

L'effet des thérapies thermiques sur la spasticité des patients post-AVC: une revue de la littérature

The effect of heat therapies on spasticity in post-stroke patients: A literature review

Fabio Alves (BSc, PT)¹, Florent Droz-dit-Busset (BSc, PT)², Nicolas Perret (MSc, PT)³

Mains Libres 2022; 4: 217-226 | DOI: 10.55498/MAINSLIBRES.2022.10.4.217

Sources de financement:
les auteurs déclarent
ne pas avoir reçu
de financement pour
cette recherche.
Conflits d'intérêts:
les auteurs déclarent
ne pas avoir de conflits
d'intérêts pour
cette recherche.

Article reçu le 24 janvier 2022,
accepté le 18 octobre 2022.

MOTS-CLÉS

accidents vasculaires cérébraux / AVC/ spasticité / thérapies thermiques / cryothérapie / thermothérapie / thérapie thermique par contraste

KEYWORDS

stroke / spasticity / thermal therapy / cryotherapy / thermotherapy / contrast thermal therapy

RÉSUMÉ

Contexte: L'incidence de l'accident vasculaire cérébral (AVC) est en constante augmentation, notamment en raison du vieillissement de la population. Il engendre de nombreuses déficiences telles que la spasticité. Celle-ci peut être expliquée par différents mécanismes physiologiques encore mal connus et diminue l'autonomie ainsi que la qualité de vie des patients. La thérapie thermique n'a jusqu'à présent pas fait l'objet d'une revue de la littérature pour la prise en charge de la spasticité.

Objectif: L'objectif de cette revue de la littérature consiste à évaluer l'effet des différentes thérapies thermiques sur la spasticité des patients post-AVC.

Méthode: Une recherche dans les bases de données PubMed, CINAHL, PEDRO et Embase a permis de retenir cinq essais contrôlés randomisés (RCT), incluant au total 149 patients.

Résultats: Deux études traitent de thermothérapie, deux de cryothérapie et une de thérapie thermique par contraste. La thermothérapie a démontré un effet significatif intergroupe directement et 30 minutes après l'intervention sur l'échelle d'Ashworth modifiée (MAS), auquel s'ajoute un effet cumulatif après 4 semaines de traitement. La cryothérapie démontre également un effet significatif intergroupe sur la MAS directement et 4 semaines après l'intervention. Le protocole de thérapie thermique par contraste n'a pas montré de résultats significatifs après 6 semaines d'intervention.

Conclusion: Une recommandation faible selon le Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations (GRADE) concernant l'utilisation de thérapie thermique pour traiter la spasticité peut être émise. Des études de meilleure qualité sont nécessaires pour augmenter le niveau de recommandation ainsi que pour connaître les effets de l'utilisation des différentes thérapies thermiques sur la fonction des patients.

ABSTRACT

Background: The incidence of stroke is constantly increasing due to an aging population. Strokes cause numerous deficiencies, such as spasticity. Spasticity can be explained by different physiological mechanisms that are still not well known. Strokes can also reduce autonomy and quality of life. Thermal therapy has not yet been reviewed in the literature on the treatment of spasticity.

Objective: This literature review aims to evaluate the effect of different thermal therapies on spasticity in post-stroke patients.

Method: A search of the PubMed, CINAHL, PEDRO, and Embase databases resulted in the selection of five randomized control trials (RCT), which included a total of 149 patients.

Results: Two studies dealt with thermotherapy, two with cryotherapy, and one with thermal contrast therapy. Thermotherapy was assessed with the Modified Ashworth Scale (MAS) and had a significant intergroup effect immediately following and 30 minutes after the intervention, with a cumulative effect after four weeks of treatment. The effects of cryotherapy were also measured on the MAS, and cryotherapy had a significant effect immediately following and four weeks after the intervention. The thermal contrast therapy protocols did not show significant results after six weeks of intervention.

Conclusion: A weak recommendation on the Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluations (GRADE) for the use of thermal therapy to treat spasticity can be made. More in-depth studies are needed to increase the level of the recommendation as well as to better understand the effects of the use of different thermal therapies on the patient's function.

¹ Service d'orthopédie et de traumatologie, Département de l'appareil locomoteur, CHUV et Université de Lausanne, Lausanne, Suisse

² Esprit Physio, Neuchâtel, Suisse

³ Haute école de santé Vaud (HESAV), Haute école spécialisée de Suisse-occidentale (HES-SO), Lausanne, Suisse

INTRODUCTION

L'AVC est l'une des principales causes d'incapacité chez les adultes dans le monde⁽¹⁾. En 2020, en Suisse, 21'041 personnes ont été hospitalisées à la suite d'un AVC⁽²⁾. En France, où le nombre d'AVC par habitant est proportionnellement similaire à celui de la suisse⁽³⁾, les coûts engendrés par la prise en charge de ces patients s'élevaient à 5.3 milliards d'euros en 2007⁽⁴⁾. Au niveau mondial, le nombre de personnes atteintes ainsi que le nombre de survivants d'AVC étaient en constante augmentation entre 1990 et 2010⁽¹⁾. Le nombre de cas continuera certainement d'augmenter avec le vieillissement de la population⁽⁵⁾, ce qui place l'AVC comme un enjeu majeur de santé publique.

Les AVC surviennent principalement chez les personnes âgées et plus particulièrement chez les hommes⁽⁶⁾. Le principal facteur de risque de l'AVC est l'hypertension chronique. Cependant, d'autres facteurs augmentent également ce risque, tels qu'un taux élevé de cholestérol, l'obésité, le tabagisme ou encore la sédentarité^(6,7). L'AVC entraîne la mort du tissu cérébral et neurologique⁽⁸⁾, engendré par un manque d'apport en oxygène et en nutriments. Il en découle de nombreuses complications et déficiences physiques et psychologiques, telles que la spasticité⁽⁹⁾.

Malgré le fait qu'ils ne soient pas encore tous bien connus, différents phénomènes physiopathologiques seraient à l'origine de la survenue de la spasticité à la suite d'un AVC⁽¹⁰⁾. Selon certains chercheurs, celle-ci serait due à une lésion des voies cortico-spinale⁽¹¹⁾, alors que pour d'autres des voies extra-pyramidales⁽¹²⁾. De plus, des modifications non-neuronales se situant au sein des tissus musculaires participeraient également à la survenue de la spasticité^(13,14).

La spasticité touche 20 à 40% des patients ayant subi un AVC^(13,15), et notamment les victimes les plus jeunes, touchant préférentiellement le membre supérieur⁽¹⁴⁾.

La spasticité diminue la qualité de vie des patients⁽¹⁵⁾. Celle-ci modifie entre autre la qualité de la marche et engendre d'autres complications, telles qu'une augmentation du risque de chutes, d'escarres et de thromboses veineuses profondes⁽¹⁶⁾. Sa survenue représente une charge importante pour les soignants et la société⁽¹⁵⁾. En effet, les coûts liés aux soins sont quatre fois plus importants chez un patient AVC atteint de spasticité que chez un patient ou celle-ci est absente⁽¹⁴⁾.

Selon le SPASM consortium, la spasticité est définie comme un terme générique comprenant l'ensemble des signes et symptômes positifs du syndrome du motoneurone supérieur⁽¹⁷⁾. Toutefois, dans la clinique, la spasticité se définit par une augmentation de la résistance musculaire lors de l'étirement passif du muscle⁽¹⁰⁾.

Il existe un certain nombre de moyens de mesures utilisés pour évaluer la spasticité. Néanmoins, la pertinence de leur utilisation est régulièrement remise en question par la communauté scientifique.

Les méthodes de mesures électrophysiologiques, telles que la mesure de l'onde F nécessitent du matériel conséquent et du temps pour leur réalisation. En clinique, le « gold standard » est l'échelle d'Ashworth modifiée⁽¹⁴⁾ étant donné sa facilité d'utilisation. Elle permet de mesurer la résistance à un étirement

passif du muscle, sans distinction entre l'aspect neuronal de celle-ci et les modifications biomécaniques musculaires et tissulaires survenant ultérieurement⁽¹⁴⁾. La différence minimale cliniquement significative (MCID) de cette échelle, calculés par Chen *et al.* (2020)⁽¹⁸⁾ concernant les patients atteints de spasticité suite à un AVC est de 0,48 point pour le membre supérieur et de 0,45 point pour le membre inférieur.

Les thérapies thermiques figurent encore aujourd'hui parmi les moyens de traitement populaires des soignants et des patients pour traiter différents types de pathologies^(19, 20). En effet, celles-ci sont utilisées dans différents domaines, et peuvent être employées pour traiter les lésions sportives, les douleurs articulaires ou encore l'arthrite⁽¹⁹⁾. De manière plus spécifique au domaine de la neurologie, la cryothérapie est entre autre utilisée chez les patients atteint de sclérose en plaques, afin de diminuer la fatigue et la spasticité, ainsi qu'améliorer la mobilité⁽²¹⁾. En neurologie aiguë, celle-ci est notamment utilisée pour son effet neuroprotecteur⁽²²⁾.

Il existe trois types de thérapies thermiques⁽²³⁾:

- La cryothérapie, qui se définit par l'application d'une substance froide faisant diminuer la température du corps et des tissus.
- La thermothérapie, qui consiste en l'application d'une substance chaude faisant augmenter la température du corps et des tissus.
- La thérapie par contraste, qui se caractérise par des cycles de thermothérapie suivie de cryothérapie.

Il existe un nombre conséquent de méthodes d'application de la thérapie thermique, telles que les packs de glace, le massage au glaçon, l'immersion, la paraffine, les ultrasons et bien d'autres encore⁽²³⁾.

Un grand nombre de revues se sont intéressées aux différents moyens de prise en charge de la spasticité. Cependant, aucune d'entre elles n'a été réalisée de manière à évaluer l'effet sur la spasticité des différentes thérapies thermiques utilisées en physiothérapie. L'objectif de cette revue est donc d'évaluer les effets de l'application de thérapie thermique sur la spasticité engendrée par un AVC, et mesurée au travers de l'échelle d'Ashworth modifiée.

MÉTHODE

Cette revue de la littérature de type quantitative a été structurée selon le canevas PICOS⁽²⁴⁾. Aucun critère d'exclusion ou d'inclusion n'a été défini concernant l'année de parution des études, et seules les études rédigées en anglais ainsi qu'en français ont été incluses.

PICOS

Population: sujets adultes, ayant subi un AVC et développé de la spasticité. L'ensemble des patients, quel que soit leur âge, leur sexe, leur type d'AVC, leur côté atteint, leur niveau de spasticité, ou encore le temps depuis la survenue de leur AVC, ont été inclus. Les sujets atteints de troubles neurologiques surajoutés, de troubles cognitifs ou de la communication ont été exclus.

Intervention: application de thérapie thermique. La cryothérapie, la thermothérapie, ainsi que la thérapie thermique

par contraste ont été incluses, tout comme l'ensemble des différentes méthodes d'applications. Les études, dont l'application des thérapies thermiques est réalisée sur une autre partie du corps que celle touchée par la spasticité, ont été exclues.

Comparaison : les groupes comparatifs ont reçu un placebo ou une absence de thérapie thermique en parallèle des mêmes traitements que ceux prescrits aux groupes interventions.

Outcome : la spasticité a été définie comme la résistance d'un muscle à son étirement passif. Le moyen d'évaluation retenu était le MAS, car l'échelle correspond au gold standard utilisé en clinique.

Study design : seules les études randomisées contrôlées ont été incluses.

Stratégie de recherche

Les recherches documentaires ont débuté au mois de juin 2020 et se sont poursuivies jusqu'au mois de février 2021, dans les bases de données suivantes: PEDro, PubMed, Embase et Cinahl. Les articles publiés à partir de février 2021 n'ont pas été considérés dans cette revue de la littérature. Les équations de recherche sont indiquées dans le Tableau 1.

Sélection des articles

Les études ont été sélectionnées sur la base des critères d'inclusion définis par le PICO. Cette sélection s'est faite de manière individuelle par les deux auteurs en respectant les étapes du diagramme PRISMA 2009. La première étape a consisté en l'élimination des doublons. Un premier tri a été effectué par la suite, sur la base des titres et des abstracts des articles. Pour finir, une sélection plus approfondie a été réalisée au travers d'une lecture complète de ceux-ci. À chaque étape, une mise en commun, suivie d'une discussion, a permis de définir les études à inclure pour la réalisation de cette revue de la littérature.

Évaluation de la qualité des articles

La qualité des études a été évaluée par les deux auteurs de manière individuelle (FA et FD), à l'aide de la grille d'évaluation «PEDro», reconnue pour sa capacité à évaluer les RCT⁽²⁵⁾. Une mise en commun a par la suite été réalisée. En cas de désaccord, une troisième personne a permis d'arriver à un consensus (NP).

Extraction des données

Les données des différentes études ont été extraites, puis insérées dans une grille d'extraction. Les grilles ont une nouvelle fois été remplies séparément, puis une mise en commun a été réalisée afin de s'assurer de la bonne compréhension des articles.

Analyse des données

Les données ont été analysées de manière descriptive. L'hétérogénéité des modalités d'application des thérapies thermiques et des protocoles n'a pas permis la réalisation d'une méta-analyse. L'ensemble des résultats des outcomes concernant la spasticité ont été retranscrits à l'aide de différents tableaux. Le niveau d'erreur alpha a été placé à 5%. Les résultats ont donc été indiqués comme significatifs dès lors que la valeur de *p* est inférieure à 0,05, hautement significatifs quand elle était inférieure à 0,01 et très hautement

significatifs lorsque celle-ci était inférieure à 0,001. Quand ils étaient mentionnés, les intervalles et index de confiance ont également été pris en compte afin de permettre une analyse plus poussée des résultats. Lorsque les moyennes et les différences n'étaient pas connues, des calculs ont été effectués à partir des données brutes à disposition. Les valeurs calculées de cette manière ont été inscrites en italique.

Tableau 1

Équations de recherche

Bases de données	Équations de recherche
Pubmed	(«Temperature»[Mesh] OR «Cryotherapy»[Mesh] OR «temperature» OR «cryotherap*» OR «cold therap*» OR «hot therap*» OR «non pharmacological treatment») AND («Stroke»[Mesh] OR «stroke» OR «brain infarction» OR «cerebrovascular accident» OR «CVA») AND («Muscle Hypertonia»[Mesh] OR «Hypertonia» OR «spasticity» OR «Muscle tonus» OR «spastic»)
Embase	(«temperature» OR «cryotherap*» OR «cold therap*» OR «hot therap*» OR «non pharmacological treatment») AND («stroke» OR «brain infarction» OR «cerebrovascular accident» OR «CVA») AND («Hypertonia» OR «spasticity» OR «Muscle tonus» OR «spastic»)
PEDro	Sous discipline : Neurology + mots-clés : <ul style="list-style-type: none"> stroke* spasticity* cryotherapy* stroke* spasticity* temperature* stroke* thermal stimulation*
Cinhal	(MH «temperature» OR temperature OR cold therapy OR hot therapy OR cold temperature OR hot temperature OR non pharmacological treatment) AND (MH «muscle spasticity» OR hypertonia OR spasticity OR muscle tonus OR muscle spasticity OR muscle hypertonia OR spastic OR clasp knife spasticity) AND (MH «stroke» OR stroke OR ischemic stroke OR brain infarction)

RÉSULTATS

Les tableaux présentés dans les résultats sont classés par type de thérapie thermique pour faciliter l'analyse. Un code couleur détermine les études utilisant de la cryothérapie (en bleu), de la thermothérapie (en rouge) ou de la thérapie thermique par contraste (en jaune).

Sélection des études

Après avoir inséré les équations de recherche dans les différentes bases de données, 200 études ont été recensées (Figure 1). Après les différentes étapes de sélection, cinq études ont été retenues, comprenant un total de 149 sujets.

Qualité des études

La grille d'évaluation PEDro a permis de vérifier la qualité des études retenues (Tableau 2). Les critères non respectés ont été mis en évidence en rouge. Le risque de biais était modéré dans l'ensemble des études, à l'exception de l'étude de Matsumoto *et al.* (2014)⁽²⁶⁾, pour laquelle le risque de biais était faible. À l'inverse, celui-ci était plus important dans l'étude de Chen *et al.* (2005)⁽²⁷⁾, la seule étude de thérapie thermique par contraste.

Figure 1

Diagramme de flux selon PRISMA 2009

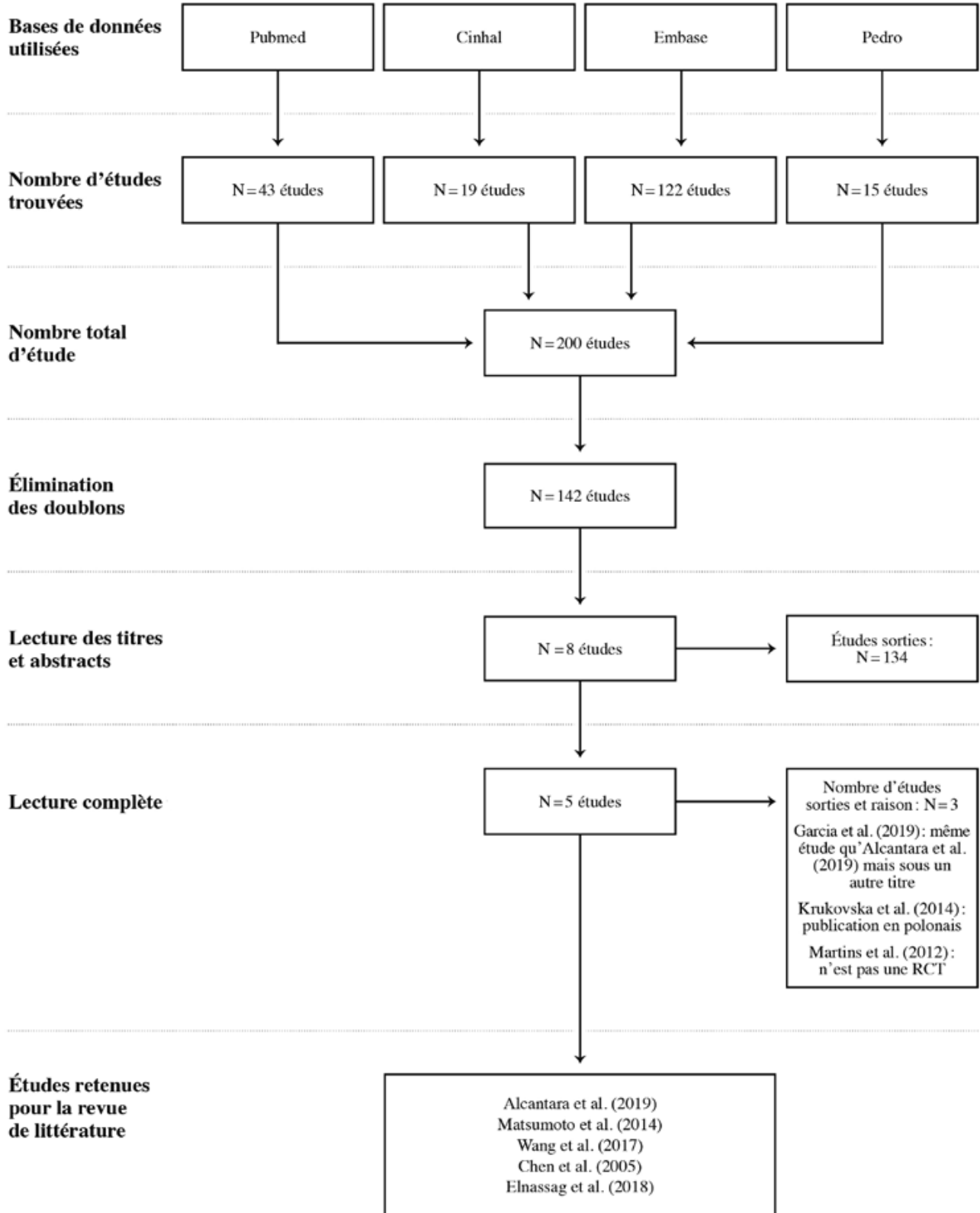


Tableau 2

Qualité des études selon la grille Pedro

Auteurs	Critères d'éligibilité	Répartition aléatoire	Assignment secrète	Groupes similaires au début de l'étude	Sujets aveuglés	Thérapeutes aveuglés	Examineurs aveuglés	Mesures obtenues pour plus de 85 % des sujets	Statistiques en intention de traiter	Comparaison intergroupe	Estimation des effets et de leur variabilité	Total des points
Alcantara <i>et al.</i> (2019)												7/11
Elnassag <i>et al.</i> (2019)												7/11
Matsumoto <i>et al.</i> (2014)												9/11
Wang <i>et al.</i> (2017)												7/11
Chen <i>et al.</i> (2005)												6/11

Population

Cette revue de la littérature était composée de cinq études et regroupe un total de 149 patients, dont 93 hommes et 56 femmes. La moyenne d'âge des patients inclus dans les différentes études variait entre 52,9 et 68,6 ans. Les valeurs reflétant la durée moyenne depuis la survenue de l'AVC, étaient hétérogènes. En effet, ces valeurs variaient de 13,38 jours pour l'étude de Chen *et al.* (2005)⁽²⁷⁾ à 29 mois pour l'étude d'Alcantara *et al.* (2019)⁽²⁸⁾.

Le niveau de spasticité moyen, lorsque celui-ci était mentionné, ne dépassait jamais la cotation 3 sur le MAS. L'étude d'Elnassag *et al.* (2019)⁽²⁹⁾, était la seule pour laquelle des valeurs ne correspondant pas aux valeurs habituellement utilisées dans le MAS étaient mentionnées. Pour le reste des études, le niveau moyen se situait approximativement à 2

pour les études de thérapie, à 1+ pour l'étude d'Alcantara *et al.* (2019)⁽²⁸⁾ et en dessous de 1 pour l'étude de thérapie thermique par contraste.

La différence intergroupe en pré-intervention n'a pas été spécifiée dans les études d'Alcantara *et al.* (2019)⁽²⁸⁾, d'Elnassag *et al.* (2019)⁽²⁹⁾ et de Matsumoto *et al.* (2014)⁽²⁶⁾. Dans les deux autres études, la différence de ces données s'est avérée être non significative. La randomisation a donc bien été réalisée étant donné que les groupes de comparaison étaient constitués d'une population de mêmes caractéristiques que le groupe intervention. Concernant le MAS, toutes les études à l'exception de l'étude de Matsumoto *et al.* (2014)⁽²⁶⁾ montraient une différence statistiquement non significative entre le groupe contrôle et le groupe intervention, en pré-intervention.

Tableau 3

Données de bases de la population

Auteurs	Nombre de participants ayant fini l'étude	Genre	Age (moyenne en années)	Durée depuis l'AVC (moyenne)	Modified Ashworth Scale (MAS)
Alcantara <i>et al.</i> (2019)	Total: 16 GI en premier: 7 GC en premier: 9	2 ♀ / 14 ♂ / /	62,3 / /	29 mois / /	GI : médiane à 1+ GC : médiane à 1+ ^T
Elnassag <i>et al.</i> (2019)	Total: 30 GI: 15 GC: 15	16 ♀ / 14 ♂ 7 ♀ / 8 ♂ 9 ♀ / 6 ♂	52,9 53,47 52,4	8,73 mois 8,53 mois 8,93 mois	GI : 15,17 GC : 15,83 ^T
Matsumoto <i>et al.</i> (2014)	Total: 22 GI: 11 GC: 11	7 ♀ / 15 ♂ 4 ♀ / 7 ♂ 3 ♀ / 8 ♂	55 56 54	13 semaines 13 semaines 13 semaines	GI : 2,3 ± 0,9 GC : 2,2 ± 0,8
Wang <i>et al.</i> (2017)	Total: 52 GI: 27 GC: 25T	18 ♀ / 34 ♂ 11 ♀ / 16 ♂ 7 ♀ / 18 ♂ ^T	68,65 70,04 67,16 ^T	108,31 jours 113,78 jours 102,40 jours ^T	GI : 2,28 (0,54) GC : 2,08 (0,57) ^T
Chen <i>et al.</i> (2005)	Total: 29 GI: 15 GC: 14T	13 ♀ / 16 ♂ 9 ♀ / 6 ♂ 4 ♀ / 10 ♂ ^T	59,0 58,5 59,6 ^T	13,38 jours 14,3 jours 12,4 jours ^T	GI : 0,27 (0,46) GC : 0,50 (0,52) ^T

GI: Groupe intervention; GC: Groupe contrôle; ^T: pas de différence significative entre les groupes.

Intervention

Parmi l'ensemble des études, évaluant l'impact de leur intervention sur la spasticité, il a été possible de distinguer deux études de cryothérapie, deux études de thermothérapie et une étude de thérapie thermique par contraste.

L'ensemble des études se différencient les unes des autres par leur moyen d'application, leurs zones d'application, ainsi que leur fréquence et temps d'application. Les deux études de cryothérapie utilisaient deux méthodes d'application distinctes, sur un membre inférieur spastique, sans toutefois appliquer une fréquence d'intervention et un temps

d'application identique. Concernant les deux études de thermothérapie, des protocoles également très distincts ont été retrouvés. Contrairement aux autres types de thérapie thermique, les prises de mesures de celles-ci permettaient de mettre en évidence d'éventuels effets cumulatifs des interventions⁽³⁰⁾, ainsi que d'éventuels effets en follow-up⁽²⁶⁾. Concernant les interventions sur les groupes contrôles, celles-ci ont également été très variables. Ainsi, l'application de packs de sable a été retrouvée dans deux des études^(28,30) mais également la visite d'un physiothérapeute pour un entretien dans une autre⁽²⁷⁾.

Tableau 4

Caractéristiques des interventions

Auteurs	Type d'intervention	Zone traitée	Durée et fréquence de l'intervention	Prise des mesures	Groupe contrôle
Alcantara et al. (2019)	Cryothérapie par cold pack	Fléchisseurs plantaires	20 min.	Avant et après l'intervention	Application d'un pack de sable d'un kilogramme à température ambiante appliqué pendant 20 minutes
Elnassag et al. (2019)	Cryothérapie par cryo-airflow	Mollet	30 min. /J. 3 J./sem. Pendant 4 sem.	Avant l'intervention / à 4 sem. lors de la dernière intervention	Même prise en charge que le GI sans utilisation du cryo-airflow
Matsumoto et al. (2014)	Thermothérapie par immersion à 41°	MI jusqu'au genou	15 min.	Avant et après l'intervention / 30 min. après l'intervention	Patient assis en position détendue pendant 15 min.
Wang et al. (2017)	Thermothérapie par paraffine	MS parétique	30 min. /J. 5 J./sem. Pendant 4 sem.	Avant et après l'intervention lors du premier jour, de la 2 ^e sem. et de la 4 ^e sem.	Application d'un pack de sable d'un poids comparable à la paraffine
Chen et al. (2005)	Thérapie par contraste	Poignet et main	20-30 min. /J. 5 J./sem. Pendant 6 sem.	Avant l'intervention / à 6 sem. lors de la dernière intervention	Visite d'un physiothérapeute pour discuter de la réadaptation

MAS: Modified Ashworth Scale; **Min:** minutes; **J:** jours; **Sem:** semaines; **MS:** membre supérieur; **MI:** membre inférieur.

Tableau 5

Résultats sur le MAS intergroupe

Auteurs	Prise de la mesure	Groupe contrôle	Groupe intervention	Différence	95% IC
Alcantara et al. (2019)	Immédiatement après l'intervention	Médiane à 1+	Médiane à 1	-0,50***	/
Elnassag et al. (2019)	Après 4 semaines	19,4	11,6	-7,80**	/
Matsumoto et al. (2014)	Immédiatement après l'intervention 30 min après l'intervention	1,5 ± 0,8 2,0 ± 1,1	0,9 ± 0,8 1,4 ± 0,9	-0,72* -0,73*	-1,262 à -0,193 -1,162 à -0,293
Wang et al. (2017)	Avant la première intervention Après la première intervention Avant l'intervention à 2 semaines Après l'intervention à 2 semaines Avant l'intervention à 4 semaines Après l'intervention à 4 semaines	2,08 (0,57) 2,08 (0,57) 2,20 (0,54) 2,24 (0,50) 2,58 (0,53) 2,50 (0,54)	2,28 (0,54) 2,17 (0,73) 1,67 (0,55) 0,98 (0,61) 1,35 (0,57) 0,74 (0,61)	+0,20 ^T +0,09 ^T -0,53** -1,26** -1,23** -1,76**	/ / / / / /
Chen et al. (2005)	Après 6 semaines	1,21 (1,05)	0,67 (0,98)	-0,54 ^T	/

T: Différence non significative; ***** Différence significative; ****** Différence hautement significative; ******* Différence très hautement significative; **IC:** intervalle de confiance

Résultats des interventions sur la spasticité

L'étude d'Alcantara *et al.* (2019)⁽²⁸⁾ ainsi que celle de Matsumoto *et al.* (2014)⁽²⁶⁾ a montré toutes deux une diminution significative de la spasticité des fléchisseurs plantaires. Cette différence du niveau de spasticité est restée sensiblement la même 30 minutes après l'intervention dans l'étude menée par Matsumoto *et al.* (2014)⁽²⁶⁾ (IC 95% – 1,162 et –0,293).

Après quatre semaines d'intervention, l'étude d'Elnassag *et al.* (2019)⁽²⁹⁾ ainsi que l'étude de Wang *et al.* (2017)⁽³⁰⁾ ont toutes deux montré une diminution hautement significative de la spasticité. Cependant, dans l'étude d'Elnassag *et al.* (2019)⁽²⁹⁾, les valeurs numériques ne correspondaient pas aux valeurs habituelles du MAS. Malgré nos sollicitations, nous n'avons pas pu obtenir d'informations de la part de l'auteur concernant ce score. Il est possible que les résultats obtenus correspondent à un score agrégé.

L'étude de thérapie thermique par contraste n'a quant à elle pas montrée d'effet statistiquement significatif.

DISCUSSION

L'ensemble des études retenues ont inclus des patients ayant développé une spasticité inférieure ou égale à 3. Il n'est donc pas possible de généraliser les résultats obtenus à la totalité de la population, en raison d'une absence totale de patients avec un niveau de spasticité à 4 sur le MAS. Toutefois, la proportion de personnes atteintes d'AVC ayant une spasticité à 4 est limitée⁽³¹⁻³³⁾. Les sujets inclus dans les études retenues représentaient donc bien la population atteinte de spasticité à la suite d'un AVC (âge, genre, durée post AVC). Chaque type de thérapie thermique a été appliquée à une population représentant un stade de l'AVC (aiguë pour la thérapie par contraste, subaiguë pour la thérapie, chronique pour la cryothérapie). Il est donc une nouvelle fois difficile de généraliser les résultats obtenus pour un type de thérapie thermique à une autre population que celle représentée.

Cryothérapie

Les deux études de cryothérapie semblaient montrer des résultats ayant un effet significatif sur la spasticité. Dans l'étude d'Alcantara *et al.* (2019)⁽²⁸⁾ la spasticité du groupe intervention a diminué de 0,5 point sur le MAS au niveau du membre inférieur alors qu'elle est restée stable dans le groupe contrôle. La diminution supérieure à la MCID tend à démontrer une amélioration cliniquement significative de la spasticité après l'intervention. Dans l'étude d'Elnassag *et al.* (2019)⁽²⁹⁾ une diminution du MAS a également été observable. Cependant, les valeurs numériques ne correspondant pas aux valeurs du MAS, il n'est donc pas possible de les mettre en parallèle avec la MCID. De plus, dans cette étude, l'évaluateur n'a pas été aveuglé, ce qui représente un gros risque de biais. En effet, celui-ci a pu avoir des attentes sur les résultats et ne pas prendre les mesures de manière objective.

Afin d'être certain que ces différents protocoles de cryothérapie soient efficaces en clinique, il aurait été nécessaire que les auteurs indiquent un intervalle de confiance. En effet, il n'est pas possible de savoir si la valeur inférieure de l'intervalle de confiance était au-dessus ou au-dessous de la MCID.

Physiologiquement, cette diminution de la spasticité via l'utilisation de cryothérapie pourrait être expliquée par une diminution de la vitesse de conduction nerveuse. En effet, selon Algafly *et al.* (2007)⁽³⁴⁾ la vitesse de conduction nerveuse varie notamment en fonction de la température cutanée. Néanmoins, il n'est pas possible d'affirmer qu'une relation linéaire existe entre la diminution de la température cutanée et la diminution de la vitesse de conduction nerveuse^(35,36). De plus, il n'y a pas de consensus statuant sur une température cutanée, une modalité et un temps d'application optimal pour diminuer la vitesse de conduction nerveuse et ainsi améliorer les résultats sur la spasticité⁽³⁴⁻³⁶⁾. Concernant les modalités d'application, l'étude d'Alcantara *et al.* (2019)⁽²⁸⁾ a évalué l'efficacité de l'application de pack de glace, contrairement à l'étude d'Elnassag *et al.* (2019)⁽²⁹⁾ qui a utilisé une méthode de cryo-airflow. Selon Elnassag *et al.* (2019)⁽²⁹⁾, l'utilisation de cryo-airflow serait une méthode plus constante, plus précise et mieux tolérée par les patients. Le matériel nécessaire pour son application est toutefois très coûteux, et son utilisation complexe, en comparaison aux packs de glace utilisés dans l'étude d'Alcantara *et al.* (2019)⁽²⁸⁾. Ainsi, ces deux méthodes d'applications présentent des avantages et des inconvénients.

Thermothérapie

La thermothérapie semblait, elle aussi, avoir un effet bénéfique sur la spasticité dans les deux études. L'étude de Matsumoto *et al.* (2014)⁽²⁶⁾ possède la meilleure qualité de cette revue de la littérature, étant donné qu'elle a été la seule à communiquer l'ensemble des données statistiques nécessaires à une analyse correcte des résultats. Toutefois, le calcul de la puissance faisait défaut. Il n'est donc pas possible de s'assurer que le traitement aura le même niveau d'efficacité dans la population générale qu'au sein de l'étude. Cette étude mettait en évidence une diminution plus importante de la spasticité dans le groupe intervention que dans le groupe contrôle immédiatement, mais également 30 minutes après l'intervention. Les deux valeurs étaient supérieures à la MCID, ce qui indiquait un effet cliniquement significatif de l'intervention. Cependant, l'intervalle de confiance était très large (95%IC: –1,262 à –0,193 et –1,162 à –0,293) et la valeur inférieure étant plus basse que la MCID, il n'est pas sûr que les résultats de l'intervention soient au-dessus de celui-ci. L'étude de Wang *et al.* (2017)⁽³⁰⁾ démontrait également une diminution du MAS supérieure à la MCID, mais uniquement après deux semaines de traitement. Un effet cumulatif des interventions a également pu être mis en évidence. Avant l'intervention, lors de la quatrième semaine, la différence intergroupe était de –1,23 point alors que celle-ci était de –0,53 point à la deuxième semaine et de +0,20 point au début de l'étude. Les données mesurées dans l'étude de Wang *et al.* (2017)⁽³⁰⁾ n'ont toutefois pas été effectuées en aveugle. Un risque de biais est donc possible. De plus, l'intervalle de confiance n'a pas été indiqué dans cette étude.

Cette diminution de la spasticité engendrée par la thermothérapie pourrait être expliquée par une diminution de l'action du système nerveux sympathique^(11,37). Cependant, les mécanismes physiologiques restent peu clairs étant donné le faible nombre d'études explorant ce sujet dans la littérature. Tout comme pour la cryothérapie, il n'existe pas de consensus sur une température cutanée, une modalité et un temps d'application optimal à atteindre⁽³⁸⁾. Les deux études de thermothérapie utilisent également des méthodes

d'application différentes, mais avec un niveau de température de l'agent analogue (40°C). Étant donné que les températures élevées sont mieux supportées dans un environnement sec qu'humide⁽³⁸⁾, la température de la paraffine utilisée dans le protocole de Wang et al (2017)⁽³⁰⁾ pourrait théoriquement être augmentée, afin d'observer d'éventuels effets plus importants du protocole sur la spasticité. Le protocole de Matsumoto et al. (2014)⁽²⁶⁾ nécessite quant à lui peu de matériel, et est disponible dans tous les milieux de soins ainsi qu'au domicile des patients, contrairement au protocole de Wang et al. (2017)⁽³⁰⁾. Cela rend son utilisation simple et peu onéreuse pour une utilisation en clinique.

Thérapie thermique par contraste

La thérapie thermique par contraste utilisée dans l'étude de Chen et al. (2005)⁽²⁷⁾ ne semble pas montrer d'effet bénéfique sur la spasticité. En effet, les résultats étaient non significatifs. Par ailleurs, la qualité de cette étude n'était pas très élevée. La perte d'un grand nombre de participants, dont les auteurs n'ont pas tenu compte dans les statistiques, a pu biaiser les résultats obtenus. Ce manque d'efficacité peut être dû au fait que la thérapie thermique par contraste ne modifie pas la température intramusculaire^(23,39). L'alternance entre la cryothérapie et la thermothérapie ne permet donc pas d'obtenir les effets physiologiques recherchés individuellement par ces deux types de thérapies thermiques. Par ailleurs, la mesure de la spasticité n'étant pas l'outcome primaire de cette étude, il ne représentait pas l'élément principal sur lequel les auteurs ont voulu agir avec la thérapie thermique par contraste.

Il est important de relever qu'aucun effet cumulatif ou d'effet en follow-up n'a été recherché dans les différentes études, à l'exception de celles de thermothérapie. Un effet sur la spasticité semble se maintenir 30 minutes après l'immersion en eau chaude⁽²⁶⁾, ainsi qu'un effet cumulatif lors de l'utilisation de paraffine sur 4 semaines⁽³⁰⁾. Il n'est donc pas possible d'assurer un effet à long terme de ce type de thérapie.

Aux vues de tous ces éléments, il s'avère que la thermothérapie est la thérapie thermique la plus efficace pour diminuer la spasticité des patients post-AVC à court terme. La cryothérapie semble également être prometteuse. Cependant, les deux études^(28,29) ayant utilisé ce type de thérapie thermique sont de qualité moyenne, ce qui diminue la confiance dans leurs résultats.

Comparaison aux autres traitements

La thérapie thermique est un moyen de traitement intéressant à explorer du fait de son coût peu élevé, de sa relative facilité et rapidité d'utilisation, ainsi que de son faible risque de complication. D'autres moyens de traitement existants utilisés pour contrôler la spasticité ne bénéficient pas d'un rapport risque/bénéfice aussi intéressant. En effet, l'utilisation de traitements pharmacologiques, tels que le dantrolène, les benzodiazépines, la gabapentine, ou encore le baclofène, engendrent un nombre important d'effets secondaires⁽⁴⁰⁾. Ceux-ci ne sont généralement pas recommandés comme traitement de première instance⁽⁴¹⁾. L'utilisation de TENS est, pour sa part, recommandée en adjuvant d'exercice et nécessite des séances de 30 minutes minimum ainsi que du matériel d'électrostimulation⁽⁴²⁾. La toxine botulique, fréquemment utilisée, a démontré son efficacité et sa sécurité afin de diminuer la spasticité et améliorer la qualité de vie des patients⁽⁴³⁾.

Une méta-analyse réalisée par Dong et al. (2017)⁽⁴⁴⁾ regroupant 19 études évaluant l'utilisation de la toxine botulique, à confirmé cette efficacité. En effet, la diminution de tonus du groupe intervention était de -0,98 point supérieure à celle du groupe placebo (95% IC: -1,28 à -0,68) à 4 semaines et de -0,67 point (95% IC: -0,88 à -0,46) à 12 semaines de l'intervention. On remarque donc que l'effet à 4 semaines était équivalent aux résultats trouvés dans l'étude de Wang et al. (2017)⁽³⁰⁾. La thermothérapie pourrait donc être un moyen de traitement intéressant à utiliser, avant que l'administration de toxine botulique ne soit nécessaire, ou en complément de ce traitement de choix qui nécessite des compétences médicales et qui constitue un geste invasif.

Implications pratiques

La cryothérapie ainsi que la thermothérapie semblent être des moyens de traitement prometteurs, avec un degré de recommandation faible. Ces deux méthodes de thérapie thermique semblent être un complément intéressant aux traitements usuels. Au vu des éléments précédents, le protocole de thermothérapie de Matsumoto et al. (2014)⁽²⁶⁾, considéré comme peu onéreux et nécessitant peu de matériel, pourrait être privilégié. Celui-ci est d'autant plus intéressant qu'il est possible de l'utiliser de manière autonome, après une courte formation dispensée par un professionnel de santé. Il pourrait donc être conseillé aux patients atteints de spasticité au niveau des membres inférieurs d'utiliser ce protocole avant une séance de physiothérapie, étant donné que les effets positifs sur la spasticité semblent se maintenir pendant trente minutes. Son application immédiatement avant une séance de physiothérapie représenterait un gain de temps pour le physiothérapeute, ce qui lui permettrait de se consacrer aux aspects plus fonctionnels du traitement. Le patient pourrait ainsi, quinze minutes avant la séance de physiothérapie, immerger l'entier ou une partie du membre inférieur spastique dans de l'eau à 40°C.

Toutefois, il est primordial que l'utilisation autonome de thérapie thermique, et tout particulièrement à domicile, ne soit prescrite qu'aux patients dont les fonctions cognitives sont préservées. De plus, de potentiels troubles de la sensibilité sont notamment à considérer chez une population atteinte d'AVC. Il est donc nécessaire d'être prudent concernant un potentiel risque de brûlure lors de l'application de température supérieure à 45°C⁽²³⁾ et concernant les potentiels effets secondaires sur les nerfs superficiels, les risques d'engelure ainsi que les risques de diminution du rythme cardiaque et métabolique lors de l'application de cryothérapie⁽²³⁾.

Recherches futures

Des recommandations plus fortes ne peuvent pas être données, entre autres, en raison de la qualité des études et du nombre limité de participants. L'hétérogénéité des interventions rend difficile l'analyse des données et les variations au niveau des protocoles limitent la validité externe des études, rendant difficile la comparaison entre les différentes modalités de traitement. Il serait donc intéressant de réaliser d'autres études permettant de définir les méthodes et les moyens les plus efficaces pour modifier la température cutanée, ainsi que pour préciser la corrélation entre celle-ci et les modifications sur la spasticité. Cela permettrait, d'autre part, de définir des températures idéales et confortables à atteindre pour avoir un effet optimal. De plus, il manque dans certaines études un nombre important de

données statistiques, telles que la puissance et les intervalles de confiance. Des études de meilleures qualités permettraient d'obtenir une recommandation plus élevée concernant l'utilisation des thérapies thermiques sur la spasticité des patients post-AVC. Il serait également nécessaire de réaliser de nouvelles études comportant une population plus importante et représentant des sujets situés dans les différentes phases de l'AVC, étant donné que la spasticité évolue au fil du temps⁽³¹⁾. D'autres études s'intéressant aux effets des thérapies thermiques sur les paramètres fonctionnels tels que la vitesse de marche, l'équilibre ou encore la fonction du membre supérieur permettraient d'avoir une vision plus large pour recommander l'utilisation des thérapies thermiques chez les patients atteints de spasticité post-AVC.

Limites de la revue de la littérature

Cette revue n'est pas systématique et ne permet donc pas de regrouper de manière exhaustive toutes les études parues sur le sujet. Cela aurait potentiellement permis de réaliser une méta-analyse de l'ensemble des résultats.

Par ailleurs, selon la grille AMSTAR, il manque un certain nombre d'éléments, tels qu'une liste comprenant l'ensemble des études exclues, ou encore le calcul de la probabilité de biais de publication. Néanmoins, cette revue a tout de même révélé de bons éléments. Entre autres, l'analyse des données effectuée par deux auteurs de manière indépendante, l'analyse de la qualité de chaque étude, ainsi que l'interprétation des résultats en lien avec la qualité de celles-ci.

CONCLUSION

Cette revue de la littérature évalue l'efficacité des différentes thérapies thermiques sur la spasticité des patients post-AVC. Les résultats obtenus montrent que la cryothérapie ainsi que la thermothérapie sont des traitements prometteurs. Celles-ci peuvent être recommandées pour leur efficacité immédiate et à 4 semaines sur la spasticité afin de faciliter les prises en charge en physiothérapie. Cependant, un plus grand nombre d'études est nécessaire pour augmenter la confiance que l'on peut accorder aux résultats obtenus. De futures études devraient également investiguer l'effet des thérapies thermiques sur les paramètres fonctionnels tels que la marche. Il est également primordial de mener des études pour pouvoir déterminer avec plus de précision les modalités d'application pour lesquelles les bénéfices sont les plus importants à court et à moyen terme.

IMPLICATIONS POUR LA PRATIQUE

- Le nombre d'études évaluant les effets de la cryothérapie et de la thermothérapie reste limité.
- La cryothérapie et la thermothérapie pourraient être recommandées pour diminuer immédiatement la spasticité.
- La cryothérapie et la thermothérapie pourraient être recommandées pour diminuer la spasticité à 4 semaines.
- L'immersion durant 15 min. à 41° semblerait être l'approche la plus intéressante vu ses effets à 30 min., sa faisabilité et son coût.
- Les effets de la cryothérapie et de la thermothérapie sur la fonction restent à évaluer.

Contact

Fabio Alves Salvador: fabio.alvessalvador@hotmail.com

Florent Droz-dit-Busset: florentd96@hotmail.com

Nicolas Perret: Nicolas.perret@hesav.ch

Références

1. Feigin VL, Forouzanfar MH, Krishnamurthi R, Mensah GA, Connor M, Bennett DA, *et al.* Global and regional burden of stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*. 2014;383(9913):245-55.
2. Office fédéral de la statistique. Maladies cardiovasculaires [Internet]. [Cité 29 juin 2022]. Disponible sur: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiken/gesundheit/gesundheitszustand/krankheiten/herz-kreislauf-erkrankungen.html>
3. de Peretti C, Gabet A, Lecoffre C, Oberlin P, Olié V, Woimant F. Regional disparities in acute and post-acute care of stroke patients in France, 2015. *Revue Neurologique*. 2018;174(7-8):555-63.
4. Chevreur K, Durand-Zaleski I, Gouépo A, Fery-Lemonnier E, Hommel M, Woimant F. Cost of stroke in France. *Eur J Neurol*. 2013;20(7):1094-100.
5. Béjot Y, Bailly H, Durier J, Giroud M. Epidemiology of stroke in Europe and trends for the 21st century. *La Presse Médicale*. 2016;45(12):e391-8.
6. Straus SE, Majumdar SR, McAlister FA. New Evidence for Stroke Prevention: Scientific Review. *JAMA*. 2002;288(11):1388.
7. Hu X, De Silva TM, Chen J, Faraci FM. Cerebral Vascular Disease and Neurovascular Injury in Ischemic Stroke. *Circ Res*. 2017;120(3):449-71.
8. Prabhakaran S, Ruff I, Bernstein RA. Acute Stroke Intervention: A Systematic Review. *JAMA*. 2015;313(14):1451.
9. Folkerts MA, Hijmans JM, Elsinghorst AL, Mulderij Y, Murgia A, Dekker R. Effectiveness and feasibility of eccentric and task-oriented strength training in individuals with stroke. *NRE*. 2017;40(4):459-71.
10. Mukherjee A, Chakravarty A. Spasticity mechanisms - for the clinician. *Front Neurol*. 2010;1:149.
11. Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle Nerve*. 2005;31(5):552-71.
12. Lorentzen Jakob, Willerslev-Olsen Maria, Sinkjær Thomas, Bo Nielsen Jens. Functional Problems in Spastic Patients Are Not Caused by Spasticity but by Disordered Motor Control. In: *Neurological Rehabilitation Spasticity and Contractures in Clinical Practice and Research* [Internet]. 1st Edition. CRC Press. New York; 2017. Disponible sur: <https://doi.org/10.1201/9781315374369>
13. Aloraini SM, Gäverth J, Yeung E, MacKay-Lyons M. Assessment of spasticity after stroke using clinical measures: a systematic review. *Disability and Rehabilitation*. 2015;37(25):2313-23.
14. Sommerfeld DK, Gripenstedt U, Welmer AK. Spasticity after stroke: an overview of prevalence, test instruments, and treatments. *Am J Phys Med Rehabil*. 2012;91(9):814-20.

15. Zorowitz RD, Gillard PJ, Brainin M. Poststroke spasticity: Sequelae and burden on stroke survivors and caregivers. *Neurology*. 2013;80(3, Suppl 2):S45-52.
16. Gupta AD, Chu WH, Howell S, Chakraborty S, Koblar S, Visvanathan R, *et al.* A systematic review: efficacy of botulinum toxin in walking and quality of life in post-stroke lower limb spasticity. *Syst Rev*. 2018;7(1):1.
17. Pandyan Anand D., Hermens Hermie J., Conway Bernard A. Definition and Measurement of Spasticity and Contracture. In: *Neurological Rehabilitation Spasticity and Contractures in Clinical Practice and Research*. 1st Edition. New York; 2017.
18. Chen CL, Chen CY, Chen HC, Wu CY, Lin KC, Hsieh YW, *et al.* Responsiveness and minimal clinically important difference of Modified Ashworth Scale in patients with stroke. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2019;55(6):754-60.
19. Salcido R, Musick DW, Erdman F. The Erdman therapy: a treatment utilizing hot and cold therapy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2003;82(12):972-8.
20. Bleakley C, McDonough S, MacAuley D. The Use of Ice in the Treatment of Acute Soft-Tissue Injury: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Am J Sports Med*. 2004;32(1):251-61.
21. Chiara T, Carlos J, Martin D, Miller R, Nadeau S. Cold effect on oxygen uptake, perceived exertion, and spasticity in patients with multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1998;79(5):523-8.
22. Legriël S. Hypothermia as a treatment in status epilepticus: A narrative review. *Epilepsy & Behavior*. 2019;101:106298.
23. Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician*. 2004;7(3):395-9.
24. Methley AM, Campbell S, Chew-Graham C, McNally R, Cheraghi-Sohi S. PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Serv Res*. 2014;14(1):579.
25. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83(8):713-21.
26. Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, Noma T, Uema T, Ikeda K, *et al.* Anti-spastic effects of footbaths in post-stroke patients: a proof-of-principle study. *Complement Ther Med*. 2014;22(6):1001-9.
27. Chen JC, Liang CC, Shaw FZ. Facilitation of Sensory and Motor Recovery by Thermal Intervention for the Hemiplegic Upper Limb in Acute Stroke Patients: A Single-Blind Randomized Clinical Trial. *Stroke*. 2005;36(12):2665-9.
28. Alcantara CC, Blanco J, De Oliveira LM, Ribeiro PFS, Herrera E, Nakagawa TH, *et al.* Cryotherapy reduces muscle hypertonia, but does not affect lower limb strength or gait kinematics post-stroke: a randomized controlled crossover study. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2019;26(4):267-80.
29. Elnassag BA. Efficacy of cryo-airflow therapy on calf muscle spasticity in stroke patients: a randomized controlled trial. *Journal of Clinical and Analytical Medicine*. 2019;10(3): 320-4
30. Wang J, Yu P, Zeng M, Gu X, Liu Y, Xiao M. Reduction in spasticity in stroke patient with paraffin therapy. *Neurological Research*. 2017;39(1):36-44.
31. Dorňák T, Justanová M, Konvalinková R, Říha M, Mužík J, Hoskovcová M, *et al.* Prevalence and evolution of spasticity in patients suffering from first-ever stroke with carotid origin: a prospective, longitudinal study. *Eur J Neurol*. 2019;26(6):880-6.
32. Lundström E, Smits A, Terént A, Borg J. Time-course and determinants of spasticity during the first six months following first-ever stroke. *J Rehabil Med*. 2010;42(4):296-301.
33. Kong KH, Lee J, Chua KS. Occurrence and Temporal Evolution of Upper Limb Spasticity in Stroke Patients Admitted to a Rehabilitation Unit. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2012;93(1):143-8.
34. Algafly AA, George KP, Herrington L. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance * Commentary. *British Journal of Sports Medicine*. 2007;41(6):365-9.
35. Chesterton LS, Foster NE, Ross L. Skin temperature response to cryotherapy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2002;83(4):543-9.
36. Herrera E, Sandoval MC, Camargo DM, Salvini TF. Motor and Sensory Nerve Conduction Are Affected Differently by Ice Pack, Ice Massage, and Cold Water Immersion. *Physical Therapy*. 2010;90(4):581-91.
37. Yamamoto K, Aso Y, Nagata S, Kasugai K, Maeda S. Autonomic, neuro-immunological and psychological responses to wrapped warm footbaths—A pilot study. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2008;14(3):195-203.
38. Borrell RM, Parker R, Henley EJ, Masley D, Repinecz M. Comparison of In Vivo Temperatures Produced by Hydrotherapy, Paraffin Wax Treatment, and Fluidotherapy®. *Physical Therapy*. 1980;60(10):1273-6.
39. Mac Auley DC. Ice therapy: how good is the evidence? *Int J Sports Med*. 2001;22(5):379-84.
40. Simon O, Yelnik AP. Managing spasticity with drugs. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010;46(3):401-10.
41. Lindsay C, Kouzouna A, Simcox C, Pandyan AD. Pharmacological interventions other than botulinum toxin for spasticity after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;10:CD010362.
42. Mahmood A, Veluswamy SK, Hombali A, Mullick A, N M, Solomon JM. Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Spasticity in Adults With Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019;100(4):751-68.
43. Rosales RL, Chua-Yap AS. Evidence-based systematic review on the efficacy and safety of botulinum toxin-A therapy in post-stroke spasticity. *J Neural Transm*. 2008;115(4):617-23.
44. Dong Y, Wu T, Hu X, Wang T. Efficacy and safety of botulinum toxin type A for upper limb spasticity after stroke or traumatic brain injury: a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017;53(2):256-67.