



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation

Pays de la Loire.

54, rue de la Baugerie - 44230 SAINT- SÉBASTIEN SUR LOIRE

**MÉTHODE ALLYANE© DANS LA RÉÉDUCATION DE LA SPASTICITÉ
DU TRICEPS SURAL POST-ACCIDENT VASCULAIRE CÉRÉBRAL :
ÉTUDE RÉTROSPECTIVE SUR UNE SÉRIE DE CAS**

Thibault LEDUC
Mémoire UE28
Semestre 10

Année scolaire : 2021- 2022

RÉGION DES PAYS DE LA
LOIRE



AVERTISSEMENT

Les mémoires des étudiants de l'Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et de la Réadaptation sont réalisés au cours de la dernière année de formation MK.

Ils réclament une lecture critique. Les opinions exprimées n'engagent que les auteurs. Ces travaux ne peuvent faire l'objet d'une publication, en tout ou partie, sans l'accord des auteurs et de l'IFM3R.

REMERCIEMENTS

C'est en constatant le chemin parcouru que l'on perçoit toutes les mains tendues durant ce parcours pour nous soutenir, nous guider et surtout nous permettre d'évoluer.

Je remercie l'ensemble du corps enseignant pour qui je voue un profond respect pour leur travail et leurs supports, surtout durant un contexte sanitaire qui nous a forcément tous un peu ébranlé.

Je remercie mon directeur de mémoire qui a cru en ce projet et s'est appliqué à me fournir de précieux conseils pour construire et étayer mon raisonnement.

Je remercie Zohra qui s'est montrée tellement disponible et attentionnée pour prendre la relève, souvent au pied levé, dans la garde et l'accompagnement bienveillant de mes enfants.

Je remercie Marie ma compagne pour son indéfectible soutien sans qui tout cela n'aurait pas été possible.

Enfin mes deux garçons Pablo et Abel, je les remercie pour le moteur et le sens vital qu'ils m'apportent au quotidien.

Résumé

Introduction : Les progrès dans la compréhension du fonctionnement cérébral et dans l'innovation apportée par les nouvelles technologies permettent de dresser de nouvelles hypothèses dans le but noble de proposer des modes d'intervention thérapeutique novateurs et de moins en moins invasif à destination des kinésithérapeutes et de leurs patients.

À ce titre la méthode ALLYANE© propose la prise en soin de la spasticité post-AVC en combinant une triade de mode opératoire avec : Un travail de proprioception, d'imagerie motrice et d'écoute de sons de basses fréquences. Ce mémoire de recherche a pour perspective d'analyser des données rétrospectives de terrain recueillies en cabinet libéral et d'en observer les résultats. Mesurées à l'aide de l'échelle Ashworth modifiée, ces variables traiteront des mesures prises avant et après l'intervention du protocole ALLYANE© pour traiter la spasticité chronique de patient post-AVC au niveau du triceps sural.

Méthodes : Les données rétrospectives de 22 patients exprimant de la spasticité post-AVC. Soit une cohorte composée de 16 hommes et 6 femmes (moyenne d'âge 52 ans \pm 18,17). La résistance à l'étirement passif a été mesurée respectivement sur les muscles gastrocnémiens et soléaire des sujets avec l'échelle Ashworth modifiée (MAS) et les variables ont été recueillies par deux kinésithérapeutes confirmées.

Résultats :

Score MAS des Gastrocnémiens

On observe une diminution du score de 2 points (p-value = 0.00162 < 5%)

Score MAS du Soléaire

On observe une diminution du score de 1 points (p-value = 0.000396 < 5%)

Conclusion : Nous observons une diminution du score dans les deux cas de mesures et une différence statistiquement significative calculée à l'aide du test non paramétrique de WILCOXON ce qui montre une influence vers une évolution favorable après intervention. Cependant les résultats de par la conformité du recueil de données est soumis à l'influence de nombreux paramètres autres que l'effet réel de l'intervention. Niveau de preuve : faible

Mots clés :

- Échelle Ashworth modifiée
- Triceps Sural
- Méthode ALLYANE ©
- Spasticité post-AVC

Abstract

Objective: Advances in the comprehension of brain function and in the innovation brought by new technologies allow us to draw up new theories with the noble goal of suggesting new therapeutic intervention that are less and less invasive for the benefit of physiotherapists' patients.

As such, the ALLYANE© approach proposes the management of post-stroke spasticity by combining a set of procedures including: Proprioception, motor imagery and low frequency sound. The purpose of this research paper is to analyze retrospective field data collected in a private practice and to observe the results. Measured using the modified Ashworth scale, these variables will address measures taken before and after the ALLYANE© protocol intervention to treat chronic spasticity in post-stroke patients at the sural triceps level.

Methods: Retrospective data from 22 patients with post-stroke spasticity. The cohort consisted of 16 men and 6 women (mean age 52 ± 18.17 years). Passive stretch resistance was measured on the subjects' gastrocnemius and soleus muscles, respectively, with the modified Ashworth scale (MAS) and outcomes were collected by two confirmed physical therapists.

Results:

Gastrocnemius MAS score.

There was a decrease in the score of 2 points (p-value = 0.00162 < 5%)

Soleus MAS score

There was a decrease of 1 point in the score (p-value = 0.000396 < 5%)

Conclusion: We observed a decrease in the score in both cases of measurement and a statistically significant difference calculated using the non-parametric WILCOXON test, which shows an influence towards a favorable evolution after intervention. However, the results, due to the conformity of the data collection, are subject to the influence of numerous parameters other than the real effect of the intervention. Level of evidence: Low

Keywords :

- Modified Ashworth Scale
- ALLYANE © process
- Calf
- Post Stroke Spasticity

1	INTRODUCTION	1
2	CADRE CONCEPTUEL	3
2.1	L'accident vasculaire cérébral et ses conséquences motrices	3
2.1.1	Définition, pathophysiologie, épidémiologie et coûts	3
2.1.2	Sémiologie des troubles de la fonction motrice après l'AVC	5
2.1.3	Spasticité post-AVC : Définition, physiopathologie, conséquences	8
2.1.4	Traitements de la spasticité	9
2.1.5	Évaluation clinique de la spasticité	10
2.2	Méthode de rééducation ALLYANE ©	11
2.2.1	Proprioception	11
2.2.2	Imagerie motrice	11
2.2.3	Sons basses fréquences	12
3	QUESTION DE RECHERCHE	12
4	MATERIEL ET METHODE	13
4.1	Population	13
4.2	Description du protocole ALLYANE ©	13
4.3	Extraction des données rétrospectives	14
5	RESULTATS	15
5.1	Interprétabilité	16
6	DISCUSSION	16
6.1	Limite de l'analyse statistique	17
6.1.1	Risque de Biais	17
6.1.2	La taille de l'échantillon	17
6.1.3	Les paramètres qui peuvent expliquer les résultats obtenus	17
6.1.4	Évaluations et paramètres additionnels	18
6.2	Applicabilité clinique	19
6.3	Intérêts pour la recherche	19
7	CONCLUSION	20

1 Introduction

Désormais les neurosciences comptent un foisonnement d'approches expérimentales pour pousser un peu plus loin l'étude du fonctionnement cérébral. Des approches comme l'électrophysiologie, les sciences cognitives, l'imagerie motrice fonctionnelle et la biologie moléculaire et cellulaire (1). Ces différentes démarches scientifiques ont été marquées par une abondance de découvertes dans leur champs de recherche commun. Notamment grâce à des outils d'examen de plus en plus sophistiqués comme l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), la tomographie par émission de positrons (TEP), la stimulation magnétique transcrânienne (SMT) ou facilement mobilisable comme l'électroencéphalogramme (2–4). Par le truchement de ces outils, il a été possible d'objectiver et de redéployer de nombreuses théories en neuroscience à l'instar de l'imagerie motrice ou de la plasticité cérébrale (5–7).

Cette synergie des approches inféodées aux nouvelles technologies, lorsqu'elle est mise à disposition des penseurs, chercheurs et praticiens de santé, est souvent très prometteuse. Pourtant même si la sagacité la plus ingénieuse est à l'origine d'hypothèses et d'outils thérapeutiques innovants, ils ne sont pas toujours concordants avec un intérêt clinique transposable à plus grande échelle. Si ce dernier est pourtant existant, sans un minimum de confirmation scientifique probante, dans une ère où l'Evidence-Based Practice (EBP) devient la norme, il est plus complexe pour les praticiens de santé d'intégrer ces nouveaux instruments aussi encourageants et précurseurs soient-ils (8). Et cela sera d'autant plus difficile si son acquisition nécessite un budget conséquent et une répercussion financière hors nomenclature non négligeable pour le patient (9). Pourtant même sans l'existence de justifications suffisamment tangibles en malgré certaines contraintes financières que ces outils novateurs révèlent, il ne faut pour autant, pas circonscrire l'intérêt qu'ils peuvent susciter. Au contraire il faut questionner et expérimenter et approfondir davantage son usage.

La méthode ALLYANE© dont il sera question dans cette étude est l'un de ces nouveaux instruments innovants (10). Cette méthode se destine à une application thérapeutique des kinésithérapeutes et praticien de santé formés à son utilisation. Dans la variété des avantages thérapeutiques que cette méthode déclare conférer, sera abordé son usage destiné à la prise en soin des troubles de la marche causés par de la spasticité après un Accident Vasculaire Cérébral (AVC).

Concernant la spasticité post-AVC et ses conséquences sur la marche nous verrons que les recommandations de la Haute autorité de Santé (HAS) ne font pas consensus en faveur d'un traitement plutôt que d'un autre. Par contre il est reconnu que le kinésithérapeute est un acteur essentiel dans sa prise en charge. Dans son écrit « kinésithérapie de la spasticité » A. ALBERT témoignait déjà avec justesse il y a plus de 40 ans en ses termes, « *Nous pensons néanmoins qu'il est essentiel que ceux qui ont la charge journalière de la thérapie et peuvent donc exercer une influence déterminante, maintiennent une attitude culturellement active, face aux*

développements actuels du savoir pluridisciplinaire concernant la spasticité. Par attitude culturellement active, nous voulons désigner une certaine curiosité intellectuelle par laquelle les thérapeutes enrichissent d'année en année leur compréhension de la pathologie et de leur propre action thérapeutique. [...] Nos programmes de traitement de la spasticité, lorsqu'on les envisage dans leur totalité, sont des constructions complexes qui ne doivent pas tout à la seule déduction expérimentale. Lorsque l'expérimentation rigoureuse n'a pas encore, et c'est souvent le cas, pu fournir de réponse claire à une question, il est néanmoins nécessaire de s'engager dans l'action quotidienne à travers les choix thérapeutiques. » (11).

L'objectif de ce mémoire d'initiation à la recherche, est d'étudier la combinaison de trois modes opératoires impliqués dans les système sensorimoteur, cognitif et sensitif et de savoir si leurs influences combinées se potentialise pour soulager ou non la spasticité post-AVC.

Pour y répondre ce travail prendra la forme d'une analyse statistique descriptive de données rétrospectives prélevées à partir d'une cohorte de patients constituée en cabinet libéral par deux kinésithérapeutes. Elle permettra de constater s'il y a une évolution de la spasticité chronique post-AVC, mesurée sélectivement sur les muscles qui composent le triceps sural des sujets, avant et après l'utilisation de la méthode ALLYANE©.

Ainsi afin de pouvoir étayer notre raisonnement, le cadre conceptuel qui suit s'inspire du modèle de classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF). En commençant dans le cas présent par l'évènement lésionnel, l'AVC à l'origine de l'atteinte centrale et du dysfonctionnement cérébral. Ensuite les troubles séquellaires et la fonction impactée seront caractérisés à travers les définitions et les pathophysiologies du syndrome pyramidal, de la spasticité secondaire à ce dernier et des troubles fonctionnels de la marche en conséquence. Ensuite sera présenté le principal outil d'évaluation clinique de la spasticité et les recommandations à disposition du kinésithérapeute. Enfin, au regard de ce que nous apporte la littérature scientifique actuelle, la méthode ALLYANE© et la triade qui la constitue, seront évoquées. Il s'agira d'exposer sélectivement les modes opératoires qui sont utilisés à destination du patient. Une triade qui consistera donc pour ce dernier à produire une imagerie motrice, à ressentir la proprioception et enfin l'écoute de sons de basses fréquences. Dans un second temps, la méthode et le matériel scientifique employés avec une analyse statistique descriptive sera présentée, suivi des résultats obtenus et de la discussion en conséquence exposant les limites et l'intérêt de cet écrit.

2 Cadre conceptuel

2.1 L'accident vasculaire cérébral et ses conséquences motrices

2.1.1 Définition, pathophysiologie, épidémiologie et coûts

Définition

D'après la haute autorité de santé (HAS), l'AVC est un arrêt brutal de l'irrigation sanguine intracrânienne qui va générer d'importantes perturbations dans une partie du cerveau.(12) Il s'agit d'une urgence médicale car il peut provoquer la mort ou être à la base de l'acquisition d'un handicap léger à sévère. D'origine vasculaire cérébrale, la pathophysiologie de cet événement s'exprime selon deux principaux types distincts et déterminants à identifier afin d'orienter les suites thérapeutiques d'urgence à appliquer.

AVC ischémique

Dans 85 % des cas c'est une origine de type ischémique générée par un thrombus ou un embolie obstruant un des vaisseaux cérébraux. En effet les neurones et cellules cérébrales nécessitent une perfusion sanguine constante afin de bénéficier des apports essentiels en nutriments et en oxygène apportés par le sang. Une occlusion réduisant la perfusion de plus de 80% et de manière suffisamment brève pour que la suppléance des vaisseaux collatéraux ne puisse se substituer à celle-ci va entraîner la mort prématurée du parenchyme cérébral in situ.

L'anatomie du réseau vasculaire cérébral ne sera pas développé, mais il faut savoir que certaines régions dans le cerveau sont particulièrement vulnérables à une baisse du flux sanguin (13). Le noyau de cellules au niveau de l'infarctus va se nécroser et provoquer une cascade de processus métabolique formant un œdème cérébral. En réponse au stress tissulaire provoqué par l'œdème, le cerveau pour se protéger va activer un mécanisme d'inhibition de son activité sur une surface déterminée et appelée zone de pénombre (inhibition temporaire protectrice de l'activité neuronale péri-lésionnelle) (14,15).

C'est principalement cette zone de pénombre qui sera la cible des interventions de rééducation en faveur de la récupération ou de la réadaptation du tissu cérébral avec la levée progressive de son inhibition et le processus de plasticité cérébrale (16).

AVC hémorragique

Dans les 15% restant une origine de type hémorragique généralement constituée par la rupture d'un anévrisme dans le réseau vasculaire cérébral ou méningé plus rarement. Plus mortelle que l'AVC de type ischémique, la rupture du vaisseau sanguin va augmenter considérablement et anormalement la pression sanguine intracrânienne avec un risque d'engagement cérébral. Cependant cette cause est moins susceptible d'entraîner des lésions séquellaires(15).

Épidémiologie de l'AVC

Avec un AVC toutes les quatre minutes d'après l'INSERM, il se positionne au premier rang des causes de mortalité chez la femme, deuxième cause pour l'homme.(17) L'AVC compte ainsi parmi les pathologies les plus meurtrières au monde. Avec une incidence de 130 000 nouveaux patients en France par an et une prévalence estimée à 400 000 patients. Sur cette incidence de survenue, il se chiffre pour un quart de décès (environ 40 000 décès). Pour près de la moitié des survivants des séquelles neurologiques modérées à sévères aux manifestations cliniques variées notamment cognitives, motrices et comportementales (18). Après 55 ans, l'incidence est multipliée par deux tous les 10 ans et avec l'effectif croissant de la population âgée et des outils de dépistage de plus en plus performants les chiffres ont longtemps été en hausse dans le monde. Cependant ils tendent à se stabiliser. Le taux de récurrence est de 30 à 50 % sur 5 ans (19).

Première cause de handicap acquis à l'âge adulte, il expose ses victimes à une multitude de déficiences localisées ou globales avec des symptômes qui peuvent évoluer dans le temps (17). Il peut survenir à tout âge y compris durant l'enfance cependant l'âge moyen de survenue est 70 ans (20). Dans le cas où les symptômes sont totalement réversibles en moins de 24 heures et si aucune étiologie formelle n'est décelée on parlera alors d'accident ischémique transitoire (AIT), ce qui cependant représente un risque potentiel très important de déclaration d'AVC dans les 90 jours suivant l'évènement (21).

Le coût financier pour l'assurance maladie et la société est non négligeable si l'on additionne le secteur sanitaire et le secteur médico-social car il s'élève à 8,3 milliard d'euros. La dépense annuelle par patient post-AVC en affection de longue durée (ALD) dépasse largement celles des deux autres principales pathologies neurologiques dégénératives. À savoir respectivement, dépasse de 14% par rapport à Alzheimer et dépasse de 15% par rapport maladie de parkinson (22).

Enfin approximativement un tiers des patients seront susceptibles de déclarer une dépression après l'AVC en partie due aux troubles associés et leurs conséquences sur la dégradation de la qualité de vie et la participation sociale. D'ailleurs les troubles de l'humeur et la détresse émotionnelle sont associés à un moins bon rétablissement fonctionnel voir à un risque accru de mortalité (23). Avec les conséquences physiques, psychologiques, économiques et sociales que cela implique pour ses victimes et la société, cela en fait un véritable enjeu de santé (14,24) dans lequel le kinésithérapeute à un rôle important à jouer.

Facteurs de risques

Les facteurs de risques sont exposés mais non développés dans cette étude car ils font partis des déterminants à connaître par le kinésithérapeute pour formuler avec le patient des objectifs qui seront en adéquation avec ses capacités et afin de garantir son observance au fil de la rééducation. Et comme nous le verrons la plupart de ces facteurs peuvent être entretenus par une déambulation altérée ce qui majore le risque de récurrence, estimé entre 30% à 43% selon l'HAS (12). L'ensemble de ces facteurs sont subdivisés en deux catégories tels que des facteurs non modifiables sur lesquels l'intervention thérapeutiques n'aura aucune action et les facteurs modifiables sur lesquels les thérapies proposées devraient se concentrer (25).

Facteurs de risques non modifiables	Facteurs de risques modifiables
<ul style="list-style-type: none"> - L'âge - Le sexe - L'origine ethnique avec un gradient Nord/Sud et Est/Ouest - Les antécédents d'AIT - Prédispositions génétiques 	<ul style="list-style-type: none"> - L'hypertension artérielle - Le tabagisme - Le cholestérol - La sédentarité - Le stress - Le diabète - L'abus d'alcool - La surcharge pondérale - La pilule contraceptive - Les problèmes cardiaques - Syndrome d'apnée du sommeil - Prédispositions génétiques (l'interaction avec l'environnement)

2.1.2 Sémiologie des troubles de la fonction motrice après l'AVC

Une grande majorité des patients post-AVC vont être susceptibles de déclarer une diversité de déficiences motrices à court, moyen et long terme. L'une de ces séquelles est la spasticité. Cette séquelle d'apparition secondaire n'est pas forcément handicapante dans les suites d'une lésion constituée du système nerveux central. Cependant lorsque ses effets sont négatifs elle peut altérer la marche et nécessiter de la rééducation. Les autres déficiences notamment cognitives et comportementales ne seront pas exposées dans ce travail de recherche. Non pas qu'elles soient moins handicapantes ni moins courantes mais surtout car n'étant pas directement la cible de l'intervention thérapeutique qui sera décrite.

Afin de bien comprendre ce qui amènera notre réflexion à l'analyse de l'évaluation de la spasticité et pour justifier l'usage du protocole ALLYANE®, nous commencerons par expliciter les différents troubles de la fonction motrice.

La fonction motrice

D'après la HAS « La fonction motrice apporte l'aptitude au déplacement, au maintien de la posture, à la réalisation d'actions et à la perception sur le monde extérieur »(22). Elle est gérée par un ensemble organisé de structures cérébrales et spinales reliées entre elles sous forme de plusieurs réseaux. La motricité volontaire va ainsi nécessiter l'implication de différents systèmes connectés en réseaux : Les Systèmes réflexe, automatique et intentionnelle.(26)

L'un des médiateur principaux de de cette fonction est le tractus cortico-spinal qui relie les aires motrices du cortex au muscles du corps humain.

Le tractus cortico-spinal

C'est le faisceau nerveux composé du premier motoneurone en charge de médier l'organisation motrice volontaire et de réguler la motricité automatique réflexe spinale via des inhibiteurs en faisant synapses avec le deuxième motoneurone et les inter-neurones.

En effet, l'organisation motrice des muscles se répartie au niveau du cortex cérébrale, la partie périphérique externe du cerveau (Figure 1). La position grossière de chaque partie du corps (somatotopie) est représentée de manière stéréotypée sur la surface du gyrus précentral et

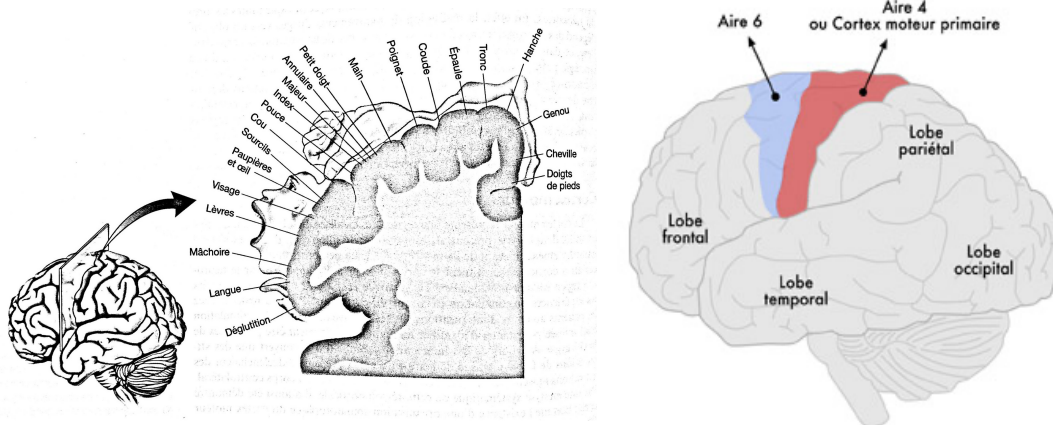


Figure 1 : Organisation somatotopique du cortex moteur chez l'homme et Aires motrices du cortex 6 et 4.
(Mark F.Bear et al, 2016, Neurosciences à la découverte du cerveau)

plus exactement sur l'aire 4 et 6 de Brodmann. Cette représentation célèbre que l'on appelle l'homuncule moteur permet de rendre compte de l'espace corticale impliqué dans le fonctionnement et la commande de chaque partie musculaire et sensitive corporelle.

C'est donc la position et la taille de l'AVC dans l'hémisphère cérébrale qui explique en partie le déficit moteur exprimé. A contrario, cette organisation n'est pas figée puisque l'amélioration des aptitudes de mouvements après un l'AVC est associée à des changements dans la taille, l'emplacement et la topographie de la représentation motrice. Elle est modulable anatomiquement et fonctionnellement grâce à la plasticité cérébrale (7). Si les zones corticales affectées cessent leurs influences sur l'activité spinale du système somatomoteur périphérique via le faisceau corticospinale ou pyramidal cela engendre un syndrome éponyme, le syndrome pyramidal.

Le syndrome pyramidal

Il se caractérise par l'ensemble de symptômes associant des signes de déficits musculaire exprimés par une faiblesse prononcée ou une paralysie et des signes d'hypertonie pyramidale ou spasticité (27)

Dans le cas d'une lésion à son niveau anatomique le plus haut (crâniale) comme figurée sur la figure 2, c'est-à-dire au plus proche du cortex (comme après un AVC), les symptômes moteurs exprimés seront une hémiparésie ou une hémiplégié controlatérale du fait de sa décussation entre le bulbe et la moelle épinière (28). Cette lésion aura des signes dit négatifs : incapacité à produire un mouvement, faiblesse musculaire avec une prédominance au niveau des membres distales et des signes dit positifs : émergence d'une motricité automatique et réflexe anormalement désinhibée, la spasticité. C'est particulièrement cette composante à laquelle s'intéressera l'intervention du protocole ALLYANE©

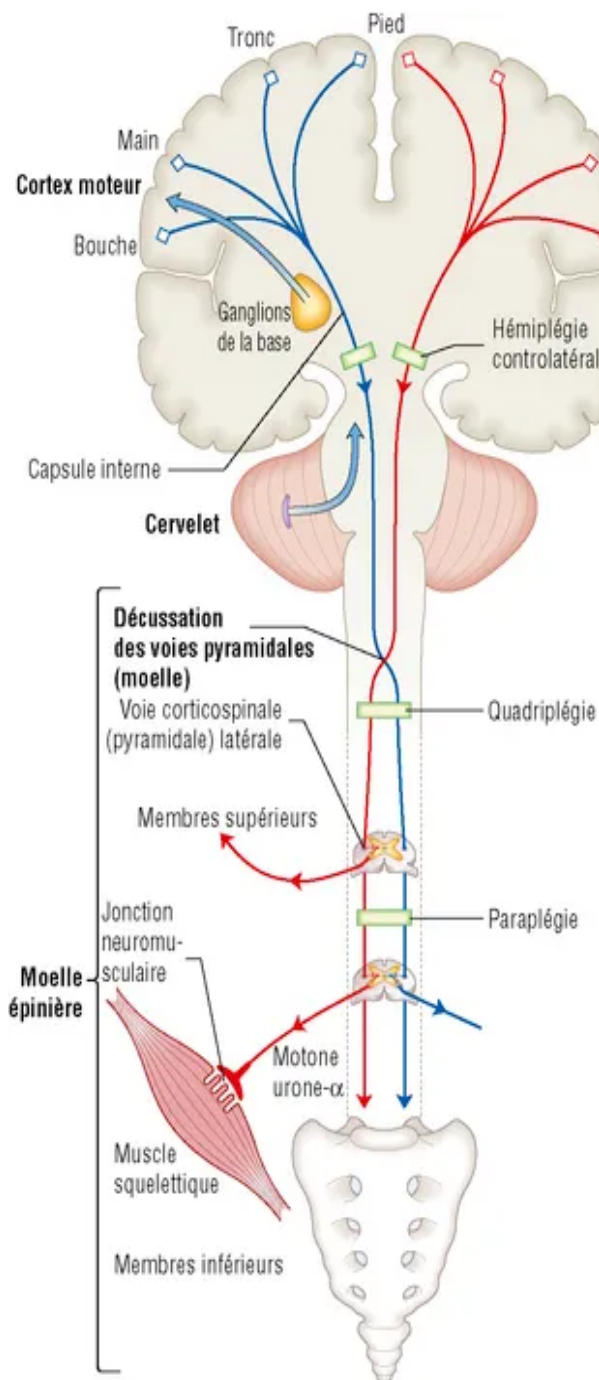


Figure 2 : Faisceaux pyramidaux croisés et déficits associés en fonction du niveau de la lésion (source <https://clemedicine.com/17-neurologie>)

2.1.3 Spasticité post-AVC : Définition, physiopathologie, conséquences

La définition la plus célèbre est celle donnée par Lance lors d'une conférence datant des années 80 « La spasticité est un désordre moteur caractérisé par une exagération vitesse dépendante du réflexe tonique d'étirement, avec exagération des réflexes ostéotendineux, résultant d'une hyperexcitabilité du réflexe d'étirement et qui est un des composants du syndrome pyramidal ». Cependant cette définition est à réviser car des études plus récentes ont conclu à un désordre du contrôle sensori-moteur résultant d'une lésion du neurone moteur supérieur et présentant des contractions involontaires intermittentes ou soutenues, elle est l'une des composante du syndrome pyramidal (29) (figure 3).

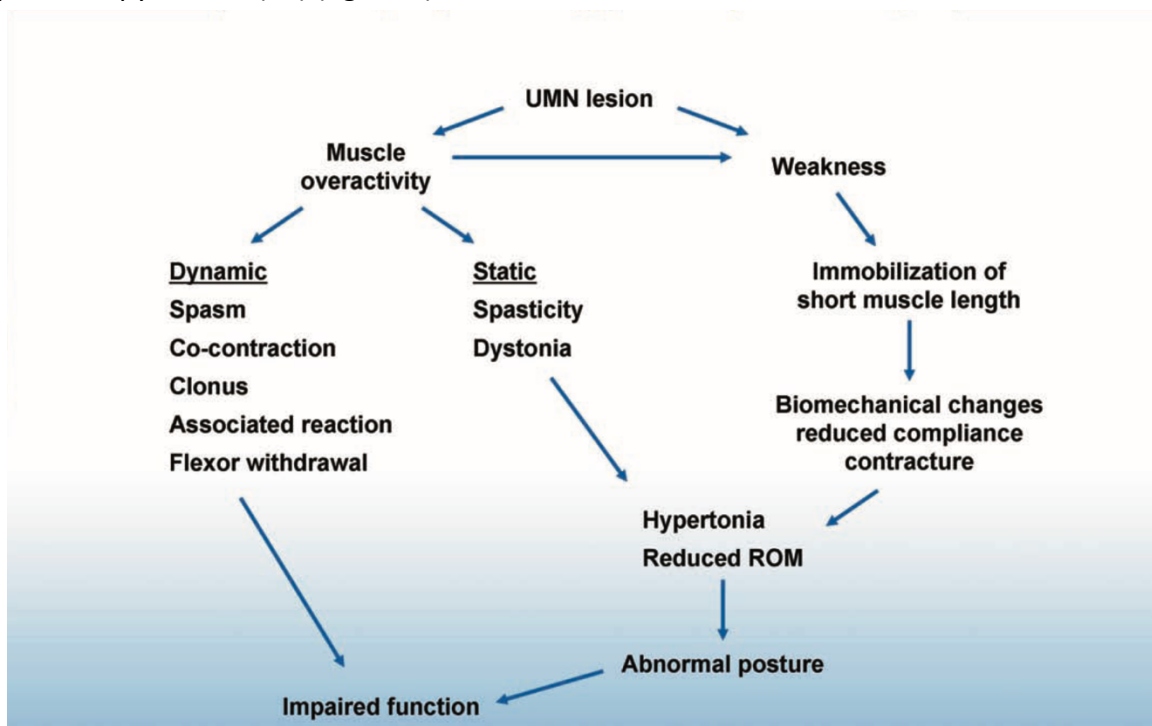


Figure 3: Pathophysiologie de la spasticité (Source Sheehan G. Eur J Neurol. 2002 ;9)

C'est un trouble neurologique chronique courant chez les patients post-AVC. Bien qu'il n'existe pas de consensus sur une proportion précise de personnes développant de la spasticité post-AVC certaines études présumant un taux variable entre 20% à 40% de sujets susceptibles de la déclarer. D'autres études avancent que 19% des patients vont l'exprimer dans les 3 mois après l'accident, et ce chiffre pourrait monter de 40% à 70 % chez ces patients en phase chronique (30).

Les facteurs responsables du développement d'une spasticité précoce seraient l'immobilisation, la paralysie (hémi, para ou tétraplégie), de nouvelles lésions hypoxiques ou ischémiques associées et l'âge. Son expression est perçue plus fréquemment handicapante au niveau des membres supérieurs fléchisseurs et membres inférieurs extenseurs (31–33).

Les facteurs de mauvais pronostics sont un score bas sur l'indice de Barthel, un degré sévère de parésie initiale, des douleurs neuropathiques liées à l'AVC et des déficits sensoriels (34).

Spasticité est une gêne fonctionnelle à la marche

Enfin comme nous l'avons cité plus haut, étant l'une des composantes du syndrome pyramidal, le tableau clinique spécifiquement remarquable de cette association est une marche déficitaire caractéristique du patient hémiplégique après un AVC et comprenant plusieurs types (figure 4).

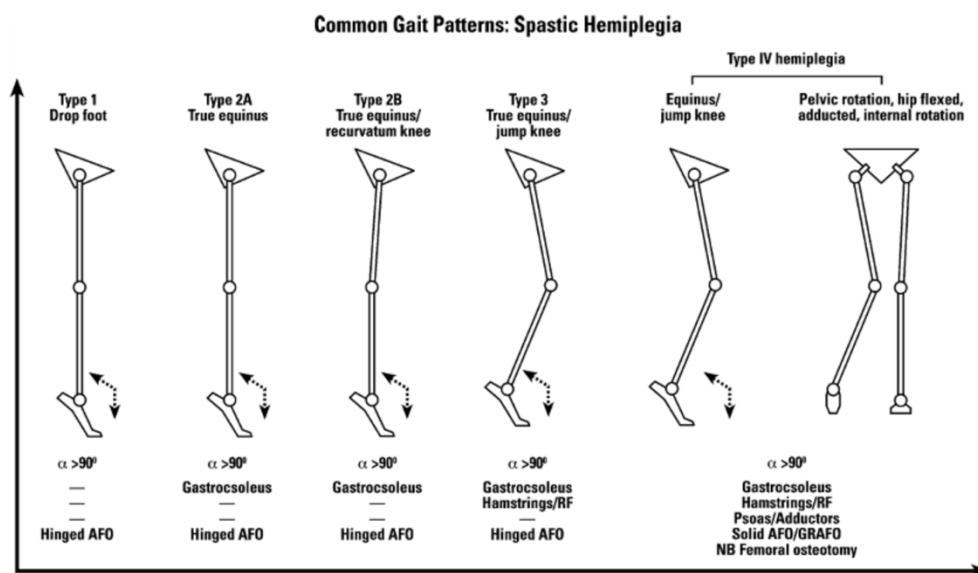


Figure 4 : les patterns de marche de l'hémiplégie spastique (Source *European journal of Neurology*)

Comme illustré la principale gêne fonctionnelle qui se répercute au niveau du membre inférieur est le pied équin ce qui met en relief l'implication des muscles qui composent le triceps sural.

2.1.4 Traitements de la spasticité

En ce qui concerne la spasticité, en fonction de sa variété de manifestations, qu'elle soit diffuse ou focale, les recommandations actuelles préconisent une diversité de traitements d'origine médicale, pharmacologique, chirurgicale ou kinésithérapique (22).

En ce qui concerne les traitements médicaux et pharmacologiques sont contraignants, invasifs et ils entraînent des effets secondaires importants (troubles sensitifs, insomnie). Les traitements chirurgicaux sont quant eux irréversibles. Enfin les traitements kinésithérapeutiques, actuellement reconnus par la HAS, ne soulage que transitoirement, cependant ils restent essentiels dans le suivi thérapeutique du patient.

Parmi la variété de traitements non invasifs existants à disposition des kinésithérapeutes aucune intervention à l'heure actuelle n'a montré un avantage cliniquement significatif plus important par rapport aux autres(22) . Cependant même si la HAS n'émet aucune recommandation de thérapie préférentielle elles sont pour la plupart de grade B pour les meilleures d'entre elles comme pour l'imagerie motrice(22).

2.1.5 Évaluation clinique de la spasticité

Quand l'on souhaite procéder à l'évaluation d'un déficit, d'un symptôme ou de l'état clinique d'une structure, il est important de pouvoir se fier à des mesures fiables et valides.

Pourtant durant l'examen clinique, les échelles sont souvent choisies pour leur facilité d'emploi plus que pour leur validité ou leur sensibilité à mesurer le marqueur choisi par le kinésithérapeute.

Ainsi et bien que ses qualités psychométriques soient toujours controversées, l'échelle Ashworth modifiée ou Modified Ashworth Scale (MAS) reste l'échelle la plus utilisée par les professionnels de santé dans la mesure de la spasticité.

La MAS est une version modifiée par Bohannon et Smith en 1987 de la cotation originale créée en 1964 par Bryan Ashworth. C'est une cotation numérique ordinaire à 6 points cotée de 0 à 4 avec l'ajout de la cotation « 1+ » (35) (ANNEXE I).

Elle consiste en une mobilisation passive pour le sujet du muscle testé. Elle est réalisée à partir d'une position de départ où le muscle est raccourci et va vers un étirement de celui-ci. La résistance perçue provoquée par l'étirement nous permet de chiffrer le degré de réaction en opposition à ce mouvement. Il existe également une autre version à cette échelle proposée par Ansari et al en 2006. Il s'agit de la MAS modifiée qui supprime la cotation 1+ et redéfinit la cotation 2. (ANNEXE 1)

La MAS est reconnue pour sa fiabilité acceptable au niveau du membre supérieur dans plusieurs études. Notamment pour évaluer la résistance à l'étirement au niveau du coude et du poignet. En revanche il existe une disparité de conclusion quant à sa fiabilité pour évaluer cette résistance spastique au niveau du membre inférieur et particulièrement au niveau du mouvement de flexion passif de cheville (36,37).

Dans une étude Pandyan en 2002, portant sur l'efficacité du traitement de la spasticité au niveau du coude par toxine botulique, la MAS ne serait pas capable de mesurer un changement minimal cliniquement important de la spasticité après ce type de traitement (38).

Par ailleurs il semble que la résistance à l'étirement provoqué par le mouvement passif de l'opérateur ne serait pas dû au seul fait de la spasticité mais également provoqué par une combinaison de paramètres comme le changement de conformité structurelle du muscle (rétraction), mais également des co-contractions ou contractures.

Cependant le principal problème rencontré ici est la sensibilité que nécessite l'évaluation pour pouvoir doser au mieux l'administration de la toxine, qui est très efficace pour réduire temporairement la spasticité localement.

Dans une revue de littérature de Banky et al datant de 2017, où il est question de la validité écologique de la mesure clinique de la spasticité des membres inférieurs afin d'évaluer son impact sur la marche, elle n'a malheureusement pas pu déterminer son intérêt car les études retenues n'ont pas reporté de manière adéquate et homogène la procédure clinique de l'évaluation(39). Cette revue de la littérature reconnaît pourtant que la MAS est très

largement utilisée pour mesurer la spasticité au niveau du membre inférieur à des fins de marqueurs d'évolution dans la prise en charge de l'aspect fonctionnel de la marche.

Actuellement les études sur le changement minimum détectables et la différence minimale cliniquement importante concernant la MAS n'ont pas permis de ressortir une information concrète (40).

Il semble toutefois déterminant de procéder à l'évaluation de la spasticité le plus précisément possible et ce pour contribuer à admettre ou non l'efficacité d'un traitement. (41)

2.2 Méthode de rééducation ALLYANE ©

Ce protocole permettrait de faciliter et d'accélérer le rétablissement de la commande motrice d'un mouvement altéré par de la spasticité post-AVC. Par ailleurs ce qui semble faire la spécificité de cette méthode serait la rapidité d'apparition des résultats cliniques très satisfaisants et stabilisés dans le temps. Ce protocole nécessite l'application par le patient d'une triade qui se caractérise par l'association de la proprioception, de l'imagerie motrice et de l'écoute sons de basses de fréquence.

En usant de cette triade cela potentialiserait les stratégies de compensation appliquées par le cerveau, en effaçant le pattern défectueux avant de reprogrammer un nouveau schéma avec la conscientisation des sensations proprioceptives et une fonction motrice améliorée.

Avant d'analyser quels seraient les résultats potentiels de cette synergie, il paraît opportun de définir et de faire l'état des lieux de ces trois modes opératoires pris indépendamment

2.2.1 Proprioception

La sensation du mouvement, et la prise de conscience de cette sensation

Prendre conscience de la différence proprioceptive que le sujet n'a plus du côté pathologique

D'après une étude de Jeannerod datant de 2006 « La réorganisation motrice corticale est associée à des phénomènes sensitifs subjectifs » (7)

2.2.2 Imagerie motrice

Définition

« L'imagerie motrice consiste à s'imaginer l'action sans la réaliser physiquement » (42)

Toujours selon l'étude de Jeannerod l'imagerie motrice permettrait le maintien d'une activité corticale et en diminuerait la période de récupération mais il serait également possible de l'entraîner et de l'augmenter((7)

Les images motrices suivent les même règle de codage, même boucle cortical que les actions réalisées((7)

2.2.3 Sons basses fréquences

Le premier scientifique qui s'est intéressé aux ondes produites par l'activité cérébrale a été le neurologue allemand Hans Berger a qui l'on doit la découverte de l'électroencéphalogramme(43). Depuis les longueurs d'ondes et l'activité cérébrales que le cerveau produit en fonction de son état de conscience a été étudié dans de nombreuses études. Ces longueurs d'ondes qui se mesurent en hertz sont ainsi classées en plusieurs bandes de fréquences correspondant à des rythmes cérébraux spécifiques.

A l'heure actuelle nous n'avons pas pu répertorier d'études satisfaisantes démontrant l'usage spécifiques des sons de basses fréquences pour un usage thérapeutiques particulier.

Il est supposé que les fréquences de son, diffusées par un générateur de son basse fréquence (Alphabox®) et se situant entre 150 et 400 Hertz permettrait de placer le cerveau dans un rythme cérébral que l'on nomme le rythme Alpha.

L'effet escompté de l'écoute de ces sons, permettrait au sujet de rentrer en état d'hypovigilance par rapport aux stimuli extérieurs et en parallèle permettrait le recentrage de l'activation d'une attention interne soutenue sur soi. Il serait dès lors déclencheur d'un état d'hyper concentration de l'activité neuronale aux niveaux d'aires cérébrales dédiés à la motricité. L'activité cérébrale ainsi stimulée correspondrait également au rythme alpha. L'hypothèse est que ce mode de relaxation permet de mieux fixer les sensations.

Apprentissage et mémorisation

Il semble que l'apprentissage moteur et la mémorisation procédurale soient impliqués dans le rythme cérébral alpha.

3 Question de recherche

Cette étude a pour but d'analyser statistiquement les données rétrospectives d'une population de patient post-AVC déclarant de la spasticité ayant bénéficié de l'intervention thérapeutique proposée par la méthode ALLYANE© pour en extraire une observation commentée.

4 Matériel et méthode

4.1 Population

Les sujets de l'étude ont été sélectionnés par deux kinésithérapeutes libéraux au sein de leurs patientèles respectives. La cohorte s'est constituée sur une période de 8 mois suite à un bilan rigoureux pour former une série de 22 sujets. La moyenne d'âge du groupe est de 52 ans \pm 19 ans avec 16 hommes et 6 femmes (10).

Les critères de sélection étaient les suivants :

- Présenter une marche hémiparétique des suites d'un AVC
- Présenter une séquelle secondaire déclarée de spasticité au niveau du Triceps Sural (TS) soit au niveau du gastrocnémien, soit au niveau soléaire, soit les deux(10).

4.2 Description du protocole ALLYANE ©

Le protocole se déroule en plusieurs étapes :

- Dans un premier temps, le patient est filmé entrain de marcher avec ses aides techniques à disposition (Cannes, Orthèse mollet-plante) dans une salle d'analyse du mouvement dédiée de face et de profil. Il devra ensuite visualiser sa marche et analyser, avec l'aide du praticien, ses boiteries et ses stratégies de compensations à partir des plans réalisés (10)
- Dans un second temps, le travail de relâchement général débute. Le patient s'installe dans une position de détente en décubitus dorsal puis le kinésithérapeute installe sur les oreilles du patient un casque relié à un générateur de sons de basses fréquences ce qui est supposé amener le patient dans un état de conscience dit alpha ou rythme cérébral alpha.
- Enfin le patient se concentre sur la sensation d'étirement de son muscle déclenché par un travail musculaire excentrique. Il doit par ce travail fixer suffisamment son attention pour discerner les sensations proprioceptives générées par l'étirement au niveau de son triceps sural.

4.3 Extraction des données rétrospectives

Ces données cliniques ont été collectés sur une période de 8 mois par deux kinésithérapeutes durant des séances en cabinet libéral.

Pour permettre l'exploitation des données nous avons utilisé le logiciel R.

A partir d'un jeu de données fourni par l'un des professionnels de santé nous avons reformulé un nouveau jeu de donnée compatible avec le logiciel, mis en structure tabulaire sous un format CSV (comma-separated values).

Soit 22 unités statistiques représentées sous forme d'un tableau avec 22 observations et 19 variables par individus. (ANNEXE III)

Le script utilisé pour réaliser l'interprétation des données sous forme de Boxplot est disponible en annexe. (ANNEXE II)

Afin de pouvoir comparer les moyennes entre elles nous avons utilisé une représentation en boite à moustache pour faciliter la lisibilité directe des résultats.

Pour déterminer si la différence entre l'avant et l'après intervention est statistiquement significative nous avons utilisé le test de rang non paramétrique (TEST DE WILCOXON) (ANNEXE IV)

Score Ashworth modifié retranscrit sur les Boxplots

Le score MAS a été modifié en chiffrant le score sur 5 et non sur 4 puisque le score 1+ a été converti en score de 2 sur l'échelle pour faciliter l'exploitation du langage spécifique au logiciel. (ANNEXE I)

5 Résultats

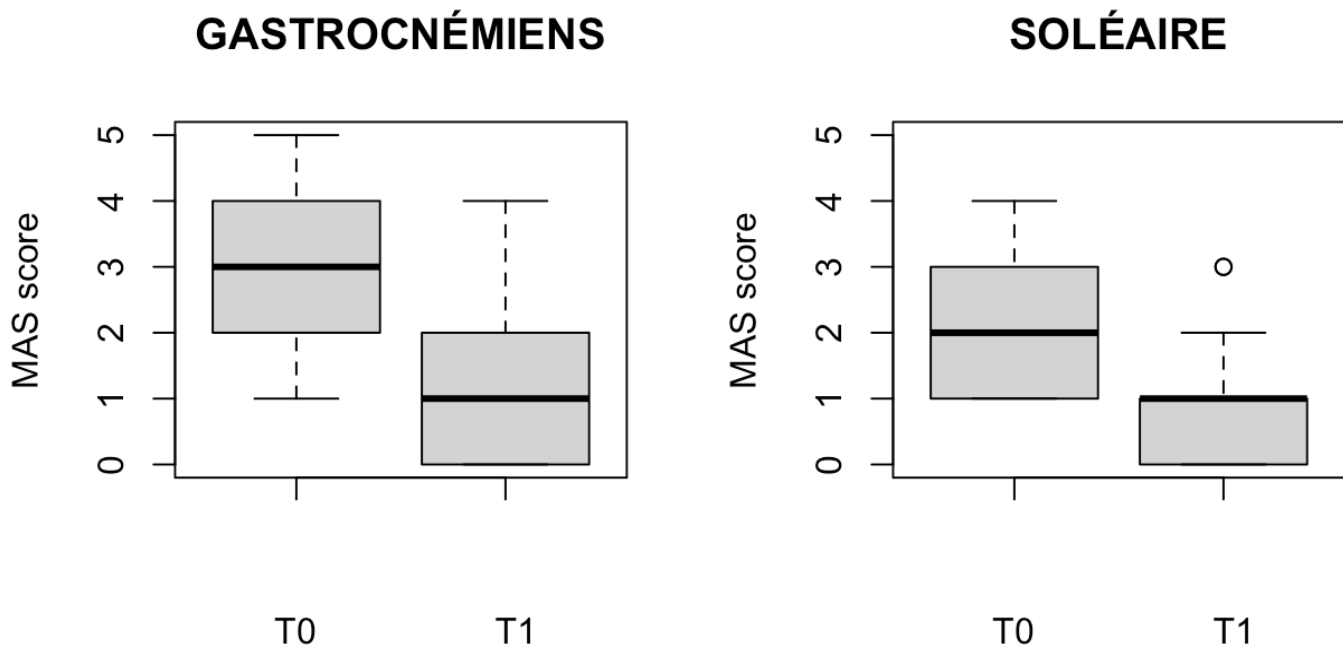


Figure 4: Boxplots représentant l'évolution de la spasticité selon l'échelle Ashworth modifiée (MAS) sur les muscles gastrocnémiens et soléaire dans le groupe de patients Post-AVC avant intervention (T0) et après intervention (T1) de la méthode ALLYANE©

Concernant la résistance à l'étirement passif mesurée (comprenant une composante de spasticité) respectivement sur les muscles gastrocnémiens et soléaire nous observons : Une évolution de la médiane des cohortes après traitement qui est moins hautes dans les deux cas de mesures.

Pour la mesure du **score MAS des Gastrocnémiens**

On observe une diminution de la médiane de **2 rang** passant de 3 à 1 sur 5

La P-value calculée à partir d'un **Test non paramétrique de Wilcoxon** pour ces deux distributions avant (T0) et après intervention (T1) est de **p-value = 0.00162 < 5%**

Nous ne pouvons raisonnablement pas retenir l'hypothèse nulle.
H0 est rejetée, H1 est acceptée donc => Différences significatives

Pour la mesure du **score MAS du Soléaire**

On observe une diminution de la médiane de **1 rang** passant de 2 à 1 sur 5

La P-value calculée à partir d'un **Test non paramétrique de Wilcoxon** pour ces deux distributions avant (T0) et après intervention (T1) est de **p-value = 0.000396 < 5%**

Nous ne pouvons raisonnablement pas retenir l'hypothèse nulle.
H0 est rejetée, H1 est acceptée donc => Différences significatives

5.1 Interprétabilité

Concernant l'évolution du score MAS avant/après intervention sur les Gastrocnémiens de la cohorte :
Les mesures effectuées après intervention (T1) sont **significativement inférieures** à celles effectuées avant intervention (T0) Diminution **de 2 rangs** (P-value <0,01)
Cela constitue un argument en faveur **l'influence positive de l'intervention sur l'échelle Ashworth modifiée étudiée sur les gastrocnémiens.**

Concernant l'évolution du score MAS avant/après intervention sur les Soléaires de la cohorte :
Les mesures effectuées après intervention (T1) sont **significativement inférieures** à celles effectuées avant intervention (T0) Diminution **de 1 rangs** (P-value <0,01)
Cela constitue un argument en faveur de **l'influence positive de l'intervention sur l'échelle Ashworth modifiée étudiée sur le soléaire.**

6 Discussion

L'**objectif** de ce travail d'initiation à la recherche est l'observation des résultats cliniques suite l'usage du protocole ALLYANE et discuter de l'intérêt clinique pour le patient souffrant de spasticité chronique après un AVC.

L'**hypothèse** de départ de cette étude est que l'application de ce protocole, usant de l'association d'une triade de modes opératoires à savoir proprioception, imagerie motrice et sons de basse fréquence, influence la spasticité perceptible par l'évaluation clinique.

La **Population** choisie dans cette étude à l'avantage de représenter, dans le champs neuromusculaire, l'un des principaux tableaux cliniques rencontrés en cabinet libérale (44). Ce qui permet de justifier l'intérêt de cette étude.

6.1 Limite de l'analyse statistique

Cette étude est établie selon un schéma d'étude observationnelle sur série de cas s'exposant à de multiples risques de biais(45).

6.1.1 Risque de Biais

Biais de sélection La population sélectionnée pour cette étude de par son mode de sélection non randomisée et sans groupe contrôle ne peut en aucun cas être considérée comme représentative de la population cible (affectée par de la spasticité post-AVC).

Les sujets se sont portés volontaires pour l'étude ce qui représente un biais de volontariat.

Biais de confirmation : Pour développer et alimenter la réflexion ce travail de recherche, la collecte des données et leur interprétation a été réalisé par un seul protagoniste.

Pour éviter au maximum ce biais, l'essentiel des ressources utilisées et sélectionnées pour justifier cette analyse devaient répondre d'une qualité méthodologique confirmée et un niveau de preuve élevé. Cependant elles n'ont pas toutes été soumises à une évaluation qualitative rigoureuses. Cette rédaction est donc susceptible de révéler une interprétation biaisées de l'information.

6.1.2 La taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon, avec un effectif de 22 sujets donc inférieur à 30 personnes, ne nous permet pas de conclure en faveur d'un effet statistiquement significatif. Le risque en observant les moyennes comparées de la spasticité mesurée dans cette étude serait de surestimé l'effet bénéfique du traitement sur cette cohorte.

6.1.3 Les paramètres qui peuvent expliquer les résultats obtenus

L'évolution naturelle de la spasticité en l'absence de traitement peut avoir été influé par une variété de paramètres indépendants

L'Effet Hawthorn : Avec lles coût du traitement (une centaine d'euros hors nomenclature) et le volontariat des patients dans l'étude sont suffisamment d'argument pour démontrer la motivation et l'envie des sujets en faveur d'une amélioration. Cet investissement plus marqué par les sujets pourrait avoir un effet sur le comportement des patients

Les caractéristiques des patients : il y a une trop grande hétérogénéité dans les critères caractérisant les sujets de cette étude au moment de l'évaluation. Des critères comme une trop grande disparité d'âge, l'ancienneté de la lésion et l'ancienneté des symptômes. Enfin le moment de la journée (ici non spécifié dans cette étude).

Traitements concomitants : Du fait du biais de sélection des patients, il est impossible de contrôler l'homogénéité de l'échantillon. Nous ne savons pas si les sujets de l'étude n'ont pas

reçu d'autres traitements en dehors de celui proposé venant possiblement interférer dans le résultat obtenu.

L'erreur de mesure : La sensibilité et la fiabilité de la mesure entre les rang 0, 1+ et 2 est à évoquer. En effet la pondération entre ces scores peut dépendre de la sensibilité de l'opérateur confirmé ou non. Par ailleurs il ne s'agit pas d'un seul opérateur mais de deux kinésithérapeutes. Or si la fiabilité intra-opérateur de la MAS est bonne la fiabilité inter-opérateur est discutable.

L'effet réel de l'intervention : Il n'est cependant pas à négliger car les études concernant l'usage de la proprioception et de l'imagerie motrice sont en faveur d'un réel impact.

6.1.4 Évaluations et paramètres additionnels

Cette étude s'est concentrée uniquement sur les muscles du triceps sural faisant parti du membre inférieur. Avec 65 % des patients post-AVC déclarant une récupération du membre inférieur la grande majorité des patients n'auront pas recours à ce type d'interventions.(22) Bien que nous n'ayons pas répertorié de données concernant le pourcentage de récupération pour le membre supérieur en Post-AVC, il serait intéressant de réitérer l'étude sur ce membre possiblement impacté par la spasticité Post-AVC.

Afin de pouvoir rendre compte des avantages fonctionnels après traitements et de leurs stabilités dans le temps, il manque à cette étude l'intégration d'évaluations supplémentaires.

La vitesse de marche

L'évaluation de la vitesse de marche avec aisance sur 10m est reconnue comme étant l'un des principaux paramètres à prendre en compte dans le suivi de la marche hémiplegique. Elle est considérée comme une technique sensible, fiable, pertinente et bien corrélée à l'indépendance fonctionnelle (46). Dans les données rétrospectives qui nous ont permis de réaliser cette étude, nous n'avons pas intégrés cette évaluation qui n'a été réalisée que sur très petit effectif (quatre patients) à un mois de l'intervention.

Imagerie motrice dans la triade

Les études prouvent que l'imagerie motrice donne de meilleur résultats si elle est associée à la pratique physique. Il serait intéressant de réaliser une étude comparative entre ces deux protocoles thérapeutiques.

6.2 Applicabilité clinique

Dans ce travail de recherche nous observons une influence favorable avec la diminution de la spasticité post-AVC. Cependant ces résultats n'ont pas été enrichi par la différence minimale cliniquement importante pour le patient. Afin de pouvoir appuyer objectivement davantage l'intérêt de cette intervention, Il aurait été intéressant de corrélés les résultats standardisés de la MAS avec une échelle mesurant l'amélioration de la satisfaction. L'usage de la Goal Assesment Scale (GAS) pourrait être intégré à la collecte d'indicateur d'amélioration (47–49).

Coût /Bénéfices

L'utilisation de cette méthode bien qu'influençant favorablement l'impact de la spasticité représente un coût hors nomenclature non négligeable pour le patient. À ce titre les futures études devraient également porter sur degré de satisfaction des patients et le rapport coût/Bénéfices. Et cela devrait également être mise en corrélation avec la stabilisation à long terme des gains cliniques en rapport avec les gains économiques pour le patient et l'assurance maladie.

6.3 Intérêts pour la recherche

Il existe d'autres pathologies pourvoyeuse de spasticité telle que la sclérose en plaque, la paralysie cérébrale ou un traumatisme de la moelle épinière. Il serait intéressant de poursuivre la collecte de données sur l'utilisation de ce protocole pour réaliser de nouvelles analyses observationnelles de cohortes à partir de ces autres sources de spasticité.

Longtemps considéré par l'organisation mondiale de la santé (OMS) comme faisant partie des maladies cardiovasculaires, l'AVC est désormais reclassé au rang des maladies neurologiques dans la dernière version de la classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexe CIM-11 (50). Ainsi en répercutant les données statistiques épidémiologiques de l'AVC dans les pathologies neurologiques nous pouvons entrevoir que cela permettra plus facilement de justifier la nécessité de financer la recherche, les services et les professionnels de santé qualifiés dans cette prise en charge spécifiques.

Par ailleurs la prise en soin en cabinet libéral est beaucoup plus proche de la réalité de terrain que vivent les patients au quotidien. Ainsi pour faciliter le financement et la recherche de professionnels de santé libéraux et porteurs de projets novateurs, il existe désormais un dispositif récemment instauré par l'article 51 de la loi de financement de la sécurité sociale 2018 (51).

Pour faciliter les initiatives venues du terrain il existe des opportunités de financements pour la recherche masso-kinésithérapique. En effet le kinésithérapeute salarié désireux de proposer un cadre expérimental utilisant la méthode ALLYANE peut faire une demande de financement au ministère des solidarités et de la santé. Il semble que les mode de financement proposé dans ce cas précis serait le programme hospitalier de recherche infirmière et paramédicale (PHRIP) ou le programme de soutien aux techniques innovantes coûteuses ou non (STIC).

7 Conclusion

Nous pouvons constater via l'analyse descriptive présentée dans ce travail de recherche une évolution statistique favorable des mesures de la résistance à l'étirement passif au niveau des muscles du triceps sural après l'intervention du protocole ALLYANE©. Cependant de par la conformité des moyens mis en place pour le recueil des données, bien que plus proche de la réalité de terrain, les résultats obtenus sont susceptibles d'être très influençable par des paramètres non directement imputable au réel effet de l'intervention. C'est pourquoi il semble nécessaire de poursuivre les études en augmentant si possible la taille de l'effectif des cohortes étudiées soumises à l'intervention mais également de proposer un groupe contrôle, placebo ou de comparer avec une des autres interventions à disposition des kinésithérapeutes et recommandées par la HAS.

Bibliographie

1. Busto G, Feneuil A, Saint-Germier P. Entretien avec le Pr. Marc Jeannerod. *Tracés Rev Sci Hum.* 1 sept 2005;(9):53-65.
2. Kim BJ, Kang HG, Kim HJ, Ahn SH, Kim NY, Warach S, et al. Magnetic Resonance Imaging in Acute Ischemic Stroke Treatment. *J Stroke.* sept 2014;16(3):131-45.
3. Sutcliffe L, Lumley H, Shaw L, Francis R, Price CI. Surface electroencephalography (EEG) during the acute phase of stroke to assist with diagnosis and prediction of prognosis: a scoping review. *BMC Emerg Med.* 28 févr 2022;22(1):29.
4. Doyon J, Orban P, Barakat M, Debas K, Lungu O, Albouy G, et al. Functional brain plasticity associated with motor learning. *Médecine Sci MS.* 1 avr 2011;27:413-20.
5. Fan H, Song Y, Cen X, Yu P, Bíró I, Gu Y. The Effect of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Lower-Limb Motor Ability in Stroke Patients: A Systematic Review. *Front Hum Neurosci.* 2021;15:620573.
6. Long H, Wang H, Zhao C, Duan Q, Feng F, Hui N, et al. Effects of combining high- and low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on upper limb hemiparesis in the early phase of stroke. *Restor Neurol Neurosci.* 2018;36(1):21-30.
7. Jeannerod M. Plasticité du cortex moteur et récupération motrice. *Mot Cérébrale Réadapt Neurol Dév.* 1 juin 2006;27.
8. Kinésithérapie, une evidence based practice ? [Internet]. *Ordre des masseurs-kinésithérapeutes.* 2019 [cité 8 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.ordremk.fr/actualites/patients/kinesitherapie-une-evidence-based-practice/>
9. 80% de mes patients proviennent de la prescription. [Internet]. *ALLYANE.* 2020 [cité 8 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.allyane.com/actualites/apport-allyane-pratique/>
10. Chatain AL, Gonzalez II, Friggeri A. Innover dans la prise en charge de la spasticité avec un procédé non invasif. *Mens Prat Tech Kinésithérapeute* [Internet]. 10 juin 2018 [cité 8 avr 2022];599. Disponible sur: <https://www.ks-mag.com/article/10651-innover-dans-la-prise-en-charge-de-la-spasticite-avec-un-procede-non-invasif>
11. ALBERT A. Kinésithérapie de la spasticité [Internet]. 1978 [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: https://www.kinedoc.org/dc/api/dc/html?f=LONG_HTML&l=fr&q=KDOC_17622

12. Accident vasculaire cérébral (AVC) [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 14 avr 2022]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/r_1501300/fr/accident-vasculaire-cerebral-avc
13. Markus HS. Cerebral perfusion and stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. mars 2004;75(3):353-61.
14. Donnan GA, Fisher M, Macleod M, Davis SM. Stroke. *Lancet Lond Engl*. 10 mai 2008;371(9624):1612-23.
15. Kuriakose D, Xiao Z. Pathophysiology and Treatment of Stroke: Present Status and Future Perspectives. *Int J Mol Sci*. 15 oct 2020;21(20):7609.
16. Alia C, Spalletti C, Lai S, Panarese A, Lamola G, Bertolucci F, et al. Neuroplastic Changes Following Brain Ischemia and their Contribution to Stroke Recovery: Novel Approaches in Neurorehabilitation. *Front Cell Neurosci* [Internet]. 2017 [cité 12 avr 2022];11. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fncel.2017.00076>
17. Accident vasculaire cérébral (AVC) · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. [cité 11 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/accident-vasculaire-cerebral-avc/>
18. Béjot Y, Touzé E, Jacquin A, Giroud M, Mas JL. Épidémiologie des accidents vasculaires cérébraux. *médecine/sciences*. août 2009;25(8-9):727-32.
19. Tsao CW, Aday AW, Almarzooq ZI, Alonso A, Beaton AZ, Bittencourt MS, et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2022 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 22 févr 2022;145(8):e153-639.
20. Kissela BM, Khoury JC, Alwell K, Moomaw CJ, Woo D, Adeoye O, et al. Age at stroke. *Neurology*. 23 oct 2012;79(17):1781-7.
21. Wu CM, McLaughlin K, Lorenzetti DL, Hill MD, Manns BJ, Ghali WA. Early risk of stroke after transient ischemic attack: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med*. 10 déc 2007;167(22):2417-22.
22. Accident vasculaire cérébral : méthodes de rééducation de la fonction motrice chez l'adulte [Internet]. Haute Autorité de Santé. [cité 21 mars 2022]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_1334330/fr/accident-vasculaire-cerebral-methodes-de-reeducation-de-la-fonction-motrice-chez-l-adulte
23. Das J, G K R. Post stroke depression: The sequelae of cerebral stroke. *Neurosci Biobehav Rev*. juill 2018;90:104-14.
24. Daniel K, Wolfe CDA, Busch MA, McKeivitt C. What Are the Social Consequences of Stroke for Working-Aged Adults?: A Systematic Review. *Stroke* [Internet]. juin 2009 [cité 9

mars 2022];40(6). Disponible sur:

<https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.108.534487>

25. Boehme AK, Esenwa C, Elkind MSV. Stroke Risk Factors, Genetics, and Prevention. *Circ Res.* 3 févr 2017;120(3):472-95.

26. Bioulac B, Burbaud P, Cazalets JR, Gross C. Fonctions motrices. *EMC - Neurol.* 1 juill 2004;1.

27. Syndrome pyramidal [Internet]. Collège des Enseignants de Neurologie. 2016 [cité 20 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.cen-neurologie.fr/fr/premier-cycle/s%C3%A9miologie-analytique/syndrome-myogène-myopathique/syndrome-myog%C3%A8ne-myopathique-13>

28. Neurosciences. A la découverte du cerveau 4e édition - Barry W. Connors, Mark-F Bear, Michael A. Paradiso [Internet]. [cité 21 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.decitre.fr/livres/neurosciences-9782361100803.html>

29. Pandyan A, Gregoric M, Barnes M, Wood D, Wijck FV, Burridge J, et al. Spasticity: Clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disabil Rehabil.* janv 2005;27(1-2):2-6.

30. Yelnik AP, Simon O, Parratte B, Gracies JM. How to clinically assess and treat muscle overactivity in spastic paresis. *J Rehabil Med.* oct 2010;42(9):801-7.

31. Zeng H, Chen J, Guo Y, Tan S. Prevalence and Risk Factors for Spasticity After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Neurol* [Internet]. 2021 [cité 15 avr 2022];11. Disponible sur: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fneur.2020.616097>

32. Urban PP, Wolf T, Uebele M, Marx JJ, Vogt T, Stoeter P, et al. Occurrence and Clinical Predictors of Spasticity After Ischemic Stroke. *Stroke.* sept 2010;41(9):2016-20.

33. Sommerfeld DK, Eek EUB, Svensson AK, Holmqvist LW, von Arbin MH. Spasticity after stroke: its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. *Stroke.* janv 2004;35(1):134-9.

34. Wissel J, Manack A, Brainin M. Toward an epidemiology of poststroke spasticity. *Neurology.* 15 janv 2013;80(3 Suppl 2):S13-19.

35. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* févr 1987;67(2):206-7.

36. Blackburn M, van Vliet P, Mockett SP. Reliability of measurements obtained with the modified Ashworth scale in the lower extremities of people with stroke. *Phys Ther.* janv 2002;82(1):25-34.

37. Gregson JM, Leathley M, Moore AP, Sharma AK, Smith TL, Watkins CL. Reliability of the Tone Assessment Scale and the modified Ashworth scale as clinical tools for assessing

poststroke spasticity. *Arch Phys Med Rehabil.* sept 1999;80(9):1013-6.

38. Pandyan AD, Vuadens P, van Wijck FMJ, Stark S, Johnson GR, Barnes MP. Are we underestimating the clinical efficacy of botulinum toxin (type A)? Quantifying changes in spasticity, strength and upper limb function after injections of Botox to the elbow flexors in a unilateral stroke population. *Clin Rehabil.* sept 2002;16(6):654-60.

39. Banky M, Ryan HK, Clark R, Olver J, Williams G. Do clinical tests of spasticity accurately reflect muscle function during walking: A systematic review. *Brain Inj.* 2017;31(4):440-55.

40. Chen CL, Chen CY, Chen HC, Wu CY, Lin KC, Hsieh YW, et al. Responsiveness and minimal clinically important difference of Modified Ashworth Scale in patients with stroke. *Eur J Phys Rehabil Med.* déc 2019;55(6):754-60.

41. Reliability of a new scale for measurement of spasticity in stroke patients [Internet]. [cité 18 mars 2022]. Disponible sur: <http://www.medicaljournals.se/jrm/content/html/10.2340/16501977-1851>

42. Malouin F, Jackson PL, Richards CL. Towards the integration of mental practice in rehabilitation programs. A critical review. *Front Hum Neurosci.* 19 sept 2013;7:576.

43. Millett D. Hans Berger: from psychic energy to the EEG. *Perspect Biol Med.* 2001;44(4):522-42.

44. Masson E. Prévalence des pathologies rencontrées en kinésithérapie libérale : un outil pour repenser l'enseignement en kinésithérapie ? [Internet]. *EM-Consulte.* [cité 8 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1178958/prevalence-des-pathologies-rencontrees-en-kinesith>

45. P K. Les biais dans les études d'observation. 2010 35 [Internet]. 1 sept 2010 [cité 10 avr 2022];(35). Disponible sur: <https://medicalforum.ch/fr/detail/doi/fms.2010.07268>

46. Verdié C, Daviet JC, Borie MJ, Popielarz S, Munoz M, Salle JY, et al. [Epidemiology of pes varus and/or equinus one year after a first cerebral hemisphere stroke: apropos of a cohort of 86 patients]. *Ann Readaptation Med Phys Rev Sci Soc Francaise Reeduction Fonct Readaptation Med Phys.* mars 2004;47(2):81-6.

47. Turner-Stokes L. Goal attainment scaling (GAS) in rehabilitation: a practical guide. *Clin Rehabil.* avr 2009;23(4):362-70.

48. Choudhry S, Patriitti BL, Woodman R, Hakendorf P, Huang L. Goal Attainment: A Clinically Meaningful Measure of Success of Botulinum Toxin-A Treatment for Lower Limb Spasticity in Ambulatory Patients. *Arch Rehabil Res Clin Transl.* 1 juin 2021;3(2):100129.

49. Turner-Stokes L, Baguley I, Graaff S, Katrak P, Davies L, McCrory P, et al. Goal Attainment Scaling in the Evaluation of Treatment of Upper Limb Spasticity with Botulinum

Toxin: A Secondary Analysis from a Double-blind Placebo-Controlled Randomized Clinical Trial. *J Rehabil Med Off J UEMS Eur Board Phys Rehabil Med.* 1 janv 2010;42:81-9.

50. Shakir R. The struggle for stroke reclassification. *Nat Rev Neurol.* août 2018;14(8):447-8.

51. S.Martin. Chapitre 26 : Stratégie pour le développement de la recherche clinique en kinésithérapie libérale et hospitalière. In: Réussir la démarche de recherche universitaire en kinésithérapie et thérapie manuelle : Méthodologie Lecture critique d'articles Mémoire de fin d'études. 2019^e éd. Elsevier Masson;

ANNEXE 1

Score	Échelle Ashworth (AS) (Ashworth, 1964)	Score	Échelle Ashworth modifiée (MAS) (Bohannon and Smith, 1987)	Score	Échelle Ashworth modifiée modifiée (MMAS) (Ansari et al, 2006)	
0	Pas d'augmentation du tonus musculaire	0	0	Pas d'augmentation du tonus musculaire	0	Pas d'augmentation du tonus musculaire
1	Légère augmentation du tonus donnant une sensation d'accrochage lorsque le membre est déplacé en flexion ou en extension.	1	1	Une légère augmentation du tonus musculaire se manifestant par un ressaut suivi et d'un relâchement ou d'une résistance minime en fin de mouvement	1	Légère augmentation du tonus musculaire se manifestant par une sensation d'accrochage ou par une résistance minime en fin d'amplitude
		1+	2	Une légère augmentation du tonus musculaire se manifestant par un ressaut suivi d'une résistance minime perçue sur moins de la moitié de l'amplitude articulaire disponible.		
2	Augmentation franche du tonus musculaire sur la majeure partie de l'amplitude articulaire disponible mais l'articulation et encore facilement mobilisable.	2	3	Augmentation franche du tonus musculaire sur la majeure partie de l'amplitude articulaire disponible mais l'articulation et encore facilement mobilisable.	2	Augmentation franche du tonus musculaire sur la moitié de l'amplitude articulaire disponible mais l'articulation et encore facilement mobilisable.
3	Une augmentation sévère du tonus musculaire rendant la mobilisation passive difficile	3	4	Une augmentation sévère du tonus musculaire rendant la mobilisation passive difficile	3	Augmentation sévère du tonus musculaire rendant la mobilisation passive difficile
4	L'articulation concernée est fixée en flexion ou en extension	4	5	L'articulation concernée est fixée en flexion ou en extension	4	L'articulation concernée est fixée en flexion ou en extension

ANNEXE II

SCRIPT - ALLYANE

01/04/2022

```
library(readxl) Data<-read_excel("/Users/tibkine/Library/Mobile  
Documents/com_appleCloudDocs/UE28/#ANALYSE/data/Data-AVC.xlsx",sheet = 1) attach(Data)
```

##Description des données :

```
names(Data) str(Data)
```

```
summary(MASt0G) summary(MASt1G)
```

```
summary(MASt0S) summary(MASt1S)
```

#Ecart de normalité des distributions #Test de Shapiro-Wilk

```
shapiro.test(MASt0G)
```

```
shapiro.test(MASt0S)
```

##BOXPLOT**##MOYENNE GASTROCNÉMIENS**

```
par(mfrow=c(1,2)) boxplot(MASt0G,MASt1G,main="GASTROCNÉMIENS",ylab="MAS  
score",xlab=" T0 T1 ", ylim=c(0,5))
```

##MOYENNE SOLÉAIRE

```
par(mfrow=c(1,2)) boxplot(MASt0S,MASt1S,main="SOLÉAIRE",ylab="MAS score",xlab=" T0 T1 ",  
ylim=c(0,5))
```

#Test non paramétrique de Mann-Whitney (ou test de Wilcoxon)

```
wilcox.test(MASt0G,MASt1G)
```

```
wilcox.test(MASt0S,MASt1S)
```

ANNEXE III

DATA SET_ ALLYANE PROJECT

Id	Datediag	Datepec	DeltaDiagPec	Ordrepec	Age	Sexe	MASt0G	MASt1G	DeltaMASt0t1G	MASt0S	MASt1S	DeltaMASt0t1S
P01	2013	24/05/2018	5	12	68	H	4	3	-1	3	3	0
P02	2014	03/07/2018	4	15	48	F	4	3	-1	4	3	-1
P03	2004	07/06/2018	14	13	43	F				3	1	-2
P04	2017	18/10/2018	1	22	54	H	4	3	-1	3	2	-1
P05	2007	15/01/2018	11	3	42	H	5	4	-1	4	1	-3
P06	2015	26/02/2018	3	5	22	H	3	1	-2	2	1	-1
P07	2016	08/03/2018	2	9	45	H	1	0	-1	1	0	-1
P08	2017	19/03/2018	1	10	73	H	3	1	-2	1	0	-1
P09	2010	28/08/2018	8	16	8	F				2	0	-2
P10	2010	13/09/2018	8	20	71	H	1	0	-1	1	0	-1
P11	2013	11/01/2018	5	1	59	H	4	1	-3			
P12	1999	11/01/2018	19	2	49	H	2	0	-2	2	0	-2
P13	2016	26/01/2018	2	4	55	H	3	1	-2			
P14	2012	26/02/2018	6	6	58	H	1	0	-1	2	1	-1
P15	2015	05/03/2018	3	7	56	F				1	0	-1
P16	2017	08/03/2018	1	8	73	F	3	1	-2	1	0	-1
P17	2015	05/04/2018	3	11	68	H	3	1	-2			
P18	2016	11/06/2018	2	14	53	H				3	1	-2
P19	2008	31/08/2018	10	17	13	H	3	2	-1	3	1	-2
P20	2018	03/09/2018	0	18	52	F	2	1	-1	2	1	-1
P21	2013	11/09/2018	5	19	66	H	1	0	-1			
P22	2012	20/09/2018	6	21	68	H	2	0	-2	3	1	-2

ANNEXE IV

Analyse des données ALLYANE_RESULTATS TESTS STATISTIQUES

T.LEDUC

14/03/2022

TEST DE SHAPIRO WILK*#Ecart de normalité des distributions**Compte tenu de l'effectif restreint à 22 individus (moins de 30 personnes).
L'effet de l'aléa du tirage est très élevé**#Test de Shapiro-Wilk**#Si P-value < 20% Nous ne pouvons pas retenir l'hypothèse d'une distribution normale # Alors le rejet l'hypothèse d'une distribution normale justifie l'usage d'un test non paramétrique de WILCOXON*

TEST Score MAS(Modified Ashworth Scale) sur les Gastrocnémiens

shapiro.test(MASt0G).

##

Shapiro-Wilk normality test

##

data: MASt0G

W = 0.90872, p-value = 0.08167 P_Value < 20%

Test Score MAS sur Soléaire

shapiro.test(MASt0S)

##

Shapiro-Wilk normality test

##

data: MASt0S

W = 0.87625, p-value = 0.02259 P_value < 20%

TEST DE WILCOXON

```
wilcox.test(MASt0G,MASt1G)
```

```
## Warning in wilcox.test.default(MASt0G, MASt1G): cannot compute exact p-value  
## with ties
```

```
##  
## Wilcoxon rank sum test with continuity correction  
##  
## data: MASt0G and MASt1G  
## W = 259.5, p-value = 0.00162  
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

```
wilcox.test(MASt0S,MASt1S)
```

```
## Warning in wilcox.test.default(MASt0S, MASt1S):  
cannot compute exact p-value
```

```
## with ties  
  
##  
## Wilcoxon rank sum test with continuity correction  
##  
## data: MASt0S and MASt1S  
## W = 270.5, p-value = 0.0003967  
## alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```