posture :

- Le talon de la jambe arrière peut être placé contre un mur.
- Les mains peuvent être posées sur le dossier de la chaise pour aider à placer le buste.



Uttanasana- Posture de la pince debout

La pince debout est une posture dans laquelle le participant doit pouvoir se relâcher, il convient donc de mettre en place toutes les adaptations possibles pour qu'elle ne soit pas inconfortable. Elle peut être maintenue plus longtemps que les autres postures debout (e.g. une minute).



Consignes :

- ✓ Placez-vous dans la posture de la montagne, avec une chaise devant vous (l'assise est tournée vers vous)
- ✓ Inspirez, étirez les bras et toute la face avant du buste vers le plafond
- ✓ Attrapez vos coudes avec vos mains, et continuez de tirer les coudes vers le plafond
- ✓ Expirez et descendez le buste vers l'avant, en continuant d'étirer la colonne, jusqu'à pouvoir poser vos avant-bras sur l'assise de chaise
- ✓ Posez votre front sur vos avant-bras
- ✓ Détendez votre nuque, laissez le poids de la tête se poser
- ✓ Détendez les bras, laissez-les se déposer l'assise de chaise
- ✓ Maintenez la contraction des cuisses, et poussez les ischions vers le plafond



Adaptations :

- Pour agrandir le polygone de sustentation, les pieds peuvent être écartés à la largeur du bassin.
- Dans le cas d'une atteinte motrice importante du membre supérieur, le participant peut s'aider de l'autre membre pour étirer les bras vers le plafond, ou ne lever qu'un bras.
- Dans le cas d'importantes raideurs du complexe lombo-pelvi-fémoral, il est possible de rehausser la hauteur avec des supports (e.g. des couvertures).
- Pour ne cibler que l'allongement de la colonne sans mettre en jeu d'étirement des ischio-jambiers, des adaptations en position assise sont également possible.



Ardha Uttanasana – Posture de la demi-pince debout



Consignes :

- ✓ Placez-vous debout, les pieds écartés à la largeur du bassin, avec une chaise devant vous (l'assise est tournée vers vous)
- ✓ Inspirez, étirez les bras et toute la face avant du buste vers le plafond
- ✓ Expirez et descendez le buste vers l'avant, sans perdre l'allongement de la colonne, comme pour former un angle droit entre vos jambes et votre buste, et posez vos mains sur l'assise de chaise
- ✓ Pour garder la colonne bien étirée, pressez le haut des cuisses vers l'arrière, et imaginez qu'un fil partant du sommet de votre crâne vous tire vers l'avant : sentez qu'avec ces deux forces opposées votre colonne vertébrale s'allonge

Adaptations :

- Dans le cas d'une atteinte motrice importante du membre supérieur, le participant peut s'aider de l'autre membre pour étirer les bras vers le plafond, ou ne lever qu'un bras.
- Dans le cas d'importantes raideurs du complexe lombo-pelvi-fémoral, il est possible de poser les mains sur des supports (e.g. des briques).

Exercices possibles autour de cette posture :

- Cette posture peut également se travailler avec les bras dans l'alignement de la colonne, sans support si le sujet possède la force nécessaire, ou en s'aidant du dossier d'une chaise ou d'un mur.



Virabhadrasana III – Posture du guerrier n°3

La posture du guerrier n°3 se pratique à la suite la demi-pince debout. Elle permet de travailler l'équilibre unipodal. Dans le cas d'une hémiparésie il y aura probablement une différence de difficulté d'une jambe à l'autre, il faudra donc ajuster les supports en fonction.



Consignes :

- ✓ Après vous être installé dans la posture de demi-pince debout, déportez le poids de votre corps dans la jambe droite et levez progressivement votre jambe gauche vers l'arrière
- ✓ Gardez vos deux jambes bien étirées, imaginez que quelqu'un tire votre cheville gauche vers l'arrière et vers le haut
- ✓ Gardez le bassin face au sol, ne laissez pas le devant de hanche gauche s'ouvrir sur le côté



Adaptations :

- Si le participant n'arrive pas à maintenir son bassin en place, ou si l'équilibre unipodal est trop difficile à maintenir, il est possible de supporter le bassin avec une chaise.

Exercices possibles autour de cette posture :

- Cette posture peut également se travailler avec les bras dans l'alignement de la colonne, sans support si le sujet possède la force nécessaire, ou en s'aidant du dossier d'une chaise ou d'un mur.



Vrikshâsana – Posture de l'arbre

La posture de l'arbre permet de travailler l'équilibre unipodal. Dans le cas d'une hémiparésie il y aura probablement une différence de difficulté d'une jambe à l'autre, il faudra donc ajuster les supports. De plus, il faut travailler l'ouverture de hanche en rotation externe en amont, avec la posture du pigeon assis, la déesse, le triangle, ou le guerrier n°2.



Consignes :

- ✓ *Placez-vous en posture de la montagne (près d'un mur ou d'une chaise pour la sécurité)*
- ✓ *Placez le poids sur la jambe droite (pressez le bord interne du pied sur le sol, et tendez bien la jambe)*
- ✓ *Pliez la jambe gauche comme pour la ramener vers votre poitrine puis tournez-la vers l'extérieur*
- ✓ *Saisissez la cheville et placez la plante de pied à l'intérieur de la cuisse de la jambe d'appui, le plus près possible du périnée*
- ✓ *Pressez le pied contre la cuisse, et la cuisse contre le pied*
- ✓ *Regardez droit devant vous, et posez le regard sur un point fixe*
- ✓ *Joignez les paumes de mains au niveau de la poitrine si vous parvenez à ne pas vous maintenir à un support*



Adaptations :

- *La position finale du pied peut être moins haute, il faut juste que le pied puisse presser contre l'intérieur de la jambe, en même temps que l'intérieur de jambe presse contre le pied.*
- *Au départ, si la rotation externe de hanche est limitée, il est possible de s'arrêter à l'étape de la jambe levé devant.*

Exercices possibles autour de cette posture :

- *La posture peut être effectuée dos au mur pour ajuster l'alignement et travailler l'ouverture du bassin, tout en sécurisant le participant.*

Utkatâsana- Posture de la chaise



Consignes :

- ✓ Placez-vous en Tadasana (une chaise derrière vous pour la sécurité), puis étirez les bras vers le plafond (les paumes de paumes peuvent éventuellement se joindre)
- ✓ Ramenez le poids du corps dans les talons en même temps que vous pliez les jambes, comme pour vous asseoir sur une chaise
- ✓ Gardez les jambes jointes (serrez les chevilles, les genoux, et les faces interne des cuisses)
- ✓ Gardez la colonne vertébrale étirée, le regard droit devant vous (pas vers le sol)



Adaptations :

- Dans le cas d'une atteinte motrice importante du membre supérieur, le participant peut utiliser une sangle au niveau des poignet (comme dans la posture du palmier incliné) pour l'aider à étirer les deux bras, ou n'étirez qu'un seul bras.
- Pour agrandir le polygone de sustentation, les pieds peuvent être écartés à la largeur du bassin

Exercices possibles autour de cette posture :

- Il est possible de pratiquer cette posture contre un mur.
- Pour apprendre à descendre dans la posture sans crainte il est possible d'emmener les participants à s'asseoir sur la chaise, puis remonter.
- La posture peut être pratiquée en dynamique, sur une expiration le sujet descend dans la posture, sur une inspiration il remonte.



Bharadvajasana sur chaise- Posture de torsion assise sur chaise



Consignes :

- ✓ *Placez-vous assis sur le côté de votre chaise*
- ✓ *Les pieds doivent être à plat sur le sol, chevilles sous les genoux*
- ✓ *Inspirez, levez les bras au ciel, étirez-vous*
- ✓ *Expirez, tournez le buste et attrapez le dossier de la chaise avec les mains*
- ✓ *A chaque inspiration, grandissez-vous, repoussez l'assise de chaise avec vos fessiers*
- ✓ *A chaque expiration, allez un peu plus loin dans la torsion*
- ✓ *Les épaules sont loin des oreilles (écartez les coudes pour abaisser les épaules)*

Adaptations :

- *Dans le cas d'une atteinte motrice importante du membre supérieur, le participant peut n'utiliser qu'une main pour se tirer ou se repousser du dossier de la chaise.*
- *Si les pieds ne touchent pas le sol, placer des supports.*



Exercices possibles autour de cette posture :

- *Il arrive souvent lors de la torsion que les sujets compensent en laissant un genou s'avancer plus que l'autre, pour éviter ça on peut placer une brique entre les cuisses et demander de serrer les cuisses contre la brique.*

Dandasana- Posture du bâton



Consignes :

- ✓ *Asseyez-vous sur le sol, les jambes tendues devant vous, les pieds joints*
- ✓ *Dégagez la peau des fessiers vers l'arrière et sur le côté*
- ✓ *Placez vos mains de chaque côté du bassin, et repoussez-vous du sol pour redresser votre colonne vertébrale, les épaules roulées vers l'arrière et le vers le bas*
- ✓ *Etirez les jambes en direction des talons et pressez le devant des cuisses vers le sol*
- ✓ *Etirez la nuque et regardez droit devant vous*



Adaptations :

- *Si le participant a du mal à avoir les jambes tendues tout en gardant le dos droit, placer des hauteurs (e.g. couvertures) sous ses fessiers.*

Exercices possibles autour de cette posture :

- *La posture peut être travaillée dos au mur, pour faire sentir au participant l'allongement de la colonne vertébrale.*
- *Les bras peuvent être étirés vers le plafond, dans le prolongement de la colonne.*

Ardha Setu Bandhasana – Posture du demi-pont



Consignes :

- ✓ Placez-vous allongé sur le dos, puis pliez vos jambes pour ramener vos pieds près du bassin
- ✓ Ecartez vos pieds à la largeur du bassin
- ✓ En pressant les pieds, les épaules et les bras au sol, soulevez le bassin le plus haut possible
- ✓ Maintenez les cuisses parallèles
- ✓ Décollez également le milieu du dos, et peut être le haut du dos, pour vous retrouver en appuis uniquement sur le haut des épaules
- ✓ En redescendant, déposez d'abord le haut du dos, le milieu, le bas puis les fessiers en dernier

Adaptations :

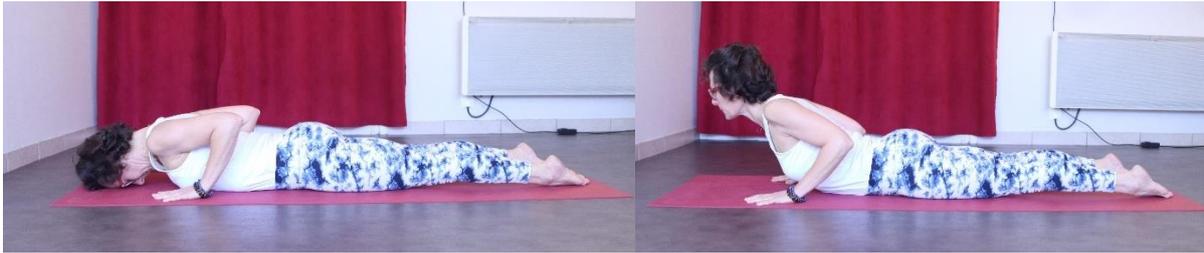
- Si les cuisses ont tendance à s'écarter, placer une brique entre les genoux et demander au participant de serrer la brique.
- Si les cuisses ont tendance à se rapprocher, placez une sangle autour des cuisses demander au participant de pousser dans la sangle.
- Si les pieds ont tendance à se rapprocher, placez une brique entre les talons.

Exercices possibles autour de cette posture :

- Pour favoriser l'engagement des muscles fessiers et la montée du bassin, il est possible d'utiliser une sangle autour des cuisses et de demander au participant de presser ses cuisses dans la sangle.
- Il est possible de placer une sangle autour des chevilles, une extrémité dans chaque main, et de demander au participant de tirer la sangle.
- Il est possible de travailler cette posture en dynamique, en synchronisant la montée et la descente avec la respiration.
- Il est possible de maintenir plus longtemps et passivement la posture à l'aide de support placé sous le bassin (e.g. briques).



Bhujangasana- Posture du Cobra



Consignes :

- ✓ *Allongez-vous sur le ventre*
- ✓ *Pliez les bras et placez les mains de chaque côté des côtes, les doigts écartés, les majeurs pointés vers l'avant*
- ✓ *Roulez les épaules vers l'arrière et rapprochez les coudes de votre buste*
- ✓ *Rétroversez le bassin, sentez l'os du pubis qui se plaque sur le sol*
- ✓ *Inspirez et en pressant les mains au sol, levez la tête et la poitrine*

Adaptations :



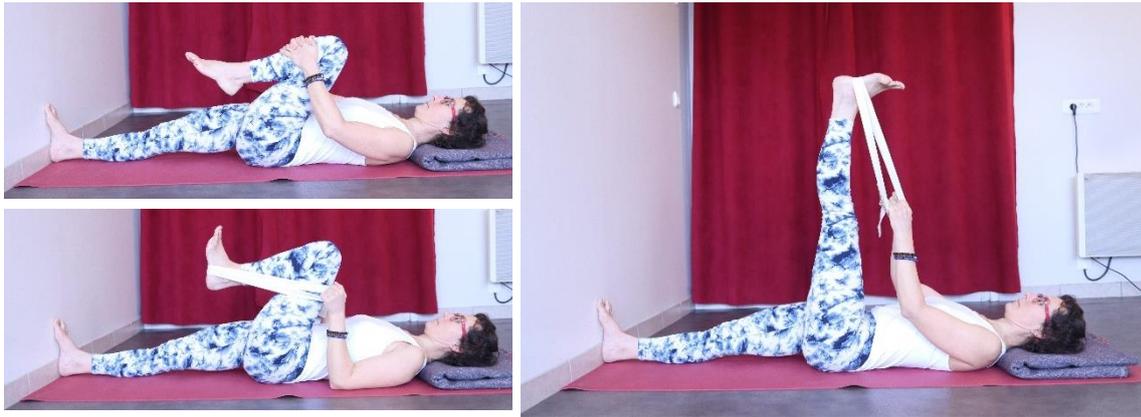
- Dans le cas d'une atteinte motrice importante du membre supérieur, le participant peut ne pas se servir des membres supérieurs, et ne pratiquer que le « cobra bas ». C'est-à-dire n'utiliser que les muscles du dos pour se redresser.
- Si cette posture n'est pas accessible en raison d'une impossibilité de s'allonger sur le ventre, remplacer par la posture du demi-pont.

Exercices possibles autour de cette posture :

- Commencez par pratiquer le « cobra bas », c'est-à-dire que les mains sont placées près des côtes, mais vous n'utilisez que les muscles de votre dos pour vous redresser. Ensuite, travaillez progressivement le « cobra haut » en utilisant les muscles de votre dos et en vous repoussant du sol avec les bras.
- On peut travailler cette posture en dynamique, en synchronisant la montée et la descente avec la respiration.
- Il est possible de travailler cette posture plus passivement, avec les avant-bras au sol : c'est la **posture du sphinx (Salamba Bhujangasana)**.



Eka pada supta padangusthasana- Posture allongée de la main au gros orteil



Consignes :

- ✓ Allongez-vous sur le dos
- ✓ Pliez une jambe et ramenez le genou vers votre poitrine
- ✓ Entrelacez les doigts des mains sur l'avant du tibia, et travaillez à ramener votre genou encore plus près de votre poitrine
- ✓ Puis placez la sangle sous la plante de pied, attrapez une extrémité dans chaque main
- ✓ Poussez la plante de pied vers le plafond et tendez votre jambe au maximum
- ✓ La jambe pousse dans la sangle, autant que la sangle tire le pied vers votre visage
- ✓ La jambe au sol reste elle aussi tendue



Adaptations :

- Dans le cas d'une atteinte motrice importante du membre supérieur, le participant peut n'utiliser qu'une main pour tirer sur la sangle, dans ce cas-là il faut faire une petite boucle et la serrer autour du pied.
- Selon la souplesse des participants la jambe sera plus au moins proche, la longueur de la sangle permet d'ajuster la mise en tension des ischio-jambiers.

Exercices possibles autour de cette posture :

- La posture peut être travaillée en dynamique avec la respiration : inspirer et relâcher un peu la tension sur la sangle (le pied s'éloigne du visage), expirer et augmenter la tension sur la sangle (en rapprochant le pied vers le visage).
- La posture peut être travaillée plus passivement en plaçant la sangle sous les omoplates, les bras relâchés le long du buste.



Urdhva prasarita padasana- Posture des jambes tendues vers le haut

La posture des jambes tendues vers le haut se pratique après des postures qui ont permis d'étirer les ischio-jambiers, comme la pince debout ou la posture allongée de la main au gros orteil.



Consignes :

- ✓ Allongez-vous sur le dos
- ✓ Ramenez les deux genoux vers votre poitrine
- ✓ Attrapez les bords de tapis avec vos mains
- ✓ Poussez les bords de tapis loin de vous, en même temps que vous tendez les deux jambes vers le plafond
- ✓ Imaginez-vous en train de pousser le plafond avec le plat de vos pieds
- ✓ Gardez le bas du dos en contact avec le sol, le bas du ventre absorbé



Adaptations :

- Dans le cas d'une atteinte motrice importante du membre supérieur, le participant peut ne pas utiliser ses mains et les laisser passivement le long du buste.
- Selon la souplesse des participants, certains ne parviendront pas à placer les pieds au-dessus du bassin, dans ce cas-là il faut venir placer des supports sous le bassin (e.g. couverture).



Exercices possibles autour de cette posture :

- La posture peut être travaillée en dynamique avec la respiration : expirer en tendant les jambes vers le plafond, inspirer durant la redescende.
- Il est possible de faire varier l'angle de flexion de hanche.
- La posture peut être travaillée plus passivement en plaçant la sangle sous les omoplates, les bras relâchés le long du buste, ou jambes contre un mur.



Retour au calme

Position

Durant la phase de retour au calme, l'accent est mis sur les postures allongées au sol.

Lignes directrices

Cette phase permet de préparer le corps et le mental à la relaxation finale. Elle se compose de postures qui se focalisent essentiellement sur l'étirement passif et la détente. Dans les postures d'étirements, il est essentiel d'expliquer aux participants qu'ils doivent se sentir bien et qu'aucune gêne ou douleur ne doit apparaître : il faut entrer en douceur dans l'étirement, et en sortir tout en douceur. Des exercices de pranayamas peuvent être proposés dans ces postures : cohérence cardiaque, respiration carrée, respiration abdominale, par exemple. Cette partie de la séance dure **7 à 10 minutes** maximum. Il convient de choisir **une ou deux postures** parmi les suivantes.

Exercices

- Supta Pavana Muktasana - Posture de libération des vents
- Jathara Parivartanasana - Posture allongée du ventre en torsion
- Supta Urdhva Hastasana - Posture de l'étirement du corps tout entier sur le sol
- Supta Baddha Konasana - Posture allongée de l'angle lié

Supta Pavana Muktasana- Posture de libération des vents



Consignes :

- ✓ Allongez-vous sur le dos, pliez les genoux, soulevez le bassin, attrapez la peau des fessiers avec les mains et tirez la vers les talons pour ensuite allonger le bas du dos sur le sol
- ✓ Ensuite, allongez une jambe au sol en poussant le talon loin de vous
- ✓ Pliez l'autre jambe, et ramenez la cuisse vers votre poitrine
- ✓ Entrelacez vos doigts et posez les mains sur le tibia juste en dessous du genou
- ✓ Travaillez à ramener le genou vers vous tout en gardant l'autre jambe tendue

Adaptations :

- Dans le cas d'une atteinte motrice importante du membre supérieur, le participant peut n'attraper son genou qu'avec une seule main.

Exercices possibles autour de cette posture :

- La posture peut être travaillée en plaçant le pied de la jambe au sol contre un mur.
- La posture peut être travaillée avec les deux genoux pliés contre la poitrine, et une chaise peut être placée sous les pieds si le participant a du mal à attraper ses tibias avec les mains.



Jathara Parivartanasana- Posture allongée du ventre en torsion

La posture du ventre en torsion s'effectue après celle des genoux à la poitrine.



Consignes :

- ✓ *Après avoir ramené vos genoux vers votre poitrine, écartez les bras sur le côté*
- ✓ *Basculez vos deux jambes sous le bras droit*
- ✓ *Si l'omoplate gauche se décolle du sol, piquez le coude droit dans le sol et levez l'omoplate droite du sol, ça vous aidera à ramener la gauche*
- ✓ *Si les deux genoux ne restent pas en contact, placez un support entre vos jambes*
- ✓ *Vous devez sentir votre haut du corps tourné d'un côté, et le bas de votre corps tourné de l'autre*



Adaptations :

- Des supports peuvent être placés sous les jambes ou entre les jambes, si le participant ne peut pas maintenir à la fois les jambes et l'épaule opposée au sol.
- Des supports peuvent être placés sous le bras hémiparétique s'il ne peut pas reposer au sol.



Exercices possibles autour de cette posture :

- Respiration abdominale

Supta Urdhva Hastasana- Posture de l'étirement du corps tout entier sur le sol



Consignes :

- ✓ *Allongez-vous sur le dos, pliez les genoux, soulevez le bassin, attrapez la peau des fessiers avec les mains et tirez la vers les talons pour ensuite allonger le bas du dos sur le sol*
- ✓ *Allongez les jambes au sol et serrez l'un contre l'autre l'intérieur de vos cuisses, mollet, talon et gros orteils*
- ✓ *En crochétant vos pouces, inspirez et allongez vos bras au-dessus de la tête*
- ✓ *Etirez les jambes à partir du bassin en poussant les talons loin de vous*
- ✓ *Etirez le buste et les bras dans la direction opposée*
- ✓ *Expirez en ramenant les bras et en détendant les jambes*

Adaptations :

- Dans le cas d'une atteinte motrice importante du membre supérieur, le participant peut attraper son poignet plutôt que de crocheter les pouces, ou n'étirer qu'un seul bras.

Exercices possibles autour de cette posture :

- Respiration en trois temps : inspiration par le nez lors de la mise en place de l'étirement, suspension du souffle pendant l'étirement, expiration par la bouche (grande ouverte) sur le retour.

Supta Baddha Konasana- Posture allongée de l'angle lié

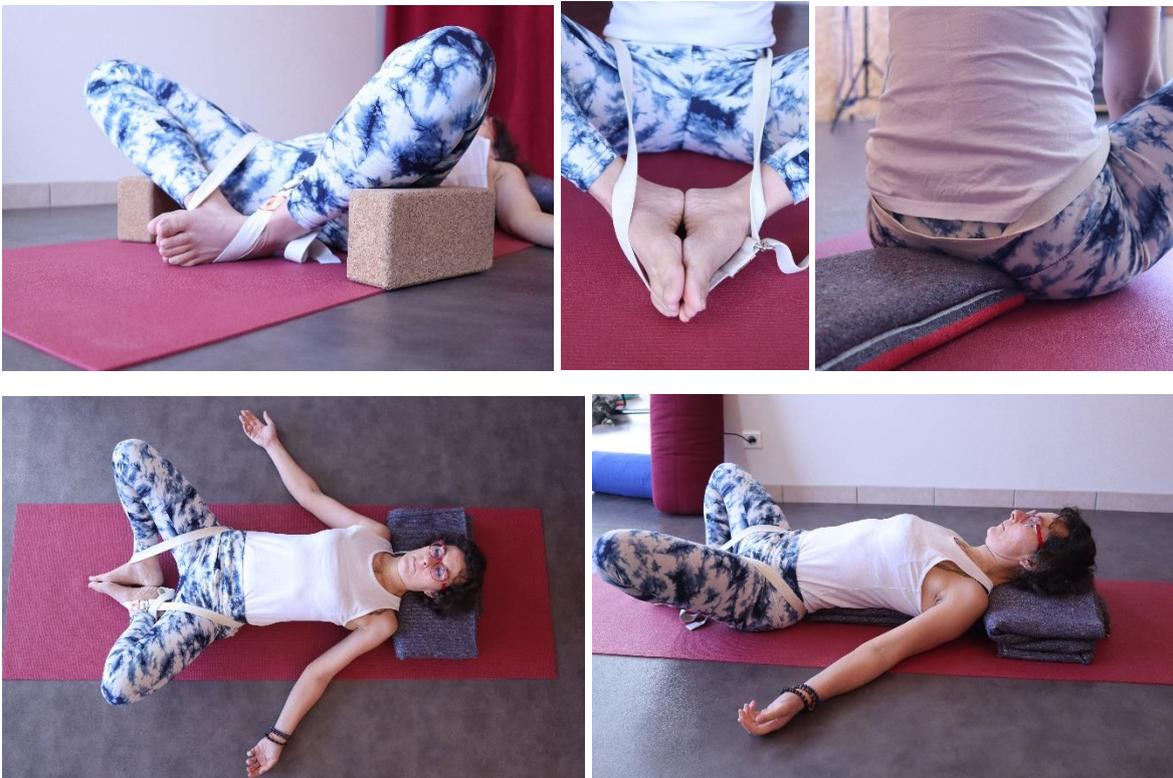


Consignes :

- ✓ Allongez-vous sur le dos, pliez les genoux, soulevez le bassin, attrapez la peau des fessiers avec les mains et tirez la vers les talons pour ensuite allonger le bas du dos sur le sol
- ✓ Placez vos plantes de pieds l'une contre l'autre et laissez vos genoux tomber sur le côté
- ✓ Les bras reposent au sol, écartés du corps, paumes de mains vers le ciel

Adaptations :

- Si l'étirement des adducteurs engendre des douleurs, il faut placer des supports sous les genoux (e.g. briques).
- Pour favoriser l'ouverture des hanches, il est possible de placer une sangle qui passe derrière le sacrum et sous les pieds.
- Pour favoriser l'ouverture de la poitrine, il est possible de placer la colonne vertébrale sur une pile de couverture ou sur un gros coussin.



Relaxation finale

Position

Pour la relation finale, on vient se placer dans Savasana, la posture du cadavre, avec tous les supports nécessaires pour rendre la position confortable puisqu'elle sera maintenue durant plusieurs minutes.

Lignes directrices

Les yeux fermés, les participants se laissent guider par la voix de l'enseignant qui les invite à relâcher progressivement chaque partie de leur corps. Il est possible que certaines personnes s'endorment, ce n'est pas grave, c'est qu'elles en ont besoin, donc il ne faut pas chercher à les réveiller avant la fin. La durée de la relaxation finale dépend de la réceptivité du groupe, il faut porter attention aux signes d'inconforts ou d'impatiences, c'est un exercice parfois complexe pour certains. Ensuite, la relaxation finale se termine en invitant les participants à se tourner sur un côté du corps en position fœtale, puis à rouvrir les yeux progressivement, bailler et s'étirer à leur convenance, puis retourner s'asseoir. Cette partie de la séance dure **7 à 10 minutes**.



Savasana – Posture du cadavre



Consignes :

- ✓ Allongez-vous sur le dos, pliez les genoux, soulevez le bassin, dégagez la peau des fessiers loin du bas du dos
- ✓ Placez vos mains derrière votre tête, ramenez votre menton vers votre poitrine, puis reposez vos vertèbres cervicales sur le sol
- ✓ Pressez les coudes au sol, levez les avant-bras à la verticale et soulevez le haut du dos. Puis tirez vos épaules vers le sol et rentrez vos omoplates. Sans perdre l'ouverture des épaules, posez le haut du dos au sol
- ✓ Étendez vos bras le long du corps, éloignée du buste, les paumes de mains vers le ciel
- ✓ Étendez vos jambes sur le sol, de part et d'autre d'une ligne imaginaire, et laissez vos pieds retomber sur le côté
- ✓ Fermez les yeux



Adaptations :

- Si le bas du dos ne touche pas le sol, placer des supports (e.g. couverture, coussins, ou chaise) sous les genoux.
- Il est possible de placer une couverture sous la tête, mais elle ne doit pas entraîner de flexion de la nuque trop importante.
- Vous pouvez placer un tissu sur les yeux, ou tamiser la lumière.
- Selon la température de la pièce, invitez les participants à se couvrir.



Programme YOG'AVC

Introduction : <https://www.youtube.com/watch?v=Vzn4qAggRHs>

Séance 1 : <https://youtu.be/dnj958ZvI9A>

Séance 2 : <https://youtu.be/yFzgUU-LDis>

Séance 3 : https://youtu.be/JfgX8Jg5_7c

Séance 4 : <https://youtu.be/VmFMMBgxRPE>

Séance 5 : <https://youtu.be/AWqVOFWAxWQ>

Séance 6 : <https://youtu.be/4X6OrC7jkOo>

Séance 7 : <https://youtu.be/G1yn8Rx9ZXM>

Séance 8 : <https://youtu.be/7tOEItr5kI8>

Séance 9 : <https://youtu.be/NpWKcFGmbfE>

Séance 10 : <https://youtu.be/Oo-8FU4LrQQ>

Séance 11 : <https://youtu.be/U-qXoQzKbrM>

Séance 12 : <https://youtu.be/kv1wP3exlHo>

Programme FAME

Introduction : <https://www.youtube.com/watch?v=iwA-KOPoskU>

Séance 1 : <https://youtu.be/L24SBYmH5v0>

Séance 2 : <https://youtu.be/JTYDpWJgyw8>

Séance 3 : <https://youtu.be/P-0zYQNgjCQ>

Séance 4 : <https://youtu.be/mDKhX6Aless>

Séance 5 : <https://youtu.be/eA6nsTpp8To>

Séance 6 : <https://youtu.be/vPPIKie80Qs>

Séance 7 : <https://youtu.be/V5KSnANyfWQ>

Séance 8 : <https://youtu.be/FAWyE6FTolg>

Séance 9 : <https://youtu.be/UdjytBsmtiE>

Séance 10 : <https://youtu.be/jsCu2FgOPFI>

Séance 11 : <https://youtu.be/GX6B1q19FbY>

Séance 12 : <https://youtu.be/ZN5mgDeavQU>

**Feasibility and acceptability of tele-yoga for stroke patients:
a pilot randomized controlled trial**

Rita Lenoir Dit Caron¹⁻², Ph.D. Student, Aude Triquenot-Bagan³, M.D., Claire Tourny¹, Ph.D., Léa Durand⁴, M.D, Jeremy Coquart⁵, Ph.D.

Affiliations: ¹ Univ Rouen Normandie, Normandie Univ, CETAPS UR 3832, F-76000 Rouen, France; ² Clinical Research Department, La Musse Hospital (Fondation La Renaissance Sanitaire), Saint-Sébastien-de-Morsent, France; ³ Neurovascular Unit, Rouen University Hospital, F-76000 Rouen; ⁴ Espace régional de Formation des Professions de Santé, Rouen University Hospital, , F-76000 Rouen; ⁵Univ. Lille, Univ. Artois, Univ. Littoral Côte D'Opale, ULR 7369 - URePSSS - Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport Santé Société, Lille, France.

Corresponding author: Rita Lenoir Dit Caron, Univ Rouen Normandie, Normandie Univ, CETAPS UR 3832, F-76000 Rouen, France. Phone: +33(0)786917877. E-mail:

rita.lenoir@hotmail.fr

Abstract

Objectives: The main objective was to evaluate the feasibility, safety, and acceptability of a tele-yoga programme for patients with post-stroke motor sequelae. The secondary objective was to collect preliminary data on the programme effectiveness, particularly regarding balance, with a view to conducting a randomized controlled trial with a larger sample.

Methods: Eleven post-stroke volunteers with mild balance problems were randomized into two groups. The experimental group (n=6) took part in a 12-week tele-yoga programme consisting of two videoconference group sessions and one independent session per week. The control group (n=5) was on the waiting list during this period (T0-T1), and then participated in the tele-yoga programme in turn (T1-T2). After completing the programme, each group responded to a feasibility and acceptability questionnaire. All adverse events were collected. Patients were also evaluated pre- (T0) and post- (T1) treatment on physical and psychological outcomes.

Results: The intervention was feasible, as the encountered difficulties were relatively minor. Indeed, some patients needed help and time to install and learn to use the videoconferencing software. The tele-yoga videoconferencing sessions were mostly perceived as very satisfactory and well-adapted. No severe adverse events were reported. Preliminary data on treatment effectiveness were very encouraging, particularly regarding physical outcomes.

Discussion: Tele-yoga seems to be an interesting alternative to face-to-face sessions, especially for patients with transportation problems. However, it is important to ensure that this type of rehabilitation is suitable for the patient as it requires some ease with using technology and adequate motor functions.

Keys words: Yoga, Telerehabilitation, Stroke, Postural Balance, Mobility Limitation, Anxiety, Depression

1. Introduction

Stroke can cause a wide range of physical and psychological impairments¹. Among the alternative and complementary therapies, yoga seems relevant because it addresses both the individual's physical and psychological dimensions². The practice of mindfulness postures seems to be particularly appropriate when the motor, sensory and/or proprioceptive aspects are affected³. Previous randomized controlled trials that have investigated yoga programmes adapted to stroke patients provide evidence for their effectiveness in improving physical outcomes such as balance, muscle strength, range of motion, and functional mobility⁴⁻⁶. It seems that the psychological status of post-stroke patients can also be improved, with a reduction in anxiety and depression⁵⁻⁷.

Although these preliminary results are promising, access to face-to-face sessions may be difficult for some patients. Indeed, some are no longer able to drive and do not always have a caregiver available to drive them^{8,9}. In addition, in certain regions described as "medical deserts", the lack of healthcare professionals also complicates accessibility¹⁰. Remote communication technologies have thus been more frequently used, especially during the COVID-19 pandemic when healthcare professionals had to adapt their practices¹¹. In this context, the World Health Organization recommended the use of telemedicine whenever possible, and highlighted the need for further research in this area¹². Following on from this broad concept of telemedicine, tele-rehabilitation involves providing rehabilitation services to patients in remote locations using information and communication technologies¹³.

To date, few studies have tested tele-yoga, and these have mostly been pilot studies to evaluate the feasibility of the intervention^{11,14-19}. For example, one single-group safety and feasibility trial focused on 16 patients with Parkinson's disease and showed that the intervention was safe, feasible and enjoyable for participants¹⁷. A recent pilot study of stroke

survivors with aphasia (n=7) investigated an 8-week tele-yoga programme, with the results showing the feasibility of the intervention and its positive impact on resilience, sleep, and pain¹⁸. The aim of this study was not to assess the motor recovery of the participants but rather their socialization as the intervention included 10 to 20 minutes of social interaction and only 30 minutes of yoga practice (i.e. asanas, breathwork, and meditation) sitting on a chair, which did not involve any balance work. To our knowledge, there are no studies to date on the value of tele-yoga to improve the physical impairments of people with stroke, especially balance disorders.

It therefore seemed appropriate to carry out a pilot study to determine the feasibility and safety of a specific tele-yoga programme designed to improve motor function and its acceptability to participants. Indeed, post-stroke sequelae can affect the ability to get up from a chair, stand upright and maintain balance, so it seems important to focus on these motor aspects in particular, as they have not yet been explored¹⁸. We needed to ensure that the intervention (i.e. postures in particular) was feasible and safe. The secondary criterion was to achieve a preliminary measure of intervention effectiveness by focusing on balance, functional mobility, anxiety, depression, and social reintegration.

2. Materials and methods

2.1. Study design

A pilot single-blinded randomized controlled trial was performed. This manuscript was written in accordance with the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) 2010 statement, extended to randomized pilot trials²⁰. The research was conducted in France and approved by the Research Ethics Committee (IDRCB: 2022-A00929-34). The protocol was registered on ClinicalTrial.gov (NCT05595941). All participants gave their written informed consent to participate.

2.2. Participants

A convenience sample was established by recruiting patients during a period running from the beginning of October 2022 to the end of February 2023. A campaign for volunteers was conducted on social networks and in newspapers, as well as through healthcare professionals and associations. To be eligible, the participants had to meet the following criteria: having had a stroke more than 6 months ago, suffering from moderate balance disorders (score between 41 and 51 on the Berg Balance Scale), able to stand and walk at least 10 meters (with or without technical support), able to get up and down from the floor, having an internet connection and a digital device (e.g. computer or tablet) enabling them to use Zoom meeting software (©2012-2023 Zoom Video Communications Inc., San Jose, CA, USA), and having a caregiver present during the assessments who is designated as the "person to contact" in case of problems during the tele-yoga sessions. Patients were not included if they were younger than 18 years old, suffered from cognitive disorders (score < 4 points on the short 6-item Mini-Mental State Examination²¹), diagnosis of another pathology that may explain the balance disorders, had a medical contraindication to physical activity, or had current and regular participation in another physical activity programme. Volunteers were initially screened for participation eligibility based on an initial phone call, followed by an individual meeting on videoconferencing. Eligible participants were then referred to a blind evaluator for baseline assessment.

2.3. Randomization

Participants were randomly allocated to one of the two study groups using a stratified block randomization procedure by an independent researcher, using R software version 4.0.5. (©2010 The R Foundation for Statistical Computing), an allocation ratio of 1:1, and random block sizes. The investigator in charge of the yoga programme informed them of their

assignment by phone, and they were instructed never to mention their treatment in front of the evaluator.

2.4. Intervention

The experimental group practised the YOG'AVC programme, an adapted yoga programme for post-stroke motor sequelae examined in a previous study⁶. Sessions included postures, breathing, and meditation (Supplemental material 1). This programme lasted 12 weeks with three weekly 1-hour sessions. Two sessions were conducted in groups (maximum four individuals/group) and one session was performed independently at home with video support (Supplemental material 2). The group sessions were performed through Zoom meeting software, and a video hosted online was transmitted weekly by email for the independent practice. Participants received free yoga equipment: a mat, two blankets, a strap and two blocks.

Participants in the control group were asked to maintain their lifestyle and to report any substantial modifications (e.g. changes in treatment or physical activity habits) that occurred during this period. They could then participate in the tele-yoga programme once the experimental phase was over (Figure 1).

2.5. Assessment procedure

2.5.1. Feasibility and acceptability of the study

To assess the feasibility and acceptability of tele-yoga for the participants, they were asked to complete a questionnaire at the end of their participation in the programme. This questionnaire focused on potential technical and material issues and how the participants experienced the tele-yoga sessions (Supplemental material 3). Any changes made to the initial YOG'AVC programme and any difficulties encountered during the videoconferencing sessions

were recorded in a logbook by the rehabilitation therapist in charge of the sessions. Adherence to the tele-yoga programme was measured directly by the percentage of group sessions completed and the percentage of independent home-based sessions self-reported as completed. Reasons for non-compliance were also collected. Safety was assessed by recording any adverse events requiring a call to the contact person during the videoconference sessions, with adverse events reported between T0 and T1 for the experimental group and T0 to T2 for the control group.

2.5.2. Effectiveness of the tele-yoga programme

Assessments of the programme effectiveness were performed in a blinded mode by a physiotherapist (i.e. who had no contact with the participants other than during the evaluations) using Zoom meeting software for the physical tests, and a digital link to self-report questionnaires was also sent by e-mail. All participants were assessed before and after the experimental phase (T0-T1).

Functional balance was assessed by the Berg Balance Scale (BBS)^{22,23} and functional mobility by the Timed Up and Go Test (TUG)^{23,24} and the Five Time Sit To Stand (5TSTS)²⁴. These three tests have been validated for videoconference use as follows: TUG and 5TSTS for patients with chronic obstructive pulmonary disease²⁴, BBS and the TUG for patients with Parkinson's disease²³, and BBS for a stroke population²². They are feasible in the presence of a caregiver to ensure the participant's safety during the physical tests and to assist the assessor. Self-perceived balance confidence was assessed by the Activities-specific Balance Confidence Scale-Simplified (ABC-S)²⁵, anxiety by the State-Trait Anxiety Inventory²⁶, depression by Beck's Depression Inventory (BDI)²⁷ and reintegration into the activities of daily living with the Reintegration to Normal Life Index (RNLI)²⁸.

2.6. Data analysis

To meet the first objective of the study, data from the feasibility and acceptability questionnaires were compared with data from the therapist's logbook. The intervention was considered feasible if neither the participants nor the therapist identified any major problems with the practice of tele-yoga. Regarding safety, patients were asked to report any adverse events relating to their health (i.e. whether or not related to the practice of yoga), and the therapist was asked to report any adverse events occurring during the videoconference yoga sessions. The severity, type and causal link with the intervention of all potential adverse events were recorded. The intervention was considered safe if no serious adverse events (i.e. the effect requires the urgent intervention of a physician because it seriously affects the patient's health) could be directly linked to the intervention.

The second objective was to determine the effectiveness of tele-yoga compared with no treatment, so a statistical analysis of the variables of interest was carried out. First, a descriptive analysis (i.e. through graphics using Microsoft® Excel® 2016) was conducted on the evolution of each participant in comparison with the minimum detectable change (MDC) of the physical scales (Table 1)²⁹⁻³². Also, the median evolution since baseline was compared between groups by a Mann-Whitney-Wilcoxon test, and the evolution from T0 to T1 within each group was tested with a Wilcoxon signed-rank test. These analyses were performed using Sigmaplot 14.0 (© Ritme 2023) for Windows.

3. Results

3.1. Participants

Eleven patients were recruited over the 5-month period (Figure 2). The initial characteristics of the groups are shown in Table 2. A first experimental session ran from end-November 2022

to end-February 2023, and a second from end-February 2023 to end-May 2023. Follow-up of the control group continued until the end of August 2023. Two participants did not complete the 12-week programme: participant 8 (experimental group) stopped after his tenth week because he was going on vacation to a location with no internet connection, and participant 2 (control group) stopped after his ninth week because he had found a job and the session times did not fit with his schedule. However, both completed the assessments, so we did not lose their data to follow-up. Ten participants completed the feasibility and acceptability questionnaire, and only one (participant 9) did not complete it after participating in the programme and did not respond to our requests (for no obvious reason).

3.2. Data on the feasibility and acceptability of the intervention

3.2.1. Technical feasibility

Regarding the technical feasibility of the intervention, participants 3, 8, and 11 needed the help of a third party (i.e. a member of the family or a member of the research team) to install the videoconference software, and participants 1, 3, and 11 needed some practice before they could use it alone (Supplemental material 3). No difficulties were reported in receiving and using the video sessions independently, or with the yoga equipment. Only two participants (i.e. 7 and 8) reported a lack of space in their homes that made it difficult to find a suitable practice environment. However, the rehabilitation therapist noted that of the 11 participants, only five were able to install their webcam at a sufficient distance to be visible in full body. The five others did not have enough space at home or could not see well enough to move away from the screen. They were therefore asked to move the webcam's orientation from time to time according to the postures they were working on.

3.2.2. Feasibility and acceptability of videoconferencing sessions

For the videoconferencing sessions, the participants were either very satisfied (n=8/10) or satisfied (n=2/10). Three participants added comments to express their satisfaction regarding the adaptation of the exercises (Supplemental material 3). The difficulty of the exercises was judged by the majority to be well adapted (n=6/10) or adapted (n=3/10), with only one participant judging them to be moderately adapted (participant 2). Two participants commented on the few difficulties they encountered (Supplemental material 3). All participants declared that they would like to continue the tele-yoga sessions via videoconferencing if given the opportunity. However, six said they would prefer face-to-face sessions if given the opportunity because of the human contact or the possibility of being manually adjusted by the teacher during the postures (Supplemental material 3).

The therapist reported that it was time-consuming to have to adjust the participants' positions orally and that they sometimes practised fewer postures than planned during the sessions. Similarly, the use of supports (e.g. straps, blocks, or blankets) was time-consuming and they were therefore used less than expected. All participants had a chair well-suited for practising the postures, and most had access to a wall that could be used as a support during the practice of certain postures (e.g. utkatasana against the wall). As to getting down on the ground for the last part of the session, participants 9 and 11 needed a third person to assist them or they lay on a bed or sofa if they were alone. After a few weeks, participant 11 was able to get down on his own. Regarding postures, only three had to be withdrawn from the programme (Supplemental material 1), two (i.e. bhujangasana and salamba bhujangasana) due to the large number of participants unable to perform them and one due to the time-consuming set-up (i.e. restorative setu bandha sarvangasana).

3.2.3. Feasibility and acceptability of independent video sessions

For the independent sessions with video support, only one participant (i.e. participant 2) did not complete the questionnaire, as he reported that he had never done an independent session (Supplemental material 3). All the others were either very satisfied (n=7/9) or satisfied (n=2/9). The difficulty of the sessions was judged to be well-adapted (n=6/9) or adapted (n=3). The majority (n=8/9) said they planned to continue using the videos to practise sessions at least once (n=3) or twice (n=5) a week. Only one of the participants said he would not continue because he needed the videoconferencing sessions to stay motivated.

3.2.4. Compliance with sessions

On average, compliance with the videoconference group sessions was 77.3%. In almost half the cases (i.e. 42.6%), the absence was justified by a vacation, otherwise by medical appointments (i.e. 14.9%), health problems (i.e. 8.5%), personal organization issues (i.e. 21.3%), or connection issues (i.e. 12.8%). Compliance with the autonomous sessions was 44.4%. The reasons for non-adherence were lack of motivation (i.e. 40.0%), lack of time (i.e. 45.0%), a health problem (i.e. 5.0%), or a computer problem (i.e. 3.0%).

3.2.5. Safety

No serious adverse events were reported, and only mild ones were attributed to the intervention (Table 3). No caregivers had to be contacted urgently during the videoconferencing sessions.

3.3. Preliminary data on the effectiveness of tele-yoga

The characteristics of the groups at baseline (T0) are shown in Table 4. Regarding physical variables, a graphical analysis of the evolution of each patient's scores compared with the MDC for each scale is shown in Figure 3. Group changes between T0 and T1 for the variables of interest are shown in Table 4. The difference in change in the BBS score between the groups

was significant ($p=0.004$). Analysis of intra-group changes revealed that the yoga group improved significantly on several variables of interest (i.e. physical variables and depression score), while the control group showed no change.

4. Discussion

The main objective of this study was to determine the feasibility and acceptability of a tele-yoga intervention for patients suffering from post-stroke motor sequelae. First, the intervention appeared to be safe as no severe adverse events was related to the intervention. Also, the results seemed to support the technical feasibility of the intervention despite some difficulties related to the use of technology. Similar difficulties have been noted in previous tele-yoga studies, including the learning period, several phone calls before a successful videoconference call could be made, and often the need for a caregiver's intervention^{11,17,33,34}. Yet, despite some of the clear challenges at the beginning, Snyder et al. noted that participants experience a sense of accomplishment when they succeed¹¹. Another solution would be to provide participants with a digital tool and/or engage a technician to familiarize them with its use, as other studies have done^{14,15,34}. The other main technical problem was the lack of sufficient space for yoga practice, especially the limited possibility of positioning oneself at a good distance from the webcam in order to be fully visible. A potential solution would be to provide participants with a wide-angle webcam¹¹.

Regarding the yoga programme, it was essential to adapt the postures to the abilities of each participant, given the variability of post-stroke motor sequelae. Thus, a maximum of four participants per group session was deemed appropriate to ensure that the therapist could personalize the exercises and give corrections as necessary. Most of the postures could be achieved and adapted without issue. The major difference with face-to-face sessions is the

impossibility of physical contact with the participant, which complicates the adjustment of postures and help with setting up supports. This inconvenience was also highlighted in a previous study on tele-yoga via videoconferencing¹⁹. On the other hand, it promotes autonomy in patients, who must learn to use the supports on their own and listen to instructions to learn to adjust by themselves. Indeed, it is important to stimulate patients' sense of self-efficacy to encourage their motivation to exercise³⁵. Although all participants expressed a desire to continue the tele-yoga sessions, some expressed a desire to try face-to-face sessions for the human relations dimension and the possibility of being adjusted by the teacher, while others preferring the comfort of being at home. Similar results were found in a previous study on tele-yoga¹⁹. It is therefore important to consider adapting the treatment modality to the patient's preferences.

The second objective was to assess the potential effectiveness of the programme. We thus present here the preliminary results from a very small sample to determine whether a larger study would be relevant. For our main variable of interest, balance measured by the BBS, we found a significant difference change between the groups in favour of tele-yoga. This median change of 4 points is very close to the MDC of the scale. In addition, self-perceived balance confidence measured by the ABC-S questionnaire showed a tendency to improve in the tele-yoga group compared with the control group ($p=0.052$). These results attest to the potential effectiveness of this tele-yoga programme in improving balance in chronic post-stroke patients, but the results need to be confirmed in a larger sample. Based on our population standard deviation (i.e. 3.8 points in the group with the largest SD), the mean between-group difference on the BBS (i.e. 5.1 points), and a power of 80% at 5% alpha risk, there should be at least 10 participants per group³⁶. The results on functional mobility (assessed by TUG and 5TSTS) are encouraging since intra-group analysis showed that the tele-yoga group improved significantly

over time, while the control group did not. Furthermore, half the participants in the tele-yoga group improved their TUG score beyond MDC, and 83% improved their 5TSTS score beyond MDC. Sit-stand transfers are essential in everyday life³⁷. In the control group only participant 7 showed improvement, but this is likely explained by the rehabilitation he received in a centre following surgery. We did not exclude him from the control group to preserve data.

For psychological variables, the initial medians of both groups for state-anxiety (i.e. 29.5 and 31.0 points at T0) was under or equal to what was previously determined as the norm (i.e. mean: 31.0 points)³⁸, which explains why the participants did not improve. For trait-anxiety, the median of the tele-yoga group dropped (i.e. 40.0 points at T0; 34.5 points at T1) to what was previously described as the norm (i.e. mean: 34.0 points)³⁸, whereas the control group increased this score (i.e. 38.0 points at T0; 39.0 points at T1). Initial scores on the Beck Depression Inventory were also very low in both groups (i.e. 11.5 and 10 points), since on this scale a score below 10 points is considered no or minimal depression, and a score between 10-18 points as mild to moderate. However, intra-group analysis revealed a significant improvement over time for the tele-yoga group, but not for the control group. These results also seem to support the use of tele-yoga to improve mental health in chronic post-stroke patients, but this needs to be confirmed in a larger population with higher anxiety and depression scores.

This study has several limitations. First, we did not assess the feasibility and acceptability of being on the waiting list, but informal conversations with some of the participants revealed that they felt a certain dissatisfaction with waiting. Although this is a method commonly used for control groups, participants waiting to receive an intervention may be frustrated by having to wait months without changing their lifestyle³⁹. Perhaps an educational intervention, with weekly phone calls, could make participants feel like they are not on standby, as Selman et al.

proposed in their study of tele-yoga in COPD patients¹⁴. Second, the assessment of the feasibility and acceptability of the tele-yoga programme was carried out with an online questionnaire and, although there were spaces for comments, the information gathering would have been more complete with semi-structured interviews¹⁴. In addition, it might be beneficial to start with face-to-face sessions to familiarize participants with yoga postures, before progressing to tele-rehabilitation¹¹.

In conclusion, this study is the first to test a tele-yoga programme for patients with post-stroke motor sequelae. It demonstrates that the intervention is safe, feasible and well accepted by participants. However, it requires a certain ease with the technology or assistance, as well as a minimum of motor functions (e.g. 41 > BBS > 56, walking a few metres, or getting down on the ground). Preliminary effectiveness data strongly favour tele-yoga over no intervention to improve physical impairments and mental health. A larger-scale study should be conducted to confirm the trends found in this trial.

Acknowledgments

We would like to acknowledge the contribution of Marius Lebret and Charlotte Menez who contributed to the management aspect of this research.

Disclosure of interest

The authors report there are no competing interests to declare.

Funding

This study received financial support from the association "France AVC Normandie".

Data availability statement

The datasets generated and analysed during the current study are available from the corresponding author on reasonable request.

References

1. Winstein CJ, Stein J, Arena R, et al. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2016;47(6):98–169; doi: 10.1161/STR.0000000000000098.
2. Jeter PE, Slutsky J, Singh N, et al. Yoga as a Therapeutic Intervention: A Bibliometric Analysis of Published Research Studies from 1967 to 2013. *J Altern Complement Med* 2015;21(10):586–592; doi: 10.1089/acm.2015.0057.
3. Garrett R, Immink MA, Hillier S. Becoming connected: the lived experience of yoga participation after stroke. *Disabil Rehabil* 2011;33(25–26):2404–2415; doi: 10.3109/09638288.2011.573058.
4. Schmid AA, Miller KK, Van Puymbroeck M, et al. Yoga leads to multiple physical improvements after stroke, a pilot study. *Complement Ther Med* 2014;22(6):994–1000; doi: 10.1016/j.ctim.2014.09.005.
5. 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* 2014;21(3):256–271; doi: 10.1310/tsr2103-256.
6. Lenoir Dit Caron R, Verdun S, Triquenot-Bagan A, et al. Yoga in the Rehabilitation of Post-Stroke Sequelae: A Non-Inferiority Randomized Controlled Trial. *J Altern Complement Med* (In press).
7. Chan W, Immink MA, Hillier S. Yoga and exercise for symptoms of depression and anxiety in people with poststroke disability: a randomized, controlled pilot trial. *Altern Ther Health Med* 2012;18(3):34–43.
8. Finestone HM, Marshall SC, Rozenberg D, et al. Differences between poststroke drivers and nondrivers: demographic characteristics, medical status, and transportation use. *Am J Phys Med Rehabil* 2009;88(11):904–923; doi: 10.1097/PHM.0b013e3181aa001e.
9. Rimmer JH, Wang E, Smith D. Barriers associated with exercise and community access for individuals with stroke. *J Rehabil Res Dev* 2008;45(2):315–322; doi: 10.1682/jrrd.2007.02.0042.
10. Lucas-Gabrielli V, Chevillard G. ["Medical deserts" and accessibility to care: what are we talking about?]. *Med Sci (Paris)* 2018;34(6–7):599–603; doi: 10.1051/medsci/20183406022.
11. Snyder S, Silva RF, Whisenant MS, et al. Videoconferenced Yoga Interventions for Cancer Patients and their Caregivers during the COVID-19 Pandemic: A Report from a Clinician's Perspective. *Integr Cancer Ther* 2021;20:15347354211019111; doi: 10.1177/15347354211019111.
12. Organisation mondiale de la santé RO for the WP. Implementing Telemedicine Services during COVID-19 : Guiding Principles and Considerations for a Stepwise Approach. 2020.

13. Laver KE, Schoene D, Crotty M, et al. Telerehabilitation services for stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;(12):CD010255; doi: 10.1002/14651858.CD010255.pub2.
14. Selman L, McDermott K, Donesky D, et al. Appropriateness and acceptability of a Tele-Yoga intervention for people with heart failure and chronic obstructive pulmonary disease: qualitative findings from a controlled pilot study. *BMC Complement Altern Med* 2015;15:21; doi: 10.1186/s12906-015-0540-8.
15. Strömberg A, Thylén I, Orwelius L, et al. Tele-Yoga in Long Term Illness-Protocol for a Randomised Controlled Trial Including a Process Evaluation and Results from a Pilot Study. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(21):11343; doi: 10.3390/ijerph182111343.
16. Emard N, Lynch KA, Liou KT, et al. Virtual Mind-Body Programming for Patients With Cancer During the COVID-19 Pandemic: Qualitative Study. *JMIR Cancer* 2021;7(2):e27384; doi: 10.2196/27384.
17. James-Palmer AM, Daneault J-F. Tele-yoga for the management of Parkinson disease: A safety and feasibility trial. *Digit Health* 2022;8:20552076221119327; doi: 10.1177/20552076221119327.
18. Bislick L, Dietz A, Duncan ES, et al. The Feasibility and Benefits of a Virtual Yoga Practice for Stroke Survivors With Aphasia. *Am J Speech Lang Pathol* 2023;32(4):1679–1688; doi: 10.1044/2023_AJSLP-22-00269.
19. Haynes A, Gilchrist H, Oliveira JS, et al. “I wouldn’t have joined if it wasn’t online”: understanding older people’s engagement with teleyoga classes for fall prevention. *BMC Complement Med Ther* 2022;22(1):283; doi: 10.1186/s12906-022-03756-1.
20. Eldridge SM, Chan CL, Campbell MJ, et al. CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials. *BMJ* 2016;355:i5239; doi: 10.1136/bmj.i5239.
21. Callahan CM, Unverzagt FW, Hui SL, et al. Six-item screener to identify cognitive impairment among potential subjects for clinical research. *Med Care* 2002;40(9):771–781; doi: 10.1097/00005650-200209000-00007.
22. Gillespie D, MacLellan C, Ferguson-Pell M, et al. Balancing Access with Technology: Comparing In-Person and Telerehabilitation Berg Balance Scale Scores among Stroke Survivors. *Physiother Can* 2021;73(3):276–285; doi: 10.3138/ptc-2019-0095.
23. Russell TG, Hoffmann TC, Nelson M, et al. Internet-based physical assessment of people with Parkinson disease is accurate and reliable: a pilot study. *J Rehabil Res Dev* 2013;50(5):643–650; doi: 10.1682/jrrd.2012.08.0148.
24. Ozsoy I, Kodak MI, Kararti C, et al. Intra- and Inter-Rater Reproducibility of the Face-to-Face and Tele-Assessment of Timed-up and Go and 5-Times Sit-to-Stand Tests in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2022;19(1):125–132; doi: 10.1080/15412555.2022.2038119.
25. Filiatrault J, Gauvin L, Fournier M, et al. Evidence of the psychometric qualities of a simplified version of the Activities-specific Balance Confidence scale for community-

- dwelling seniors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2007;88(5):664–672; doi: 10.1016/j.apmr.2007.02.003.
26. Gauthier J, Bouchard S. Adaptation canadienne-française de la forme révisée du State–Trait Anxiety Inventory de Spielberger. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement* 1993;25(4):559–578; doi: 10.1037/h0078881.
 27. Lahlou-Laforêt K, Ledru F, Niarra R, et al. Validity of Beck Depression Inventory for the assessment of depressive mood in chronic heart failure patients. *Journal of Affective Disorders* 2015;184:256–260; doi: 10.1016/j.jad.2015.05.056.
 28. Wood-Dauphinee SL, Opzoomer MA, Williams JI, et al. Assessment of global function: The Reintegration to Normal Living Index. *Arch Phys Med Rehabil* 1988;69(8):583–590.
 29. Hiengkaew V, Jitaree K, Chaiyawat P. Minimal detectable changes of the Berg Balance Scale, Fugl-Meyer Assessment Scale, Timed “Up & Go” Test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93(7):1201–1208; doi: 10.1016/j.apmr.2012.01.014.
 30. Ishige S, Wakui S, Miyazawa Y, et al. Reliability and validity of the Activities-specific Balance Confidence scale-Japanese (ABC-J) in community-dwelling stroke survivors. *Phys Ther Res* 2020;23(1):15–22; doi: 10.1298/ptr.E9982.
 31. Alghadir AH, Al-Eisa ES, Anwer S, et al. Reliability, validity, and responsiveness of three scales for measuring balance in patients with chronic stroke. *BMC neurology* 2018;18(1):141; doi: 10.1186/s12883-018-1146-9.
 32. Cabanas-Valdés R, García-Rueda L, Salgueiro C, et al. Assessment of the 4-meter walk test test-retest reliability and concurrent validity and its correlation with the five sit-to-stand test in chronic ambulatory stroke survivors. *Gait Posture* 2023;101:8–13; doi: 10.1016/j.gaitpost.2023.01.014.
 33. Addington EL, Sohl SJ, Tooze JA, et al. Convenient and Live Movement (CALM) for women undergoing breast cancer treatment: Challenges and recommendations for internet-based yoga research. *Complement Ther Med* 2018;37:77–79; doi: 10.1016/j.ctim.2018.02.001.
 34. Zhou ES, Partridge AH, Blackmon JE, et al. A pilot videoconference group stress management program in cancer survivors: lessons learned. *Rural Remote Health* 2016;16(2):3863.
 35. Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2014;45(8):2532–2553; doi: 10.1161/STR.0000000000000022.
 36. Flight L, Julious SA. Practical guide to sample size calculations: superiority trials. *Pharmaceut Statist* 2016;15(1):75–79; doi: 10.1002/pst.1718.

37. Mentiplay BF, Clark RA, Bower KJ, et al. Five times sit-to-stand following stroke: Relationship with strength and balance. *Gait Posture* 2020;78:35–39; doi: 10.1016/j.gaitpost.2020.03.005.
38. Knight RG, Waal-Manning HJ, Spears GF. Some norms and reliability data for the State--Trait Anxiety Inventory and the Zung Self-Rating Depression scale. *Br J Clin Psychol* 1983;22 (Pt 4):245–249; doi: 10.1111/j.2044-8260.1983.tb00610.x.
39. Gunnarsson KU, McCambridge J, Bendtsen M. Reactions to being allocated to a waiting list control group in a digital alcohol intervention trial. *Patient Educ Couns* 2023;107:107572; doi: 10.1016/j.pec.2022.11.014.

Figures

Figure 1: Flow chart of the experimental phase

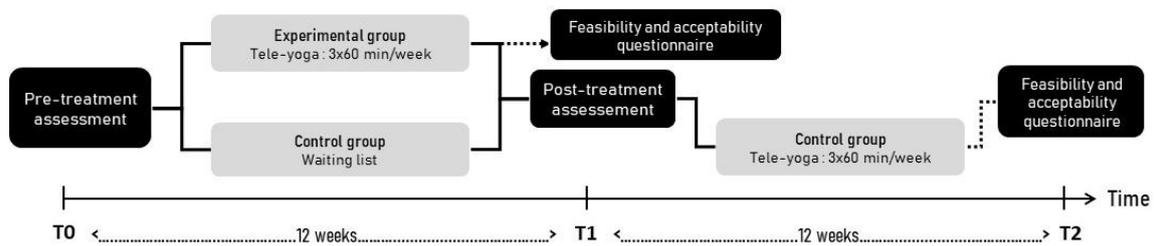


Figure 2: Participant flow diagram

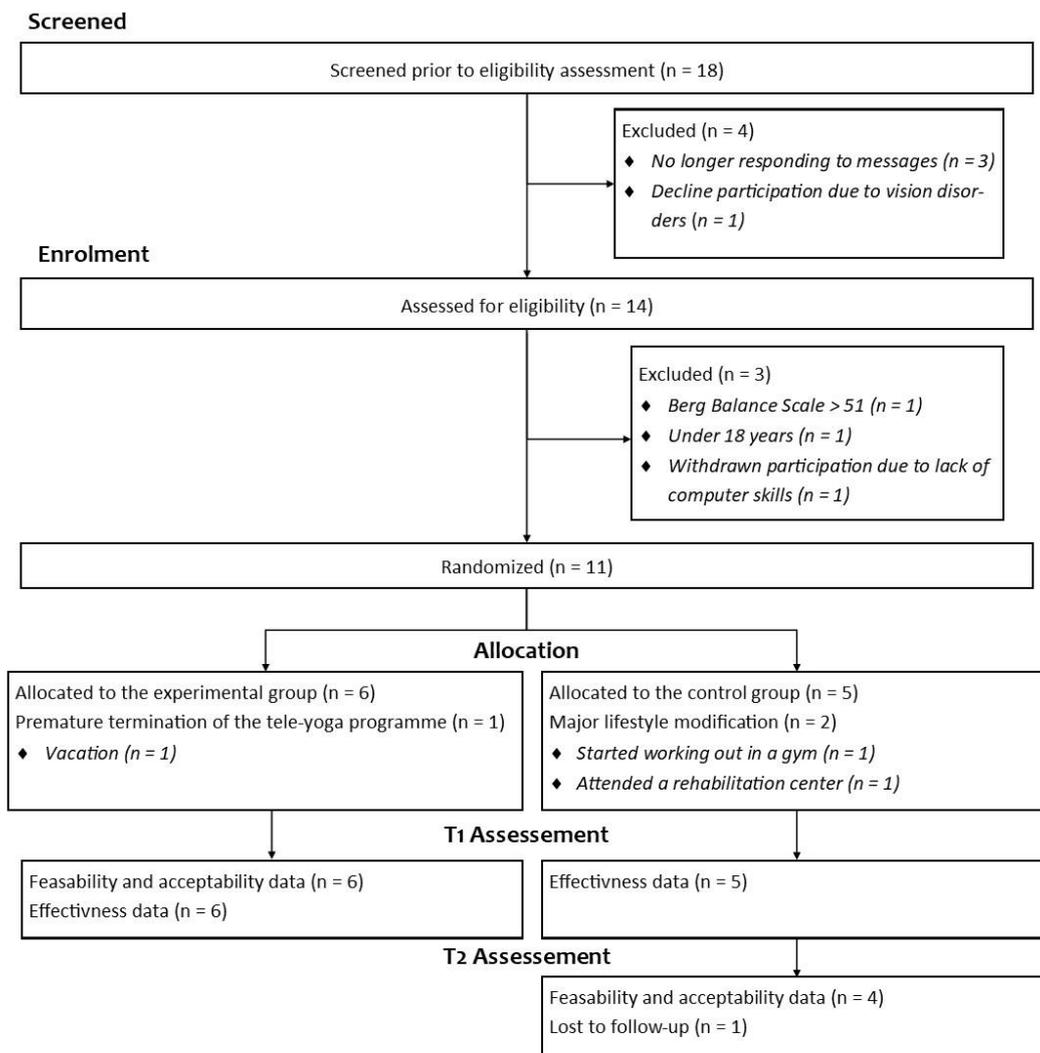
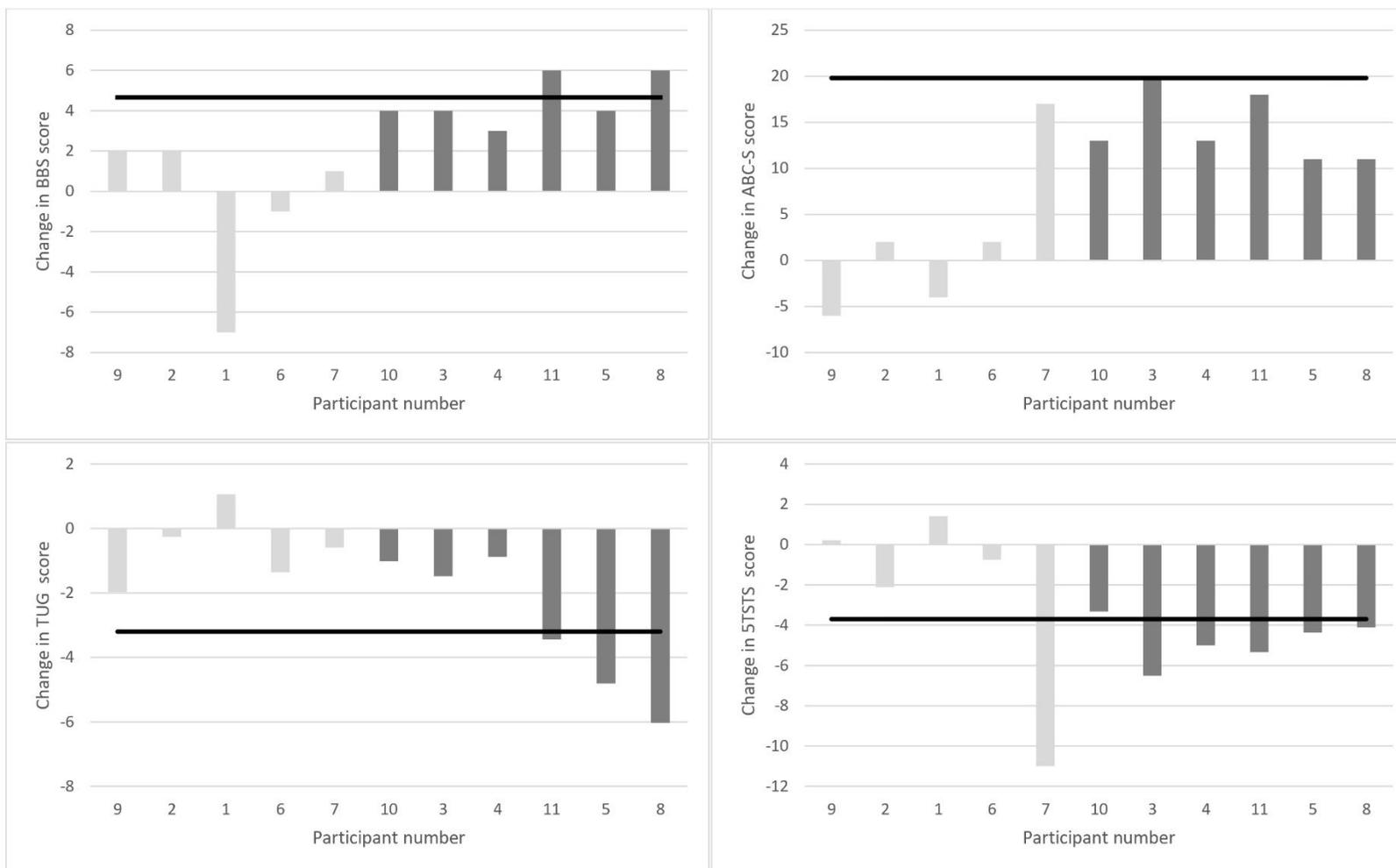


Figure 3: Changes in physical variables between T0 and T1 for each participant, compared with the minimum detectable change of the scale

Control group participants are shown in light grey.

Experimental group participants are shown in dark grey.



Tables

Table 1: Minimum detectable change in physical variables

Measure	MDC	Authors and Population
BBS, /56 points	4.66 points	Hiengkaew et al., 2012 <i>Chronic post-stroke</i>
ABC-S, %	19.8%	Ishige et al., 2019 <i>Chronic post-stroke</i>
TUG, seconds	3.2 seconds	Alghadir et al., 2018 <i>Chronic post-stroke</i>
5TSTS, seconds	3.7 seconds	Cabanas-Valdés et al., 2023 <i>Chronic post-stroke</i>

Abbreviations: ABC-S, Activities-specific Balance Confidence Scale – Simplified; BBS, Berg Balance Scale; TUG, Timed Up and Go test; 5TSTS, Five Time Sit to Stand.

Table 2: Demographic and clinical characteristics

Variables		Tele-yoga n = 6	Waiting list n = 5
Age, years	Med [IR]	49.5 [33.0; 53.5]	49.0 [40.0; 60.5]
Gender, female	n	5	4
male	n	1	1
BMI, kg/m ²	Med [IR]	26.5 [22.0; 30.0]	25.0 [20.8; 32.0]
Time since stroke, months	Med [IR]	40.0 [23.8; 61.5]	43.0 [30.0; 144.0]
Type of stroke, ischaemic	n	3	2
haemorrhagic	n	3	3
Cerebral hemisphere injured, right	n	4	4
left	n	2	1

Abbreviations: BMI, body mass index; Med [IR], median [quartile 1 – quartile 3]; n, number.

Table 3: Adverse events

Adverse events	Not related <i>The cause is identified and does not result from the study.</i>	Possibly related <i>The cause is difficult to establish and may be due to the study</i>	Related <i>The cause is identified as coming from the study</i>
Mild¹	None	Participant 6: Drop in blood sugar level at the end of a session (i.e. a diabetic patient).	Participant 8: Dizziness during neck rotation exercises. Participant 6: Stuck in a seated position facing the back of a chair (i.e. adaptation of the goddess posture sitting on a chair) for 5 minutes before being able to find a way out on his own.
Moderate²	Participant 4: Knee pain that appeared after a bad move during his acting class. Participant 7: Fall without serious injury while walking in his home.	Participant 7: Intense foot pain after trying to walk for a few days without his splint.	None
Severe³	None	None	None
¹ The effect is described by the patient as minor and dissipates within the day at the latest. ² The effect is considered inconvenient by the patient but dissipates within a few days. ³ The effect requires the urgent intervention of a physician because it seriously affects the patient's health.			

Table 4: Evolution of the outcomes in post-treatment

Outcomes	Tele-yoga (n = 6)		Waiting list (n = 5)		ΔT1-T0	
	T0 Med [IR]	T1 Med [IR]	T0 Med [IR]	T1 Med [IR]	Tele-yoga (n = 6)	Waiting list (n = 5)
BBS, score/56, ↗	43.5 [41.5-46.3]	48.0 [16.0-50.3]	47.0 [42.5-47.5]	44.0 [41.5-48.5]	4.0 [3.8 ; 6.0]	1.0 [-4.0 ; 2.0]
ABC-S, score %, ↗	51.5 [43.0-73.8]	63.5 [55.8-90.0]	64.0 [46.0-72.0]	60.0 [55.5-70.0]	13.0 [11.0 ; 18.5]	2.0 [-5.0 ; 9.5]
TUG, seconds, ↘	15.2 [13.4-29.2]	12.7 [11.4-21.7]	19.4 [11.6-22.4]	18.1 [12.0-21.2]	-2.5 [-8.4 ; -1.0]	-0.6 [-1.7 ; 0.4]
5TSTS, seconds, ↘	22.8 [17.1-25.1]	16.9 [13.2-20.6]	21.9 [16.5-32.4]	21.1 [17.3-25.8]	-4.7 [-5.6 ; -3.9]	-0.8 [-6.5 ; 0.8]
STAI – YA, score/80, ↘	29.5 [24.5-36.5]	21.5 [20.0-27.0]	31.0 [21.8-44.0]	27.0 [24.0-44.0]	-4.0 [-18.3 ; -0.5]	-1.0 [-4.5 ; 10.0]
STAI – YB, score/80, ↘	40.0 [33.8-46.0]	34.5 [27.0-39.3]	38.0 [34.5-44.5]	39.0 [31.5-42.5]	-4.0 [-11.0 ; -0.8]	-3.0 [-4.0 ; -1.0]
BDI, score/63, ↘	11.5 [6.8-15.5]	5.5 [1.8-11.8]	10.0 [2.5-13.0]	8.0 [5.0-11.5]	-3.5 [-7.3 ; -1.8]	1.0 [-4.0 ; 3.5]
RNLI, score/22, ↘	7.5 [7.0-8.3]	5.0 [3.0-5.5]	2.0 [0.5-10.5]	7.0 [1.5-8.5]	-3.0 [-4.8 ; -2.3]	1.0 [-3.0 ; 4.0]

Abbreviations: ABC-S, Activities-specific Balance Confidence Scale – Simplified; BBS, Berg Balance Scale; BDI, Beck Depression Inventory; Med [IR], Median [quartile 1 – quartile 3]; RNLI, Reintegration to Normal Living Index; STAI, State-Trait Anxiety Inventory; TUG, Timed Up and Go test; 5TSTS, Five Times Sit to Stand.
 ↗ means the score increases with improvement.
 ↘ means the score decreases with improvement.
 Significant results (p < 0.05) from within-group analysis are shown in bold in the T0 and T1 group columns.
 Significant results (p < 0.05) from the comparison of post-treatment changes between groups are shown in bold in the ΔT1-T0 columns.

LE TÉLÉ-YOGA DANS LA RÉÉDUCATION DES SÉQUELLES CHRONIQUES POST-AVC UNE ÉTUDE PILOTE RANDOMISÉE CONTRÔLÉE

Rita Lenoir Dit Caron^{1,2}, Aude Triquenot-Bagan³, Claire Tourny¹, Jeremy Coquart⁴

¹Univ Rouen Normandie, Normandie Univ, CETAPS UR 3832, F-76000 Rouen ; ²Etablissement La Musse, Département de recherche, F-27180 Saint-Sébastien-de-Morsent ; ³Centre hospitalier Universitaire de Rouen, Unité neurovasculaire, F-76000 Rouen ; ⁴Univ. Lille, Univ. Artois, Univ. Littoral Côte D'Opale, ULR 7369 - URePSSS - Unité de Recherche Pluridisciplinaire Sport Santé Société, Lille, France



AVC, yoga, télé-rééducation, faisabilité



rita.lenoir@hotmail.fr

Introduction



Santé physique
Santé mentale
Qualité de vie

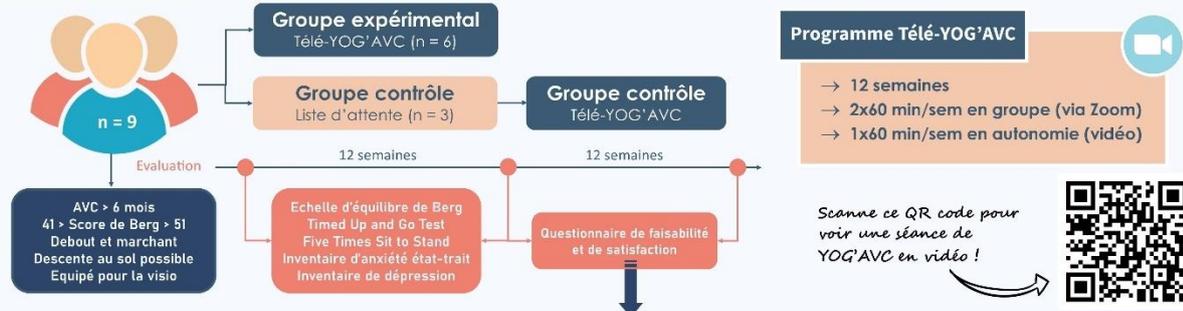


Transports limités
Déserts médicaux³

TELE-REEDUCATION⁴

Le programme YOG'AVC est-il faisable en télé-rééducation auprès de patients souffrant de séquelles chroniques post-AVC ?

Méthode



Résultats

Programme terminé n = 7

Observance

- 80% des séances en groupes
- 100% seraient prêt à continuer
- 56% préféreraient en présentiel
- 44% préféreraient en visio-conférence

Faisabilité technique

- 18% ont eu besoin d'assistance pour installer et utiliser le logiciel Zoom
- 45% étaient visibles en corps entier

Satisfaction

- Très satisfait / Satisfait: 100%
- Moyennement / Pas du tout satisfait: 0%

Difficulté

- Bien adaptée / Adaptée: 89%
- Moyennement / Pas du tout adaptée: 11%

Abandon prématuré n = 2

- Départ en vacances
- Emploi du temps incompatible

Observance autonome

- 54% des séances autonomes
- 88% ont l'intention de continuer
- 71% au moins 2x/semaine
- 29% au moins 1x/semaine

Conclusion

Programme télé-YOG'AVC : **faisable, adapté & satisfaisant**
Motivation pour continuer les séances
44% trouvent les séances en visio-conférence plus pratiques :
 → **Évitent les transports**
 → **Plus facile à programmer** au quotidien

56% préféreraient en présentiel en raison du **contact humain** :
 → Rencontrer en vrai de nouvelles personnes
 → Être ajusté manuellement par la professeure durant les postures
55% n'avaient pas **suffisamment d'espace** chez eux pour se placer à bonne distance de leur webcam.

ADAPTER SELON LES PROFILS



1. Silveira, Smart. Cognitive, Physical, and Psychological Benefits of Yoga for Acquired Brain Injuries: A Systematic Review of Recent Findings. *Neuropsychol. Rehabil.* 2020, 30 (7), 1388-1407.
2. Lenoir Dit Caron et al. Effect of Yoga on Health-Related Quality of Life in Central Nervous System Disorders: A Systematic Review. *Clin. Rehabil.* 2021, 35 (11), 1530-1543.
3. Haute Autorité de Santé. Audition Publique - Accès Aux Soins Des Personnes En Situation de Handicap, 2008. Disponible sur : <https://has.sante.fr>
4. Tchero et al. Telerehabilitation for Stroke Survivors: Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Med. Internet Res.* 2018, 20 (10), e10867.



Section/Topic	Item No	Checklist item	Reported on page No
Title and abstract			
	1a	Identification as a pilot or feasibility randomised trial in the title	311
	1b	Structured summary of pilot trial design, methods, results, and conclusions (for specific guidance see CONSORT abstract extension for pilot trials)	312
Introduction			
Background and objectives	2a	Scientific background and explanation of rationale for future definitive trial, and reasons for randomised pilot trial	313-314
	2b	Specific objectives or research questions for pilot trial	314
Methods			
Trial design	3a	Description of pilot trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio	314
	3b	Important changes to methods after pilot trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	314
Participants	4a	Eligibility criteria for participants	315
	4b	Settings and locations where the data were collected	315
	4c	How participants were identified and consented	315
Interventions	5	The interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	316
Outcomes	6a	Completely defined prespecified assessments or measurements to address each pilot trial objective specified in 2b, including how and when they were assessed	316-317
	6b	Any changes to pilot trial assessments or measurements after the pilot trial commenced, with reasons	316-317
	6c	If applicable, prespecified criteria used to judge whether, or how, to proceed with future definitive trial	

Sample size	7a	Rationale for numbers in the pilot trial	315
	7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	
Randomisation:			
Sequence generation	8a	Method used to generate the random allocation sequence	315
	8b	Type of randomisation(s); details of any restriction (such as blocking and block size)	315
Allocation concealment mechanism	9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	315
Implementation	10	Who generated the random allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	315
Blinding	11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how	317
	11b	If relevant, description of the similarity of interventions	317
Statistical methods	12	Methods used to address each pilot trial objective whether qualitative or quantitative	318
Results			
Participant flow (a diagram is strongly recommended)	13a	For each group, the numbers of participants who were approached and/or assessed for eligibility, randomly assigned, received intended treatment, and were assessed for each objective	318-319 + 331
	13b	For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons	318-319 + 331
Recruitment	14a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	318-319 +331
	14b	Why the pilot trial ended or was stopped	318
Baseline data	15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	333
Numbers analysed	16	For each objective, number of participants (denominator) included in each analysis. If relevant, these numbers	333-335

		should be by randomised group	
Outcomes and estimation	17	For each objective, results including expressions of uncertainty (such as 95% confidence interval) for any estimates. If relevant, these results should be by randomised group	332-335
Ancillary analyses	18	Results of any other analyses performed that could be used to inform the future definitive trial	
Harms	19	All important harms or unintended effects in each group (for specific guidance see CONSORT for harms)	334
	19a	If relevant, other important unintended consequences	334
Discussion			
Limitations	20	Pilot trial limitations, addressing sources of potential bias and remaining uncertainty about feasibility	324-325
Generalisability	21	Generalisability (applicability) of pilot trial methods and findings to future definitive trial and other studies	322-324
Interpretation	22	Interpretation consistent with pilot trial objectives and findings, balancing potential benefits and harms, and considering other relevant evidence	322-324
	22a	Implications for progression from pilot to future definitive trial, including any proposed amendments	322-324
Other information			
Registration	23	Registration number for pilot trial and name of trial registry	314
Protocol	24	Where the pilot trial protocol can be accessed, if available	314
Funding	25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	325
	26	Ethical approval or approval by research review committee, confirmed with reference number	314

Citation: Eldridge SM, Chan CL, Campbell MJ, Bond CM, Hopewell S, Thabane L, et al. CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials. *BMJ*. 2016;355. This is an Open Access article distributed in accordance with the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 3.0) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits others to distribute, remix, adapt and build upon this work, for commercial use, provided the original work is properly cited.

*We strongly recommend reading this statement in conjunction with the CONSORT 2010, extension to randomised pilot and feasibility trials, Explanation and Elaboration for important clarifications on all the items. If relevant, we also recommend reading CONSORT extensions for cluster randomised trials, non-inferiority and equivalence trials, non-pharmacological treatments, herbal interventions, and pragmatic trials. Additional extensions are forthcoming: for those and for up-to-date references relevant to this checklist, see www.consort-statement.org.

Avis du Comité de protection des personnes

Comité de protection des personnes Est III

sur Demande Initiale

Référence CPP 22.07.08

Informations CPP

Nom du CPP : Comité de protection des personnes Est III

Adresse : CHRU Nancy - Bâtiment principal - Rez de chaussée - Rue du Morvan 54511 VANDOEUVRE LES NANCY France

Courriel : cppest.3@chru-nancy.fr

Numéro de téléphone : 0383154324

Informations promoteur

Organisme : Hôpital La Musse

Nom et prénom : Gilliaux Maxime

Investigateur

Investigateur : Gilliaux Maxime

Informations dossier

Numéro SI : 22.02403.000072

Numéro national : 2022-A00929-34

Règlementation : Loi Jardé

Qualification : Catégorie 2

Produit ou acte : Hors produits de santé (produits non mentionnés à l'article L.5311-11 du code de la santé publique)

Titre : Efficacité du télé-yoga dans la rééducation de patients souffrant de séquelles chroniques post-AVC : une étude randomisée contrôlée

Ce dossier a été étudié en séance le 05/07/2022 16:00 et mandat a été donné au président du CPP d'émettre l'avis à réception des réponses du déposant aux dernières demandes. Au vu des réponses obtenues, l'avis suivant a donc été émis le 06/07/2022. C'est la date de la notification de l'avis sur le SI qui fait foi.

Avis favorable

Cet avis est valable deux ans. Si vous n'avez pas été en mesure d'inclure des participants dans ce délai, vous pouvez demander au CPP une prorogation de cet avis avant la fin de validité de ce dernier (voir en ce sens l'article R.1123-26 du code de la santé publique).

Personnes ayant délibéré

- les membres du Collège n° 1 :

Catégorie 1 : M. Audibert, M. Beau, M. Lecompte, Mme Luporsi

Catégorie 2 : M. Choné, M. Peton

Catégorie 3 : M. Bureau

Catégorie 4 : M. Pfeiffer

- les membres du Collège n° 2 :

Catégorie 5 : Mme Mauss

Catégorie 6 : Mme Humbert

Catégorie 8 : Mme Hebting Manache, Mme Juppont

Documents analysés par le CPP

Catégorisation	Intitulé	Date de dépôt
ADD - Doc additionnel	2022-A00929-34_Document additionnel_v1_20220414_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
ASS - Assurance	2022-A00929-34_Assurance_v1_20220608_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
COU - Courrier	2022-A00929-34_Courrier de demande d'avis_v1_20220414_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
CVI - CV investigateurs	2022-A00929-34_CV Aude Bagan Triquenot_v1_20220513_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
CVI - CV investigateurs	2022-A00929-34_CV Léa Durand_v1_20220513_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
CVI - CV investigateurs	2022-A00929-34_CV Rita Lenoir dit Caron_v1_20220513_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
CVI - CV investigateurs	2022-A00929-34_CV Jérémy Coquart_v1_20220530_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
CVI - CV investigateurs	CV GILLIAUX MAXIME - 21062022.pdf	21/06/2022
DEM - Demande autorisation	2022-A00929-34_Demande autorisation_v1_20220414_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
DOC - Autres documents	2022-A00929-34_Annexe 1_Supports de communication_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
DOC - Autres documents	2022-A00929-34_Annexe 2_Protocole d'évaluation_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
DOC - Autres documents	2022-A00929-34_Annexe 3_Cahier d'observation_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
DOC - Autres documents	Recepisse declaration CNIL no 2216206.pdf	21/06/2022
INF - Doc Information	2022-A00929-34_Document information patient_v3_20220513_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
INF - Doc Information	2022-A00929-34_Formulaire de consentement_v1_20220414_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022
JUS - Justification lieux de recherche	2022-A00929-34_Justification adéquation des moyens_v1_20220530_TELEYOGAVC.pdf	16/06/2022

PRO - Protocole	2022-A00929-34_Protocole_v3_20220621_TELEYGAVC.pdf	21/06/2022
RES - Résumé	2022-A00929-34_Résumé du protocole_v3_20220513_TELEYGAVC.pdf	16/06/2022

Le mercredi 6 juillet 2022

La Présidente du CPP EST III
Madame le Docteur Elisabeth LUPORSI



1. Affiche

Participer à la recherche en santé
Appel aux VOLONTAIRES

Qui peut participer ?

- Vous avez subi un **AVC** il y a **+ de 6 mois**
- Vous souffrez toujours de troubles de l'**équilibre**
- Vous êtes **capable de marcher** sur quelques mètres
- Vous pouvez descendre **au sol** et remonter
- Vous êtes équipé pour la **visio-conférence**
- Vous ne pratiquez **pas d'activité physique régulière**

Pour faire quoi ?

Un programme de **yoga adapté en télé-rééducation**
(3 séances hebdomadaires durant 12 semaines)

Où ça se passe ?

Vous pouvez participer en habitant n'importe où en **France Métropolitaine**, puisque l'étude se déroule à distance.

+ d'infos ?

Pour savoir si vous êtes éligibles, contactez-nous :
apa.avc@gmail.com ou **07.86.91.78.77**

2. Vidéo

URL : <https://www.youtube.com/watch?v=BlzEKe2gTs4>



Recherche de volontaires pour l'étude : Télé-Yog'AVC

Le yoga dans la rééducation des patients atteints de pathologies du système nerveux central et plus particulièrement d'accident vasculaire cérébral

Résumé

Les pathologies affectant le système nerveux central sont susceptibles d'entraîner des séquelles sensitivo-motrices, mais également cognitives et psychologiques, qui vont limiter la réalisation d'activités fonctionnelles tels que les transferts ou la marche, et ainsi restreindre l'implication des patients dans des situations de leur vie quotidienne. Cette thèse avait pour objectif d'investiguer l'intérêt d'une nouvelle approche thérapeutique par le yoga. Cette discipline orientée sur l'interaction réciproque entre le corps et le mental est de plus en plus étudiée dans la littérature scientifique. Cependant, les recherches sur l'intérêt du yoga dans la rééducation des pathologies neurologiques centrales sont relativement récentes. Aussi, l'objectif de cette thèse était d'identifier la qualité de preuves existantes et de contribuer à les enrichir.

Tout d'abord, une revue systématique de la littérature a été menée afin d'identifier si le yoga pouvait améliorer la qualité de vie liée à la santé des individus atteints de pathologies neurologiques centrales. Ce travail a permis d'identifier que la qualité des preuves existantes est encore trop faible et qu'il faut mener de nouvelles recherches expérimentales, notamment en ce qui concerne les accidents vasculaires cérébraux (AVC). Un premier essai randomisé contrôlé a donc été mené pour investiguer l'efficacité d'un programme de yoga adapté aux séquelles motrices en phase chronique post-AVC, en comparaison d'un programme d'exercices conventionnels. Les résultats ont permis de confirmer notre hypothèse principale selon laquelle le yoga n'était pas moins efficace qu'une approche rééducative classique pour améliorer l'équilibre, la mobilité fonctionnelle et la force musculaire du quadriceps. Notre hypothèse secondaire concernait la potentielle supériorité du yoga pour améliorer l'état psychologique des patients, mais elle n'aura pas pu être confirmée. Toutefois les deux approches semblent pouvoir aboutir à une amélioration de ce critère, et méritent d'être réévaluées dans de nouvelles recherches. Enfin, une étude randomisée contrôlée pilote s'est intéressée à la faisabilité et l'innocuité du télé-yoga, ainsi qu'à la satisfaction des participants. Les résultats révèlent que, malgré quelques difficultés liées à l'utilisation des outils informatiques, et la nécessité de modifier quelques postures du programme de yoga, l'intervention était faisable, sans danger et jugée par la majorité comme très satisfaisante. Ces études expérimentales attestent de l'intérêt clinique du yoga dans la rééducation des séquelles motrices et psychologiques en phase chronique post-AVC, qu'il soit délivré en présentiel ou en distanciel.

Mots clés : système nerveux central, accident vasculaire cérébral, yoga, équilibre, mobilité, santé mentale.

Abstract

Central nervous system disorders can result in sensory and motor sequelae as well as cognitive and psychological impairments, which limit the ability to perform functional activities such as transferring or walking. They thus restrict patients' involvement in everyday life. The aim of this thesis was to investigate the value of a new therapeutic approach through yoga. This discipline, which focuses on the reciprocal interaction between body and mind, has been increasingly studied in the scientific literature. However, research investigating the benefits of yoga in the rehabilitation of central nervous system disorders is relatively recent. Hence, the aim of this thesis was to identify the quality of available evidence on the subject and to contribute to its development.

First, a systematic review of the literature was carried out to identify whether yoga could improve the health-related quality of life of individuals suffering from central nervous system disorders. This work identified that the quality of evidence was low and that further experimental research was needed, especially with regard to stroke. A randomised controlled trial was therefore conducted to investigate the effectiveness of a yoga programme adapted to chronic post-stroke motor sequelae compared with a conventional exercise programme. The results confirmed our main hypothesis that yoga was no less effective than a conventional rehabilitation approach in improving balance, functional mobility, and quadriceps muscle strength. Our secondary hypothesis concerned the potential superiority of yoga in improving patients' mental health, however this could not be confirmed. Yet, both approaches appear to be effective in improving this outcome and deserve to be reconsidered in further research. Finally, a pilot randomised controlled trial was conducted, focusing on the feasibility and safety of tele-yoga as well as on participant satisfaction. The results showed that despite some difficulties in using the computer tools and the need to modify some of the postures in the yoga programme, the intervention was feasible, safe, and judged by the majority to be very satisfactory. These experimental studies have demonstrated the clinical value of yoga in the rehabilitation of motor and psychological sequelae in the chronic post-stroke phase, whether delivered face-to-face or remotely.

Keywords: central nervous system, stroke, yoga, balance, mobility, mental health.