

# L'efficacité de la stimulation magnétique transcrânienne répétitive comparée à la physiothérapie conventionnelle pour le traitement de la spasticité et de la fonction motrice après un AVC

Efficacy of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation compared to conventional physiotherapy for the treatment of spasticity and motor

LEANE JEANRICHARD (BSc PT)<sup>1\*</sup>, MELISSA PAGE (BSc PT)<sup>2\*</sup>, CELINE ANCEY (MSc PT)<sup>3</sup>

- 1 Physiothérapeute en neurologie, Clinique romande de réadaptation (CRR), Sion, Suisse
- 2 Physiothérapeute en neurologie, Hôpital fribourgeois site de Meyriez-Murten, Meyriez, Suisse
- 3 Haute Ecole de Sante Vaud (HESAV), Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale (HES-SO), Filière Physiothérapie, Lausanne, Suisse

\* Ces auteurs ont contribué de manière équivalente à la réalisation de cet article

Les auteurs attestent ne pas avoir de conflits d'intérêts dans la réalisation de ce travail

## Keywords

Transcranial magnetic stimulation, stroke, spasticity, motor function , physical therapy

**Introduction:** stroke is a widespread condition that causes many impairments, mainly motor function and spasticity disorders. Current therapies still demonstrate some gaps. Repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) is a new treatment technique. However, there is no consensus about the benefit of this therapy for the stroke population.

**Objective:** the objective of this work is to demonstrate the effects of rTMS on spasticity and motor function for adult stroke patients and to compare these with conventional physiotherapy.

**Methods:** for this non-systematic literature review, an article search was conducted from September 2016 to January 2017 in the Pubmed, Embase, CINAHL, PEDro, Kinedoc and Co-

## Mots clés

Stimulation magnétique transcrânienne, accident vasculaire cérébral, spasticité, fonction motrice, physiothérapie

**Introduction:** l'accident vasculaire cérébral (AVC) est une pathologie très répandue qui induit de nombreuses déficiences, principalement des troubles de la fonction motrice et de la spasticité. La stimulation magnétique transcrânienne répétitive (SMTTr) se profile comme une nouvelle technique de traitement. Cependant, il n'existe pas encore de consensus quant au bénéfice de cette thérapie.

**Objectif:** l'objectif de cette revue non-systématique de la littérature est d'investiguer les effets de la SMTTr sur la spasticité et la fonction motrice pour des patients AVC adultes et de comparer ceux-ci à la physiothérapie conventionnelle.

**Méthode:** une recherche d'articles a été effectuée de septembre 2016 à janvier 2017 dans les bases de données Pub-

chrane databases. The inclusion criteria are: patients over 18 years old who experienced a stroke more than three months previously and receiving rTMS treatment for spasticity and motor function.

**Results:** seven articles were included in the review. The results are mostly positive for spasticity but are clinically insignificant. RTMS demonstrates good results for motor function compared to no treatment, but it does not surpass conventional physiotherapy treatment.

**Discussion:** sessions of 20 to 25 minutes distributed over three weeks demonstrate better results, especially for the spasticity. The rTMS combined with the physiotherapy appears to be the most effective therapy.

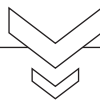
**Conclusion:** despite encouraging results, further research is needed, including simultaneous physiotherapy and rTMS treatment, as well as larger samples.

med, Embase, CINHALL, PEDro, Kinedoc et Cochrane. Les critères d'inclusion sont: patients de plus de 18 ans atteints d'AVC depuis au moins 3 mois et traité par SMTr pour la spasticité et la fonction motrice.

**Résultats:** sept articles ont été inclus. Les résultats sont en majorité positifs pour la spasticité mais cliniquement non significatifs. La SMTr montre de bons résultats pour la fonction motrice comparé à l'absence de traitement mais ne surpasse pas le traitement conventionnel de physiothérapie.

**Discussion:** des séances de 20 à 25 minutes échelonnées sur 3 semaines démontrent de meilleurs résultats, surtout pour la spasticité. La SMTr combinée à la physiothérapie semble la plus efficace.

**Conclusion:** malgré des résultats encourageants, de plus amples recherches sont nécessaires incluant un traitement simultané de physiothérapie et de SMTr ainsi que de plus larges échantillons.



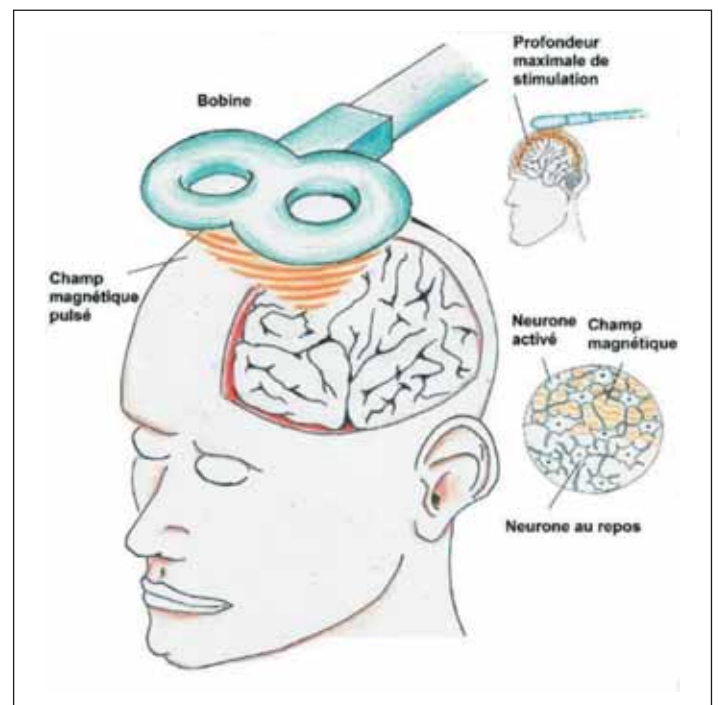
## Introduction

Selon l'Office Fédérale de la Statistique <sup>(1)</sup>, plus de 14'000 nouveaux cas d'accident vasculaire cérébral (AVC) étaient déclarés en 2014 en Suisse. Les conséquences de cette pathologie peuvent être importantes et une grande majorité des patients survivants (90 %) présenteront des séquelles, de même que 30 % des survivants seront dépendants au quotidien <sup>(2)</sup>. Plusieurs déficiences peuvent apparaître suite à cette atteinte, telles que la spasticité, les troubles moteurs, sensitifs ou cognitifs. L'atteinte des fonctions motrices et la spasticité sont des séquelles fréquemment rencontrées suite à un AVC. En effet, près de 70 % des personnes touchées par cette pathologie auraient des difficultés pour effectuer une partie des activités de la vie quotidienne à 6 mois <sup>(3)</sup>. *Mori et al.* <sup>(4)</sup> affirment également que 35 % des patients atteints d'hémiplégie vont développer de la spasticité. Or les traitements actuels pour lutter contre la spasticité, qu'ils soient médicamenteux ou invasifs, comportent des effets secondaires importants et ne permettent pas de la réduire sur le long terme. Les moyens non invasifs montrent pour leur part un effet positif sur les douleurs mais ont peu d'impact sur le niveau fonctionnel <sup>(5)</sup>.

La stimulation magnétique transcrânienne répétitive (SMTr) est un outil de traitement non invasif appliqué par les médecins en Suisse. Elle modifie l'excitabilité corticale par le biais d'un courant magnétique créé par une bobine (Figure 1). Elle peut être utilisée à basse fréquence (1Hz) afin d'avoir un effet inhibiteur sur les neurones ou à haute fréquence (5Hz) pour avoir une action excitatrice <sup>(6, 7)</sup>. Actuellement, la SMTr est uniquement utilisée dans le domaine de la recherche en Suisse pour le traitement de l'AVC (CHUV et Hôpital de l'Île à Berne). Cependant, son efficacité a été démontrée pour d'autres pathologies <sup>(6)</sup>. Grâce au champ magnétique produit, la SMTr modifie l'excitabilité corticale par le biais des différents réglages relativement à la zone stimulée, l'intensité, la fréquence et la durée de trai-

tement. Selon *Froger et Pélissier* <sup>(7)</sup>, elle permettrait d'agir sur la plasticité corticale grâce aux phénomènes de potentialisation à long terme (LTP) et de dépression à long terme (LTD), tout comme la répétition de thérapies intensives pratiquées actuellement en neuroréhabilitation. La similitude entre les effets de la rééducation et ceux de la SMTr reste toutefois à confirmer.

Actuellement, plusieurs auteurs ont étudié les effets de la SMTr sur les patients atteints d'AVC, mais peu ont investigué son association et sa comparaison avec la physiothérapie. Les récents articles ne traitent pas de la relation entre les différents paramètres de la SMTr et les résultats obtenus sur la fonction motrice



> Figure 1: principes d'action de la SMTr

et la spasticité. De plus, la littérature actuelle ne propose que de faibles connaissances sur l'efficacité de la SMTr couplée à de la physiothérapie en ce qui concerne la spasticité. Cette revue de la littérature a pour objectif primaire d'observer si la SMTr est efficace afin de réduire la spasticité et la fonction motrice chez des patients ayant eu un AVC en phase chronique et si ses effets surpassent le traitement conventionnel de physiothérapie. Nos objectifs secondaires sont premièrement de déterminer s'il y a une corrélation entre les paramètres de réglage (intensité, fréquence et durée d'intervention) et le maintien des effets à long terme. Deuxièmement, nous aimerions évaluer si la diminution de spasticité est corrélée avec l'amélioration de la fonction motrice.

## Méthode

Toutes les étapes du travail ont été effectuées par les deux premières auteures. La dernière auteure a supervisé et encadré le travail. Une recherche de la littérature a été effectuée dans les bases de données Pubmed, Cinhal, PEDro, Embase, Kinedoc et Cochrane de manière indépendante puis mise en commun. Les mots-clés utilisés étaient « Transcranial magnetic stimulation », « Stroke », « Spasticity » et « Motor function ». Pour les recherches effectuées sur PEDro et Kinedoc, nous avons dû nous limiter aux mots-clés de l'intervention et de la population car l'équation entière était trop restrictive. D'autres recherches ont été effectuées à partir des références des études incluses dans notre revue.

La sélection des articles s'est effectuée selon les critères suivants :

- articles quantitatifs
- écrits en anglais, français ou allemand
- sans restriction de date de publication,
- traitant de patients âgés de plus de 18 ans atteints d'AVC datant de plus de 3 mois et traités par SMTr avec ou sans physiothérapie.

Les outcomes inclus dans notre revue sont la spasticité, évaluée avec l'échelle d'Ashworth et l'échelle d'Ashworth modifiée ainsi que la fonction motrice évaluée avec la Fugl-Meyer-Assessment. La fonction motrice est testée uniquement de manière analytique. Les critères d'exclusion sont les études traitant de SMTr en méthode diagnostique donc non thérapeutique, l'utilisation de différents modes de stimulation magnétique autre que la méthode répétitive, ainsi que l'association avec l'ergothérapie ou la thérapie par la contrainte uniquement. Une première sélection des articles s'est effectuée sur base de la lecture du titre et du résumé des articles. La deuxième étape a été la lecture intégrale des études. Les auteurs ont effectué chaque étape séparément et ont ensuite mis en commun les choix d'articles. Lors de désaccord, la troisième auteure pouvait intervenir.

L'analyse de la qualité des études incluses dans notre revue a été effectuée avec la grille Critical Review Form for Quantitative Studies de *Mc Master* de manière indépendante avec comparaison des résultats. Un tableau comparatif (tableau 1) a été réalisé de manière indépendante puis mis en commun. Cette étape nous a permis de pondérer l'interprétation des résultats dans la discussion, mais n'a pas été un critère d'exclusion.

L'extraction des données a été effectuée par le biais de fiches de lectures détaillées, résumant pour chaque article ses avantages et ses inconvénients. Elles ont permis d'élaborer un tableau avec les résultats de chaque étude, les échelles utilisées, les résultats pour la spasticité et la fonction motrice, les limites et les avantages.

## Résultats

À la fin de nos recherches, le 10 janvier 2017, nous avons obtenu un total de 115 articles dont nous avons exclu 14 doublons. Nous avons ensuite procédé à l'élimination des articles

Critères / Etudes	Sung et al. (2013)	Yasser et al. (2013)	Barros et al. (2014)	Rastgoo et al. (2016)	Etoh et al. (2013)	Koganemaru et al. (2010)	Naghdi et al. (2015)
Study Purpose	●	●	●	●	●	●	●
Literature	●	●	●	●	●	●	●
Design	RCT	RCT	RCT	Crossover	Crossover	Etude pré/post	Etude pré/post
Sample described	54 ●	30 ●	20 ●	20 ●	18 ●	18 ●	7 ●
Sample justified	●	●	●	●	●	●	●
Outcomes reliable	●	●	●	●	●	●	●
Outcomes valid	●	●	●	●	●	●	●
Intervention	●	●	●	●	●	●	●
Contamination	●	●	●	●	●	●	●
Cointervention	●	●	●	●	●	●	●
Results signifiant	●	●	●	●	●	●	●
Analysis Method	●	●	●	●	●	●	●
Clinical Importance	●	●	●	●	●	●	●
Drop-outs	●	●	●	●	●	●	●
Conclusions	●	●	●	●	●	●	●

Légende : ● Respecté ● Non respecté ● Non indiqué ● Non adapté à l'étude

› Tableau 1: comparaison de la qualité des études selon la grille Critical Review Form for Quantitative Studies de *McMaster*

par lecture des titres. 74 études ont été retirées pour cause de critères d'intervention (SMTr couplée à de l'ergothérapie ou à des injections de toxine botulique, stimulations électriques et thérapie par vibrations), de population (paralysie médullaire et atteinte neurologique périnatale) et d'outcomes (excitabilité corticale et dysphagie) non conformes à notre revue. La lecture des résumés a permis de retirer 17 autres articles. Trois études ont encore été exclues suite à la lecture du texte intégral.

### Évaluation de la qualité

Les résultats de l'évaluation de la qualité de nos études sont résumés dans le [tableau 1](#) ci-dessus. Nous avons tout d'abord tenu compte du niveau de preuve de chaque étude. *Sung et al.* <sup>(8)</sup> ainsi que *Yasser et al.* <sup>(9)</sup> bénéficient du meilleur niveau d'évidence étant donné le type de leur étude (étude randomisée contrôlée) et le nombre de participants. *Barros et al.* <sup>(10)</sup> se situent juste derrière car leur article possède un nombre plus restreint de sujets. Il s'agit toutefois de l'étude bénéficiant de la meilleure qualité. Les deux études crossover d'*Etoh et al.* <sup>(11)</sup> et de *Rastgoo et al.* <sup>(12)</sup> sont d'un niveau de preuve moins important et l'étude de *Rastgoo et al.* <sup>(12)</sup> est légèrement de meilleure qualité. Les deux dernières études se situent à un niveau d'évidence relativement faible et ont une qualité passablement équivalente <sup>(13, 14)</sup>.

### Description des études

Quatre études incluses dans notre travail ont pour objectif d'évaluer les effets de la SMTr en post intervention et sur le long terme. *Barros et al.* <sup>(10)</sup> investiguent les effets de la SMTr inhibitrice (1 Hz) couplée à de la physiothérapie sur le tonus du membre supérieur (MS) après un mois. *Koganemaru et al.* <sup>(13)</sup> étudient pour leur part l'efficacité de l'association de la SMTr à 5 Hz à des exercices de renforcement des extenseurs comparé aux exercices seuls sur l'hémiplégie avec un follow-up de 6 semaines. Les effets de la SMTr à basse fréquence sur la spasticité du membre inférieur (MI) et l'excitabilité motrice une semaine après l'arrêt des stimulations constituent l'objectif de *Naghdi et al.* <sup>(13)</sup> et *Rastgoo et al.* <sup>(11)</sup>. Ces derniers <sup>(11)</sup> y ajoutent cependant l'évaluation de la fonction motrice.

Les trois articles restants évaluent uniquement l'effet immédiat de la stimulation. *Etoh et al.* <sup>(11)</sup> désirent investiguer si des sessions répétées de SMTr à 1 Hz renforcent les exercices de facilitation répétée (RFE) dans l'amélioration de la fonction du MS. L'évaluation d'un protocole de SMTr inhibiteur puis excitateur pour améliorer la motricité après un AVC chronique est entreprise par *Sung et al.* <sup>(8)</sup>.

*Yasser et al.* <sup>(9)</sup> investiguent pour leur part les effets de la SMTr inhibitrice sur la spasticité des fléchisseurs du poignet et la fonction motrice chez des patients atteints d'AVC.

Le nombre de patients inclus dans nos études varie entre 7 et 54 personnes. Leur moyenne d'âge se situe entre 51.6 et 63.2 ans. Ils ont tous été victimes de leur premier AVC et participent à l'étude au minimum 3 mois après leur incident. Chaque étude a défini ses propres critères d'inclusion et d'exclusion.

Les articles inclus dans notre travail ont utilisé différentes modalités (fréquence, intensité, fréquence des séances et temps ou nombre d'impulsions) pour leur intervention. Elles sont résumées dans le [Tableau 2](#).

Concernant la comparaison, *Naghdi et al.* <sup>(14)</sup> sont les seuls à ne pas utiliser de groupe contrôle. *Yasser et al.* <sup>(9)</sup> ont quant à eux opposé la SMTr à une intervention de physiothérapie classique. Cette dernière contenait un programme précis avec des mobilisations, des étirements des fléchisseurs du poignet, de la facilitation proprioceptive neuromusculaire en supination, des postures, du renforcement avec poids, de la rééducation à la marche et des exercices fonctionnels pour la main. Les 5 autres études ont utilisé la méthode *sham* en comparaison. Il s'agit d'une méthode de type placebo, où aucun courant magnétique n'est délivré. Le patient n'a donc aucun effet de la SMTr mais ne le sait pas. En supplément du *sham* ou de la SMTr, chaque étude y a adjoint son propre programme d'exercice. *Barros et al.* <sup>(10)</sup> ainsi que *Sung et al.* <sup>(8)</sup> y ont adjoint de la physiothérapie, alors que *Koganemaru et al.* <sup>(13)</sup> y a ajouté uniquement des exercices de renforcement. L'étude de *Barros et al.* <sup>(10)</sup> a précisé le programme de physiothérapie; il comprenait du renforce-

Études	Lieu de stimulation et fréquence	Intensité	Fréquences des séances	Nombres ou temps d'impulsions	Comparaison
<i>Sung et al.</i> (2013)	Cortex moteur primaire NA, 1 Hz	90 % du seuil moteur	2 semaines 5x/semaine	600 impulsions	Physiothérapie + sham
<i>Yasser et al.</i> (2013)	Localisation pas précisée, 0,5 Hz	30 mA	8 semaines, 3 jours consécutifs/semaine	20 min	Physiothérapie
<i>Barros et al.</i> (2014)	Cortex moteur NA, 1 Hz	90 % du seuil moteur	10 sessions 3x/semaine	1500 impulsions (25 min env)	Physiothérapie + sham
<i>Rastgoo et al.</i> (2016)	Cortex moteur NA du MI, 1 Hz	90 % du seuil moteur	5 sessions à 1x/jour	1000 impulsions (20 min)	Sham
<i>Etoh et al.</i> (2013)	Cortex moteur NA, 1 Hz	90 % du seuil moteur	2 semaines 5x/semaine	4 min	Physiothérapie + sham
<i>Koganemaru et al.</i> (2010)	Cortex moteur primaire du MS, 5 Hz	100 % du seuil moteur	1 séance puis 6 semaines 2x/semaine	15x 8s (sur cycles d'1 min)	Exercices de renforcement + sham
<i>Naghdi et al.</i> (2015)	Cortex moteur NA du MI, 1 Hz	90 % du seuil moteur	5 sessions à 1x/jour	1000 impulsions (20 min)	-

› Tableau 2: comparaison des interventions des études

NA: non.atteint / MI: membre inférieur / MS: membre supérieur



ment, des étirements, des transferts, des postures, du travail d'équilibre, de la coordination et des stimulations sensorielles.

Pour l'étude de *Sung et al.* <sup>(8)</sup>, les patients suivaient un programme d'une heure comprenant un entraînement orienté sur la tâche, des tâches motrices individuelles et des exercices pour les activités de la vie quotidienne. *Etoh et al.* <sup>(11)</sup> ont pour leur part organisé des entraînements volontaires d'une à deux heures sans surveillance en plus des RFE.

### Résultats concernant la spasticité

Seule l'étude de *Sung et al.* <sup>(8)</sup> ne s'est pas intéressée aux résultats concernant la spasticité. Trois de nos articles évaluent uniquement l'effet de la stimulation à la fin de leur période d'intervention. *Koganemaru et al.* <sup>(13)</sup> ainsi que *Yasser et al.* <sup>(9)</sup> notent une diminution significative du score de l'échelle d'Ashworth modifiée (MAS) pour le groupe expérimental (respectivement, fléchisseurs du poignet ( $p < 0,01$ ) et des doigts ( $p < 0,05$ ) &  $p < 0,001$ ). *Etoh et al.* <sup>(11)</sup> n'obtiennent pas d'amélioration immédiatement après la stimulation, mais observent un changement significatif pour la mesure des doigts à la fin de l'intervention après 4 semaines ( $p < 0,05$ ). Les groupes contrôles (exercices seuls et SMTr sham) ne montrent pas d'amélioration significative.

Les articles restants ont voulu étudier, en plus de l'effet immédiat, les résultats de la SMTr à long terme par le biais d'un suivi. Une nette diminution en post-intervention a été trouvée dans les études de *Barros et al.* <sup>(10)</sup> ( $p < 0,01$ ), *Naghdi et al.* <sup>(14)</sup> ( $p < 0,05$  pour les extenseurs de genou et les fléchisseurs plantaires de cheville) de même que *Rastgoo et al.* <sup>(12)</sup> ( $p < 0,05$ ). Toutes les études montrent une amélioration significative à long terme pour le groupe expérimental concernant la spasticité (Tableau 3). *Barros et al.* <sup>(10)</sup> ont observé une diminution significative ( $p < 0,05$ ) à 1 mois, tandis que *Naghdi et al.* <sup>(14)</sup> ainsi que *Rastgoo et al.* <sup>(12)</sup> ont trouvé une amélioration significative à une semaine ( $p < 0,05$ ).

Certains articles ont comparé les résultats entre les deux groupes d'intervention. *Barros et al.* <sup>(10)</sup> ont observé une différence significative en faveur du groupe expérimental en post-intervention ( $p = 0,03$ ), non maintenue au follow-up de 4 semaines ( $p = 0,16$ ). L'étude de *Yasser et al.* <sup>(9)</sup> a également démontré une amélioration significative après le traitement ( $p < 0,001$ ). D'autres chercheurs n'ont, au contraire, pas constaté de changement entre les deux groupes tant après le traitement ( $p = 0,17$ ) qu'après une semaine ( $p = 0,61$ ) <sup>(12)</sup>.

*Barros et al.* <sup>(10)</sup> sont les seuls à avoir pris en compte la différence minimale cliniquement significative (MCID) dans leurs

Études	Post-traitement	Suivi
<i>Yasser et al. (2013)</i>	$p < 0,001$	-
<i>Barros et al. (2014)</i>	$p < 0,01$	$p < 0,05$
<i>Rastgoo et al. (2016)</i>	$p < 0,05$	$p < 0,05$
<i>Koganemaru et al. (2010)</i>	$p < 0,05$	-
<i>Naghdi et al. (2015)</i>	$p < 0,05$	$p < 0,05$

› Tableau 3: résultats significatifs pour la spasticité

résultats. Ils ont observé une diminution inférieure à 1 point sur la MAS chez 90 % des patients en post-intervention et 55 % au suivi pour le groupe expérimental, contre respectivement 30% et 22% pour le groupe contrôle.

### Résultats concernant la fonction motrice

Parmi les études incluses dans notre travail, deux n'évaluent pas les résultats concernant la fonction motrice <sup>(13,9)</sup>.

Études	Post-traitement	Suivi
<i>Sung et al. (2013)</i>	$p < 0,005$	-
<i>Barros et al. (2014)</i>	$p < 0,05$	$p < 0,05$
<i>Rastgoo et al. (2016)</i>	$p < 0,01$	$p = 0,06$
<i>Etoh et al. (2013)</i>	$p < 0,005$	-
<i>Naghdi et al. (2015)</i>	$p = 0,05$	$P = 0,14$

› Tableau 4: résultats significatifs pour la fonction motrice

*Etoh et al.* <sup>(11)</sup> de même que *Sung et al.* <sup>(8)</sup> ont étudié le résultat de l'intervention à court terme et observent un changement significatif pour le groupe SMTr ( $p < 0,05$ ). Les premiers auteurs ont pu également démontrer une amélioration significative ( $p < 0,01$ ) à quatre semaines <sup>(11)</sup>.

Les 3 études restantes ont à nouveau évalué l'effet immédiat et à long terme des stimulations. Les résultats sont résumés dans le Tableau 4. *Barros et al.* <sup>(10)</sup> observent une amélioration significative pour le groupe expérimental lors des mesures en post-intervention ( $p < 0,05$ ) et après un mois ( $p < 0,05$ ). Cependant, le groupe contrôle montre également un changement significatif après traitement ainsi qu'au suivi ( $p < 0,05$ ). *Naghdi et al.* <sup>(14)</sup> notent une augmentation du score du FMA suite à l'intervention ( $p = 0,05$ , décrit comme significatif) non maintenue après une semaine ( $p = 0,14$ ). L'étude de *Rastgoo et al.* <sup>(12)</sup> obtient des résultats significatifs après l'intervention ( $p < 0,01$ ) qui ont tendance à se maintenir à une semaine, mais de manière non significative ( $p = 0,06$ ). Et dans cette étude, le groupe contrôle ne montre pas de changement lors des deux mesures.

Trois études ont évalué la différence entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Pour *Etoh et al.* <sup>(11)</sup> et *Barros et al.* <sup>(10)</sup>, aucune amélioration n'a été observée ( $p = 0,98$  pour les premiers auteurs). Au contraire, *Sung et al.* <sup>(8)</sup> ont observé des résultats significatifs entre le groupe expérimental et le groupe contrôle.

### Fonction motrice en lien avec la spasticité

*Rastgoo et al.* <sup>(12)</sup> ont évalué la relation entre la diminution de la spasticité et l'amélioration de la fonction motrice. Aucune corrélation n'a pu être établie tant pour la SMTr ( $r = 0,3$ ) que le sham ( $r = -0,2$ ). L'étude de *Barros et al.* <sup>(9)</sup> a cependant observé que le FMA ne s'améliorait pas plus dans le groupe expérimental malgré une diminution significative de la spasticité.

## Discussion

### Interprétation des résultats

#### Spasticité

Les résultats concernant la spasticité ont été globalement positifs tant en post-traitement qu'au suivi. Nous avons mis en regard ces améliorations avec les divers réglages de la SMTr ainsi que les modalités de traitements de physiothérapie. Ainsi, des séances de SMTr durant 20 à 25 minutes<sup>(10, 12, 14)</sup> démontrent plus de résultats tant à court qu'à long terme en comparaison à des séances brèves<sup>(11)</sup>. Afin d'obtenir des améliorations plus importantes avec de courtes séances, ces dernières devraient être associées simultanément à des exercices de physiothérapie comme l'a effectué l'étude de *Koganemaru et al.*<sup>(13)</sup>. Plus la prise en charge s'effectue sur une longue durée (3 semaines minimum), plus la spasticité diminue de manière significative. Cette relation entre les résultats et les modalités citées ci-dessus s'explique principalement par le phénomène de plasticité cérébrale. Comme l'expliquent *Pandyen et al.*<sup>(15)</sup>, la relation entre la spasticité et le cortex est bien établie. Cette dernière se manifeste lors d'une atteinte du motoneurone supérieur qui n'inhibe plus les neurones de second ordre, ce qui amène une augmentation des réflexes d'étirement. La SMTr permet de stimuler d'une part les motoneurons atteints et d'autre part de rétablir l'équilibre entre les deux hémisphères cérébraux, permettant ainsi de diminuer l'hypoactivation du côté ipsilatéral à la lésion. L'activation du côté lésé va permettre de rétablir l'inhibition du réflexe d'étirement. Les modalités de traitement apportant des améliorations ont un effet sur la plasticité cérébrale par le biais de la répétition des stimulations qui permettent de modifier et d'ancrer les changements corticaux<sup>(16-19)</sup>. Les études comportant des séances de physiothérapie associées à la SMTr ont démontré des meilleurs résultats sur la spasticité<sup>(9, 10, 13)</sup>. Ceci s'explique car ce phénomène atteint aussi la rhéologie musculaire en diminuant le nombre de sarcomères, entraînant ainsi des rétractions musculaires et une diminution de capacité de contraction<sup>(20)</sup>. Il apparaît donc indispensable d'ajouter de la physiothérapie afin d'agir sur les modifications organiques afin de traiter tous les aspects de la spasticité.

#### Fonction motrice

Les résultats de la fonction motrice démontrent des changements significatifs pour toutes les études indépendamment des modalités de traitement. Nous avons pu malgré tout remarquer une tendance à une amélioration plus importante si la durée de traitement de SMTr était de 20-25 minutes. Selon *Barros et al.*<sup>(10)</sup>, cette technique ne semble pas plus efficace que la physiothérapie seule pour améliorer la fonction motrice mais apporte néanmoins plus de bénéfices qu'aucun traitement.

Les études de *Rastgoo et al.*<sup>(12)</sup> ainsi que *Naghdi et al.*<sup>(14)</sup> n'ont pas observé de modification significative au suivi contrairement à l'étude de *Barros et al.*<sup>(10)</sup>. Les deux études n'ont pas intégré de physiothérapie à leur protocole ce qui peut expliquer cette différence. La physiothérapie permet de stimuler davantage la plasticité cérébrale et consolide les effets de la SMTr en agissant sur la structure musculaire. En effet, l'adap-

tation des structures périphériques fait partie intégrante de la rééducation du schéma moteur<sup>(21)</sup>. L'étude de *Barros et al.*<sup>(10)</sup> a également effectué le traitement sur une plus longue durée, permettant ainsi une répétition de stimulation plus intense favorisant le phénomène de plasticité corticale<sup>(16, 17, 18, 19)</sup>.

#### Spasticité et fonction motrice

Une des questions émise lors de ce travail était de savoir si la diminution de la spasticité pouvait améliorer la fonction motrice. Les études qui se sont intéressées à ce point n'ont pas montré de corrélations. Ceci peut s'expliquer par la durée limitée des interventions. En effet, la spasticité engendre des conséquences nécessitant un temps de réadaptation important comme la perte de force musculaire, les rétractions musculaires et capsulo-ligamentaires ainsi que la sous-utilisation d'un membre engendrant des modifications du schéma moteur<sup>(23)</sup>. Tous ces points nécessitent une longue prise en charge afin d'avoir des effets cliniquement visibles.

#### Littérature actuelle

Une revue de 2016 de *Graef et al.*<sup>(23)</sup> a également évalué l'impact de la SMTr couplée à de la physiothérapie. Ils ont effectué une méta-analyse et n'ont pas trouvé d'effets supérieurs concernant les thérapies associées par rapport à la physiothérapie seule pour la fonction motrice. Ils n'ont pas démontré de différence significative entre le groupe contrôle et expérimental concernant la spasticité, ce qui diffère de notre travail. Nous expliquons ceci d'une part car les articles inclus dans leur travail avaient une grande disparité quant aux interventions, à la population incluse ainsi qu'aux outils d'évaluation. D'autre part, le poids de certaines études dans la méta-analyse peut être diminué car les échantillons de patients étaient très petits. Nous avons inclus 4 études supplémentaires pour les résultats concernant la spasticité ce qui peut également expliquer les résultats différents.

Différentes études ont été publiées après l'arrêt de nos recherches, ce qui amène des pistes supplémentaires concernant le sujet. Plusieurs auteurs ont effectué des recherches sur les diverses activations cérébrales selon la gravité de la lésion. Ils ont mis en évidence que le modèle de stimulation de base (inhibition côté non-atteint et activation du côté atteint) ne permet pas une réponse positive chez tous les patients. Ainsi, les personnes plus atteintes répondront mieux à une activation d'une partie du cortex sain. Cette dernière comporte des connexions importantes avec le cortex atteint et permet ainsi de pallier à certains déficits<sup>(25, 24, 27)</sup>.

Une revue systématique d'avril 2017 apporte les mêmes conclusions que notre travail en démontrant un effet positif de la SMTr sur la fonction motrice et ajoute une recommandation de grade B (effet probable) chez les patients avec AVC chronique. Concernant la spasticité, moins d'études ont pris en compte ce facteur. Pour autant, les auteurs concluent à une amélioration après SMTr<sup>(28)</sup>.

Une RCT de *Hyun Gyu et Myoung Kwon*<sup>(29)</sup> a investigué l'effet de l'association des exercices de renforcement avec la SMTr. Les auteurs ont démontré que l'association de SMTr et de

physiothérapie apportait de meilleurs résultats que les thérapies isolées. Ceci renforce les hypothèses émises lors de notre travail.

### Implications pour la recherche

Plusieurs points nécessitent encore d'être approfondis et étudiés. Tout d'abord, toutes les études concernant la SMTr devraient contenir un échantillon de patients suffisamment important afin de permettre une meilleure validité externe et ainsi apporter un poids plus important aux résultats.

L'étude de *Koganemaru et al.* <sup>(13)</sup> a démontré des résultats positifs en associant la physiothérapie lors de la séance de SMTr. De plus amples recherches sont nécessaires afin de définir si ce protocole est supérieur aux interventions habituelles (SMTr couplée à la physiothérapie à des moments différents).

Peu d'études traitent le membre inférieur avec la SMTr. De futures études permettraient de déterminer si les paramètres de stimulation et les mécanismes d'action sont identiques entre le MS et le MI.

Enfin, si le couplage de la SMTr et de la physiothérapie démontre clairement des changements favorables pour la spasticité ainsi que pour la fonction motrice, il serait intéressant de relier cela aux coûts de la santé. En effet, le prix de l'appareil et donc d'une séance est très élevé. Pour le traitement de la dépression, le montant est estimé à près de 2'000 euros pour une cure de 15 sessions en France <sup>(24)</sup>. Cependant, la thérapie pourrait avoir des effets positifs à long terme et ainsi diminuer les autres traitements (reprise du travail, injections de toxine botulique, séances de physiothérapie, soins personnels au quotidien, moyens auxiliaires ou encore institutionnalisations). Des études concernant la relation bénéfiques-coûts devraient être entreprises.

### Limites de la revue

Les limites principales de notre revue sont l'inclusion d'études avec un faible échantillonnage ainsi que le format de nos études comprenant uniquement trois ECR. La première limite impacte la validité externe des résultats de notre revue. La deuxième diminue le niveau de preuve des études et ainsi le poids des résultats. Seules trois des études incluses ont réussi à éliminer le biais de co-intervention avec un aveuglement des patients et des thérapeutes, avec une randomisation ainsi que des traitements protocolés et réalisés sous surveillance.

Nous avons choisi d'intégrer certaines études <sup>(8, 9, 11)</sup> malgré le peu de connaissance relatifs à leurs critères d'exclusion et concernant leur intervention (toxine botulique ou non, programme de physiothérapie, activités annexes à l'étude). Ceci apporte un biais de co-intervention important.

Deux de nos études ont été rédigées en majorité par les mêmes auteurs <sup>(13, 12)</sup>. Ces derniers ont choisi de reprendre un nombre non-précisé de patients de la première étude, ce qui représente un biais de sélection majeur.

L'étude de *Naghdi et al.* <sup>(14)</sup> a considéré une p-valeur égale à 0.05 comme étant un résultat statistiquement significatif

concernant la mesure du FMA. Il s'agit d'un biais d'interprétation pour cette mesure.

### Conclusion

La SMTr semble montrer des résultats significatifs concernant la spasticité dans les études incluses. Cependant, ceux-ci ne sont pas cliniquement significatifs. Les résultats concernant la fonction motrice sont également positifs, mais ils ne surpassent pas les effets des techniques actuelles de physiothérapie. L'association entre la SMTr et la physiothérapie apporterait des changements positifs. Ceux-ci seraient encore plus importants si les deux thérapies étaient effectuées simultanément.

Nous avons pu mettre en évidence la nécessité d'effectuer des recherches à plus grande échelle afin de confirmer les effets de la SMTr pour améliorer la fonction motrice et la spasticité suite à un AVC. Nous pensons que les futures investigations devraient spécifiquement se concentrer sur la thérapie couplée simultanément à des exercices. Concernant l'évaluation de la fonction motrice, les futurs chercheurs devraient se centrer de manière plus approfondie sur l'impact de la thérapie sur les activités de la vie quotidienne.

### Implications pour la pratique

- La SMTr apporte des effets bénéfiques pour la fonction motrice et la spasticité.
- Cette technique pourrait être utilisée comme thérapie adjuvante aux traitements actuels.
- La SMTr devrait s'effectuer sur une période de 3 semaines minimum avec des séances de 20 à 25 minutes et être combinée à de la physiothérapie.
- Après avoir été formé, le physiothérapeute aurait la possibilité de traiter lui-même les patients, permettant ainsi l'association simultanée ou a posteriori des exercices à la SMTr.

### Contacts

**Léane Jeanrichard**  
1920Martigny  
[Leane.jeanrichard@gmail.com](mailto:Leane.jeanrichard@gmail.com)

**Mélissa Page**  
1782 Belfaux  
[Melissa.page@bluewin.ch](mailto:Melissa.page@bluewin.ch)

## Références

- 1) Office Fédérale de la Statistique. Santé: Statistique de poche 2016 [Internet]. Switzerland: Office Fédérale de la Statistique ; 2016 Dec [Updated 2016 Dec ; cited 2017 Sep]. Available from : <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/actualites/quoi-de-neuf.assetdetail.1380306.html>
- 2) Perkin D. Neurologie manuel et atlas. Paris: De Boeck Diffusion ; 2002.
- 3) Barreca S, Wolf SL, Fasoli S, Bohannon, R. Treatment Interventions for the Paretic Upper Limb of Stroke Survivors: A Critical Review. *Neurorehabil Neural Repair*. 2003 ;17(4) :220-6.
- 4) Mori F, Koch G, Foti C, Bernardi G, Centonze D. The use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) for the treatment of spasticity. *Progress in Brain Research*. 2009 ;175 :429-39.
- 5) Duncan P, Zorowitz R, Bates B, Choi YJ, Glasberg JJ, Graham DG et al. Management of Adult Stroke Rehabilitation Care Clinical Practice Guideline. *Stroke*, 2005;36(9):e100-43.
- 6) Vidailhet P, Foucher J, Lauer V, Chassagnon S. La stimulation magnétique répétitive en thérapeutique neurologique et psychiatrique : des espoirs et des limites en commun [Internet]. Switzerland : Ligue Suisse contre l'épilepsie ; 2018 Apr. [Updated 2018 Apr ; cited 2017 Sep]. Available from : <http://www.epi.ch/index.php>
- 7) Froger J, Péliissier J. Rééducation instrumentalisée après cérébrolésion vasculaire. Issy-les-Moulineaux Cedex: Elsevier Masson SAS ; 2008.
- 8) Sung WH, Wang CP, Chou CL, Chen YC, Chang, YC, Tsai PY. Efficacy of coupling inhibitory and facilitatory repetitive transcranial magnetic stimulation to enhance motor recovery in hemiplegic stroke patients. *Stroke*. 2013;44(5):1375-82.
- 9) Yasser IS, Hayam MS, Waleed MT. Effect of Transcranial Electromagnetic Stimulation on Modulation of Wrist Flexors Spasticity in Stroke Patients. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*. 2013 ; 7(4) : 207-12.
- 10) Barros Galvão SC, Borba Costa dos Santos R, Borba dos Santos P, Cabral ME, Monte-Silva K. Efficacy of coupling repetitive transcranial magnetic stimulation and physical therapy to reduce upper-limb spasticity in patients with stroke : a randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014 ; 95(2) : 222-9.
- 11) Etoh S, Noma T, Ikeda K, Jonoshita Y, Ogata A, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on repetitive facilitation exercises of the hemiplegic hand in chronic stroke patients. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2013 ; 45(9) : 843-7.
- 12) Rastgoo M, Naghdi S, Nakhostin Ansari N, Olyaei G, Jalaei S, Forogh B et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on lower extremity spasticity and motor function in stroke patients. *Disability and Rehabilitation*. 2016 ; 38(19) : 1918-26.
- 13) Koganemaru S, Mima T, Thabit MN, Ikkaku T, Shimada K, Kanematsu M, et al. Recovery of upper-limb function due to enhanced use-dependent plasticity in chronic stroke patients. *Brain*. 2010 ; 133(11) : 3373-84.
- 14) Naghdi S, Ansari NN, Rastgoo M, Forogh B, Jalaei S, Olyaei G. A pilot study on the effects of low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on lower extremity spasticity and motor neuron excitability in patients after stroke. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2015 ; 19(4) : 616-23.
- 15) Pandyan AD, Gregoric M, Barnes MP, Wood D, Van Wickj F, Burridge J, et al. Spasticity : clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disability and Rehabilitation*. 2005; 27(1-2) : 2-6.
- 16) Abraham WC, Greenwood JM, Logan BL, Mason-Parker SE, Dragunow M. Induction and experience dependent reversal of stable LTP lasting months in the hippocampus. *The Journal of Neuroscience*. 2002 ; 22(21) : 9626-34.
- 17) Abraham WC, Demmer J, Richardson C, Williams J, Lawlor P, Mason SE et al. Correlations between immediate early gene induction and the persistence of long-term potentiation. *Neuroscience*. 1993 ; 56(3):717-27.
- 18) Barnes CA, McNaughton BL. An age comparison of the rates of acquisition and forgetting of spatial information in relation to long-term enhancement of hippocampal synapses. *Behavioral Neuroscience*. 1985 ; 99(6) : 1040-48.
- 19) Bliss TVP, Gardner-Medwin AR. Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the unanaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path. *Journal of Physiology*. 1973 ; 232(2):357-74.
- 20) Gozum MALP, Rosales RL. Botulinum toxin a Therapy in early post-stroke spasticity : providing a wider treatment avenue. *International Journal of Neurorehabilitation*. 2016 ; 3(3) : 207-8.
- 21) Didier J.P. La plasticité de la fonction motrice. Paris : Springer-Verlag; 2004.
- 22) Schmidt RA, Wrisberg CA. *Motor Learning and Performance : A problem-based learning approach*. 3th ed. Champaign: Human Kinetics ; 2004.
- 23) Graef P, Rocha Dadalt ML, Amaral Medeiros da Silva Rodrigués D, Stein C, de Souza Pagnussat A. Transcranial magnetic stimulation combined with upper-limb training for improving function after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the Neurological Sciences*. 2016 ; 369 : 149-58.
- 24) Etcheverrigaray F, Bulteau S, Machon LO, Riche VP, Mauduit N, Tricot R, et al. Coût de production hospitalier de la stimulation magnétique transcrânienne répétée (rTMS) dans le traitement de la dépression. *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*. 2015 ; 63(4) : 268-74.
- 25) Sankarasubramanian V, Machado A, Conforto A, Potter-Baker K, Cunningham D, Varnerin N et al. Inhibition versus facilitation of contralesional motor cortices in stroke: Deriving a model to tailor brain stimulation. *Clinical Neurophysiology* 2017; 128(6): 892-902.
- 26) Plow E, Sankarasubramanian V, Cunningham D, Potter-Baker K, Varnerin N, Cohen Le et al. Models to Tailor Brain Stimulation Therapies in Stroke. *Neural Plasticity*. 2016;2016:4071620.
- 27) Di Pino G, Pellegrino G, Assenza G, Capone F, Ferreri F, Formica D et al. Modulation of brain plasticity in stroke: a novel model for neurorehabilitation. *Nature Reviews Neurology*. 2014;10(10):597-608.
- 28) Sebastianelli L, Versace V, Martignago S, Brigo F, Trinka E, Saltuari L, Nardone R. Low-frequency rTMS of the unaffected hemisphere in stroke patients: A systematic review. *Acta Neurologica Scandinavica*. 2017;136(6):585-605.
- 29) Gyu C & Kwon K. Effects of strengthening exercise integrated repetitive transcranial magnetic stimulation on motor function recovery in subacute stroke patients: A randomized controlled trial. *Technology and Health Care*. 2017;25(3):521-9.