



**HAL**  
open science

# L'efficacité de la neurostimulation électrique transcutanée (tens) dans la rééducation de la spasticité chez le patient post-accident vasculaire cérébral

Carla Landauer

► **To cite this version:**

Carla Landauer. L'efficacité de la neurostimulation électrique transcutanée (tens) dans la rééducation de la spasticité chez le patient post-accident vasculaire cérébral. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04771269

**HAL Id: dumas-04771269**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04771269v1>**

Submitted on 7 Nov 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.

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ  
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION  
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**L'EFFICACITE DE LA  
NEUROSTIMULATION ELECTRIQUE  
TRANSCUTANEE (TENS) DANS LA  
REEDUCATION DE LA SPASTICITE CHEZ  
LE PATIENT POST-ACCIDENT  
VASCULAIRE CEREBRAL**

**LANDAUER Carla**  
**Directeur de mémoire : Mr VACHEROT François**

## REMERCIEMENTS

Je souhaite dans un premier temps remercier mon directeur de mémoire, Monsieur François VACHEROT, pour m'avoir accompagné durant cette année de travail, pour avoir répondu à chacune de mes interrogations, ainsi que pour ses précieux conseils qui m'ont permis de réaliser ce mémoire de fin d'étude.

Je remercie également l'équipe enseignante de l'IFMK de Marseille pour le suivi mis en place tout au long de mes quatre années d'études au sein de son établissement.

Il est également important pour moi de remercier toute l'équipe de rééducation de la Clinique Incea Les Trois Tours dans laquelle j'ai effectué trois belles années d'apprentissage. Ils ont contribué à faire de moi la future kinésithérapeute que je suis aujourd'hui. Merci tout particulièrement à Magali Rouquier, qui a changé ma perception du monde du travail.

Je remercie de toute évidence mes parents et ma petite sœur, pour m'avoir toujours soutenue dans chacun de mes projets, pour m'avoir toujours relevée après les échecs, et pour m'avoir donné la confiance en moi pour aller plus loin dans tout ce que j'entreprends.

Enfin, je remercie mes amis rencontrés à l'IFMK, et avec qui j'ai partagé les bons moments comme les moments les plus difficiles du cursus étudiant. Merci pour toutes ces heures de travail d'équipe, merci pour tous ces beaux moments de partage, au sein de l'école comme en dehors. J'espère vivre encore de nombreuses aventures à vos côtés.

## Table des matières

1. INTRODUCTION .....	1
1.1. L'ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL .....	1
1.1.1. L'AVC ischémique.....	2
1.1.2. L'AVC hémorragique.....	3
1.1.3. Epidémiologie et facteurs de risque.....	4
1.1.4. L'Accident Ischémique Transitoire (AIT), différent de l'AVC.....	5
1.1.5. Signes cliniques et conséquences de l'Accident Vasculaire Cérébral .....	5
1.2. LA SPASTICITE .....	6
1.2.1. La voie pyramidale ou voie corticospinale .....	6
1.2.2. Définition et mécanisme de la spasticité .....	8
1.2.3. Evaluation et échelles de mesure .....	10
1.2.4. Les traitements existants actuellement .....	11
1.2.5. La spasticité en rééducation.....	13
1.3. OBJECTIF DE CETTE REVUE DE LITTÉRATURE.....	17
1.4. PROBLEMATIQUE .....	18
2. METHODE .....	19
2.1. SCHEMA D'ETUDE.....	19
2.2. CRITERES D'ELIGIBILITE .....	19
2.3. EQUATION DE RECHERCHE .....	19
2.4. SELECTION DES ETUDES.....	20
2.5. EXTRACTION DES DONNEES.....	21
2.6. METHODE DE SYNTHESE DES RESULTATS .....	22
3. RESULTATS .....	23
3.1. PROCESSUS DE SELECTION.....	23
3.2. DESCRIPTIF DES ETUDES SELECTIONNEES .....	24
3.2.1. Park et al. 2014 .....	24
3.2.2. In et al. 2021 .....	25
3.2.3. Cho et al. 2013 .....	26
3.2.4. Chen et al. 2005 .....	27
3.2.5. Sahin et al. 2012 .....	28
3.3. VALIDITE INTERNE ET RISQUE DE BIAIS .....	29
3.4. RESULTATS ET SIGNIFICATIVITE.....	31
3.4.1. Synthèse des résultats d'étude .....	31
3.4.2. Méta-analyse .....	32
3.5. CONFLITS D'INTERET .....	35
4. DISCUSSION.....	36
4.1. EFFETS DE LA TENS SUR LE CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL : L'EVOLUTION DE LA SPASTICITE .....	36
4.1.1. Interprétation des résultats.....	36
4.1.2. Avantages et inconvénients du traitement dans la durée.....	38
4.2. LIMITES DES ETUDES ET OBSTACLES A LA BONNE EVOLUTION DE LA SPASTICITE.....	40
4.3. APPLICABILITE CLINIQUE .....	43
4.4. EXISTE-T-IL UN PROGRAMME IDEAL ? .....	44
4.5. EVALUATION DE LA REVUE DE LITTÉRATURE .....	47
4.5.1. Niveau de preuve scientifique .....	47
4.5.2. Qualité méthodologique .....	48
5. CONCLUSION .....	50
BIBLIOGRAPHIE .....	51
ANNEXES .....	54

## Table des Figures

**Figure 1** : Fondation des maladies du cœur et de l'AVC, l'AVC ischémique.

**Figure 2** : Fondation des maladies du cœur et de l'AVC, l'AVC hémorragique.

**Figure 3** : Schéma de la voie corticospinale.

**Figure 4** : Application de la TENS.

**Figure 5** : Schéma du mécanisme d'action de la TENS sur la spasticité.

**Figure 6** : Diagramme de flux, basé sur le modèle PRISMA.

**Figure 7** : Notation Pedro.

**Figure 8** : Tableau de synthèse des résultats numériques.

**Figure 9** : Forest plot (1) comparant les valeurs post-intervention.

**Figure 10** : Forest plot (2) comparant les diminutions pré-post-intervention.

**Figure 11** : Graphique énonçant les tailles d'effet et le rang des articles sélectionnés.

**Figure 12** : Schéma récapitulatif de l'analyse des données.

**Figure 13** : Diagramme représentant la durée des traitements par étude.

**Figure 14** : Proposition de programme de TENS en traitement de la spasticité après un AVC.

**Figure 15** : Tableau des recommandations pour la qualité des preuves d'une revue de littérature, HAS

**Figure 16** : Tableau synthétisant les résultats de l'évaluation AMSTAR-2 de la revue.

## 1. Introduction

La spasticité représente aujourd'hui un **réel obstacle** dans la rééducation en neurologie, notamment chez les patients ayant vécu un Accident Vasculaire Cérébral (AVC). La vie quotidienne d'un patient spastique requiert une **dépense énergétique** très supérieure à celle d'une personne saine, impliquant de nombreuses adaptations et dispositifs parfois difficilement acceptables sur le long terme.

Réduquer la spasticité d'un patient après un AVC afin d'en réduire au maximum les symptômes pourrait permettre **l'accélération globale de la récupération fonctionnelle** du patient, et une nette amélioration de sa **qualité de vie** après la rééducation.

Cette revue de littérature cherche à évaluer **l'efficacité** de la neurostimulation électrique transcutanée (TENS) en comparaison avec d'autres thérapies dans le traitement de la spasticité après un AVC. Elle vise à confronter les données scientifiques actuellement disponibles afin d'établir l'intérêt et si possible de préciser les **modalités** d'utilisation de cet outil rééducatif afin d'en avoir un usage cohérent et efficace.

### 1.1. L'Accident Vasculaire Cérébral

D'après **l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)**<sup>1</sup>, un Accident Vasculaire Cérébral (AVC) se définit comme « *le développement rapide de signes localisés ou globaux de dysfonction cérébrale avec des symptômes durant plus de vingt-quatre heures pouvant entraîner la mort sans autre cause apparente qu'une origine vasculaire* ».

Ainsi, tout **déficit neurologique d'apparition brutale** peut être un AVC jusqu'à preuve du contraire. La prise en charge d'un AVC relève de l'urgence, et une **imagerie cérébrale** (Imagerie à Résonance Magnétique, qui est le gold standard diagnostique de cette lésion) sera indispensable afin d'identifier le type de lésion, sa localisation, et d'établir un **pronostic** des séquelles envisageables.

L'AVC peut être dû à **deux dysfonctions** au niveau de l'encéphale : une **hémorragie** dans la partie du cerveau correspondante à la lésion ou une **ischémie** au niveau d'un vaisseau irriguant la zone cérébrale touchée. (1)

---

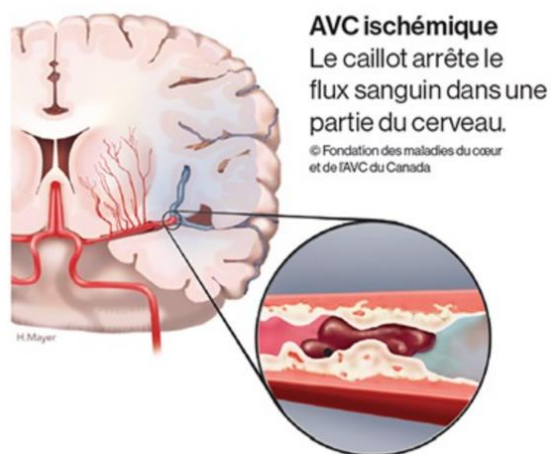
<sup>1</sup> OMS, <https://www.emro.who.int/fr/health-topics/stroke-cerebrovascular-accident/index.html> , consulté le 03/10/2023

### 1.1.1. L'AVC ischémique

L'**AVC ischémique** survient lorsqu'un vaisseau sanguin alimentant le cerveau se retrouve **obstrué** par un caillot ou une plaque d'athérome, privant la zone touchée de son apport sanguin optimal.

L'étiologie ischémique peut survenir du fait de différentes **dysfonctions vasculaires** : l'athérosclérose, la maladie des petits vaisseaux, les comorbidités cardiaques, les dissections vasculaires, et d'autres (un tiers des accidents vasculaires ischémiques a une cause encore aujourd'hui indéterminée).

Il existe une **classification** de ces causes d'AVC ischémiques, l'**ASCOD** d'après P. Amarenco et al., « ASCO phenotyping (A: atherosclerosis; S: small-vessel disease; C: cardiac pathology; O: other causes) [...] In this new evolution of ASCO called ASCOD, we have added a 'D' for dissection, recognizing that dissection is a very frequent disease in young stroke patients. ». (2)(3)



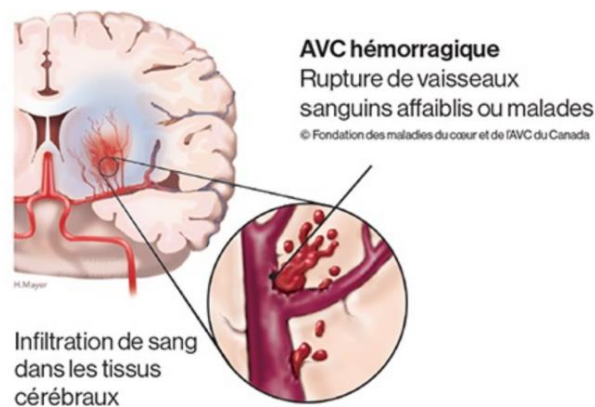
**Figure 1** : Fondation des maladies du cœur et de l'AVC<sup>2</sup>, l'AVC ischémique.

<sup>2</sup> <https://www.coeuretavc.ca/avc/questce-quun-avc>, consulté le 26/09/2023.

### 1.1.2. L'AVC hémorragique

L'AVC hémorragique survient lorsqu'un vaisseau sanguin alimentant le cerveau se retrouve **endommagé** et déverse une partie ou la totalité de son flux sanguin dans la zone touchée, la privant d'alimentation et générant une compression de celle-ci.

Les accidents vasculaires hémorragiques sont **classés** en fonction de leurs causes, on retrouve ainsi : la maladie des petits vaisseaux (cette fois-ci liée à l'hypertension vasculaire, à la différence de celle retrouvée chez les AVC ischémiques), l'angiopathie amyloïde, les troubles hémorragiques généraux associés aux troubles de la coagulation sanguine, les malformations artérioveineuses, ainsi que les « autres causes » regroupant les atteintes tumorales, les conséquences toxiques des drogues, les traumatismes et les maladies rares. (2)



**Figure 2 :** Fondation des maladies du cœur et de l'AVC<sup>3</sup>, l'AVC hémorragique.

Aujourd'hui, il n'est pas possible de déterminer l'étiologie ischémique ou hémorragique en se basant sur un **examen clinique** uniquement. Les symptômes de ces deux étiologies sont identiques, et les séquelles d'un AVC sur une même zone cérébrale touchée seront les mêmes, que celui-ci soit d'origine ischémique ou hémorragique. C'est pourquoi il est primordial de réaliser une **imagerie** (IRM) en **première intention** afin de limiter au maximum l'atteinte.

<sup>3</sup> <https://www.coeuretavc.ca/avc/questce-quun-avc>, consulté le 26/09/2023.



### 1.1.3. Epidémiologie et facteurs de risque

D'après **Santé Publique France**<sup>4</sup>, « en France, on compte plus de 110 000 accidents vasculaires cérébraux hospitalisés par an. », ce qui représente un AVC toutes les quatre minutes chez les français uniquement.

L'AVC survient en moyenne autour des 75 ans de l'individu. Cependant, il peut tout de même arriver peu importe l'âge. On dénombre 25% des patients qui déclarent un AVC avant leurs 65 ans et 10% avant leurs 40 ans. La proportion des AVC chez les sujets jeunes est en augmentation constante.

Selon le **Ministère de la Santé et de la Prévention**<sup>5</sup>, « Les accidents vasculaires cérébraux représentent une cause importante de handicap et constituent l'une des principales causes de mortalité ».

C'est d'ailleurs la **première cause de handicap physique acquis chez l'adulte** et la deuxième cause de démence et de mortalité. 20% des individus décèdent dans l'année suivant leur AVC.

**L'INSERM**<sup>6</sup> énonce que les proportions d'étiologies ischémique et hémorragique varient en fonction de l'âge, de l'origine ethnique, mais aussi des comorbidités.

Les **facteurs favorisant** le risque d'apparition d'un accident vasculaire cérébral peuvent être répartis en facteurs **modifiables** (facteurs sur lesquels les patients peuvent agir afin de limiter les risques) et facteurs **non modifiables** (pathologies ou facteurs internes non modifiables). (4)

Les facteurs de risques **modifiables** sont les suivants : la consommation de tabac, la consommation excessive d'alcool, le manque d'activité physique régulière, la sédentarité prolongée, l'alimentation inadaptée et non variée (alimentation majoritairement lipidique non équilibrée), mais aussi la prise de traitements anti-coagulants, d'une contraception hormonale et l'exposition à un stress psychologique constant ou prolongé. (1)

Les facteurs de risques **non modifiables** sont les pathologies telles que l'hypertension artérielle (HTA), les dyslipidémies, l'hypercholestérolémie, la sténose carotidienne, la fibrillation atriale, les atteintes rénales et inflammatoires chroniques. (5)

Nommer les pathologies telles que l'hypertension artérielle ou encore les pathologies rénales chroniques comme « facteurs de risques non modifiables » n'implique pas que ces pathologies ne soient pas en cours de traitement chez le patient. Simplement, un patient atteint d'HTA, même traité par hypotenseurs, présentera un risque plus important d'AVC qu'un patient sain, et pareillement pour les autres pathologies mentionnées.

---

<sup>4</sup> <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-cardiovasculaires-et-accident-vasculaire-cerebral/accident-vasculaire-cerebral> , consulté le 26/09/2023.

<sup>5</sup> <https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-cardiovasculaires/accident-vasculaire-cerebral-avc/> , consulté le 26/09/2023.

<sup>6</sup> <https://www.inserm.fr/dossier/accident-vasculaire-cerebral-avc/> , consulté le 26/09/2023.

### 1.1.4. L'Accident Ischémique Transitoire (AIT), différent de l'AVC

D'après l'**association américaine des AVC**<sup>7</sup> (American Stroke Association), « un *accident ischémique transitoire, ou AIT, est un blocage temporaire du flux sanguin dans le cerveau. Le caillot se dissout généralement seul ou est débloqué par le flux, et les symptômes durent généralement moins de soixante minutes.* ».

L'AIT est **une prémisse de l'AVC**. Il faut être particulièrement attentif lors de l'occurrence de ces accidents transitoires, car ils constituent une sorte de **signal d'alerte** de la prochaine survenue d'un AVC. (6)

Les symptômes et le fonctionnement de l'AIT sont identiques à ceux d'un AVC ischémique, seule la durée en est diminuée, ce qui permet la **réversibilité totale** de toute lésion et la préservation de toutes les fonctions cérébrales. (7)

### 1.1.5. Signes cliniques et conséquences de l'Accident Vasculaire Cérébral

Les accidents vasculaires cérébraux vont engendrer un certain nombre de **séquelles** en fonction de la localisation de la lésion. Chaque lésion va donc avoir un **pronostic** de récupération différent, et les différentes conséquences sur le patient auront un caractère plus ou moins **réversible** à l'aide de la rééducation et du temps.

Parmi les **conséquences cliniques générales** des AVC, on trouve une **hémiplégie** ou une hémiparésie du côté opposé à la lésion cérébrale, qui peut parfois s'accompagner d'une hémiparésie plus ou moins marquée. Cet hémicorps atteint présente ainsi des troubles de la motricité **volontaire**, mais aussi de la motricité **involontaire** (apparition de syncinésies, de spasticité) et de la **sensibilité** (superficielle et profonde, accompagnée de la présence de sensations erronées telles que les dysesthésies, paresthésies...). (8)

Ces symptômes vont s'associer à une forte **perturbation du schéma corporel** ayant pour conséquences des troubles de l'équilibre statique et dynamique ainsi que des difficultés dans le maintien postural global.

La **sphère oto-rhino-laryngée** (ORL) peut également être atteinte chez les patients atteints d'AVC, cette atteinte se manifestant par des troubles de la déglutition perturbant fortement l'alimentation du sujet, mais également par des troubles de la mimique, de l'articulation et de la parole.

---

<sup>7</sup> <https://www.stroke.org/en/about-stroke/types-of-stroke/tia-transient-ischemic-attack>, consulté le 09/10/2023.

La lésion cérébrale entraîne fréquemment des **troubles métaboliques globaux**, des troubles des facultés visuelles, une fatigue excessive ainsi que des syndromes cognitifs associés conscients ou inconscients (troubles de la compréhension, de la coordination mais aussi de l'inhibition...).

On peut également constater la présence de **douleurs neuropathiques** chez certains sujets en post-AVC, ces douleurs ayant un impact souvent important sur le profil psychologique du patient, associées à tous les autres symptômes. (9)

## 1.2. La spasticité

La spasticité est une complication de l'AVC qui va avoir un **impact** sur différentes structures, et donc entrer en jeu dans plusieurs **troubles** (moteurs mais aussi et surtout fonctionnels). C'est la principale raison pour laquelle elle fait l'objet de cette revue de littérature. La réduction ou la disparition de cette spasticité permet une meilleure récupération motrice et fonctionnelle. (1)

L'apparition de symptômes spastiques est due à une **lésion partielle de la voie pyramidale**.

### 1.2.1. La voie pyramidale ou voie corticospinale

La voie pyramidale est la source de **l'action motrice volontaire** du corps humain. Elle est le siège de la transmission des **signaux moteurs** partant du cerveau et se dirigeant vers les muscles, acteurs du mouvement volontaire. Lorsqu'elle n'est pas pathologique, le sujet ne présente pas de spasticité.

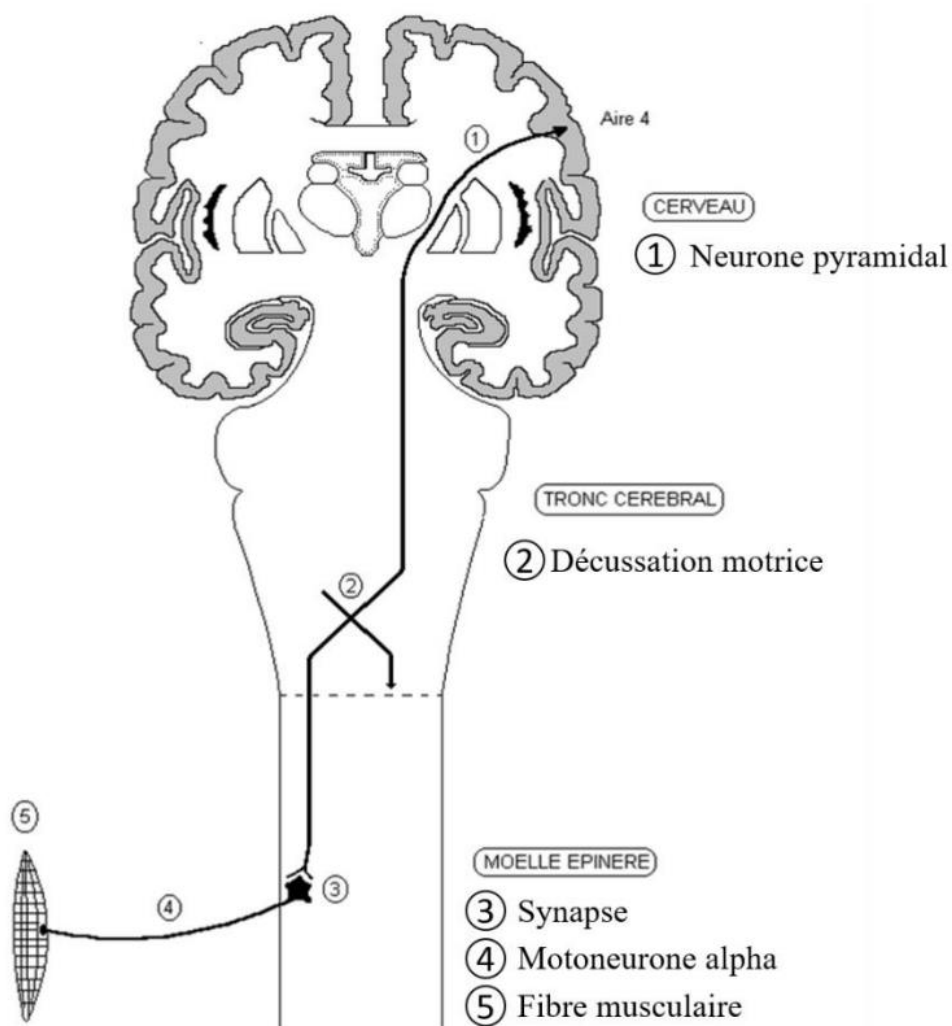
La voie pyramidale est constituée de **deux parties fondamentales**<sup>8</sup> : le cortex moteur primaire (se situant au niveau du lobe frontal du cerveau) et le tractus corticospinal (se situant au niveau du tronc cérébral et de la moelle épinière). (10)

Le cortex moteur primaire est la partie qui intéresse cette revue, puisqu'il est responsable de la **planification et de l'exécution** des mouvements volontaires. Il envoie l'ordre moteur au tractus corticospinal, voie qui descend dans la moelle épinière jusqu'au motoneurone (et établit donc le lien entre le lobe frontal et les nerfs). Le motoneurone envoie ensuite l'information motrice aux muscles effecteurs du mouvement.

L'information motrice, lorsqu'elle traverse la moelle épinière, va être répartie vers deux destinations : la première est le **muscle effecteur** du mouvement, comme expliqué précédemment, et la seconde est composée des **interneurones de la moelle épinière**. Ils sont responsables de la **coordination** du mouvement et de la **régulation** de la force musculaire ainsi que de la réponse motrice.

---

<sup>8</sup> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542201> , consulté le 16/10/2023.



**Figure 3 : Schéma de la voie corticospinale<sup>9</sup>**

Il est important de rappeler que la voie pyramidale **n'est pas la seule** voie du contrôle moteur. La voie **extrapyramidale** contrôle également la coordination, mais aussi la correction du mouvement. Ces deux voies (pyramidale et extrapyramidale) sont **complémentaires** pour obtenir un mouvement fluide, précis et adapté à la commande cérébrale.

## 1.2.2 Définition et mécanisme de la spasticité

Il n'y a pas encore de **consensus vrai** trouvable dans la littérature concernant la physiopathologie précise de la spasticité. Certains de ses mécanismes constituent encore aujourd'hui des zones d'ombres pour la science, et de nombreuses recherches sont en cours.

D'après les données actuelles, la spasticité correspond à une atteinte de la **voie pyramidale** (par lésion du motoneurone supérieur) qui conduit à une absence d'inhibition du **réflexe myotatique d'étirement**, et par conséquent à une hyperréflexie. La voie corticospinale étant endommagée, la réponse motrice est **exacerbée** et devient donc inadaptée. (11)

Une lésion de la voie pyramidale entraîne l'apparition d'un réflexe **d'automatisme médullaire**. Selon le **dictionnaire médical de l'Académie de Médecine française**<sup>10</sup>, il s'agit d'un « Réflexe pathologique lié à une levée de l'inhibition présynaptique par une lésion de la voie pyramidale », il est à l'origine « d'une exagération du tonus musculaire et des réflexes et de mouvements involontaires ».

Cette spasticité a été définie par **Lance** en 1980 : « la spasticité est le terme appliqué à l'augmentation de la résistance à l'étirement musculaire lors du mouvement apporté par un clinicien, chez les patients atteints de lésions du motoneurone supérieur ». Il s'agirait donc d'un trouble uniquement moteur puisque sa source provient de la lésion du motoneurone supérieur dans la voie pyramidale. (12)

La définition donnée par Lance a permis pour la première fois de donner une **idée globale** du mécanisme spastique. Cependant, on trouve dans la littérature des études montrant qu'une stimulation tactile prolongée de la zone atteinte de spasticité peut diminuer les symptômes spastiques locaux. L'information sensitive tactile pourrait « prendre la place » de l'information sensitive d'étirement. On peut donc définir la spasticité comme un trouble **sensori-moteur** et non uniquement moteur. (13) (14) (15) (16)

On retrouve la spasticité chez les patients atteints d'AVC, mais également dans d'autres atteintes neurologiques centrales telles que les traumatismes crâniens, la sclérose en plaques, les atteintes médullaires et la paralysie cérébrale. (17)

Les **symptômes** de cette spasticité seront décrits comme une résistance vive à l'étirement, plus ou moins forte, accompagnée ou non de clonus.

D'après le **dictionnaire médical de l'Académie de Médecine**<sup>11</sup>, le clonus se définit par une « suite inépuisable de secousses d'un rythme régulier, obtenue sur un muscle dont le tendon est soumis à une tension. ». Ces secousses répétées peuvent s'avérer très **invalidantes** dans la réalisation de mouvements, mais également dans la marche, et les activités du quotidien.

---

<sup>10</sup> <https://www.academie-medecine.fr/le-dictionnaire/index> , consulté le 17/10/2023.

<sup>11</sup> <https://www.academie-medecine.fr/le-dictionnaire/index.php?q=clonus> , consulté le 18/10/2023.

La spasticité est également décrite comme « hypertonie pyramidale » et présente des symptômes autres que la perturbation du réflexe à l'étirement. En effet, on retrouve chez les patients spastiques une **hypertonie musculaire globale** entraînant des difficultés à la mobilité passive comme active, selon le stade.

Les raideurs et l'augmentation du réflexe d'étirement causés par la spasticité sont des symptômes qui vont automatiquement affecter la **qualité de vie** des patients atteints.

En effet, les raideurs rendent le mouvement actif **plus contraignant** (le muscle antagoniste doit fournir plus d'effort pour atteindre une certaine course) et l'augmentation du réflexe crée des **réactions parasites** (comme le clonus par exemple, ou le retour brusque dans une amplitude plus faible).

Au niveau des membres supérieurs, la spasticité est prédominante pour les fléchisseurs entraînant parfois jusqu'à une **atteinte permanente** en flexion du coude, du poignet et des doigts. Au niveau des membres inférieurs, elle est prédominante pour les extenseurs, menant à une jambe en extension ainsi qu'un pied en attitude de varus équin.<sup>12</sup>

Les **activités de la vie quotidienne** des patients en sont fortement impactées, et ils seront donc plus sujets à une fatigabilité pour des tâches normalement peu énergivores.

Dans l'année qui suit un AVC, **38% des patients** présentent des symptômes spastiques.<sup>13</sup>

L'objectif des traitements contre la spasticité réside dans **l'atténuation** de ces symptômes, ou au mieux la **disparition** de ceux-ci, afin d'améliorer l'autonomie et la consommation d'énergie quotidienne des patients.

L'évaluation de la spasticité en cours de traitement peut se faire par le biais de différents **outils** de mesure et d'échelles standardisées, les plus connues étant **l'échelle d'Ashworth modifiée** (Modified Ashworth Scale ou MAS), **l'échelle de Tardieu** (Tardieu Scale ou TS) et le **Composite Spasticity Scale** ou Composite Spasticity Index (CSS ou CSI).

---

<sup>12</sup> [www.cen-neurologie.fr](http://www.cen-neurologie.fr) , consulté le 16/10/2023

<sup>13</sup> [www.cen-neurologie.fr](http://www.cen-neurologie.fr) , consulté le 16/10/2023

### 1.2.3 Evaluation et échelles de mesure

Les échelles utilisées dans les **essais cliniques sélectionnés dans cette revue** sont les suivantes : Echelle d'Ashworth Modifiée (**MAS**) et Composite Spasticity Score ou Composite Spasticity Index (**CSS ou CSI**). (18)

#### **Echelle d'Ashworth Modifiée (MAS)<sup>14</sup> :**

L'échelle d'Ashworth Modifiée (Modified Ashworth Scale, cf. Annexe 1) est l'échelle la plus **communément utilisée** pour mesurer la spasticité musculaire en neurologie. Elle se compose de 6 items caractérisant un niveau croissant d'intensité des symptômes spastiques (de 0 à 4, avec une nuance 1+ entre les cotations 1 et 2).

Cette échelle mesure **l'aspect tonique** de la spasticité. Ainsi, dans ses items on pourra évaluer l'importance de l'augmentation du tonus du muscle ciblé. L'inconvénient de cette échelle s'il faut en nommer est qu'elle **ne prend pas en compte l'aspect clonique** de la spasticité.

En effet, la composante de contraction en « clonus » fait partie intégrante des symptômes et joue un rôle sur les troubles fonctionnels, il est donc important de pouvoir l'évaluer.

#### **Composite Spasticity Score (CSS) ou Composite Spasticity Index (CSI)<sup>15</sup> :**

Le Composite Spasticity Score (Cf. Annexe 3) est une échelle moins communément utilisée à l'échelle mondiale mais qui montre un intérêt considérable par les **trois sections** qui la composent. En effet, le CSS mesure par trois divisions ayant respectivement 5, 5 et 4 items les **secousses tendineuses**, la **résistance** à l'étirement passif (aspect tonique) et la présence de **contractions cloniques** (aspect clonique).

Les secousses tendineuses sont cotées de 0 à 4, la résistance à l'étirement passif est cotée de 0 à 8 (de deux en deux) et les contractions cloniques sont cotées de 1 à 4.

Le score total sera la mesure finale de la spasticité, on nommera les stades de la façon suivante :

- 0 à 9 = spasticité légère
- 10 à 12 = spasticité modérée
- 13 à 16 = spasticité élevée

---

<sup>14</sup> [www.strokengine.ca](http://www.strokengine.ca) consulté le 15/10/2023

<sup>15</sup> [www.strokengine.ca](http://www.strokengine.ca) consulté le 15/10/2023

L'échelle de Tardieu faisant l'objet d'une discussion intégrée à cette revue, il convient également de la décrire au préalable.

#### **Echelle de Tardieu<sup>16</sup> :**

L'échelle de Tardieu (Cf. Annexe 2) est de plus en plus fréquemment utilisée dans la cotation de la spasticité. Elle comporte 5 items (de 0 à 4) et prend en compte à la fois l'aspect tonique et l'aspect clonique du muscle spastique.

Cette échelle permet d'évaluer **l'hypertonie**, mais également l'aspect **clonique et vitesse-dépendant de l'hyperréflexie**.

Ainsi, l'évaluation se fait à **trois vitesses** différentes lors de l'étirement passif :

V1 : vitesse lente qui permet d'apprécier à la mobilisation passive la réponse tonique à l'étirement.

V2 : vitesse moyenne qui correspond à l'action de la pesanteur sur le segment.

V3 : vitesse rapide qui permet d'apprécier les réactions phasiques à l'étirement.

On notera l'angle d'apparition du réflexe myotatique.

L'échelle de Tardieu apporte une **précision importante** lors de la mesure de la spasticité. Son inconvénient reste néanmoins sa **reproductibilité** inter et intra-évaluateur dans la mesure vitesse-dépendante de l'apparition du réflexe.

## **1.2.4 Les traitements existants actuellement**

### ➤ **La toxine botulique :**

La toxine botulique de classe A (également appelée par son nom pharmaceutique Botox) est une molécule injectée de façon **locale** au niveau du muscle spastique ciblé. Elle permet une paralysie du muscle, afin de libérer les amplitudes et la mobilité qui étaient bloquées par la spasticité et d'annuler les réactions contractiles cloniques du muscle.

La toxine botulique **paralyse** le muscle en bloquant la libération d'Acétylcholine (ACh) dans la jonction neuromusculaire (elle vient se fixer sur la terminaison pré-synaptique pour bloquer la sortie de l'ACh).

L'injection de Botox a son effet maximal sur le muscle environ **un mois après les injections** (même si on constate un effet notable dès quelques jours) et sa durée totale d'efficacité avoisine **quatre mois**. (19)

---

<sup>16</sup> [www.strokingengine.ca](http://www.strokingengine.ca) consulté le 15/10/2023



Durant sa période d'efficacité, si le patient est suivi par un kinésithérapeute, il est intéressant de travailler dans les amplitudes habituellement bloquées par la spasticité du muscle paralysé, en l'étirant, mais aussi et surtout en renforçant son antagoniste dans le but de mieux gérer le mouvement dans les activités du quotidien.

Plusieurs études et revues de littérature actuelle montrent une bonne efficacité de la toxine botulique, son inconvénient principal restant son caractère **invasif et éphémère** ainsi que la nécessité de réaliser des injections à plusieurs reprises dans un même muscle touché. (20)

➤ **Le baclofène** (et autres molécules administrées en systémique et non en local) :

Les molécules Baclofène et Dantrolène sont des traitements plus **systémiques** que la toxine botulique dans le traitement de la spasticité. En effet, leur action dans la circulation est sous la forme d'agoniste du récepteur GABA<sub>B</sub> au niveau de la moelle épinière, **augmentant alors l'inhibition présynaptique**, et par conséquent diminuant les réflexes. Dans la littérature actuelle, on trouve ces deux molécules comme les plus efficaces dans le traitement médicamenteux de la spasticité.

La molécule Tizanidine va interférer avec les réflexes polysynaptiques dans la moelle épinière. L'effet de cette molécule a de nombreuses fois été comparé à celui du Baclofène et du Dantrolène, mais n'a jamais réellement été prouvé comme plus efficace. C'est pourquoi l'utilisation de cette molécule est la moins fréquente aujourd'hui.

Les traitements médicamenteux de la spasticité s'avèrent efficaces mais leur aspect systémique et non local reste leur majeur **inconvénient**. Les **effets secondaires** sur les muscles non spastiques sont notables, et le bénéfice/risque en défaveur de ce traitement est non négligeable.

Les données actuelles de la science semblent s'accorder sur le fait que les traitements de la spasticité sont à **varier** et plus ou moins à **combinaison** en fonction du patient et de sa symptomatologie. (21)

➤ **La neurotomie sélective (NS)**

La neurotomie sélective est une **intervention chirurgicale** traitant les muscles spastiques. Initialement indiquée pour les mains spastiques non fonctionnelles, son utilité pour d'autres muscles spastiques du corps humain a été de nombreuses fois démontrée.

Cette intervention consiste à **sectionner une partie de l'innervation du muscle spastique** concerné. La neurotomie ne va pas uniquement cibler l'axone du motoneurone, mais également les dendrites des fibres sensibles proprioceptives liées au muscle. Cette section va permettre de **supprimer le réflexe myotatique d'étirement**.

Dans les six mois qui suivent l'intervention, la motricité se reconstruit peu à peu grâce à la **repousse axonale**, aidée par la rééducation et de multiples stimulations et apprentissages.

Lors de cette reconstruction motrice, la spasticité ne réapparaît pas, car les dendrites sensibles à l'étirement qui ont été sectionnés **ne sont pas capables de repousser**. La partie sensitive du réflexe d'étirement ne réapparaît donc pas.

La neurotomie sélective est un traitement **efficace** contre la spasticité. Cependant, son caractère **invasif** et l'abolition motrice et sensitive qu'elle crée s'avèrent être des inconvénients difficiles à accepter pour les patients, d'autant plus s'ils sont concernés par plusieurs muscles spastiques. Cette technique thérapeutique reste utilisée en **dernière intention** lors d'échec d'autres thérapies, et a prouvé dans ce cas de figure son efficacité. (16)

L'ensemble de ces thérapies médicales de lutte contre la spasticité sont la plupart du temps accompagnées d'un **suivi rééducatif** englobant kinésithérapie, ergothérapie, psychomotricité, etc.

La rééducation est une partie primordiale de ce traitement, car elle permet, grâce à l'aide du médical, de réadapter le quotidien du patient afin de rendre sa motricité la plus fonctionnelle et économe en énergie possible.

## 1.2.5 La spasticité en rééducation

### ➤ Les étirements et postures<sup>17</sup>

La rééducation ciblée sur la spasticité est composée **d'étirements et de posture**. Ce sont les deux techniques que l'on rencontre en majorité en centre de rééducation et en cabinet libéral.

Les étirements sont majoritairement réalisés par les masso-kinésithérapeutes **manuellement**, et les postures sont mises en place à l'aide **d'orthèses** ou de différentes cales à disposer dans l'environnement quotidien du patient (fauteuil, lit, table de verticalisation...). La mise en place des postures se fait souvent en collaboration avec des ergothérapeutes.

L'objectif de la rééducation par l'étirement (la posture étant considérée comme un étirement de longue durée) est de réduire les douleurs, d'améliorer les amplitudes fonctionnelles et d'augmenter l'extensibilité des tissus. On peut également noter qu'un étirement de longue durée peut permettre de réduire le tonus musculaire **temporairement**.

La réduction du tonus musculaire permet à son tour de réduire le risque de **rétractions musculaires**, et donc d'augmenter le seuil de provocation du **réflexe à l'étirement**. Un muscle étiré régulièrement, dont le tonus n'est pas surélevé, et dont l'allongement est optimal présente moins de risque de développer une hyperréflexie à l'étirement.

---

<sup>17</sup> HAS 2022 : Rééducation à la phase chronique de l'AVC de l'adulte : pertinence, indications et modalités, consulté le 07/11/2023

L'orthèse reste la modalité d'étirement la plus **recommandée** par la **Haute Autorité de Santé**, montrant plus de preuves que les séries d'étirements.

Même si les objectifs de cette modalité de rééducation sont clairs et son efficacité reconnue sur le court terme, le mécanisme d'action interne de l'étirement reste aujourd'hui encore très **incertain** et en cours de recherche.

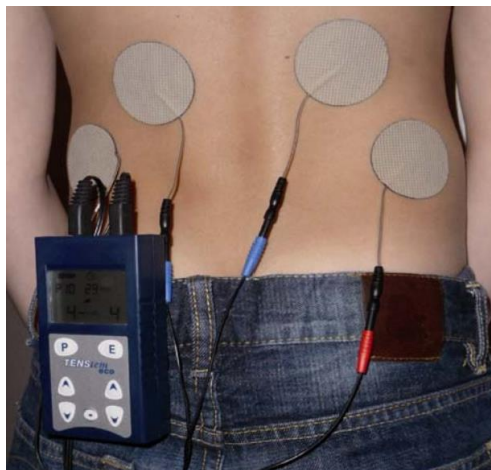
D'après la **Haute Autorité de Santé (HAS)**<sup>18</sup>, les étirements sur le muscle spastique montrent une diminution de la raideur et une augmentation de la mobilité à vitesse lente à très court terme (sur le moment de l'étirement). Les postures permettent une diminution de la raideur et une augmentation de la mobilité à court terme (quelques minutes après la posture).

Ces techniques peuvent donc être utiles à la séance de rééducation à un instant t, mais demeurent insuffisantes dans le **traitement global** de la spasticité, car il serait impossible d'imposer au patient une posture constante de plusieurs articulations, ou d'administrer des étirements manuels pluriquotidiens à vie. (22) (23)

#### ➤ **TENS : la NeuroStimulation Electrique Transcutanée**

La TENS est une **technique adjuvante** à la kinésithérapie qui utilise des courants électriques pour stimuler les fibres nerveuses dans un but précis.

L'appareil peut être transportable ou non, et utilise des électrodes autocollantes déposées sur la peau pour transmettre le courant jusqu'aux fibres nerveuses. (24)



**Figure 4 : Application de la TENS<sup>19</sup>.**

---

<sup>18</sup> HAS 2022 : Rééducation à la phase chronique de l'AVC de l'adulte : pertinence, indications et modalités, consulté le 07/11/2023

<sup>19</sup> [www.hug.ch](http://www.hug.ch) (hôpitaux universitaires de Genève), consulté le 17/10/2023.

On utilise la TENS dans **différentes indications** :

- La **gestion de la douleur**, en stimulant les fibres nociceptives A-delta pour bloquer l'information douloureuse en stimulant d'autres mécanismes antalgiques (gate control). L'information superficielle va venir prendre le dessus sur l'information nociceptive jusqu'au cerveau, et la sensation de douleur sera ainsi diminuée.

Le programme le plus utilisé pour l'effet « gate control » réunit les conditions suivantes : une haute fréquence (80 à 100Hz), des électrodes appliquées sur la zone douloureuse, une séance de 20 à 30 minutes, une fréquence des pulsations de 100µs, une intensité à 100% du seuil sensoriel. (25)

- La **stimulation musculaire**, afin de transmettre aux muscles dénervés ou sidérés des informations électriques de stimulation motrice et de récupérer de la contraction. Le courant transmis au muscle va venir tenter de reproduire la stimulation motrice physiologique afin de suppléer aux nerfs lésés ou en reconstruction.

Les programmes varient selon **objectifs** et **tolérance du patient** : la fréquence se situera entre 5Hz et 8Hz si l'objectif est de créer des secousses musculaires, entre 35Hz et 75Hz pour créer une longue contraction « tétanique », et les électrodes seront appliquées sur le corps musculaire à renforcer.

La durée de la séance peut varier entre 15 et 30 minutes, selon la tolérance et la fatigabilité musculaire. La fréquence des pulsations doit être entre 100µs et 200µs. Dans ce programme de stimulation, le seuil sensoriel **n'est pas à prendre en compte** car on ne cherche pas à remplacer une information sensitive mais une information motrice. (25)

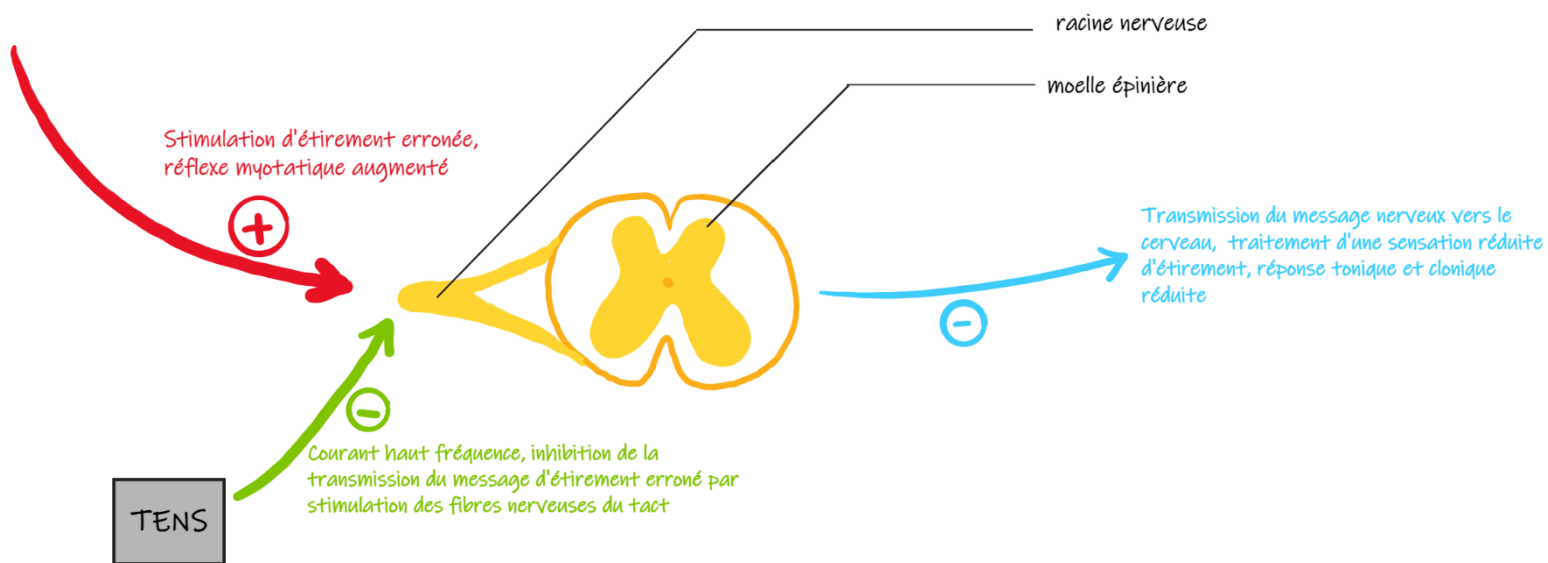
- La **gestion de la spasticité**, modalité qui intéresse cette revue.

La TENS pourrait hypothétiquement **moduler la spasticité** à travers la réduction de l'excitabilité du réflexe d'étirement et l'augmentation de l'inhibition présynaptique. En modifiant l'excitabilité de certaines zones, la réponse spastique pourrait ainsi être diminuée.

Dans cette modalité, l'application d'un courant électrique sur les fibres nerveuses ciblées va avoir un effet sur **l'aspect sensori-moteur** du mécanisme spastique (cf. définition de la spasticité). En envoyant une stimulation sensitive superficielle, l'objectif est d'atténuer la sensation d'étirement exagérée et ainsi de limiter la réaction d'hyperréflexie.

Les **modalités de stimulation** les plus utilisées dans la littérature pour le traitement de la spasticité sont les suivantes (26) :

- Un courant de haute fréquence à 100Hz,
- Des électrodes appliquées sur le corps musculaire ciblé ou sur la portion tendineuse,
- Une séance de 30 à 60 minutes,
- Une fréquence de pulsations entre 200µs et 0,2ms selon la tolérance du patient,
- Une intensité minimum à 100% du seuil sensoriel<sup>20</sup>,
- 5 à 7 séances par semaine (jusqu'à une par jour).



Mécanisme d'action de la technique de TENS sur la spasticité

**Figure 5 : Schéma du mécanisme d'action.**

L'objectif de cette thérapie est de créer une stimulation nerveuse qui « prene la place » de la stimulation créant le réflexe d'étirement exagéré.

La réaction spastique d'un muscle est due à un **seuil de sensibilité à l'étirement trop faible** (la réaction est trop sensible). La stimulation par courant électrique sature les récepteurs sensitifs de la zone ciblée, créant une sensation d'étirement moindre et ne déclenchant donc pas une réaction spastique exagérée.

<sup>20</sup> Le seuil sensoriel représente (lorsqu'il est à 100%) l'intensité à laquelle le sujet commence à ressentir la stimulation sur la localisation des électrodes, sans sensation douloureuse.

L'avantage de la TENS est qu'elle représente une technique rééducative **accessible** et plus facilement **acceptable** pour le patient que d'autres thérapies (parfois une neurotomie va être plus difficilement acceptable car il s'agit d'une intervention invasive et radicale, et qu'elle implique des conséquences post-opératoires).

L'utilisation de cette méthode permet également de donner une certaine **autonomie** au patient ainsi qu'une réelle **implication** dans son traitement. En effet, une fois le séjour en centre de rééducation terminé, lors du retour à domicile, le patient peut, après avoir reçu les explications nécessaires sur le sujet, **poursuivre** l'utilisation de cette technique sur ses muscles spastiques pour y remédier au quotidien et poursuivre sa récupération fonctionnelle.

### 1.3 Objectif de cette revue de littérature

En tant que stagiaire et apprentie durant mon cursus, j'ai été amenée à rencontrer plusieurs patients **apprenant à vivre avec la spasticité**, celle-ci étant une des conséquences de leur pathologie.

Cet aspect de leur quotidien m'a particulièrement marquée, de par l'importance que la spasticité prenait dans la réalisation de nombreux **gestes pluriquotidiens** qui paraissent anodins pour une personne saine.

J'ai également remarqué l'importance de la **gestion** de cette spasticité lors de conversations avec des professeurs et tuteurs kinésithérapeutes, ceux-ci m'expliquant l'impact qu'elle avait sur la qualité de vie du patient, et les **adaptations** possibles. Ce sont ces différents contextes qui m'ont guidée vers ce choix de revue de littérature.

Les techniques utilisées aujourd'hui pour tenter de pallier au mieux ce symptôme semblent s'avérer pour la plupart insuffisantes lorsqu'elles ne sont **pas invasives** (27) (car elles sont trop axées sur le court terme) (28). Il peut parfois être difficile pour un patient **d'accepter** des interventions chirurgicales multiples, même si elles permettent d'atténuer ses troubles, car elles impliquent la plupart du temps une adaptation supplémentaire et des éventuelles douleurs.

Il est donc intéressant de se pencher sur l'efficacité de techniques non invasives qui pourraient, éventuellement en les utilisant sur le long terme, **améliorer le quotidien** de ces patients en ayant le meilleur rapport bénéfice/risque possible et en augmentant **l'acceptabilité** du traitement (en réduisant les contraintes à posteriori).

La neurostimulation électrique transcutanée est aujourd'hui utilisée dans divers domaines, mais semble **manquer de consensus** vis-à-vis des protocoles d'utilisation, et vis-à-vis de l'utilité qu'elle peut avoir selon ses applications. Il peut donc être intéressant de vouloir établir une « fiche technique » de son utilisation au regard du muscle spastique, à l'appui des données de la littérature actuelle. (29)

Les données scientifiques nous offrent aujourd'hui majoritairement des informations sur l'utilisation de cette méthode rééducative sur les **membres inférieurs** spastiques, et de son incidence sur la fonction.

Réaliser cette recherche permettrait de **préciser les modalités d'application** de la neurostimulation électrique transcutanée dans le cadre de la spasticité (temps, intensité, fréquence, impulsions idéales pour une efficacité maximale) et de rendre l'utilisation de cette technique plus **compréhensible et envisageable** pour les thérapeutes et leurs patients.

## 1.4 Problématique

Au vu des données précédemment énoncées dans l'introduction, la question de recherche qui semble la plus pertinente serait :

**« Quelle est la plus-value de l'utilisation de la TENS dans une rééducation concernant la spasticité chez le patient ayant vécu un Accident Vasculaire Cérébral ? »**

Dans la méthode seront développés les différentes modalités de la composition de cette revue de littérature. La **question de recherche** se découpe de la façon suivante :

- **La population** sera représentée par les patients adultes ayant vécu un AVC, ischémique ou hémorragique.
- **L'intervention** consistera à appliquer un programme de TENS sur le muscle spastique ciblé (cette intervention présentera des variantes dans les différentes études au niveau des modalités d'utilisation du TENS et de la fréquence des séances, ce qui devrait permettre en conclusion de la revue d'établir les modalités les plus efficaces).
- **Le comparateur** pourra être un TENS placebo, un autre traitement de la spasticité ou simplement pas de comparateur (groupe contrôle sans intervention).
- **Le critère de jugement** (ou outcome) sera mesuré par une cotation de la spasticité sur l'échelle d'Ashworth modifiée ou sur le CSS/CSI.

## 2. Méthode

Cette revue de littérature s'appuiera le plus possible sur les **lignes directrices PRISMA** pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. (30)

### 2.1. Schéma d'étude

Cette étude vise à répondre à la question clinique de l'efficacité du TENS dans la rééducation de la spasticité post-AVC. Il s'agit donc d'une **étude de type thérapeutique**.

### 2.2. Critères d'éligibilité

Cette revue de littérature inclura uniquement des **essais cliniques randomisés et semi-randomisés**, constituant les études avec le plus haut niveau de preuves en dehors des revues systématiques.

On exclura les revues de littératures, les méta-analyses ainsi que les séries de cas.

Les recherches seront effectuées sur les bases de données scientifiques suivantes, de septembre à octobre 2023 :

- PubMed
- Pedro

### 2.3. Equation de recherche

Les recherches seront menées en composant une équation de recherche à partir de mots clés concernant le sujet de la revue. Cette équation reprendra la population, l'intervention, les comparateurs et les critères de jugement précédemment énoncés afin d'affiner au maximum les résultats.

L'équation de recherche finale sera la suivante :

((TENS) OR (transcutaneous electrical nerve stimulation)) AND (spasticity) AND (stroke) AND ((physiotherapy) OR (rehabilitation) OR (spasticity rehabilitation) OR (stroke rehabilitation)) -
---



## 2.4. Sélection des études

La sélection des études se fera dans un premier temps par la lecture du **titre et de l'abstract** de chaque résultat de la recherche, dans un but premier de ne sélectionner que les essais cliniques randomisés et semi-randomisés.

Une seconde sélection sera effectuée par **lecture complète** des articles précédemment conservés, afin de ne garder que les articles en adéquation avec tous les éléments de la question initiale (population, intervention, comparateurs et critères de jugement).

Enfin, les recherches ayant été réalisées sur deux bases de données différentes, **tous les doublons seront retirés** de la sélection finale.

Cette revue de littérature pourra présenter **différents biais**.

Le choix de sélection des essais cliniques sur **deux bases de données** est un choix **restrictif** qui peut créer un risque de silence dans les résultats de recherche. De plus, l'élaboration de l'équation de recherche représente  **systématiquement un biais** dans le sens où aucune équation de recherche ne permet une représentation  **exhaustive** des études existantes sur le sujet.

La qualité des études sera analysée à l'aide de **l'échelle Pedro**, permettant de statuer la validité interne d'une étude. On notera que cette échelle n'évalue en aucun cas les résultats des essais cliniques, mais réalise bien une **estimation qualitative des études**.

## 2.5. Extraction des données

Pour chaque essai clinique sélectionné dans cette revue, on remplira le **formulaire** suivant afin d'extraire les données utiles à l'analyse future.

<b><u>Nom de l'étude :</u></b>	
<b><u>Date de parution :</u></b>	<b><u>Dates de réalisation :</u></b>
<b><u>Note Score Pedro :</u></b>	
<b><u>Population :</u></b>  Nombre total de patients : Nombre de patients groupe expérimental : Nombre de patients groupe contrôle : Age moyen : Date AVC : Localisation de la spasticité évaluée : Critères d'exclusion de l'étude :	
<b><u>Intervention :</u></b>  Programme de TENS utilisé : Durée du programme : Nombre de séances et fréquence des séances :	
<b><u>Comparateur(s) :</u></b>  Placebo : Autres méthodes de rééducation :	
<b><u>Critère(s) de jugement :</u></b>  Echelle d'évaluation de la spasticité utilisée :	
<b><u>Résultats :</u></b>	
<b><u>Conclusion :</u></b>	

## 2.6. Méthode de synthèse des résultats

Dans un premier temps, les résultats de recherche seront synthétisés dans un **diagramme de flux** afin de rendre la lecture de ceux-ci intuitive et rapide pour le lecteur. Ce diagramme aura pour but de réunir les effectifs trouvés en les **classant** en fonction des bases de données, et des différentes sélections réalisées jusqu'à la sélection finale.

Une analyse **qualitative** sera ensuite menée, en fonction du critère de jugement principal, mais également en prenant en compte les divers critères de jugement secondaires des essais cliniques sélectionnés.

Une analyse **quantitative** via une méta-analyse sera réalisée dans l'objectif de comparer statistiquement les essais cliniques sélectionnés. Une telle analyse quantitative ne sera réalisée que sur les articles étant **comparables** en termes de :

- Critère de jugement principal
- Outil de mesure du critère de jugement principal
- Ordre de grandeur des effectifs.

Cette analyse quantitative sera modélisée sous la forme de **forest plot** afin de rendre plus aisée l'interprétation des résultats.

Les **résultats d'analyse** seront réunis sous forme de tableau, puis développés dans le corps de texte. Si la lecture en est rendue plus intuitive, les résultats pourront être également synthétisés sous forme de graphe.

## 3. Résultats

### 3.1. Processus de sélection

Le diagramme de flux ci-dessous synthétise le processus de sélection des articles précédemment expliqué dans la partie Méthode.

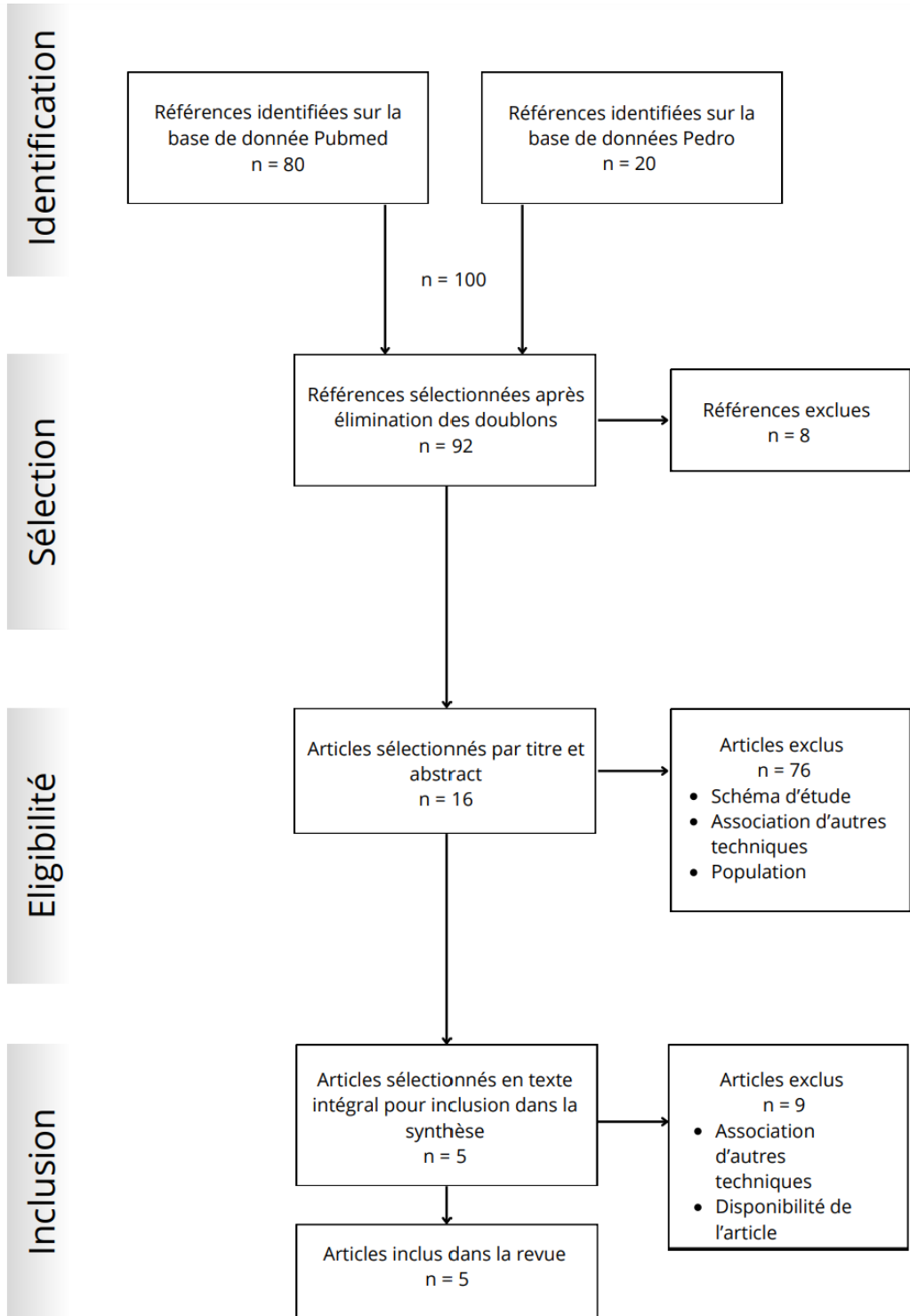


Figure 6 : Diagramme de flux, basé sur le modèle PRISMA. (31)

## 3.2. Descriptif des études sélectionnées

**Cinq articles** ont finalement fait l'objet de la sélection pour cette revue de littérature.

Les cinq articles retenus ont été synthétisés sous la forme de **tableaux informatifs** (cf. ci-dessous), regroupant les données utiles à l'interprétation des résultats.

Tout au long de cette revue, ces articles seront nommés par nom d'auteur et année de publication, de la façon suivante :

**Park et al 2014** (32), **In et al 2021** (33), **Cho et al 2013** (34), **Chen et al 2005** (35) et **Sahin et al 2012** (36).

### 3.2.1. Park et al. 2014

<b>Nom de l'étude :</b> Park et al 2014	
<b>Date de parution :</b> 10.10.2014	<b>Dates de réalisation :</b> 25.04.2014 + 6 semaines
<b>Note Score Pedro :</b> 8/10	
<b>Population :</b>  Nombre total de patients : 34 Nombre de patients groupe expérimental (groupe TENS) : 17 Nombre de patients groupe contrôle (groupe placebo) : 17 Age moyen : 71 ans Date AVC : dans les 6 mois précédant l'intervention Localisation de la spasticité évaluée : triceps sural Critères d'exclusion de l'étude : quadriplégie, incapacité de marcher 10m de façon indépendante, trouble orthopédique, atteinte cérébelleuse.	
<b>Intervention :</b>  Programme de TENS utilisé : intensité à 90% du seuil sensoriel, fréquence de 100Hz, pulsation 200µs, pendant les exercices. Application des électrodes sur le quadriceps et les gastrocnémiens. Durée du programme : 30 minutes Nombre de séances et fréquence des séances : 1 séance par jour, 5 jours par semaine, pendant 6 semaines.	
<b>Compareur(s) :</b>  Placebo : application des électrodes sur les mêmes muscles que le groupe TENS pendant les exercices, pas de stimulation. Le groupe contrôle est prévenu que la stimulation est imperceptible. Autres méthodes de rééducation : /	
<b>Critère(s) de jugement :</b>  Echelle d'évaluation de la spasticité utilisée : MAS Modified Ashworth Scale.	
<b>Résultats :</b> le groupe TENS a montré une diminution de la spasticité sur l'échelle d'Ashworth plus importante que le groupe contrôle.	
<b>Conclusion :</b> L'utilisation de TENS combinée à des exercices permet de diminuer la spasticité post-AVC. Il s'agit d'une technique adjuvante.	

### 3.2.2. In et al. 2021

<b>Nom de l'étude :</b> In et al 2021	
<b>Date de parution :</b> 25.08.2021	<b>Dates de réalisation :</b> 08.03.2021 + 6 semaines
<b>Note Score Pedro :</b> 8/10	
<b>Population :</b>	
<p>Nombre total de patients : 50          Nombre de patients groupe expérimental : 25          Nombre de patients groupe contrôle : 25          Age moyen : 54          Date AVC : dans les 7 mois précédant l'intervention          Localisation de la spasticité évaluée : fléchisseurs plantaires de cheville          Critères d'exclusion de l'étude : antécédents d'autres AVC, patients non communicants, impossibilité de marcher 10 minutes, CSS évalué à moins de 10 au niveau des fléchisseurs plantaires de cheville côté hémiplégique, troubles de la sensibilité, contre-indication médicale à l'utilisation de TENS.</p>	
<b>Intervention :</b>	
<p>Programme de TENS utilisé : avant les exercices, intensité à 100% du seuil sensoriel, fréquence 100Hz, pulsations 200µs, application des électrodes sur le trajet du nerf fibulaire commun.          Durée du programme : 30 minutes.          Nombre de séances et fréquence des séances : 1 séance par jour, 5 jours par semaine, pendant 6 semaines.</p>	
<b>Comparateur(s) :</b>	
<p>Placebo : /          Autres méthodes de rééducation : même programme de TENS + taping en position neutre de la cheville, réinstallé quotidiennement. + exercices.</p>	
<b>Critère(s) de jugement :</b>	
<p>Echelle d'évaluation de la spasticité utilisée : CSS Composite Spasticity Score</p>	
<b>Résultats :</b> le groupe TENS + taping a montré une diminution plus importante de la spasticité que le groupe TENS seul, mais les deux ont montré une diminution significative de la spasticité des fléchisseurs plantaires de cheville.	
<b>Conclusion :</b> La TENS est une technique adjuvante dans le traitement rééducatif de la spasticité. Elle peut être combinée avec un taping pour améliorer ses effets. Ces techniques sont à associer à une rééducation active.	

### 3.3.3. Cho et al. 2013

<b>Nom de l'étude :</b> Cho et al. 2013	
<b>Date de parution :</b> 19.02.2013	<b>Dates de réalisation :</b> 20.08.2012 + 1 jour
<b>Note Score Pedro :</b> 8/10	
<b>Population :</b>  Nombre total de patients : 42 Nombre de patients groupe expérimental : 22 Nombre de patients groupe contrôle : 20 Age moyen : 55 Date AVC : au moins 6 mois avant l'essai clinique Localisation de la spasticité évaluée : gastrocnémiens Critères d'exclusion de l'étude : AVC de moins de 6 mois, pas de spasticité, patients n'étant pas capables de tenir en équilibre debout 10 minutes sans aide technique, patients ayant un score inférieur à 21 au Mini Mental State Examination (MMSE), patients présentant des troubles cardiaques traités par pacemaker, démences et troubles cognitifs altérant la communication.	
<b>Intervention :</b>  Programme de TENS utilisé : application après les exercices, intensité à 200% ou 300% du seuil sensoriel fréquence 100Hz, pulsation 200µs, électrodes placées sur le corps musculaire des gastrocnémiens. Durée du programme : 60 minutes Nombre de séances et fréquence des séances : une seule séance.	
<b>Compareur(s) :</b>  Placebo : application des électrodes sur la même localisation que celles du groupe expérimental après avoir réalisé les mêmes exercices, pas de stimulation électrique. Autres méthodes de rééducation : /	
<b>Critère(s) de jugement :</b>  Echelle d'évaluation de la spasticité utilisée : Modified Ashworth Scale (MAS)	
<b>Résultats :</b> le groupe expérimental TENS a montré une diminution significativement plus importante de la spasticité des gastrocnémiens que le groupe placebo.	
<b>Conclusion :</b> la TENS représente une technique adjuvante à la kinésithérapie pour réduire les symptômes spastiques au niveau des gastrocnémiens.	

### 3.3.4. Chen et al. 2005

<b>Nom de l'étude :</b> Chen et al 2005	
<b>Date de parution :</b> 2005	<b>Dates de réalisation :</b> 08/2004 + 4 semaines
<b>Note Score Pedro :</b> 8/10	
<b>Population :</b>  Nombre total de patients : 24 Nombre de patients groupe expérimental : 12 Nombre de patients groupe contrôle : 12 Age moyen : 57 Date AVC : 12 à 35 mois précédant l'essai clinique Localisation de la spasticité évaluée : gastrocnémiens Critères d'exclusion de l'étude : AVC de moins de 12 mois, diabète, neuropathies périphériques, pas de spasticité.	
<b>Intervention :</b>  Programme de TENS utilisé : TENS appliqué à la jonction des gastrocnémiens et du tendon d'Achille, fréquence 20Hz, pulsation 0,2ms (soit 200µs), intensité maximale sans entrainer de contraction musculaire. Durée du programme : 20 minutes Nombre de séances et fréquence des séances : une fois par jour, 6 jours par semaine pendant 4 semaines (1 mois).	
<b>Comparateur(s) :</b>  Placebo : électrodes appliquées sur la même localisation que le groupe expérimental mais sans stimulation électrique. Autres méthodes de rééducation : /	
<b>Critère(s) de jugement :</b>  Echelle d'évaluation de la spasticité utilisée : Modified Ashworth Scale (MAS)	
<b>Résultats :</b> le groupe expérimental a montré une diminution significative du score MAS chez 8 de ses 12 patients, alors que le groupe placebo a montré une diminution chez seulement 1 de ses 12 patients.	
<b>Conclusion :</b> la TENS est une technique efficace pour réduire la spasticité post-AVC, même non couplé à d'autres techniques.	



### 3.3.5. Sahin et al. 2012

<b>Nom de l'étude :</b> Sahin et al 2012	
<b>Date de parution :</b> 2012	<b>Dates de réalisation :</b> 2012
<b>Note Score Pedro :</b> 8/10	
<b>Population :</b>  Nombre total de patients : 42 Nombre de patients groupe expérimental : 21 Nombre de patients groupe contrôle : 21 Age moyen : 55 Date AVC : 1 an avant l'essai clinique Localisation de la spasticité évaluée : fléchisseurs du poignet Critères d'exclusion de l'étude : comorbidités instables, déficit sensoriel, utilisation de traitements antispastiques, toxine botulique injectée dans les 6 derniers mois, pacemaker, historique de crises épileptiques.	
<b>Intervention :</b>  Programme de TENS utilisé : TENS appliqué après des étirements, fréquence 100Hz, pulsation de 0,1ms soit 100µs. Une électrode sur la portion musculaire la plus réceptive et une électrode sur la région tendineuse de l'épicondyle latéral. Durée du programme : 15 minutes Nombre de séances et fréquence des séances : 5 séances par semaine pendant 1 mois	
<b>Comparateur(s) :</b>  Placebo : étirements puis application d'électrodes sans stimulation électrique. Autres méthodes de rééducation : /	
<b>Critère(s) de jugement :</b>  Echelle d'évaluation de la spasticité utilisée : Modified Ashworth Scale (MAS)	
<b>Résultats :</b> le groupe expérimental a montré une diminution plus significative de la spasticité des fléchisseurs du poignet que le groupe placebo, même si celui-ci a présenté une diminution également significative.	
<b>Conclusion :</b> la TENS représente une technique adjuvante à la kinésithérapie pour réduire la spasticité.	

Ces articles traitent, pour quatre d'entre eux, de l'efficacité de la TENS sur la spasticité post-AVC sur le membre inférieur.

L'article **Sahin et al. 2012** est le seul à traiter de la spasticité du membre supérieur. Il utilise cependant un programme de TENS similaire à ceux des autres articles sélectionnés.

Les auteurs des différents articles ont mis en place les modalités d'application de TENS pour leurs études en utilisant des **programmes apparentés au « gate control »** (haute fréquence, placement de l'électrode sur la zone ciblée et non à distance, programme entre 15 et 30 minutes).

Aucun des articles ne justifie cependant le choix de la fréquence des séances ni de la durée complète de l'étude. Ces deux derniers paramètres restent comparables, ne perturbant pas l'analyse des résultats.

### 3.3. Validité interne et risque de biais

Avant d'analyser les résultats de ces articles et de les confronter afin d'établir une conclusion, il est nécessaire d'évaluer le risque de biais que chacun d'entre eux représente.

Pour ce faire, **l'échelle Pedro** (37) est l'outil choisi. Elle permet, à l'aide de 10 critères, d'attribuer une note à chaque article. Ainsi, plus la note attribuée est élevée, plus l'étude sera valide dans l'interprétation des résultats.

Le tableau ci-dessous synthétise les notes Pedro attribuées à chaque article de cette revue.

Pedro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Note Finale
Articles	Critères d'éligibilité	Répartition aléatoire des sujets	Assignment secrète	Groupes similaires	Sujets en aveugle	Thérapeutes en aveugle	Examineurs en aveugle	Mesures obtenues pour plus de 85%	Réception du traitement	Comparaisons statistiques intergroupes	
Park et al. 2014	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	8/10
In et al. 2021	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	NON	OUI	8/10
Cho et al. 2013	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	8/10
Chen et al. 2005	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI	8/10
Sahin et al. 2012	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI	NON	OUI	8/10

**Figure 7 : Notation Pedro.**

Tous les articles inclus dans la revue ont obtenu une note Pedro de **8/10**. On considère donc ici le risque de biais comme faible dans sa globalité. Cependant, les critères non respectés diffèrent selon les articles.

Les critères ci-dessous sont cités à partir de **l'échelle Pedro**.<sup>21</sup>

**Critère 3 : « la répartition a respecté une assignation secrète. »**

→ Biais de sélection lors du recrutement.

L'article **Cho et al. 2013** n'a pas répondu à ce critère. En effet, il ne mentionne pas la personne ayant réalisé la répartition des sujets dans les deux groupes. L'échelle Pedro précise que lorsque l'étude ne mentionne pas le responsable de la répartition, il faut au moins qu'elle mentionne qu'elle a été faite par enveloppes scellées. Or, ce n'est pas le cas ici.

**Critère 6 : « tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient « en aveugle ». »**

→ Biais de procédure d'insu.

Les articles **Park et al. 2014** mentionnent qu'ils ont réalisé leurs études en « simple aveugle » dans leur intégralité. Il est mentionné que seuls les patients étaient « en aveugle », par conséquent les thérapeutes ont administré les traitements en connaissance du protocole.

L'article **Chen et al. 2005** précise qu'un seul thérapeute a administré les traitements aux deux groupes tout au long du protocole expérimental, et n'était donc pas « en aveugle ».

L'article **Sahin et al. 2012** mentionne le choix de deux thérapeutes pour administrer les traitements. Cependant, il ne précise pas si ces derniers sont « en aveugle », ce qui ne permet pas d'accorder l'obtention du critère.

**Critère 7 : « tous les examinateurs étaient « en aveugle » pour au moins un des critères de jugement essentiels. »**

→ Biais de procédure d'insu.

Les articles **Park et al. 2014** et **Chen et al. 2005** sont les deux seuls articles de cette revue n'ayant pas mentionné le caractère « en aveugle » des examinateurs. L'échelle Pedro précise que la non précision de cette modalité ne permet pas d'accorder le critère.

---

<sup>21</sup> [https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro\\_scale\\_french\(france\).pdf](https://pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_french(france).pdf)

**Critère 8 :** « les mesures ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes. »

➔ Biais d'attrition

L'article **Cho et al. 2013** n'a obtenu les mesures que pour 80% des sujets initialement répartis dans les groupes (20 résultats pour 25 sujets initiaux dans le groupe placebo et 22 résultats pour 25 sujets initiaux dans le groupe TENS).

**Critère 9 :** « tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou les données ont été analysées « en intention de traiter ». »

➔ Biais d'attrition

Les articles **In et al. 2021** et **Sahin et al. 2012** ne mentionnent pas la proportion de données analysées ni l'analyse « en intention de traiter ». L'échelle Pedro précise que, pour obtenir le critère, l'étude doit au moins spécifier que tous les résultats ont été analysés.

## 3.4. Résultats et significativité

### 3.4.1. Synthèse des résultats d'étude

Etudes	Echelle de mesure	Muscle testé	Pré-intervention		Post intervention		Différence		P value	
			GE	GC	GE	GC	GE	GC	Valeur seuil	Valeur mesurée
Park et al.2014	MAS	Triceps Sural	2,60	2,50	1,80	2,36	-0,80	-0,14	0,05	P < 0,05*
In et al. 2021	CSS	Fléchisseurs plantaires	12,40	12,10	11,10	8,70	-1,3	-3,3	0,05	0,001
Cho et al. 2013	MAS	Gastrocnémiens	3,50	3,40	2,50	2,95	-1	-0,45	0,05	P < 0,05*
Chen et al. 2005	MAS	Gastrocnémiens	2,10	2,25	1,42	2,16	-0,68	-0,09	0,05	0,01
Sahin et al. 2012	MAS	Fléchisseurs de poignet	3,20	3	1,8	2	-1,4	-1	0,05	0,001

**Figure 8 :** Tableau de synthèse des résultats numériques.

\*la valeur p n'a pas été précisée, la seule information disponible est qu'elle se situe en dessous du seuil, indiquant donc que les résultats sont considérés comme statistiquement significatifs.

Tous les articles sélectionnés montrent une **diminution statistiquement significative** (valeur p mesurée toujours en dessous du seuil déterminé à 0,05) de la **spasticité** après application du programme de TENS. Les valeurs de différence sont exprimées en négatif car la spasticité analysée diminue avec le programme.

Les articles **Park et al. 2014**, **Cho et al. 2013**, **Chen et al. 2005** et **Sahin et al. 2012** obtiennent une diminution plus importante de la spasticité avec le programme de TENS + exercices (groupe expérimental) qu'avec les exercices seuls (groupe contrôle).

On constate en moyenne une **diminution de la spasticité de 1 point sur l'échelle d'Ashworth modifiée** pour les groupes expérimentaux contre une diminution moyenne de 0,42 points pour les groupes contrôles.

L'article **In et al. 2021** est le seul qui montre une diminution plus importante de la spasticité dans le groupe contrôle (TENS + Taping) que dans le groupe expérimental TENS. Cependant, cet article est le seul dans lequel la TENS est appliquée **dans les deux groupes**.

On y trouve une diminution statistiquement significative de la spasticité dans les deux groupes sur l'échelle **Composite Spasticity Score**. Cet article montre l'efficacité de la TENS sur la diminution de la spasticité, mais également le caractère adjuvant de cette technique, puisqu'elle est potentialisée par l'ajout d'une autre méthode, ici le Taping.

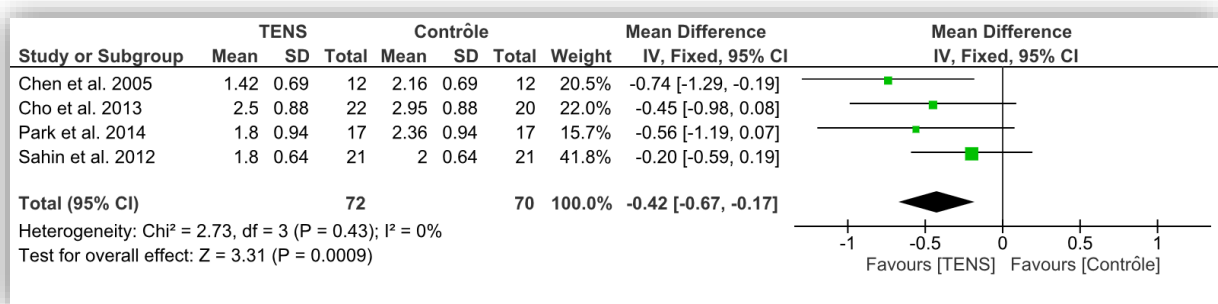
### 3.4.2. Méta-analyse

La méta-analyse de cette revue ne peut être réalisée que sur les articles **Park et al. 2014**, **Cho et al. 2013**, **Chen et al. 2005** et **Sahin et al. 2012**.

L'article **In et al. 2021** n'utilisant pas le même outil de mesure du critère de jugement principal (CSS) que les autres articles (MAS), la comparaison quantitative ne serait pas pertinente.

Les deux **forest plot** ci-dessous ont été réalisés avec le logiciel **Review Manager 5.4**.

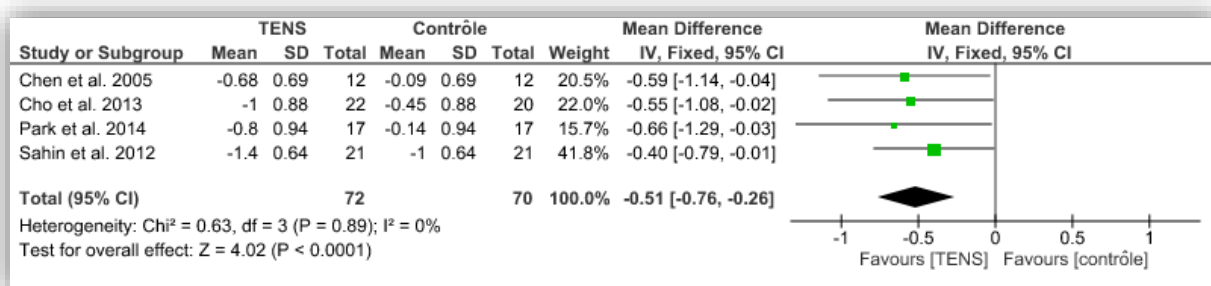
Le premier d'entre eux a été réalisé dans l'objectif de comparer les **valeurs post-interventions** entre les groupes expérimentaux (TENS) et les groupes contrôle de chaque article.



**Figure 9 : Forest plot (1) comparant les valeurs post-intervention.**

Le second **forest plot** (ci-dessous) a été réalisé dans l'objectif de comparer les **diminutions de spasticité** entre les groupes expérimentaux (TENS) et les groupes contrôles de chaque article.

Les valeurs regroupées dans cette analyse quantitative sont **négatives** dans la mesure où l'on compare des **diminutions de spasticité** (différence entre les évaluations pré-intervention et post-intervention) des individus.



**Figure 10 : Forest plot (2) comparant les diminutions pré-post-intervention.**

Les deux représentations graphiques ci-dessous mettent en évidence une hétérogénéité statistique de 0% ( $I^2 = 0\%$ ). Cette valeur statue le fait que, malgré la possible **hétérogénéité du fonctionnement des études** entre elles (programme de TENS utilisé, effectif de population, exercices utilisés en parallèle), les résultats sont **statistiquement homogènes**.

Dans le forest plot comparant les **valeurs post-intervention** (cf. figure 9), on constate que les intervalles de confiance de trois études sur quatre (**Cho et al. 2013**, **Park et al. 2014** et **Sahin et al. 2012**) passent par la valeur 0. Le fait qu'un intervalle de confiance traverse la valeur 0 signe une **faible significativité statistique**.

Or, on peut observer que la **seconde borne** de ces trois intervalles reste très proche du 0 (respectivement 0,08 ; 0,07 ; 0,19) et que ces intervalles restent **suffisamment étroits** pour statuer d'une certaine significativité clinique.

Dans le forest plot comparant les **diminutions pré-intervention et post-intervention** (cf. figure 10), on note qu'aucun intervalle de confiance ne croise la valeur 0, signant une **réelle significativité statistique**.

Il est intéressant de noter cette significativité car elle concerne la **réelle évolution** des patients durant l'étude en comparant les **diminutions** de spasticité engendrées par le traitement.

Dans les deux forest plot, le **losange** (symbolisant l'**intervalle de confiance global** des quatre études sélectionnées) ne croise pas la valeur 0.

La méta-analyse réalisée donne de ce fait un résultat globalement **en faveur de l'utilisation de la méthode de TENS** afin de réduire les symptômes spastiques après un AVC, de façon statistiquement significative.

➤ Calcul de la taille d'effet :

Une fois les résultats énoncés comme statistiquement significatifs en faveur du fonctionnement de la TENS sur la spasticité post-AVC, il est intéressant de se pencher sur la **taille d'effet** de la technique **dans les études sélectionnées**.

Cette taille d'effet donne une idée de « l'ampleur » de l'efficacité de la TENS dans le cadre de ces expérimentations. L'**intérêt** de calculer cette valeur pour tous les articles est de **comparer** les résultats entre eux afin de voir quel programme a montré **le plus de différence** entre les mesures pré et post-test.

La taille d'effet, ou « d de Cohen »<sup>22</sup> se calcule selon la formule suivante :

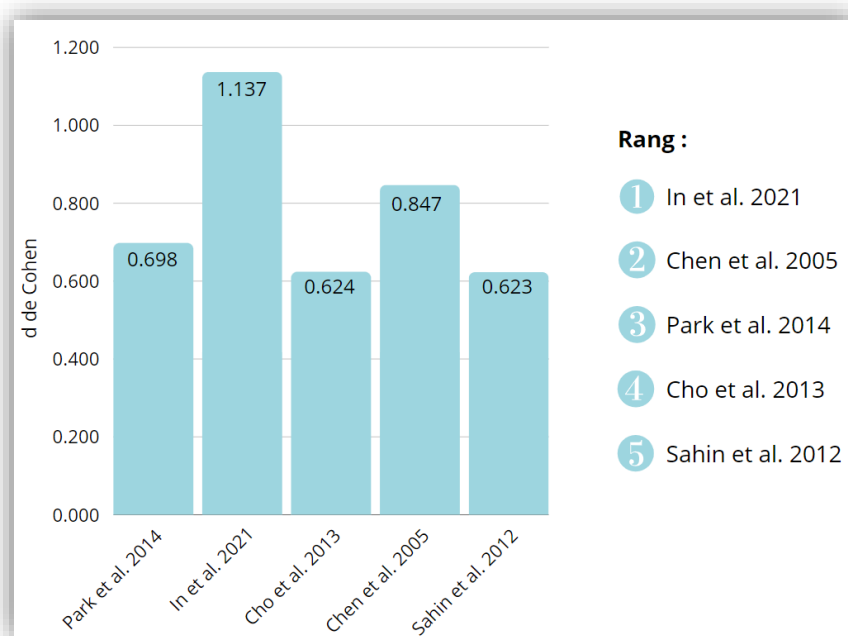
$$d = \frac{x_1 - x_2}{SD}$$

Avec,

$X_1$  : Moyenne du groupe expérimental

$X_2$  : Moyenne du groupe contrôle

SD : écart-type groupé (standard deviation), valeur calculée grâce au logiciel RevMan Calculator de la base de données Cochrane<sup>23</sup>.



**Figure 11 :** Graphique énonçant les tailles d'effet et le rang des articles sélectionnés.

<sup>22</sup> [https://www.crchudequebec.ulaval.ca/A03-Calcul\\_de\\_taille\\_echantillon\\_et\\_GPower\\_181001.pdf](https://www.crchudequebec.ulaval.ca/A03-Calcul_de_taille_echantillon_et_GPower_181001.pdf)

<sup>23</sup> <https://training.cochrane.org/resource/revman-calculator>

Le graphique ci-dessus regroupe la **taille d'effet** du programme de TENS pour **chaque essai clinique sélectionné**. La taille d'effet est une valeur **sans unité**, puisque son seul intérêt est comparatif.

Plus la taille d'effet est proche de zéro (le zéro représentant l'hypothèse pour laquelle l'effet serait dû au fruit du hasard), moins le programme de TENS représentera une méthode efficace. On constate que toutes les tailles d'effet sont supérieures à 0,5 points.

On considère la taille d'effet comme modérément importante à partir de 0,5 points et comme importante à partir de 0,8 points.

Ce graphique présente également le **rang** de classement par taille d'effet, le rang 1 représentant le programme le plus efficace.

### 3.5. Conflits d'intérêt

Toutes les études sélectionnées dans la revue possèdent une rubrique qui mentionne **l'absence de conflits d'intérêt** dans la réalisation de leur protocole, à l'exception de l'article **Chen et al. 2005** qui ne mentionne pas la présence ou l'absence de conflits d'intérêt.

L'auteure de la revue certifie l'absence de conflits d'intérêt dans la réalisation de celle-ci.



## 4. Discussion

Les résultats précédemment énoncés vont permettre d'établir un **état des lieux** sur l'efficacité de la méthode de TENS sur la spasticité après un AVC.

Les études sélectionnées utilisent des programmes similaires, mais divergent sur certains paramètres. C'est la comparaison de ces paramètres et de leur incidence sur les résultats qui permettra de tenter d'aboutir à un « programme idéal » de TENS applicable en clinique.

### 4.1. Effets de la TENS sur le critère de jugement principal : l'évolution de la spasticité

#### 4.1.1. Interprétation des résultats

Tous les articles sauf **In et al. 2021** montrent une diminution plus importante de la spasticité dans le groupe TENS que dans le groupe contrôle.

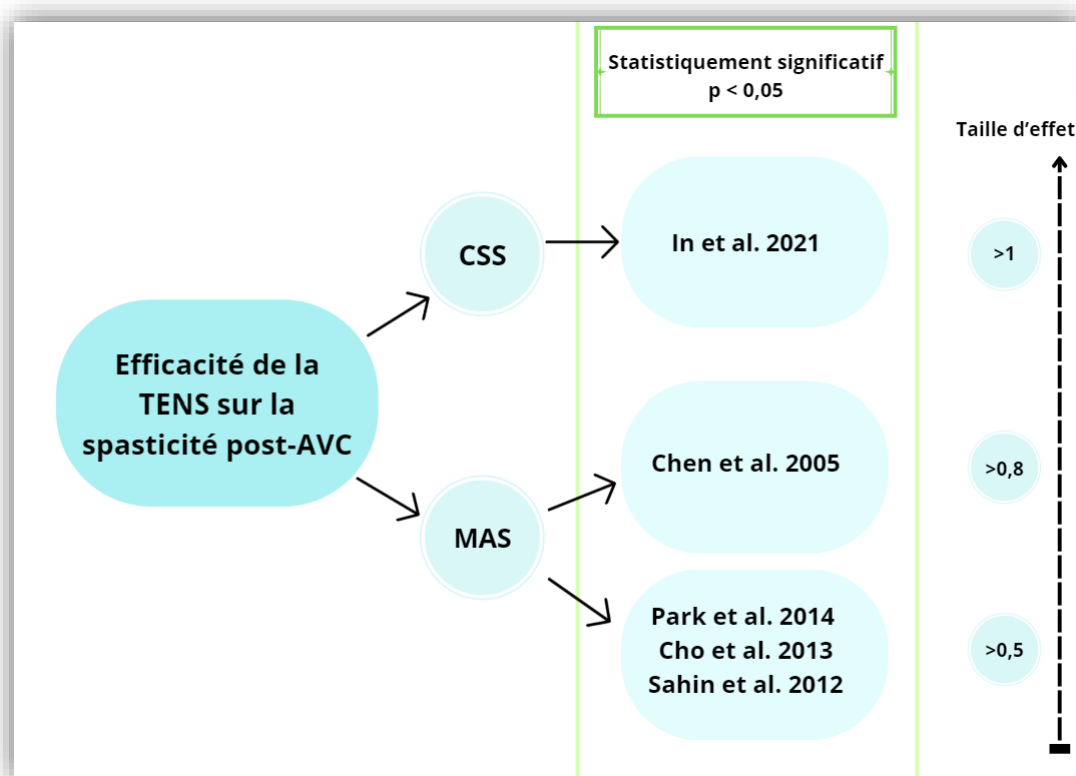


Figure 12 : Schéma récapitulatif de l'analyse des données.

Les tailles d'effet montrent une ampleur de l'efficacité qui se démarque dans l'article **In et al. 2021** étant le seul qui ait une taille d'effet **supérieure à 1**, puis dans l'article **Chen et al. 2005** ayant une taille d'effet **supérieure à 0,8**. Les autres études ont des tailles d'effet **similaires** entre elles, qui sont tout de même toutes **supérieures à 0,5**, donc relativement éloignées de 0.

De ce fait, il est **peu probable** que l'effet de la méthode de TENS « gate control » sur la spasticité après un AVC soit dû au **hasard**.

Aucun des articles sélectionnés ne démontre une **absence d'amélioration** après le traitement.

Dans les articles utilisant la **MAS** comme échelle de mesure, on trouve une diminution moyenne de **0,97 point** sur l'échelle (soit environ une diminution **d'un point** puisqu'il s'agit d'une mesure plus qualitative que quantitative) contre une diminution moyenne de **0,42 points** sur l'échelle dans le groupe contrôle (soit un résultat que l'on qualifierait de « **aucune évolution** » à l'évaluation qualitative).

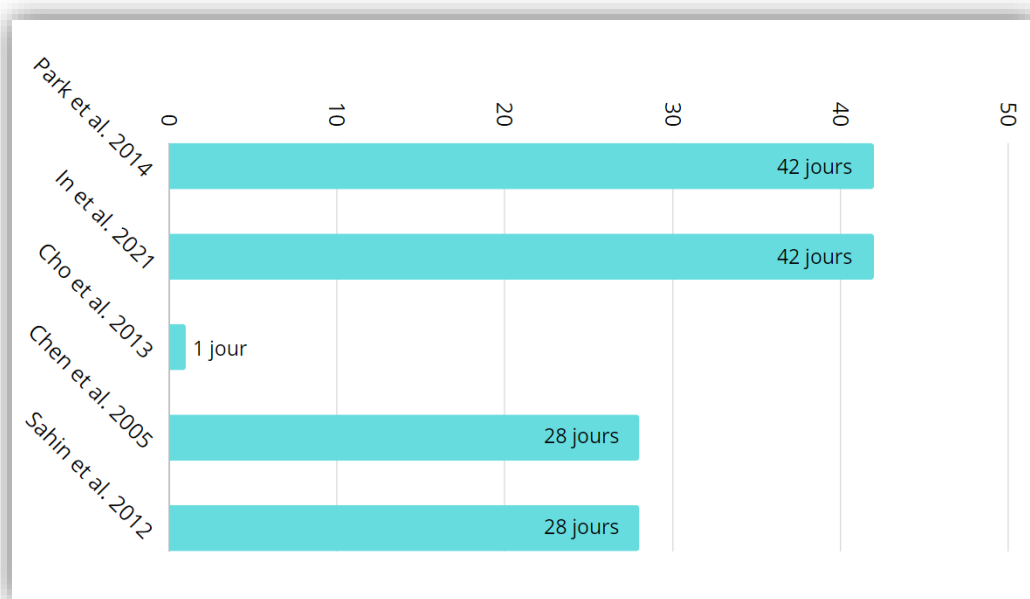
Dans l'article **In et al. 2021**, qui est le seul à utiliser le CSS comme outil de mesure du critère de jugement principal, on constate une diminution de **1,3 points** dans le groupe TENS contre **3,3 points** dans le groupe TENS + taping.

L'essai clinique **In et al. 2021** montre une diminution **plus importante** de la spasticité dans le groupe TENS + taping que dans le groupe où la TENS est utilisée seule. Ce résultat ne signifie pas que la TENS n'est pas une méthode efficace, simplement qu'elle est plus efficace lorsqu'elle est couplée à une autre méthode.

## 4.1.2. Avantages et inconvénients du traitement dans la durée

### ➤ Pendant la durée de l'étude :

Dans cette revue, les durées d'application du traitement sont différentes selon les articles, deux établissent une prise en charge sur **6 semaines** soit 42 jours, deux sur **4 semaines** soit 28 jours et le dernier article établit seulement **une journée** de prise en charge.



**Figure 13 :** diagramme représentant la durée des traitements par étude.

La majorité montre l'efficacité du traitement sur du « **moyen terme** » dans la mesure où l'on ne peut pas le qualifier de prise en charge chronique (la définition de chronique étant établie à trois mois de traitement) mais pas non plus de court terme ou de prise en charge aigue car la durée est **d'au moins un mois**.

Seul l'article **Cho et al. 2013** montre un traitement relevant d'une prise en charge à **court terme** pour discuter de l'utilité sur un jour de l'application de TENS sur la spasticité après un AVC. Il reste intéressant de comparer des traitements durant un jour à d'autres durant un mois ou plus pour déterminer la **plus-value** que peut apporter le **long terme**, ou simplement pour montrer que le traitement à long terme ne fait que perpétuer les effets chaque jour sans pour autant les potentialiser.

### ➤ Après la fin de l'étude :

La littérature actuelle ne semble pas proposer d'études ou d'essais cliniques traitant sur une durée **supérieure à six semaines**. Il pourrait être intéressant de réaliser des recherches approfondies sur l'utilisation de la TENS au quotidien chez un patient spastique après son AVC. L'objectif d'une telle recherche serait d'apprécier **l'évolution des symptômes** spastiques sur toute la période de potentielle récupération après l'accident, soit sur trois à six mois consécutifs (38).

L'inconvénient d'une telle démarche de recherche reste la nécessité de déployer des **moyens** relativement conséquents, et ce sur une durée prolongée. De plus, mener une étude de la sorte exposerait l'investigateur à un risque important de **perdus de vue** dans la population. Ces inconvénients ne rendent pas la tâche impossible mais simplement expliquent le manque de littérature au regard de ce questionnement à l'heure actuelle.

Un autre questionnement pertinent vis-à-vis de la durée du traitement serait la conséquence de son **arrêt**. En effet, si les études analysées semblent montrer une bonne efficacité du traitement au quotidien sur du moyen terme, et potentiellement sur du long terme, aucune ne mentionne une « **fin de traitement** », laissant supposer que l'utilisation de la TENS sur la spasticité reposerait sur son utilisation **continue** dans le temps.

Il serait de ce fait intéressant d'établir de nouveaux **protocoles d'essais cliniques** comportant un arrêt de la méthode temporaire dans un des groupes et une continuité dans l'autre, afin de pouvoir comparer les effets sur le long terme. De ce fait, il deviendrait possible d'objectiver un **regain ou non** de symptômes spastiques après un certain temps d'arrêt. Si la méthode n'avait pas une action **longue durée**, l'utilisation de la TENS nécessiterait de suivre un **programme continu** pendant toute la période de récupération après l'AVC.

Les données actuelles de la science permettent de montrer l'émergence d'un traitement **potentiellement efficace et accessible** au patient dans un parcours de rééducation et d'auto-rééducation suivant un AVC. Même si ces données ne permettent pas aujourd'hui de prouver une réelle efficacité à grande échelle, elles amènent à de nouveaux questionnements scientifiques.

### ➤ Quand le traitement est-il le plus efficace ?

Il paraît évident de dire que la fenêtre temporelle dans laquelle le traitement serait **le plus efficace** reste la **phase aiguë** après l'accident. Plus le patient est pris en charge de façon **précoce** après son AVC, plus les conséquences de cet AVC se verront réduites.

Cependant, il est également intéressant de se questionner sur le **délai** après lequel il deviendrait **vain** de commencer un traitement rééducatif de la spasticité à l'aide de TENS. Le pronostic de récupération scientifiquement établi à ce jour est de **trois à six mois après un AVC** (38). Il semblerait donc difficilement envisageable de **débuter** un nouveau mode de traitement rééducatif après ce délai et d'en attendre un **résultat probant**.

Toutefois, la récupération de chacun étant fortement **patient-dépendante**, il conviendra à chaque praticien de décider du réel délai à partir duquel il ne lui **semblera plus utile** de débiter un nouveau mode de traitement non utilisé auparavant.

Les études sélectionnées ont toutes réalisé leur expérimentation de TENS **plusieurs mois après** l'AVC. Malgré ce manque de précocité dans la prise en charge, les résultats ont montré une évolution en faveur de la méthode.

De ce fait, il semblerait intéressant de conduire de **nouvelles études** intégrant ces mêmes programmes dans une **prise en charge plus aiguë après l'accident**, afin d'identifier si la thérapie précoce peut potentialiser les effets sur la spasticité.

## 4.2. Limites des études et obstacles à la bonne évolution de la spasticité

Chaque article de cette revue présente ses propres **limites** et modalités qui constituent des **obstacles** à la réduction effective de la spasticité.

Certaines de ces limites sont **communes** aux cinq articles sélectionnés.

### ➤ Limites contenues dans tous les articles :

Comme énoncé précédemment (cf. 4.1.2.) aucun de ces essais cliniques n'intègre un suivi sur le **long terme** des sujets après l'arrêt du traitement.

Chacun précise avoir fait le **choix** de ne pas mettre en place ce suivi pour diverses raisons : risques de perdus de vue importants, manque de moyens, etc.

De plus, dans la majorité des articles sélectionnés, la méthode de TENS est **associée** à différents exercices de rééducation. La méthode TENS seule en comparaison avec un groupe contrôle sans aucun traitement n'est pas mise en place. De ce fait, il faut noter que ces essais cliniques objectivent bien la **plus-value** de la TENS sur la spasticité post-AVC et non son efficacité seule.

Seul l'article **In et al. 2021** met en place un groupe TENS dans lequel la méthode est employée individuellement dans le plan de rééducation. Cependant, cet article vise à montrer la plus-value de **l'association** TENS-taping, et ne met donc pas en comparaison la TENS seule et un groupe sans rééducation.

Cet article reste intéressant dans sa **démarche différente** des autres dans la mesure où il permet de montrer que la TENS présente une efficacité seule sur la spasticité, même s'il démontre également qu'associée à une autre technique rééducative elle est d'autant plus efficace. On peut donc qualifier cette méthode de technique plus **adjuvante** et **potentialisatrice** qu'utilisable isolément.

➤ Limites concernant les échantillons randomisés :

Les articles **Chen et al. 2005** et **Park et al. 2014** ont mis en place des groupes d'effectifs respectivement de 12 patients et 17 patients chacun, représentant des échantillons de patients **relativement restreints**.

Ces choix numériques, bien que justifiés par la difficulté de recrutement et la précision des critères d'inclusion et d'exclusion, augmentent la **difficulté de généralisation** des données récoltées. En effet, un résultat sur un groupe d'effectif réduit, même s'il est statistiquement significatif, est difficile à déclarer comme **cliniquement efficient à grande échelle**.

Les résultats de ces deux articles sont tout de même intéressants à analyser dans une revue de littérature comme celle-ci, dont le but premier est la **comparaison** et la **mise en relation** de différentes sources de données scientifiques.

➤ Limites impliquant le programme de stimulation :

La limite principale de l'article **Park et al. 2014**, en dehors de son effectif réduit énoncé ci-dessus, réside dans son **choix de programme de TENS**.

En effet, cet essai clinique est le seul parmi ceux sélectionnés ayant pris la décision d'établir une **intensité basse** (90% du seuil sensoriel, correspondant à une stimulation imperceptible par le sujet).

Si ce choix permet de rendre les expériences des sujets du groupe TENS et du groupe contrôle identiques, il **réduit le potentiel** d'effet « gate control » du programme de stimulation. Ce programme est basé sur le **remplacement** de la sensation erronée d'étirement (hyperréflexie) par une **information sensorielle tactile**. Si le seuil sensoriel n'est pas atteint au moins à 100% et que le patient concerné ne ressent donc aucune stimulation tactile même superficielle, l'effet « gate control » est donc largement **diminué**.

Cet article parvient tout de même à démontrer une certaine **significativité statistique** de l'évolution favorable de la spasticité du patient. Cependant, il laisse à penser qu'avec l'utilisation du seuil à 100% ou plus, l'efficacité **clinique** aurait pu être supérieure.

➤ La spécificité de l'article In et al. 2021 :

L'article **In et al. 2021** constitue l'article « particulier » de cette revue. En effet, en plus de comparer la TENS **seule et accompagnée** du taping, ainsi que de mettre en avant uniquement le côté **adjuvant** de notre méthode analysée, il s'agit également du seul essai clinique sélectionné **n'utilisant pas l'échelle MAS** pour évaluer le critère de jugement principal. L'utilisation de l'échelle **CSS** est beaucoup moins standardisée dans la mesure de la spasticité.

Cet aspect différent des autres études constitue ici un réel **biais** dans l'élaboration de la **revue** dans la mesure où il est **l'obstacle principal** à la réalisation d'une analyse **quantitative** (et donc d'une méta-analyse) intégrant tous les essais cliniques sélectionnés.

Le choix d'inclure tout de même cet article dans la revue réside principalement dans le fait que sa particularité de protocole permet de **mettre en lumière** différents aspects intéressants de l'utilisation de la TENS précédemment cités tels que l'efficacité de la méthode **seule**, son caractère **potentialisateur**, etc.

➤ **La localisation des électrodes représente-t-elle une limite ?**

Dans l'article **Sahin et al. 2012**, le **membre supérieur** est le segment au niveau duquel est évaluée la spasticité. Cet aspect diffère de tous les autres articles sélectionnés, ce qui rend la comparabilité au niveau **clinique** moins évidente.

Effectivement, les **paramètres physiologiques** peuvent différer d'un muscle à l'autre, d'autant plus qu'un muscle gastrocnémien ne représente pas le même volume ni la même **masse et composition fibreuse** qu'un muscle épicondylien. Il est donc nécessaire de pondérer les propos quant à la comparaison de l'efficacité de la méthode sur ces deux zones.

Cependant, cette localisation différente ne met pas en péril la comparaison statistique dans la mesure où l'échelle de mesure de la spasticité ainsi que l'application des programmes sont similaires.

En outre, si cet article montre une réelle **significativité statistique**, il est délicat d'en affirmer autant au niveau **clinique**.

Le groupe contrôle montre une différence entre les mesures pré-intervention et post-intervention de 1 point sur l'échelle MAS, et le groupe TENS montre une différence de 1,4 points sur cette même échelle. Au niveau **clinique**, 0,4 points sur une échelle non paramétrique (donc relativement subjective), ne représentent **pas** une différence significative.

Ainsi, il est difficile d'établir une réelle **plus-value** dans la **vie quotidienne** du patient avec une différence si minime entre les groupes.

Enfin, l'article **Chen et al. 2005** est le seul ayant établi un protocole dans lequel les électrodes de TENS ne sont pas placées sur le **corps musculaire** mais sur les **portions tendineuses** distales des muscles gastrocnémiens. Ce choix ne représente pas spécialement une limite, ni un obstacle à l'évolution de la spasticité, bien au contraire. Cependant, il représente dans cette revue une **différence majeure** avec les autres articles.

Le placement des électrodes sur la portion tendineuse des muscles gastrocnémiens permet de recruter davantage de **fibres nerveuses sensibles à l'étirement**, logées majoritairement dans les tendons, sièges principaux des **organes tendineux de Golgi**. Ces organes tendineux de Golgi composent la majorité des fibres **hyperexcitables** responsables du phénomène spastique. Il est donc judicieux de cibler en priorité ces zones dans un but de « **désensibilisation** », de retour à une sensibilité à l'étirement normale.

### 4.3. Applicabilité clinique

Tous les articles présentent des résultats **statistiquement significatifs** (cf. figure 8).

En arrondissant à l'unité pour avoir un chiffre interprétable sur l'échelle MAS, tous les articles sauf **Sahin et al. 2012** ont un résultat **cliniquement** significatif.

Un résultat est dit « cliniquement significatif » lorsque la différence observée entre les mesures pré-intervention et post-intervention se ressent **lors de l'examen clinique**.

Par exemple, un patient qui passe d'une cotation 3 sur l'échelle MAS (raideur à la mobilisation avec articulation figée) à une cotation 2 (raideur à la mobilisation mais amplitudes articulaires conservées) sur la même échelle va ressentir la différence lors de l'évaluation ainsi que dans ses mouvements au quotidien.

L'article **Sahin et al. 2012** présente un résultat significatif au niveau de l'interprétation numérique mais ce résultat rapporté à la situation clinique ne sera pas déterminant dans les symptômes spastiques du patient. En effet, une diminution de **moins d'un point** sur l'échelle de mesure du critère de jugement principal n'est pas suffisante pour déclarer la méthode comme **efficace en clinique** dans les modalités appliquées.

La **grande majorité** des essais cliniques sélectionnés permet de démontrer que l'application de TENS en local sur un muscle spastique **permet** de réduire les symptômes spastiques en moyenne de 0,97 points sur l'échelle MAS, soit en arrondissant pour rapporter de façon réaliste à l'échelle, de diminuer **d'un item**.

Il s'agit d'une **amélioration notable**, qui peut influencer de façon importante sur le quotidien du patient. En effet, réduire d'un point peut permettre au patient de retrouver des amplitudes articulaires **mobilisables**, ou encore de diminuer les réactions réflexes telles que le **clonus**.

La littérature actuelle n'offre pas d'études de l'efficacité de la TENS sur la spasticité après en AVC en mesurant cette spasticité à l'aide de **l'échelle de Tardieu** (cf. Annexe 2) à ce jour. Il serait intéressant de **poursuivre** la recherche dans ce sens, dans la mesure où l'échelle de Tardieu prend en compte les contractions de **type clonique** dans les stades les plus avancés de la spasticité.

Démontrer que la TENS permet également de **réduire la spasticité d'un item** sur l'échelle de **Tardieu** amènerait à la conclusion que cette technique permettrait d'éliminer les **contractions cloniques** d'un muscle spastique avec une utilisation quotidienne. Une telle preuve pourrait permettre des **changements considérables** dans la qualité du mouvement et donc dans la **qualité de vie** des patients concernés.

Les données actuelles permettent donc d'affirmer que la TENS peut **potentiellement diminuer** la spasticité au quotidien. Cependant, après la question de l'efficacité du traitement se pose celle de **l'applicabilité réelle** sur le terrain.



L'article **Cho et al. 2013** montre que les effets d'un programme de TENS appliqué sur un muscle spastique **durent moins d'un jour** avant de s'estomper et de laisser réapparaître les symptômes. Cette information implique qu'une utilisation **quotidienne** du programme par le patient serait nécessaire afin de prolonger les effets « indéfiniment ».

Pratiquer cette technique de rééducation au quotidien ne semble **pas irréalisable**. En effet, il s'agit d'un dispositif portable, rechargeable, les électrodes sont réutilisables, et surtout le coût est relativement réduit pour une utilisation sur le **long terme**.

Il semble **envisageable** pour un patient **en centre de rééducation** après un AVC de réaliser une séance par jour en plus de ses séances rééducatives habituelles.

Cependant, le traitement et donc l'évolution favorable de la spasticité reposent exclusivement sur **l'observance** du patient. Le respect du protocole par le patient reste relativement facile à superviser dans le cadre d'une rééducation en structure, mais dès le **retour à domicile**, le risque de **perte de régularité** voire d'abandon du traitement faute d'amélioration supplémentaire est voué à augmenter.

L'intérêt d'études poursuivant le traitement sur un **long terme**, ou d'études établissant un suivi **après arrêt du traitement** reprend ici tout son sens. L'établissement de preuves sur le **maintien ou non** des effets après traitement, mais également sur la **potentialisation** ou non des effets en continuant sur le long terme, est nécessaire, afin d'apporter aux patients concernés des arguments **en faveur de la continuité des soins**.

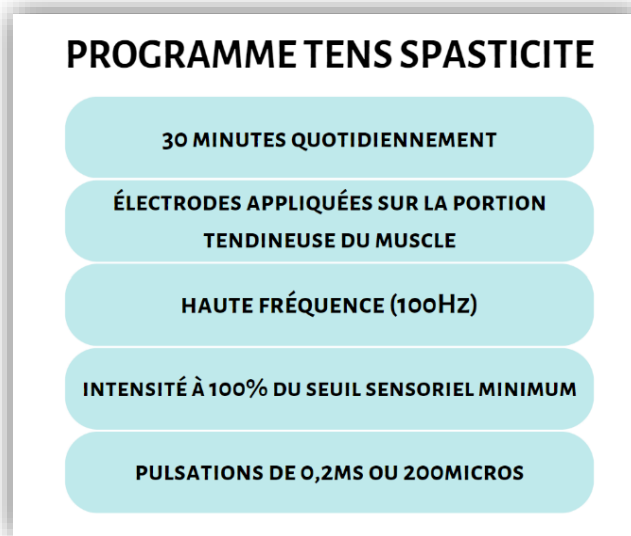
#### 4.4. Existe-t-il un programme idéal ?

➤ Perspective de programme idéal :

L'analyse des résultats des études sélectionnées a permis d'établir une **potentielle efficacité** de la méthode de TENS sur la spasticité après un AVC. Cette efficacité est de toute évidence soumise à **différentes conditions**, comprenant des modalités d'application, une fréquence d'utilisation, et surtout une bonne **observance** du traitement.

Cette technique permet de **poursuivre les efforts rééducatifs** même après la sortie de centre spécialisé. Dans la mesure où elle est suivie correctement, elle rend le patient **acteur** de sa rééducation et lui confère un véritable **pouvoir** sur sa qualité de mouvement.

La question d'un **programme idéal** se pose évidemment à l'issue des analyses et discussions précédemment énoncées. D'après les différentes ressources provenant des articles sélectionnés, une fiche technique exposant les « **modalités les plus efficaces** » pourrait avoir cette apparence :



**Figure 14 :** Proposition de programme de TENS en traitement de la spasticité après un AVC.

La durée du programme serait de **30 minutes** afin de préserver la **faisabilité** de la séance au quotidien, ainsi que de maintenir une **efficacité** de stimulation sur l'ensemble des fibres.

Les électrodes seraient appliquées sur la **portion tendineuse distale** du muscle afin de recruter un maximum de fibres nerveuses sensibles à l'étirement et sièges du départ de la **boucle réflexe**.

La fréquence appliquée serait un courant de « haute fréquence » soit **100Hz** pour utiliser l'effet « gate control » qui vise à **remplacer** l'information sensitive d'étirement par l'information tactile et donc à shunter le réflexe spastique.

L'intensité devrait être à **100% du seuil sensoriel au minimum** afin d'être certain que le message sensitif tactile prenne le dessus sur la sensation d'étirement. L'intensité de la stimulation devra cependant rester **supportable et infra douloureuse** tout au long de la séance.

Les pulsations devraient être réglées avec des intervalles de 0,2ms, soit 200µs.

➤ **Autres pistes d'utilisation de TENS dans le cadre de la spasticité :**

Les essais cliniques sélectionnés dans cette revue présentent l'intérêt de l'utilisation d'un courant de type « gate control » dans le traitement de la spasticité.

Au vu des résultats plutôt favorables à l'utilisation de cette technique, il peut être également intéressant de se questionner sur l'éventuel **intérêt** de l'application **d'autres types de courant**.

En effet, il serait intéressant de se demander quelle serait la plus-value d'une **stimulation électrique de renforcement** sur un muscle spastique.

Renforcer le muscle sans aller à chercher la contraction par **raccourcissement** (qui correspondrait à une contraction concentrique, contraction majoritairement utilisée dans le renforcement global en neurologie) pourrait potentiellement permettre de **limiter sa rétraction** tout en prévenant le risque de perte de force.

L'utilisation d'un courant de stimulation électrique de renforcement sur un muscle spastique pourrait également contribuer à la **récupération de l'unité motrice lésée** (la spasticité étant la résultante d'une lésion de la voie pyramidale et donc de l'unité motrice) en favorisant la conduction nerveuse, et en désensibilisant les fibres stimulées. (39)

Il serait donc intéressant de tester l'efficacité de cette méthode afin d'obtenir de potentielles **perspectives au long terme** (est-il possible de rendre « réversible » la lésion de l'unité motrice grâce à un courant de stimulation ?).

De plus, en restant dans l'utilisation d'un **courant de stimulation pour renforcement**, il serait également intéressant de questionner l'utilité d'une stimulation du muscle **antagoniste** au muscle spastique. L'objectif de cette méthode étant d'aller chercher une **position allongée prolongée** du muscle spastique et de préserver une **large amplitude de mouvement** pendant la stimulation de l'antagoniste.

➤ **Cohérence des essais cliniques et présence de spin :**

L'analyse des résultats des cinq études sélectionnées permet de conclure une certaine efficacité de la méthode de TENS sur la spasticité après un AVC.

Les **conclusions** respectives des articles se montrent **en accord avec les résultats** énoncés, en affirmant une efficacité de la technique, ainsi qu'en **pondérant** leurs propos par la mention de la nécessité de recherches documentaires et d'expérimentations scientifiques supplémentaires pour assurer cette efficacité.

On considère donc une **absence de spin** dans les essais cliniques randomisés sélectionnés.

## 4.5. Evaluation de la revue de littérature

### 4.5.1. Niveau de preuve scientifique

Pour **qualifier** cette revue de littérature de « revue fiable », il convient d'évaluer son **niveau de preuves**, en classifiant ses composants. La **Haute Autorité de Santé (HAS)** a établi un tableau de recommandations (40) à cet effet :

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

**Figure 15 : Tableau des recommandations pour la qualité des preuves d'une revue de littérature, HAS<sup>24</sup>**

Cette revue de littérature est exclusivement composée **d'essais cliniques randomisés** de forte puissance (avec un score de Pedro 8/10).

Selon la HAS, il conviendrait donc de la classer comme « **preuve scientifiquement établie** ».

Cependant, l'inclusion de l'article **In et al. 2021** n'utilisant pas la même **échelle d'évaluation** du critère de jugement principal et n'établissant **pas la même comparaison** TENS/contrôle que les autres articles peut porter préjudice à **l'applicabilité réelle** des résultats en pratique clinique.

Cet article impose donc la classification de la revue comme « **présomption scientifique** ». Les preuves sont suffisantes pour leur accorder une **certaine confiance**, mais nécessitent des **précisions** et recherches associées dans le but de certifier les modalités.

<sup>24</sup> [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat\\_des\\_lieux\\_niveau\\_preuve\\_gradation.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf)

## 4.5.2. Qualité méthodologique

La **qualité méthodologique** de cette revue de littérature a été évaluée à l'aide de la grille **AMSTAR-2** (41) qui regroupe **onze items** évaluant les biais inhérents au corps de la revue.

Le tableau ci-dessous permet de synthétiser le résultat de l'évaluation de la revue à l'aide de la grille.

	OUI	NON	NON EVALUABLE
Plan de recherche au début de la revue	•		
Sélection et extraction des données par <b>deux individus</b>		•	
Recherche <b>exhaustive</b>	•		
<b>Nature de la publication</b> dans les critères d'inclusion	•		
<b>Liste des études</b> fournie (inclues et exclues)		•	
<b>Caractéristiques</b> des études incluses indiquées	•		
<b>Qualité</b> des études incluses évaluée	•		
Qualité des études incluses utilisée <b>dans la conclusion</b> de la revue	•		
<b>Méthodes d'analyse</b> des résultats appropriées			•
Probabilité de <b>biais de publication</b> évaluée		•	
<b>Conflits d'intérêts</b> mentionnés	•		

**Figure 16 :** Tableau synthétisant les résultats de l'évaluation AMSTAR-2 de la revue.

Cette revue de littérature obtient un score de 7 « oui » sur 11 items, dont un item étant renseigné « non évaluable ».

➤ Les items non respectés sont les suivants<sup>25</sup> :

**Item 2 :** « La sélection et l'extraction des données ont été confiés à deux personnes au moins ».

La sélection des études et l'extraction des données n'ont pas pu être déléguées à deux individus car cette revue de littérature étant l'objet d'un mémoire de fin d'étude, l'auteure a travaillé seule pour sa rédaction.

<sup>25</sup> [https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/DocuMetho/Amstar\\_FR\\_21012015.pdf](https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/DocuMetho/Amstar_FR_21012015.pdf)

**Item 5 : « Une liste des études est incluse (incluses et exclues) ».**

Une liste des études incluses est fournie, avec les différentes caractéristiques de chaque étude. Cependant, aucune liste des études exclues n'a pu être fournie dans la mesure où au total 95 études ont été exclues (par élimination des doublons, lecture des titres et abstracts puis par lecture complète, cf. diagramme de flux p. 22).

**Item 10 : « La probabilité d'un biais de publication a été évaluée ».**

Dans la mesure où cette revue de littérature est l'objet d'un mémoire de fin d'étude, elle n'a pas pour objectif final ni pour ambition d'être publiée sur des bases de données scientifiques officielles. Cette revue ne trouve donc pas d'intérêt dans un biais de publication qui consisterait à mettre en valeur uniquement des résultats concluants.

Avec seulement trois items non respectés, on peut qualifier cette revue de littérature de « **revue de qualité méthodologique satisfaisante** ».

## 5. Conclusion

L'objectif premier de cette revue de littérature était de répondre à la question de **l'efficacité** de la méthode de neurostimulation électrique transcutanée sur les symptômes de spasticité suivant un accident vasculaire cérébral.

L'analyse des données scientifiques actuellement disponibles a permis **d'affirmer** une certaine **efficacité** de cette méthode, suivant des **modalités précises** d'application.

Cependant, les articles sélectionnés présentent de **nombreuses limites**, et l'élaboration de la revue elle-même comporte **différents biais** qu'il est nécessaire de prendre en compte lors de sa lecture.

Ainsi, il est possible d'accorder une efficacité à la méthode **sous réserve** de pouvoir s'appuyer sur de nouveaux essais cliniques et autres protocoles mis en place à l'avenir sur le sujet.

La mise en place de cette revue vise tout de même à permettre **d'initier** de nouvelles recherches sur le sujet, afin de perfectionner le « programme de TENS idéal pour diminuer la spasticité après un AVC ».

L'avantage de cette méthode est qu'elle n'est **pas invasive**, qu'elle est aisée à mettre en place et qu'elle favorise l'adhésion du patient au traitement. Diriger de nouveaux protocoles expérimentaux apportant plus de précisions présente donc **peu d'inconvénients** autres que les facteurs temporels impliqués.

Il serait intéressant d'élaborer des essais cliniques avec des **populations plus importantes**, sur des **durées de traitement** allongées ou intégrant un suivi à long terme **après l'arrêt** du traitement.

Etablir une **efficacité certifiée** à la méthode et un programme accessible à la fois aux professionnels de santé et aux patients pourrait permettre une amélioration de la récupération de **qualité de mouvement** et donc de **qualité de vie** au quotidien pour les patients atteints.

Ces recherches pourraient permettre **d'accentuer la phase d'auto-rééducation** dans la prise en charge de la spasticité du patient ayant vécu un AVC.

## Bibliographie

1. Hankey GJ. Stroke. *Lancet* (London, England) [Internet]. 2017 Feb 11 [cited 2023 Sep 26];389(10069):641–54.
2. Amarenco P, Bogousslavsky J, Caplan LR, Donnan GA, Hennerici MG. Classification of stroke subtypes. *Cerebrovasc Dis*. 2009 Apr;27(5):493–501.
3. Amarenco P, Bogousslavsky J, Caplan LR, Donnan GA, Wolf ME, Hennerici MG. The ASCOD Phenotyping of Ischemic Stroke (Updated ASCO Phenotyping). *Cerebrovasc Dis*.
4. Prabhakaran S, Chong JY. Risk factor management for stroke prevention. *Contin Lifelong Learn Neurol*. 2014;20(2):296–308.
5. Sarikaya H, Ferro J, Arnold M. Stroke prevention - Medical and lifestyle measures. *Eur Neurol*. 2015 Apr 25;73(3–4):150–7.
6. Lioutas VA, Ivan CS, Himali JJ, Aparicio HJ, Leveille T, Romero JR, et al. Incidence of Transient Ischemic Attack and Association With Long-term Risk of Stroke. *JAMA*.
7. Clissold B, Phan TG, Ly J, Singhal S, Srikanth V, Ma H. Current aspects of TIA management. *J Clin Neurosci*.
8. Kumar S, Selim MH, Caplan LR. Medical complications after stroke. *Lancet Neurol*. 2010 Jan;9(1):105–18.
9. Campbell BCV, De Silva DA, Macleod MR, Coutts SB, Schwamm LH, Davis SM, et al. Ischaemic stroke. *Nat Rev Dis Prim*. 2019 Dec 1;5(1).
10. Armand J. [The pyramidal tract. Recent anatomic and physiologic findings] - PubMed
11. Trompetto C, Marinelli L, Mori L, Pelosin E, Currà A, Molfetta L, et al. Pathophysiology of spasticity: implications for neurorehabilitation. *Biomed Res Int*.
12. Lance JW. The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology*.
13. Pandyan AD, Gregoric M, Barnes MP, Wood D, Van Wijck F, Burridge J, et al. Spasticity: clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disabil Rehabil*.
14. Li S, Francisco GE, Rymer WZ. A New Definition of Poststroke Spasticity and the Interference of Spasticity With Motor Recovery From Acute to Chronic Stages. *Neurorehabil Neural Repair*. 2021 Jul 1;35(7):601–10.
15. Burke D, Wissel J, Donnan GA. Pathophysiology of spasticity in stroke. *Neurology*. 2013 Jan 15;80(3 SUPPL.2).
16. Gras M, Leclercq C. Spasticity and hyperselective neurectomy in the upper limb. *Hand Surg Rehabil*. 2017 Dec 1;36(6):391–401.
17. Ward AB. A literature review of the pathophysiology and onset of post-stroke spasticity. *Eur J Neurol*. 2012 Jan;19(1):21–7.



18. Rekand T. Clinical assessment and management of spasticity: A review. *Acta Neurol Scand.* 2010;122(SUPPL. 190):62–6.
19. Zhang C, Chen YT, Liu Y, Magat E, Gutierrez-Verduzco M, Francisco GE, et al. Improving Botulinum Toxin Efficiency in Treating Post-Stroke Spasticity Using 3D Innervation Zone Imaging. *Int J Neural Syst.*
20. Moeini-Naghani I, Hashemi-Zonouz T, Jabbari B. Botulinum Toxin Treatment of Spasticity in Adults and Children. *Semin Neurol.*
21. Wuis EW. Spasticity and drug therapy. *Pharm Weekbl Sci Ed.* 1987 Oct;9(5):249–60.
22. Gomez-Cuaresma L, Lucena-Anton D, Gonzalez-Medina G, Martin-Vega FJ, Galan-Mercant A, Luque-Moreno C. Effectiveness of Stretching in Post-Stroke Spasticity and Range of Motion: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Pers Med.*
23. Bovend'Eerdt TJ, Newman M, Barker K, Dawes H, Minelli C, Wade DT. The effects of stretching in spasticity: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.*
24. Teoli D, An J. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation.
25. Physioth R. *Électrothérapie physiothérapie.* 2013;43–5.
26. 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 Apr 1;100(4):751–68.
27. Bepalov A, Mus L, Zvartau E. Preclinical models of muscle spasticity: valuable tools in the development of novel treatment for neurological diseases and conditions. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol.*
28. Kwak KW, Kim MS, Chang CH, Kim SW, Kim SH. Surgical results of selective median neurotomy for wrist and finger spasticity. *J Korean Neurosurg Soc.* 2011;50(2):95–8.
29. Khan F, Amatya B, Bensmail D, Yelnik A. Non-pharmacological interventions for spasticity in adults: An overview of systematic reviews. *Ann Phys Rehabil Med.* 2019 Jul 1;62(4):265–73.
30. PRISMA. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. 2014 [cited 2023 Nov 21];
31. Gedda M. Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinesitherapie.* 2015 Jan 1;15(157):39–44.
32. Park CDE J, Seo CEF D, Choi ACDF W, Lee S. The Effects of Exercise with TENS on Spasticity, Balance, and Gait in Patients with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. 2014 [cited 2023 Sep 18];20:1890–6.
33. In TS, Jung JH, Jung KS, Cho HY. Effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation with Taping for Stroke Rehabilitation. *Biomed Res Int*
34. Cho H young, In TS, Cho KH, Song CH. A single trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) improves spasticity and balance in patients with chronic stroke. *Tohoku J Exp Med.* 2013;229(3):187–93.

35. Chen SC, Chen YL, Chen CJ, Lai CH, Chiang WH, Chen WL. Effects of surface electrical stimulation on the muscle-tendon junction of spastic gastrocnemius in stroke patients. *Disabil Rehabil*
36. Sahin N, Ugurlu H, Albayrak I. The efficacy of electrical stimulation in reducing the post-stroke spasticity: A randomized controlled study. *Disabil Rehabil*. 2012;34(2):151–6.
37. Échelle PEDro-Français.
38. Yelnik A. ScienceDirect Récupération de la motricité après accident vasculaire cérébral. Facteurs pronostiques et rééducation Motor control recovery after stroke: Pronostic factors and rehabilitation. *Bull Acad Natl Med*
39. Huber J, Kaczmarek K, Leszczyńska K, Daroszewski P. Post-Stroke Treatment with Neuromuscular Functional Electrostimulation of Antagonistic Muscles and Kinesiotherapy Evaluated with Electromyography and Clinical Studies in a Two-Month Follow-Up. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(2).
40. HAS. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. 2013;
41. Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2: French translation of the methodological quality scale for systematic literature review. *Kinesithérapie*. 2021 Jul 1;21(235):13–4.

## Annexes

### Annexe 1 : l'échelle d'Ashworth modifiée (MAS)<sup>26</sup>

0	Pas d'augmentation du tonus musculaire.
1	Augmentation discrète du tonus musculaire qui se manifeste par un ressaut puis un relâchement, ou une résistance faible en fin de mouvement.
1+	Augmentation faible du tonus musculaire qui se manifeste par un ressaut puis une résistance faible sur moins de la moitié de l'amplitude.
2	Augmentation plus forte du tonus musculaire qui touche la majeure partie de l'amplitude, la mobilisation articulaire reste facile.
3	Augmentation importante du tonus musculaire, la mobilisation articulaire est difficile.
4	L'articulation est fixée dans la position.

---

<sup>26</sup> [www.strokingengine.ca](http://www.strokingengine.ca) consulté le 15/10/2023

## **Annexe 2 : l'échelle de Tardieu<sup>27</sup>**

0	Pas de signe d'hypertonie.
1	Réaction myotatique visible ou palpable qui ne perturbe pas la mobilisation passive.
2	Arrêt un bref instant de la mobilisation passive par réflexe myotatique.
3	Présence de contractions cloniques épuisables ou d'un arrêt plus long à la mobilisation.
4	Présence de contractions cloniques inépuisables ou spasticité invincible à la mobilisation.

---

<sup>27</sup> [www.strokingengine.ca](http://www.strokingengine.ca) consulté le 15/10/2023

### Annexe 3 : le Composite Spasticity Score (CSS) ou Composite Spasticity Index (CSI)<sup>28</sup>

Secousses tendineuses	0 : Pas de réponse.
	1 : Réponse normale.
	2 : Réponse légèrement hyperactive.
	3 : Réponse modérément hyperactive.
	4 : Réponse hyperactive maximale.
Résistance à l'étirement passif	0 : Pas de résistance (hypotonique).
	2 : Résistance normale.
	4 : Résistance légèrement augmentée.
	6 : Résistance modérément augmentée.
Contractions cloniques	8 : Résistance augmentée au maximum.
	1 : Pas de clonus.
	2 : 1 à 3 contractions cloniques.
	3 : 3 à 10 contractions cloniques
	4 : Contractions cloniques inépuisables.

<sup>28</sup> [www.strokingengine.ca](http://www.strokingengine.ca) consulté le 15/10/2023

#### **Annexe 4 : Liste des abréviations et acronymes utilisés dans le corps de texte.**

ACh = Acétylcholine

AIT = Accident Ischémique Transitoire

AVC = Accident Vasculaire Cérébral

CSS = Composite Spasticity Score

CSI = Composite Spasticity Score

HAS = Haute Autorité de Santé

HTA = Hypertension artérielle

INSERM = Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale

MAS = Modified Ashworth Scale

NS = Neurotomie Sélective

OMS = Organisation Mondiale de la Santé

ORL = Oto-rhino-laryngé

TENS = Transcutaneous Electric NeuroStimulation (Neurostimulation Electrique Transcutanée).

## N° 19000854- LANDAUER-Carla- N°79

Titre (en Français): L'EFFICACITE DE LA NEUROSTIMULATION ELECTRIQUE TRANSCUTANEE (TENS) DANS LA REEDUCATION DE LA SPASTICITE CHEZ LE PATIENT POST-ACCIDENT VASCULAIRE CEREBRAL.

Titre (en anglais): EFFICIENCY OF TRANSCUTANEOUS ELECTRIC NEUROSTIMULATION (TENS) IN POST-STROKE SPASTICITY REHABILITATION.

### **Résumé (en français):**

**Introduction et objectifs principaux:** La spasticité, avec la forte croissance des atteintes neurologiques centrales aujourd'hui, devient un réel problème de santé publique. Les traitements de ses symptômes restent aujourd'hui soit très éphémères, soit très invasifs. L'objectif principal de cette revue est de démontrer (ou non) l'efficacité de la méthode de TENS sur cette spasticité après un AVC. **Méthode:** Une sélection de cinq essais cliniques randomisés a été effectuée au sein de deux bases de données scientifiques : PubMed et Pedro. Ces cinq articles ont été filtrés afin de rassembler des données les plus comparables possibles. Une méta-analyse a été réalisée pour quatre des cinq articles sélectionnés. **Résultats:** Les essais cliniques sélectionnés présentent des résultats plutôt favorables à l'utilisation de la TENS sur la spasticité post-AVC d'après l'échelle d'Ashworth Modifiée. Tous ces résultats sont qualifiés de statistiquement significatifs ( $p < 0,05$ ) avec des  $d$  de Cohen (taille d'effet) supérieurs à 0,5. **Discussion:** Bien que les résultats semblent significatifs au niveau statistique, l'applicabilité clinique reste à prouver en réalisant davantage d'essais cliniques avec une population plus élargie, ainsi qu'en ajoutant certaines modalités telles qu'un suivi au long terme après traitement par exemple.

Nombre de pages (avec les annexes): 57 pages

Directeur de mémoire: VACHEROT François

### **Résumé (en anglais):**

**Introduction and main goals:** Spasticity, with the central neurological pathologies' growth nowadays, has become a real Public Health problem. The treatment of the symptoms remains either ephemeral or really invasive. The main goal of this review is to demonstrate (or not) the efficiency of the TENS method on this post-stroke spasticity. **Method:** A selection of five randomized clinical trials has been done on two scientific data bases: PubMed and Pedro. These five articles have been put through filters in order to gather data that's as comparable as possible. A meta-analysis had been generated for four of the five selected articles. **Results:** The selected clinical trials offer favourable results for the use of TENS on post-stroke spasticity according to the modified Ashworth Scale. All the results are qualified as statistically significant ( $p < 0,05$ ), with Cohen's  $d$  (effect size) superior to 0,5. **Discussion:** Even with significant results on a statistic approach, the clinical applicability remains to be proven by the creation of more clinical trials with a larger population and other modalities such as an after treatment long term follow-up.

**Mots clés (en français):** TENS – électrostimulation - spasticité – AVC – accident vasculaire cérébral – traitement – rééducation.

**Mots clés (en anglais):** TENS – electrostimulation – spasticity – stroke – treatment – rehabilitation.