



HAUTE ÉCOLE
CONDORCET

Mesures par échographe et algomètre du triceps sural, avant et après normalisation d'une restriction en flexion dorsale au niveau de la cheville, selon la Kinésithérapie Analytique proposée par R. SOHIER.

Promoteur(s) : De Meur Thomas

KOPER
MANON

Mémoire réalisé en vue d'obtenir le titre de master en kinésithérapie

Année académique 2018-2019

Remerciements

Je remercie Monsieur De Meur, mon promoteur, pour son temps consacré à la réalisation de ce mémoire autant dans la conception du travail écrit que dans les traitements nécessaires à mon étude.

Je tiens aussi à remercier Monsieur Herpers et Monsieur Bryssinck de m'avoir permis de réaliser un stage au sein de leur cabinet pour que je puisse me perfectionner dans la Kinésithérapie Analytique. Ils sont des éléments clés à ma future orientation professionnelle.

Je remercie l'ensemble des personnes qui ont accepté de participer à la partie pratique de ce mémoire.

À ma famille, à Théo et Alice ainsi qu'à Clément, qui par leur présence m'ont donné le courage d'avancer.

Un grand merci à mes amies, Clotilde, Camille, Mathilde et Evy pour leur soutien mais plus particulièrement pour ces quatre dernières années. Sans oublier Théo, Karim, Laure, Chloé, Chloé et Hortense.

Et enfin, merci à toutes ces personnes qui ont contribué de près ou de loin à ma formation et à la réalisation de ce mémoire.

Table des matières

Introduction	1
Partie théorique	3
1. La Kinésithérapie Analytique de R. Sohier	3
1.1. Le concept Sohier	3
1.2. La Kinésithérapie Analytique de la cheville et le pied	4
1.2.1. Décentrage de l'articulation talo-crurale	4
1.2.2. Décentrage de l'articulation subtalaire	5
2. Autres thérapies manuelles	8
2.1. Mulligan	8
2.2. Maitland.....	8
3. La contracture musculaire.....	10
3.1. La contracture musculaire	10
3.2. Les différents types de contractures	11
3.2.1. Les contractures antalgiques.....	11
3.2.2. Les contractures algiques.....	11
3.2.3. Les contractures analgiques	11
3.3. Contracture du triceps.....	12
3.4. Relation entre une contracture musculaire et un problème articulaire	12
3.5. Réflexion entre contracture musculaire et tendon	14
3.5.1. Le triceps sural.....	14
3.5.2. Tendinopathie Achilléenne.....	14
3.5.2.1. Traitement.....	15
4. L'échographie.....	17
4.1. Echographie musculaire.....	17
4.2. Echographie de triceps sural ; méthodologie	18
4.3. D'autres techniques d'imagerie médicale intéressante lors de l'analyse musculaire	21
4.3.1. L'imagerie par résonance magnétique (IRM)	21
4.3.2. Tomodensitométrie	21
5. Trigger point	22

5.1.	Définition	22
5.1.1.	Trigger points du triceps sural.....	23
Partie expérimentale	24
1.	Introduction.....	24
2.	Population.....	25
2.1.	Critères d'inclusion	25
2.2.	Critères d'exclusion	25
2.3.	Récapitulatif de la population	25
3.	Matériel	27
3.1.	L'échographe.....	27
3.1.1.	Echogénicité	27
3.1.2.	Artéfact.....	28
3.1.3.	L'échographie ; paramètres à évaluer	30
3.2.	L'algomètre de pression.....	32
3.2.1.	Définition et principe	32
3.2.2.	Utilisation	32
4.	Méthodologie.....	33
4.1.	Protocole expérimental.....	33
4.2.	Test de flexion dorsale de la cheville	35
4.2.1.	Installation du patient.....	35
4.2.2.	Manœuvre.....	35
4.3.	Mesures échographiques.....	36
4.3.1.	Position du patient	36
4.3.2.	Prises de mesures	37
4.4.	Mesures par algomètre	39
4.4.1.	Position du patient	39
4.4.2.	Protocole.....	39
4.5.	Mesures par goniomètre.....	40
4.5.1.	Position du patient	40
4.5.2.	Protocole	40
4.6.	Réharmonisation articulaire selon R. SOHIER.....	40
5.	Résultats et statistiques	41
5.1.	Introduction	41

5.2.	Récapitulatif des résultats.....	42
5.2.1.	Récapitulatif pour le groupe expérimental.....	42
5.2.2.	Récapitulatif pour le groupe placebo.....	42
5.3.	Groupe expérimental.....	43
5.3.1.	Mesures par échographe de l'angle de pennation.....	43
5.3.1.1.	Au niveau du gastrocnémien médial	43
5.3.1.2.	Au niveau du gastrocnémien latéral	44
5.3.1.3.	Au niveau du soléaire	45
5.3.2.	Mesures par échographe de la section transversale.....	46
5.3.2.1.	Au niveau du gastrocnémien médial	46
5.3.2.2.	Au niveau du gastrocnémien latéral	47
5.3.2.3.	Au niveau du soléaire	48
5.3.3.	Mesures par algomètre de pression.....	49
5.3.3.1.	Au niveau du gastrocnémien médial	49
5.3.3.2.	Au niveau du gastrocnémien latéral	50
5.3.3.3.	Au niveau du soléaire	51
5.3.4.	Mesures de l'amplitude en flexion dorsale.....	52
5.4.	Groupe placebo.....	53
5.4.1.	Mesures par échographe de l'angle de pennation.....	53
5.4.1.1.	Au niveau du gastrocnémien médial	53
5.4.1.2.	Au niveau du gastrocnémien latéral	54
5.4.1.3.	Au niveau du soléaire	55
5.4.2.	Mesures par échographe de la section transversale.....	56
5.4.2.1.	Au niveau du gastrocnémien médial	56
5.4.2.2.	Au niveau du gastrocnémien latéral	57
5.4.2.3.	Au niveau du soléaire	58
5.4.3.	Mesures par algomètre de pression.....	59
5.4.3.1.	Au niveau du gastrocnémien médial	59
5.4.3.2.	Au niveau du gastrocnémien latéral	60
5.4.3.3.	Au niveau du soléaire	61
5.4.4.	Mesures de l'amplitude en flexion dorsale.....	62
5.5.	Comparaison entre les deux groupes.....	63
5.5.1.	Comparaison des différences des angles de pennations.....	64

5.5.2.	Comparaison des différences des sections transversales	64
5.5.3.	Comparaison des différences des seuils de pression douloureux.....	65
5.5.4.	Comparaison des différences des amplitudes en flexion dorsale	65
5.6.	Interprétation des résultats	66
Discussion.....		67
1.	Population.....	67
2.	Kinésithérapie Analytique	68
3.	La méthodologie	68
4.	Mesures échographiques	68
5.	Mesures par algomètre de pression	70
6.	Pistes pour des études futures	71
Conclusion.....		73
Bibliographie.....		74

Table des figures, graphiques et tableaux

Figures

Figure 1 : Déroulement du pas - Impact externe	5
Figure 2 Transfert du flux de force vers le cuboïde et le métatarse	6
Figure 3 : Migration des forces au niveau des tubercules calcanéens et du talus	6
Figure 4 : Sinus du tarse (Klein, & al. 2008).....	6
Figure 5 : Flux de forces dans la phase de propulsion.....	6
Figure 6 : Thiévenin, & al (2012) : échographie ; coupe sagittale de la jambe droite à la jonction myo-aponévrotique du chef médial du gastrocnémien	18
Figure 7 : Jacobson (2013) : coupe transversale, gastrocnémien médial (MG), gastrocnémien latéral (LG), soléaire (S).....	19
Figure 8 : Jacobson (2013) : coupe sagittale, gastrocnémien médial (MG), soléaire (S)....	19
Figure 9 : Kawakami, & al (1998). ; gastrocnémien médial (MG), gastrocnémien latéral (LG), soléaire (Sol).	20
Figure 10 : Trigger points des gastrocnémiens et du soléaire.	23

Figure 11 : Trigger points du gastrocnémien médial, du gastrocnémien latéral et du soléaire	23
Figure 12 : Echographe Mindray DP-2200.....	27
Figure 13 : Lecoq, & al. (2005) : Phénomène d'anisotropie au niveau du tendon d'Achille	28
Figure 14 : Mrani Zenta, & al. (2015). ; Mécanisme de l'artéfact de réverbération.....	29
Figure 15 : A gauche cône d'ombre avec sonde sectorielle, à droite cône d'ombre avec sonde linéaire	29
Figure 16 : Algomètre de pression.....	32
Figure 17 : Installation du patient pour le test en flexion dorsale de cheville	35
Figure 18 : Test en flexion dorsale de cheville selon la Kinésithérapie Analytique	35
Figure 19 : Système permettant de bloquer la cheville en position neutre	36
Figure 20 : Installation du patient pour les prises de mesures échographiques.....	36
Figure 21 : Placement de la sonde de manière transversale pour le gastrocnémien médial	37
Figure 22 : Tracé pour les mesures échographiques.....	38
Figure 23 : Installation du patient pour les mesures des seuils de pression douloureux.....	39
Figure 24 : Localisation des trigger points (croix rose).....	39
Figure 25 : Mesure de l'amplitude de la flexion dorsale	40

Graphiques

Graphique 1 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du gastrocnémien médial du groupe expérimental	43
Graphique 2 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du gastrocnémien latéral du groupe expérimental	44
Graphique 3 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du soléaire du groupe expérimental.....	45
Graphique 4 : Mesures avant/après de la section transversale du gastrocnémien médial du groupe expérimental	46
Graphique 5 : Mesures avant/après de la section transversale du gastrocnémien latéral du groupe expérimental	47
Graphique 6 : Mesures avant/après de la section transversale du soléaire du groupe expérimental.....	48

Graphique 7 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial du groupe expérimental.....	49
Graphique 8 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral du groupe expérimental.....	50
Graphique 9 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux du soléaire du groupe expérimental.....	51
Graphique 10 : Mesures avant/après de l'amplitude articulaire en flexion dorsale du groupe expérimental.....	52
Graphique 11 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du gastrocnémien médial du groupe placebo.....	53
Graphique 12 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du gastrocnémien latéral du groupe placebo.....	54
Graphique 13 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du soléaire du groupe placebo	55
Graphique 14 : Mesures avant/après de la section transversale du gastrocnémien médial du groupe placebo.....	56
Graphique 15 : Mesures avant/après de la section transversale du gastrocnémien latéral du groupe placebo.....	57
Graphique 16 : Mesures avant/après de la section transversale du soléaire du groupe placebo	58
Graphique 17 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial du groupe placebo	59
Graphique 18 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral du groupe placebo	60
Graphique 19 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux de soléaire du groupe placebo.....	61
Graphique 20 : Mesures avant/après de l'amplitude articulaire en flexion dorsale du groupe placebo.....	62

Tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des données de la population	25
Tableau 2 : Répartition de la population.....	34

Tableau 3 : Récapitulatif des résultats pour le groupe expérimental	42
Tableau 4 : Récapitulatif des résultats du groupe placebo.....	42
Tableau 5 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du gastrocnémien médial du groupe expérimental	43
Tableau 6 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du gastrocnémien latéral du groupe expérimental	44
Tableau 7 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du soléaire du groupe expérimental.....	45
Tableau 8 : Statistiques descriptives de la section transversale du gastrocnémien médial du groupe expérimental	46
Tableau 9 : Statistiques descriptives de la section transversale du gastrocnémien latéral du groupe expérimental	47
Tableau 10 : Statistiques descriptives de la section transversale du soléaire du groupe expérimental.....	48
Tableau 11 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial du groupe expérimental	49
Tableau 12 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral du groupe expérimental	50
Tableau 13 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du soléaire du groupe expérimental.....	51
Tableau 14 : Statistiques descriptives de l'amplitude de la flexion dorsale du groupe expérimental.....	52
Tableau 15 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du gastrocnémien médial du groupe placebo.....	53
Tableau 16 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du gastrocnémien latéral du groupe placebo.....	54
Tableau 17 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du soléaire du groupe placebo	55
Tableau 18 : Statistiques descriptives de la section transversale du gastrocnémien médial du groupe placebo.....	56
Tableau 19 : Statistiques descriptives de la section transversale du gastrocnémien latéral du groupe placebo.....	57

Tableau 20 : Statistiques descriptives de la section transversale du soléaire du groupe placebo	58
Tableau 21 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial du groupe placebo	59
Tableau 22 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral du groupe placebo	60
Tableau 23 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du soléaire du groupe placebo	61
Tableau 24 : Statistiques descriptives de l'amplitude de la flexion dorsale du groupe placebo	62
Tableau 25 : Récapitulatif des différences observées avant et après traitement	63
Tableau 26 : Récapitulatif des résultats statistiques pour les différentes analyses	66

Introduction

La cheville et le pied sont des régions importantes pour notre corps car elles assurent la locomotion ainsi que le soutien postural en supportant l'ensemble du poids du corps et en offrant des appuis stables. On y trouvera de nombreux glissements entre les différents éléments articulaires présents, et lors d'un trouble à ce niveau, certaines limitations d'amplitudes articulaires peuvent apparaître. Celles-ci seront progressivement responsables d'adaptations qui apporteront de nouvelles contraintes au niveau des articulations voisines.

Raymond Sohier est le fondateur de la Kinésithérapie Analytique. La base de son concept est qu'on ne peut réellement soigner une articulation que si on est capable de ramener les tissus lésés ou malades en situation d'équilibre biologique. La Kinésithérapie Analytique, telle qu'il la conçoit, a pour objectif de normaliser l'environnement physique des tissus afin d'optimiser leurs potentiels biologiques. Selon lui, la contracture musculaire est la conséquence d'une déprogrammation biomécanique de l'articulation (sauf s'il existe une lésion musculaire). En conséquence, tant que cette déprogrammation ne sera pas corrigée, la contracture musculaire ne diminuera pas. ¹

Le but de cette étude sera, dans un premier temps, de mesurer certains paramètres du muscle triceps sural chez les personnes présentant une restriction de flexion dorsale au niveau de la cheville. Et ensuite, de voir si une normalisation articulaire selon le concept Sohier, de la talo-crurale et de la subtalaire, aurait un impact sur le muscle étudié.

Pour cela, nous utiliserons l'échographe afin d'analyser la section transversale du muscle et l'angle de pennation de ses fibres musculaires. L'algomètre sera quant à lui utilisé pour venir définir le seuil de pression douloureux et nous renseigner sur la sensibilité du muscle. Le goniomètre nous donnera la valeur de l'amplitude de la flexion dorsale de cheville.

Ces mesures se réaliseront avant et après normalisation articulaire, et ce sur l'ensemble de la population qui regroupe au total 30 individus.

¹ Haye (2007), Sohier (2000)

L'échographie est une technique d'imagerie médicale courante lors de l'analyse des structures musculaires. Par exemple ;

- Lévénez & al. (2009), ont analysé à l'aide de l'imagerie échographique l'impact qu'ont dix minutes de crochetage sur le triceps sural.
- Riquier (2017), a réalisé des prises de marqueurs échographiques à différents endroits (incisure scapulaire, et dans les fosses supra- et infra-épineuse) afin d'appuyer son hypothèse d'une compression du nerf suprascapulaire dans la population qu'il étudiait.
- Ben Jeddou, & al. (2018), ont étudié les effets qu'avaient dix semaines d'entraînement pliométrique au niveau des fléchisseurs plantaires.
- Etc.

Ce travail comprendra une partie théorique où nous aborderons la Kinésithérapie Analytique en parlant du concept et en le ciblant à l'articulation talo-crurale et subtalaire. Nous aborderons d'autres thérapies manuelles. Nous expliquerons la contracture musculaire et nous parlerons du triceps sural et de certaines de ses pathologies. Enfin, nous développerons le principe du matériel utilisé pour cette étude, plus précisément de l'échographe, et de l'algomètre de pression.

La deuxième partie de ce travail comprendra la description de la population, du matériel, de la méthodologie choisie ainsi que l'analyse statistique des résultats de l'étude. Nous analyserons ainsi l'impact de la Kinésithérapie Analytique au niveau de la structure du triceps sural, lors d'une restriction en flexion dorsale de cheville.

Partie théorique

1. La Kinésithérapie Analytique de R. Sohier

1.1. Le concept Sohier ²

La thérapie manuelle proposée par R. Sohier, également appelée Kinésithérapie Analytique, repose sur un raisonnement mécano-biologique et se compose d'un ensemble d'examen visant à évaluer la qualité de fin de course articulaire, et de techniques spécifiques à chaque articulation.

Cette thérapie se construit sur une règle fondamentale selon laquelle nous devons ramener les tissus lésés ou malades à leur équilibre biologique si nous voulons réellement soigner l'articulation pathologique. Cet équilibre est défini par les mécanismes qui contrôlent la dégradation et la reconstruction cellulaire, ceux-ci sont inscrits dans les gènes et influencés par les rapports qu'a la cellule avec son environnement.

La Kinésithérapie Analytique, se donne comme finalité d'agir au niveau de la cause et sera indiquée dans le cas de pathologies inflammatoires non systémiques, dégénératives ou dystrophies, traumatismes articulaires et abarticulaires, ainsi que dans les pathologies orthopédiques. De cette manière l'objectif premier est de récupérer une cinématique articulaire normale en normalisant l'environnement physique des tissus.

Les troubles cinématiques plus connus sous le nom de décentrages dans ce courant, sont dans un premier temps dynamiques et finissent par être présents même au repos si aucun traitement n'est mis en place. Par chance, les examens cliniques sélectifs compris dans la Kinésithérapie Analytique nous offrent la possibilité de mettre en évidence le décentrage dès son stade fonctionnel.

Les mobilisations permettant le recentrage articulaire sont douces, progressives, tangentielles aux surfaces articulaires et pratiquées dans une position de relâchement des structures périarticulaires.

² Haye (2007), Sohier (2000), Sohier (2001), Cours De Meur (2016-2017)

1.2. La Kinésithérapie Analytique de la cheville et le pied

Nous retrouvons dans cette région la mortaise tibio-fibulaire, ainsi que le pied qui peut se diviser en plusieurs parties ; le tarse postérieur et antérieur, les métatarses, les phalanges et la voûte plantaire.

L'ensemble cheville-pied est composé de six articulations ; la talo-crurale, la tibio-fibulaire supérieure et inférieure, la subtalaire, la médio-tarsienne ou articulation de Chopart et la tarso-métatarsienne ou articulation de Lisfranc.³

Les articulations qui vont nous intéresser dans ce travail sont la talo-crurale et la subtalaire. Sohier préconise, entre autres, l'analyse de la fin de course articulaire en flexion dorsale pour cette région. En association à la perturbation articulaire nous retrouvons des contractures musculaires.

1.2.1. **Décentrage de l'articulation talo-crurale**⁴

L'articulation talo-crurale est composée de la mortaise tibio-fibulaire et de la surface articulaire du talus.

Il faut envisager la cinématique de cette articulation en association à la tibio-fibulaire inférieure et supérieure, en retenant deux mouvements qui y sont autorisés ; la flexion plantaire et la flexion dorsale. Dans notre cas, c'est la flexion dorsale qui va être intéressante. Lorsque ce mouvement se produit, on aura un déplacement associé de la tête fibulaire qui va migrer vers le haut et légèrement vers l'arrière.

Inman propose quant à lui une autre approche qui, au lieu de se référer à la largeur anatomique du talus, va retenir une largeur fonctionnelle correspondante à l'axe autour duquel s'organisent les mouvements de flexion plantaire et dorsale. Il conserve, au niveau mécanique, les mouvements de la tête fibulaire, mais y ajoute une autre composante. D'après lui, en fonction de la position du pied, soit en flexion plantaire ou en flexion dorsale, le tibia sera orienté respectivement soit vers le dedans ou vers le dehors.

³ Ghossoub, & al. (2009)

⁴ Cours De Meur (2016-2017)

De cette cinématique, deux situations patho-mécaniques peuvent se mettre en place ;

- La première est liée à un positionnement anormal du tibia sur le talus, où on aura une translation anormale vers l'avant de la structure tibiale. Cette situation survient lorsque la diaphyse tibiale est à l'excès oblique vers le bas et l'avant, ce qui va engendrer un effort de cisaillement au niveau de la poulie du talus. Les conséquences directes au niveau local seront une réduction de l'amplitude de la flexion dorsale, ainsi qu'un phénomène de contracture musculaire du triceps sural et préférentiellement au niveau de gastrocnémien médial.
- La seconde, est un positionnement de la mortaise à l'excès en avant sur le talus, ce qui va engendrer une tension ligamentaire dans la partie antérieure, et amener une ascension de la tête fibulaire. Du fait de ses plans de glissement, la tête fibulaire va glisser de manière oblique, vers le haut et le dehors ainsi que légèrement vers l'arrière. Les fibulaires et le tibial postérieur peuvent dès lors présenter un état de contracture en voulant rabaisser la fibula pour qu'elle revienne dans une position physiologique.

1.2.2. Décentrage de l'articulation subtalaire ⁵

Le pied joue un rôle essentiel dans le déroulement du pas, qui se décompose en plusieurs phases. Lors du pas, le déroulement du pied se décompose de la façon suivante ; la phase d'impact podal externe, la phase d'impact podal interne et la phase terminale que l'on peut qualifier de phase de propulsion.

La prise de contact du pied au sol s'effectue sur le tubercule calcanéen latéral, de ce premier point d'appui résulte une réponse du sol dirigée vers le haut et le dehors ce qui va déterminer une position varisante de l'arrière pied. Cette première situation détermine une mise en tension du ligament interosseux dans le sinus du tarse, et donne une étape de rigidification du pied.

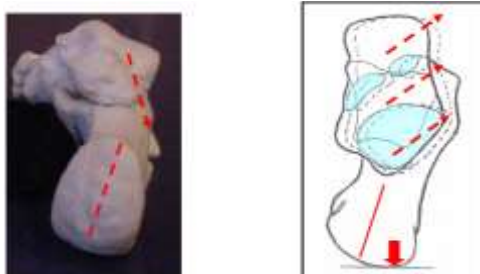


Figure 1 : Déroulement du pas - Impact externe

⁵ Cours De Meur (2016-2017)

Petit à petit, le flux de force se dirige vers l'avant et transfère donc l'appui dans la région antérieure, l'ensemble des contraintes migre vers la structure cuboïdienne et ensuite métatarsienne.

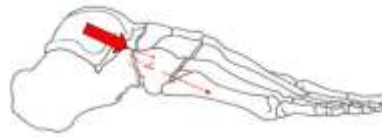


Figure 2 Transfert du flux de force vers le cuboïde et le métatarse

Associé à cela, la gravité va petit à petit se déplacer vers le dedans car le talus va, de par sa configuration articulaire, être emmené vers l'avant et le dedans. Le mouvement du talus s'explique par le fait qu'il se fait autour d'un centre pivot qui est le sinus du tarse⁶. Ce transfert de force va faire changer la zone préférentielle d'appui, qui passe du tubercule calcanéen latéral au tubercule calcanéen médial.

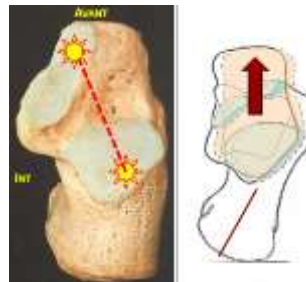


Figure 3 : Migration des forces au niveau des tubercules calcanéens et du talus



Figure 4 : Sinus du tarse (Klein, & al. 2008)

Pour la dernière phase, les flux de forces vont s'exprimer dans la partie externe du pied ainsi que dans la partie interne pour permettre la propulsion par la prise d'appui sur la tête du premier et du cinquième métatarsien.

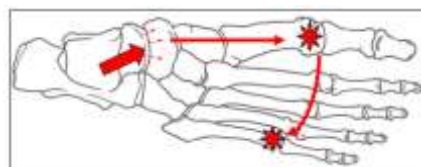


Figure 5 : Flux de forces dans la phase de propulsion

⁶ Klein, & al. (2008)

Dans certains cas, on aura une prédominance fonctionnelle qui sera soit une prédominance de l'impact podal externe ou soit de l'impact podal interne, c'est ce qui va nous apporter des problématiques spécifiques au niveau du pied.

- Décentrage externe du talus ; l'impact podal externe est préférentiel et va donner une structure podale anormalement creuse, ce qui provoque un varus au niveau de l'articulation sub-talaire.
- Décentrage interne du talus ; l'impact podal interne est préférentiel et va donner une structure podale anormalement plate, ce qui provoque un valgus de l'articulation sub-talaire. Nous pouvons aussi retrouver une tendinite du tendon d'Achille pour ce type de décentrage.

Nous retrouverons, dans ces deux situations pathomécaniques une diminution de la flexion dorsale à cause des perturbations articulaire et des contractures musculaires associées.

Généralement, la contracture du soléaire sera principalement associée au décentrage de la subtalaire tandis que celui de la talo-crurale sera associé à la contracture du gastrocnémien médial.

2. Autres thérapies manuelles

2.1. Mulligan⁷

Le concept Mulligan regroupe un ensemble de techniques de thérapies manuelles pour les articulations au niveau des extrémités ainsi que pour le rachis. L'approche dans ce traitement est principalement basée sur les plaintes du patient et il sera indiqué lorsque l'on sera en présence d'une limitation dans le mouvement dû à la douleur.

Le principe de traitement repose sur l'application d'un glissement passif effectué par le thérapeute au sein de l'articulation, associé à une mobilisation active de l'extrémité par le patient dans le sens où le mouvement est limité par la douleur. Le glissement passif qu'applique le thérapeute ne respecte qu'une seule règle qui est l'absence de douleur.

De manière générale, le thérapeute réalise le glissement passif dans une direction qui est parallèle au plan de glissement afin d'éviter la compression articulaire.

Mulligan nomme cette technique de différentes manières en fonction de la région anatomique où elle se pratique :

- MWM (Mobilisation With Movement) lorsqu'on se trouve au niveau des extrémités
- SNAG (Natural Apophyseal Sustained Glide) pour la colonne vertébrale
- NAG (Natural Apophyseal Glides) pour la colonne cervicale inférieure ainsi que la colonne dorsale supérieure, lorsqu'on est face à une limitation sur plusieurs étages et dans plusieurs directions.

2.2. Maitland

Le concept Maitland est une autre technique de thérapie manuelle bien connue dans le monde de la kinésithérapie.

La phase d'examen est primordiale à l'élaboration du traitement, celle-ci regroupe deux parties ;

- *L'examen subjectif* prenant en compte les plaintes du patient, l'histoire de sa pathologie, son état global, la médication,...
- *L'examen objectif* qui comprend l'analyse des mouvements actifs sélectifs et globaux, des tests isométriques et des diagrammes de mouvement.

⁷ Beyerlein (2008)

Cette approche se fait dans un contexte qui prend en compte la physiologie, c'est-à-dire qu'elle respecte la forme des surfaces articulaires lors de manipulations thérapeutiques, et les mouvements accessoires (mouvements de petite amplitude que le sujet ne peut effectuer volontairement). Ces mouvements passifs se réalisent selon quatre grades ;⁸

- *Grade 1* : appliqué en début de course, c'est un mouvement de petite amplitude.
- *Grade 2* : appliqué de manière libre dans la course mais sans en atteindre sa limite, c'est un mouvement de grande amplitude.
- *Grade 3* : pénètre la résistance de la fin de course, c'est un mouvement de grande amplitude.
- *Grade 4* : pénètre la résistance de la fin de course, c'est un mouvement de petite amplitude.

De manière générale, le thérapeute commencera par solliciter les mouvements accessoires, pour ensuite s'orienter vers les mouvements qui sont douloureux pour le patient en utilisant un grade de mouvement qui n'éveille pas de douleur intense. L'ensemble de ces manipulations permet un gain d'amplitude au niveau de l'articulation enraidie et une diminution de la douleur.

Il est important de retenir que Maitland insiste sur la réévaluation systématique après chaque technique pratiquée durant la séance. Cette réévaluation se retrouve aussi dans la Kinésithérapie Analytique avec les tests de fins de courses articulaires.

Dans le cas d'une raideur au niveau de l'articulation talo-crurale et subtalaire les mouvements physiologiques seront des manipulations permettant la flexion plantaire et la flexion dorsale. En ce qui concerne les mouvements accessoires, ils seront spécifiques à l'articulation à traiter⁹ ;

Articulation talo-crurale	Articulation subtalaire
<ul style="list-style-type: none"> • Mouvement longitudinal caudal • Glissement antéro-postérieur • Glissement postéro-antérieure • Abduction et adduction du talus • Pronation et supination du talus 	<ul style="list-style-type: none"> • Glissements transverses • Glissement antéro-postérieure et postéro-antérieure

⁸ Callens (2006), Maitland (1988)

⁹ Callens (2012)

3. La contracture musculaire

3.1. La contracture musculaire

Selon Sohier (2001), la contracture musculaire serait la conséquence d'une déprogrammation biomécanique de l'articulation.

Serratrice (2011), définit la contracture musculaire comme étant « [...] une contraction plus ou moins durable et involontaire d'un ou plusieurs muscles, accompagnée de raideurs, résistante à la mobilisation passive en raison de la fibrose musculaire. ».

Selon Travell et Simons (1992), dans le deuxième volume de leur ouvrage intitulé « *Myofascial Pain and Dysfunction, The Trigger Point Manuel, The Lower extremities* », la contracture provient d'une activation intrinsèque maintenue par les fibres musculaires et leur mécanisme contractile. Ils ajoutent qu'en association à ce phénomène, un raccourcissement du muscle sera présent et ce en l'absence de potentiels d'actions de l'unité motrice.

Pélinou (2008) explique que les contractures musculaires sont des tensions myométaboliques, ce qui sous-entend, un début électrique qui se dirige vers un silence électrique, et ce en association à une fixation des ponts d'actines-myosines qui permettent un maintien de l'état de tension.

La contracture musculaire est donc la présence d'une tension au sein du muscle qui va engendrer une limitation de mobilité. Dans le cas où celle-ci ne serait pas prise en charge, nous allons retrouver une perte de mobilité par l'impact de cette tension au niveau des tissus conjonctifs et contractiles. Ces contractures musculaires seront à l'origine d'attitudes posturales antalgiques réactionnelles.

La physiopathologie de la contracture musculaire varie en fonction des auteurs, malgré tout ils expliquent ce phénomène avec un point de départ commun qui est le fuseau neuromusculaire ainsi que son activité.¹⁰

¹⁰ Barette, & al. (2011)

3.2. Les différents types de contractures

Serratrice, classe les contractures musculaires en trois groupes bien distincts ; les contractures antalgiques, les contractures algiques et les contractures analgiques.

3.2.1. Les contractures antalgiques

On peut parler de contractures secondaires car elles viennent créer une attitude posturale qui va réduire la douleur. Cette contracture se retrouve souvent lors de lésions articulaires et disparaîtra progressivement lorsque l'articulation sera traitée. C'est donc ce type de contracture qui va nous intéresser dans le cadre de cette étude.

On peut l'associer à un réflexe nociceptif, où l'origine de la contracture sera au niveau de l'articulation lésée avec une douleur associée. Ce réflexe sera traité dans la moelle épinière par la voie polysynaptique, où les fibres afférentes y font synapse avec le motoneurone α .

Steichen O., et Ameri A. (2010), définissent la contracture antalgique telle qu'elle est définie en rhumatologie, c'est-à-dire, comme étant la conséquence d'une affection ostéoarticulaire adjacente et douloureuse.

3.2.2. Les contractures algiques

Ici, nous aurons une contracture musculaire qui donnera naissance à une douleur, à l'inverse de la contracture antalgique. La cause de cette contracture sera soit le muscle lui-même, ou encore, une activité anormale du système nerveux central qui pourrait induire ce phénomène.

3.2.3. Les contractures analgiques

Cette dernière catégorie de contracture regroupe différentes formes. On y retrouvera les rétractions ou contractions myostatiques, ainsi que les contractures myotatiques de la spasticité.

Les rétractions proviennent d'une immobilisation prolongée et provoquent une atrophie des fibres de type II avec une possible augmentation des tissus adipeux et du collagène.

3.3. Contracture du triceps

Lors d'une contracture musculaire, le muscle amène une raideur et une limitation d'amplitude du mouvement antagoniste. La contracture triceps sural limite la flexion dorsale de cheville.

Dufour, M., & Pillu, M. (2006), expliquent qu'un déficit au niveau de la flexion dorsale est fréquent lors de pathologies au niveau de la cheville. Cette diminution d'amplitude dans le mouvement entraîne une diminution du pas postérieur lors de la marche pouvant être masquée par une rotation latérale du membre inférieur.

3.4. Relation entre une contracture musculaire et un problème articulaire

Suite aux recherches réalisées dans le cadre de ce travail, nous avons trouvé un concept à l'opposé de la Kinésithérapie Analytique, autant dans sa pratique que dans son raisonnement, celui-ci se nomme Myothérapie. Le seul point commun entre ces deux techniques est le lien entre la contracture musculaire et le problème articulaire.

Comme cela a déjà été abordé précédemment, selon Sohier la contracture musculaire est la conséquence d'une déprogrammation biomécanique de l'articulation. En réponse à cela, une contracture réflexe définie comme un réflexe capsulo-ligamento-musculaire de protection se met en place pour placer la zone dans une situation plus confortable. Dès lors, récupérer une cinématique articulaire normale est l'objectif premier de ce courant car cela aura pour conséquences ;

- D'équilibrer et diminuer l'ensemble des tensions présentes
- D'enlever les contractures de la musculature stabilisatrice grâce aux afférences proprioceptives péri-articulaires qui seront normalisées
- De réduire la douleur
- D'améliorer les performances
- De revenir à des automatismes moteurs qui ne sont plus perturbés (particulièrement par les attitudes antalgiques).¹¹

¹¹ Cours De Meur (2016-2017), Haye (2007)

D'après Polak, lors d'une souffrance de l'appareil locomoteur, des contractures sont presque systématiquement retrouvées à l'examen clinique. Le phénomène de contracture musculaire prendrait sa cause au niveau d'un traumatisme qui est généralement ancien et qui provoque une réaction en chaîne démarrant du réflexe myotatique qui s'auto-entretient, tout ça dans un but de compensation.

Polak se questionne sur ce cas de douleur antalgique, qui est décrite dans la littérature (cf. précédemment), comme étant une contracture qui viendrait soulager la douleur causée par un problème articulaire. Pour lui, il faudrait retourner la question et se demander si : « La contracture ne serait-elle pas la cause même de la douleur ? ».

Pour appuyer sa réflexion il développe différents points ;

- Lors d'une perturbation au niveau de l'appareil locomoteur la principale cause de la douleur provient de la contracture musculaire
- La contracture provient d'une cause traumatique
- La contracture ne disparaît pas spontanément et aurait même tendance à s'aggraver au fil du temps, De plus, elle engendre une limitation dans le mouvement ainsi que des douleurs.
- Une prise en charge manuelle de type Myothérapie (= traitement se focalisant au niveau du muscle et où le thérapeute y réalise un raccourcissement passif) permettrait de soigner la douleur et le problème articulaire.
- La disparition de la contracture amène une cessation ou la diminution nette de la douleur, et de la limitation de mobilité.

La conclusion qui ressort de son analyse est que le traitement de choix lors de douleur au niveau de l'appareil locomoteur serait d'entreprendre une prise en charge focalisée sur le muscle contracturé par Myothérapie afin de soulager la douleur et d'améliorer la mobilité. En effet, d'après Polak établir un traitement permettant le repositionnement osseux pour avoir une cinématique articulaire normale n'est pas utile puisqu'il estime que cela n'engendre aucun autre problème que la contracture musculaire. ¹²

¹² Polak (s.d.), Polak (s.d.)

3.5. Réflexion entre contracture musculaire et tendon

3.5.1. Le triceps sural¹³

Le triceps sural, comprend trois muscles ; les deux gastrocnémiens et le soléaire. Cet ensemble musculaire possède une insertion distale commune qui est le tendon d'Achille, un des tendons le plus volumineux du corps humain (15 mm de large, 15 cm de long et 8 mm d'épaisseur).

Différentes caractéristiques du triceps sural sont intéressantes à connaître :

- Sa structure est multipennée ce qui lui apporte une puissance non négligeable
- Il est riche en tissu conjonctif ce qui lui offre une résistance passive importante
- La vascularisation y est fortement présente dans le corps musculaire, surtout au niveau du gastrocnémien médial, ce qui en fait un réservoir dynamique intéressant lors d'efforts pliométriques. Celle-ci sera par ailleurs minime au niveau du tendon.

3.5.2. Tendinopathie Achilléenne¹⁴

Aborder brièvement cette pathologie dans le cadre de ce travail a toute son importance car elle pourrait être une conséquence aux décentrages abordés précédemment s'ils ne sont pas pris en charge. En effet, un accès de tension permanent au niveau du triceps sural aura un impact sur le tendon qui pourrait développer une tendinopathie Achilléenne.

La tendinopathie est une atteinte au niveau du tendon qui provoque une dégénérescence tissulaire. Dans un premier temps, cette pathologie peut être asymptomatique ce qui amène généralement un diagnostic tardif qui s'associe à une prise en charge thérapeutique retardée. De plus, la tendinopathie peut évoluer vers une fissuration complète du tendon en seulement quelques mois lorsque les dommages sont répétés et qu'il n'y a pas de récupération.

Cette pathologie est fréquemment rencontrée surtout dans le domaine sportif où on fait appel à la course et au saut.

Kirchgesner, & al. définissent la tendinopathie comme étant un déséquilibre entre la dégénérescence des tissus tendineux et la production de ceux-ci.

¹³ Dufour, & al. (2006)

¹⁴ Cours Schepers (2018-2019), Silvestre, & al. (2014)

La tendinopathie est à différencier de la tendinite qui est une inflammation du tendon et qui demande un repos et la prise d'anti-inflammatoires. Lorsque l'inflammation se localise au niveau de la gaine synoviale on parle de ténosynovite, dans ce cas le passage du tendon dans la gaine devient difficile car elle s'épaissit.

À l'échographie, en réalisant un Doppler couleur nous pouvons visualiser la néovascularisation de ce tendon ainsi que la région péri-tendineuse. Cet apport permet de révéler et de localiser directement la zone à cible pour la rééducation.¹⁵

3.5.2.1. Traitement

On aura tendance et ce à tort, de mettre au repos complet afin de venir soigner le tendon. Hors cela va simplement venir soulager le patient car la douleur va diminuer, mais cela ne va pas venir traiter le tendon. Dès lors, afin de venir reconstruire un tissu lésé de la sorte, il faut stimuler la zone, remettre progressivement en activité tout en évitant les mouvements traumatisants.¹⁶

Prise en charge rééducative ;

- Techniques antalgiques ; électrothérapie (TENS et courants endorphiniques) surtout en stade aigu lorsque le patient sera très algique
- Thérapie manuelle
- Étirements ; retenons le protocole de Stanish (Stanish, & al.) qui regroupe étirements et renforcement musculaire et qui est le protocole de choix dans le cas de tendinopathie.
- Le PRP (plasma riche en plaquette) (Silvestre, & al.) ; plasma avec un taux de globules rouges diminué et un taux de plaquettes augmenté afin d'accélérer le phénomène de guérison. Utilisé dans différents domaines tels que la chirurgie maxillo-faciale, plastique, maladies cardiaques... et plus récemment dans le traitement des lésions musculaires, tendineuses et cartilagineuses.
- MTP ; qui apporte un côté antalgique par gate control, une hyperhémie ainsi qu'une action défibrosante

¹⁵ Demont, & al. (2017)

¹⁶ Cours Schepers (2018-2019)

- Ondes de chocs ; (Maffulli, & al.) qui viennent percuter le tendon afin de le léser pour qu'il se reconstruise par la suite, pouvant s'associer à des exercices excentriques. Par ailleurs, c'est une technique qui présente plusieurs contre-indications (exemple ; ne peut se pratiquer chez une personne prenant des anticoagulants) et ne fonctionne pas pour toutes les tendinopathies.
- Techniques qui décontractent le muscle ; massage, trigger point,... Il ne faut pas se focaliser que sur le tendon car on retrouvera aussi des contractures réflexes au niveau musculaire.
- Ect.

4. L'échographie

4.1. Echographie musculaire¹⁷

L'échographie est de plus en plus utilisée dans le monde de la kinésithérapie depuis quelques années, et ce par ;

- son absence d'effets secondaires
- sa caractéristique d'être non invasive
- l'absence de rayonnements ionisants
- sa capacité dynamique d'analyser les tissus en temps réel

L'échographe permet d'apporter des informations complémentaires au praticien afin de confirmer ou d'infirmer les hypothèses qui ressortent de son examen clinique.

Il peut être utilisé aussi comme une assistance lors de la prise en charge mécanique ou manuelle. En effet, le fait de pouvoir visualiser en temps réel permet une adaptation du thérapeute par rapport à l'anatomie du patient.

De plus, il peut être employé comme outil permettant d'apporter un biofeedback afin de faciliter la contraction musculaire.

L'analyse échographique du muscle se réalise par la méthode dite du « balayage » qui se fait longitudinalement, c'est-à-dire qu'on balaie la zone en partant de l'insertion proximale du muscle jusqu'à l'insertion distale, ainsi que transversalement, du médial au latéral et inversement.

Ensuite, nous devons évaluer le muscle de manière dynamique en demandant une contraction du muscle afin de visualiser la fonction musculaire et voir si une altération de celle-ci est présente.

Lors de l'échographie musculaire nous pouvons réaliser différentes mesures notamment l'aire de section transversale, l'épaisseur du corps musculaire ou encore l'angle de pennation des fibres musculaires.

¹⁷ Demont, & al. (2016), Riquier (2016), Demont, & al. (2017)

4.2. Echographie de triceps sural ; méthodologie

En plus du matériel choisi ainsi que de son réglage, la technique a un rôle majeur dans la fiabilité de l'échographie. Afin de diminuer les variations de précisions inter- et intra-examineurs, un protocole d'évaluation clair et précis doit au préalable être défini.

Par ailleurs, cet appareil reste une technique d'imagerie médicale dépendante de la formation ainsi que de l'expérience du praticien.¹⁸

Thiévenin, F., Morvan, G., Guérini, H., Campagna, R., Vuillemin, V., Feydy, A., & Drapé, JP. (2012), réalisent l'échographie du triceps sural en positionnant le patient en procubitus avec les pieds pendants dans le vide au bout de la table. Ils proposent, afin de mettre en tension le triceps sural ainsi que son tendon, de positionner la pointe des pieds sur la table dans le but de créer une dorsiflexion de la cheville.

Ils réalisent l'échographie bilatéralement de manière à pouvoir comparer les deux triceps suraux. Cette étude regroupe des coupes transversales ainsi que des coupes sagittales, s'étendant du creux poplité jusqu'au calcanéum.

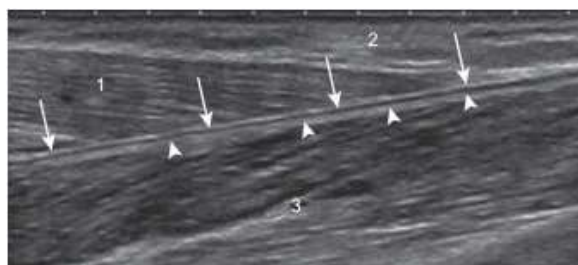


Figure 6 : Thiévenin, & al (2012) : échographie ; coupe sagittale de la jambe droite à la jonction myo-aponévrotique du chef médial du gastrocnémien

Ils remarquent que, physiologiquement, en coupe transversale le tendon d'Achille sera soit plat ou soit concave en avant et dirigé vers l'extérieur. L'épaisseur antéropostérieure de ce tendon à l'endroit le plus épais, qui est en général au niveau du corps tendineux, ne dépasse pas 5,5mm. Lors de cet examen, la distinction des deux couches du tendon peut être faite, on retrouvera une partie postérieure composée de l'aponévrose des gastrocnémiens et une partie antérieure composée par celle du soléaire.

La coupe sagittale permettra d'avoir une meilleure analyse des chefs des gastrocnémiens, alors que la coupe transversale permettra une meilleure analyse de celui du soléaire.

¹⁸ Demont, & al. (2017)

Jacobson (2013), dans son ouvrage « *Fundamentals of musculoskeletal ultrasound* », décrit l'échographie de toutes les structures musculo-squelettiques du corps humain.

Il explique que si nous voulons simplement détecter une anomalie au niveau du tendon d'Achille, le patient peut se placer en décubitus dorsal et effectuer une rotation externe, cela permettra un accès à la cheville postérieure, mais qui sera certes limité.

Pour des examens plus approfondis, il place le patient en décubitus dorsal, avec les pieds dans le vide en bord de table. Il parle aussi de réaliser une dorsiflexion de cheville afin d'allonger le tendon d'Achille.

Il place le transducteur dans le plan sagittal afin de visualiser le tendon d'Achille, cette structure tendineuse devrait avoir une épaisseur uniforme.

Pour évaluer les gastrocnémiens, le transducteur se place au niveau de l'insertion proximale et se déplace ensuite vers le bas, de cette manière on remarque que le muscle s'affine. Dans une coupe transversale, on peut voir que les gastrocnémiens sont superficiels par rapport au soléaire.



Figure 7 : Jacobson (2013) : coupe transversale, gastrocnémien médial (MG), gastrocnémien latéral (LG), soléaire (S)

En tournant le transducteur de 90°, qui dès lors se trouve dans un plan sagittal, on peut voir l'aspect plus mince de l'extrémité proximale du gastrocnémien médial par rapport au soléaire (cf. Figure 8 : Jacobson (2013) : coupe sagittale, gastrocnémien médial (MG), soléaire (S)). Le gastrocnémien latéral peut s'évaluer de la même manière.

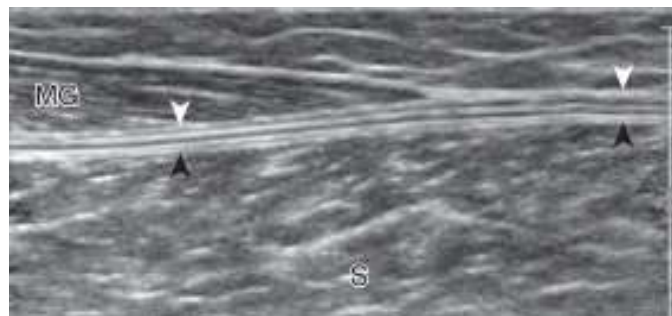


Figure 8 : Jacobson (2013) : coupe sagittale, gastrocnémien médial (MG), soléaire (S)

Lévénez, M. Timmermans, B., et Duchateau, J., (2009) ont réalisé différentes mesures échographiques afin de déterminer les relations entre les amplitudes articulaires et l'architecture musculaire du triceps sural dans des conditions passives et actives. Lors des mesures au niveau du gastrocnémien médial, ils avaient choisi comme repère de placer la sonde au tiers de la distance qui sépare l'épicondyle médiale de la malléole médiale. De ce fait, ils avaient une mesure du gastrocnémien médial là où le volume musculaire est quasiment maximal.

Abellana, S., Guissard, N., et Duchateau, J., (2006) ont également procédé de cette manière.

Kawakami, Y., Ichinose, Y., & Fukunaga, T. (1998), décrivent trois positions de référence pour le placement de la sonde de manière longitudinal. Celles-ci sont pour eux l'endroit où nous aurons une surface musculaire qui est maximale. Pour les gastrocnémiens, ils se positionnent à la moitié de leur largeur respective et au niveau de leur centre. Tandis que pour le soléaire, la sonde est placée au niveau de la moitié latérale de celui-ci.

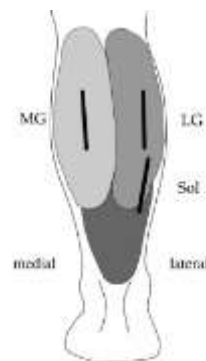


Figure 9 : Kawakami, & al (1998). ; gastrocnémien médial (MG), gastrocnémien latéral (LG), soléaire (Sol).

A l'échographie, la longueur des fascicules musculaires ainsi que leurs angles ont été mesurés. Il ressort de cette analyse que les fascicules sont légèrement curvilignes dans l'ensemble du muscle et surtout au niveau du gastrocnémien médial.

Pour la mesure de l'angle, une ligne a été tracée de manière tangentielle d'un fascicule jusqu'à son point de contact avec l'aponévrose. L'angle s'évalue entre cette ligne tracée précédemment et la ligne de l'aponévrose.

La fiabilité pour ces mesures de l'angle de pennation, ainsi que celles de la longueur des fascicules sont confirmées. En effet, celles-ci ont été réalisées lors d'une autre expérimentation de manière manuelle sur cadavre, et des résultats identiques ont été retrouvés.

L'ensemble des mesures ont été réalisées trois fois et une moyenne a ensuite été faite.

4.3. D'autres techniques d'imagerie médicale intéressante lors de l'analyse musculaire

4.3.1. **L'imagerie par résonance magnétique (IRM) ¹⁹**

L'imagerie par résonance magnétique, plus communément appelée IRM, est une technique d'imagerie qui utilise des champs magnétiques ainsi que des ondes. C'est un examen qui est non invasif, non irradiant et qui ne présente que très peu de contre-indications.

Cette technique d'imagerie médicale très utilisée lors du diagnostic d'une lésion musculaire, permet aussi de la délimiter précisément, qu'elle soit inflammatoire ou structurelle. Et ce, sur différentes structures telles que le tendon, le ligament, la membrane synoviale, le cartilage et l'os.

Niglis, & al. (2017), utilisent l'IRM dans leur étude afin d'analyser la qualité du tendon du muscle supra-épineux en postopératoire suite à une rupture de la coiffe des rotateurs opérée.

Pillen & Van Alfen (2011) ont comparé l'IRM à l'échographie. Il en ressort que l'IRM serait plus appropriée dans le diagnostic de myopathies inflammatoires. En effet, l'IRM a la faculté de détecter une infiltration graisseuse ainsi qu'un œdème, et comme l'œdème représente un signe précoce de cette pathologie cette technique permet d'apporter une valeur supplémentaire dans son diagnostic. Hors à ce stade, l'échographie peut être normale.

4.3.2. **Tomodensitométrie ²⁰**

Appelé aussi CT-scan, cet examen permet tout comme l'IRM, la réalisation d'imageries médicales en trois dimensions mais comporte l'inconvénient des rayonnements ionisants.

¹⁹ Tan (2003)

²⁰ Tan (2003)

5. Trigger point

5.1. Définition

D'après Travell, J. et Simons, D. (1999), les points de tension myofasciale sont définis comme « un nodule hyperirritable possédant un point sensible à la palpation dans une bande tendue du muscle squelettique ».

Ils définissent deux sortes de trigger points :

- Actifs : déclenchés de manière spontanée, ils vont être responsables d'une douleur qui va persister et qui peut irradier, tout en s'accompagnant d'une faiblesse musculaire ainsi que de paresthésies.
- Latents : activés lors du maintien prolongé d'un raccourcissement musculaire, d'une contraction musculaire forcée avec un muscle raccourci, ainsi que lors de la répétition d'un geste. La douleur peut être provoquée par une compression manuelle, un étirement ou une surcharge.

Selon Gerwin, R., Shannon, S., Hong, C-Z., Hubbard, D, Gevirtz, R. (1997), dans leur ouvrage « *Interrater reliability in myofascial trigger point examination* » expliquent que l'exploration de ces points de déclenchements myofasciaux sont la représentation du syndrome myofascial.

Les trigger points seront définis par des différents points physiques distinctifs, notamment par :

- Un point sensible au sein d'une bande tendue présente dans le muscle
- Une réponse locale suite à une stimulation mécanique
- Une douleur caractéristique lors de déclenchement de ces points et ce dans une zone spécifique pour chacun des muscles de notre corps
- Une reproduction douloureuse habituelle perçue par le patient

5.1.1. Trigger points du triceps sural

La localisation des trigger points est propre à chacun d'entre nous, mais grâce à différentes études nous pouvons approximativement les situer.

Dans l'étude de Grieve, R., Cranston, A., Henderson, A., Rachel, J., Malone, G., Mayall, C. (2013), ils identifient quatre trigger points au total pour les gastrocnémiens et le soléaire. Les sites 3 et 4 sont ceux des gastrocnémiens et le 1 et 2 pour le soléaire. Ces différents points sont repris dans la littérature de Travell et Simons (1992), et sont décrits par les auteurs de l'étude, comme étant les plus symptomatologiques.

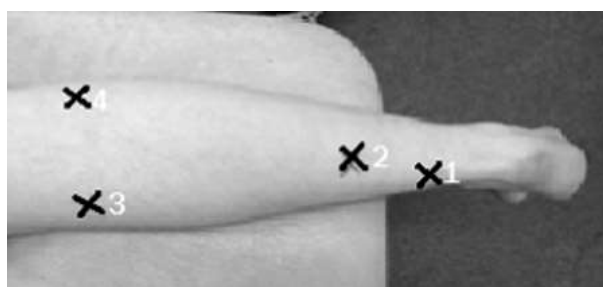


Figure 10 : Trigger points des gastrocnémiens et du soléaire.

Travell et Simons²¹ reprennent l'ensemble des trigger points qui peuvent être associés à ces muscles.

Ci-dessous, nous retrouvons les trigger points du gastrocnémien médial (TrP3-TrP1) et du gastrocnémien latéral (TrP2-TrP4).



Figure 11 : Trigger points du gastrocnémien médial, du gastrocnémien latéral et du soléaire

²¹ Travell, & Simons (1999)

Partie expérimentale

1. Introduction

Notre étude a pour objectif d'analyser les variations que pourrait éventuellement avoir la Kinésithérapie Analytique sur l'état de tension du triceps sural après normalisation de la talo-crural et/ou de la subtalaire.

Suite aux points abordés dans la partie théorique, nous avons tenté de faire plusieurs liens entre les éléments qui constituent ce travail afin de justifier notre hypothèse de recherche. Nous allons, à présent, pouvoir développer notre expérimentation qui nous a permis de tirer différentes conclusions.

Pour cela nous avons réalisé une étude portant sur 30 individus présentant une restriction de flexion dorsale, qui ont été répartis en deux groupes par randomisation ; un groupe expérimental et un groupe placebo. Différentes prises de mesures ont été faites avant et après la prise en charge des deux groupes afin de comparer les résultats observés.

Dans cette partie expérimentale, nous retrouverons la description de la population, du matériel ainsi que le protocole utilisé. L'analyse statistique viendra clôturer cette deuxième partie en nous donnant des résultats permettant d'affirmer ou non notre hypothèse de départ.

La réalisation de ce travail a été soumis au comité d'éthique d'Érasme et approuvé en date du 01 mars 2019 (cf. Annexe 1).

2. Population

La population de cette expérimentation était composée d'étudiants de la Haute Ecole Provinciale de Hainaut Condorcet de Montignies-sur-Sambre. Nous comptons au total, 30 participants (11 filles et 19 garçons) qui ont donné leur consentement éclairé (cf. Annexe 2). Les individus avaient tous un âge compris entre 18 et 25 ans.

2.1. Critères d'inclusion

Le seul critère d'inclusion de cette étude était de présenter un décentrage de la talo-crurale et/ou de la subtalaire. Pour ce faire, le test flexion dorsale proposé dans la Kinésithérapie Analytique de R. Sohier était réalisé préalablement.

2.2. Critères d'exclusion

- Antécédent traumatique au niveau de la cheville
- Présence d'une lésion musculaire ou antécédent de lésion musculaire récente (<6 mois)
- BMI > 25
- Troubles vasculaires au niveau des membres inférieurs

Chaque participant a complété un questionnaire (cf. Annexe 3) afin de pouvoir déterminer si les critères d'inclusion et d'exclusion étaient respectés.

2.3. Récapitulatif de la population

	Groupe expérimentale	Groupe placebo
Sexe	6 filles et 9 garçons	5 filles et 10 garçons
Age (années)	21,530 ± 2,100	21,600 ± 1,682
Poids (kg)	67,330 ± 9,983	65,500 ± 9,364
Taille (cm)	172,200 ± 9,367	171,667 ± 10,574
BMI (kg/m ²)	22,609 ± 2,006	22,161 ± 1,840

Tableau 1 : Récapitulatif des données de la population

L'ensemble des données concernant la population se trouve en annexe (cf. Annexe 4).

Nous remarquons que les deux groupes comprennent une population relativement similaire. Par ailleurs, pour être plus précis dans notre étude, nous vérifions que notre population a

bien été répartie de manière aléatoire dans les deux groupes et qu'il n'y a pas de différence significative entre eux par une approche statistique en utilisant le test de Student.

Le seuil significatif $\alpha = 0,05$ et si ;

- $p\text{-value} < \alpha$, alors nous retrouverons une différence significative entre nos deux groupes
- $p\text{-value} > \alpha$, alors nous n'avons pas de différence significative entre nos deux groupes.

Résultats de l'analyse ;

- Age : la $p\text{-value} = 0,924$, il n'y a donc pas de différence significative
- Poids : la $p\text{-value} = 0,608$, il n'y a donc pas de différence significative
- Taille : la $p\text{-value} = 0,885$, il n'y a donc pas de différence significative
- BMI : la $p\text{-value} = 0,529$, il n'y a donc pas de différence significative

Nous pouvons donc conclure de manière objective que les groupes ne présentent pas de différence significative entre eux et ainsi exclure qu'un groupe aurait pu être avantagé par rapport à l'autre.

3. Matériel

3.1. L'échographe

L'échographe utilisé pour cette expérimentation est le Mindray DP-2200, qui est un modèle portable, présentant une sonde de type linéaire. Le transducteur offre une fréquence allant jusqu'à 10 MHz.

Il est évident, comme avec tous les échographes, qu'un gel de contact est nécessaire lors de la réalisation de cet examen.



Figure 12 : Echographe Mindray DP-2200

Lors de la réalisation de l'échographie, la présence d'une couche épaisse de tissus adipeux peut diminuer la visibilité des structures par l'importante différence d'impédance acoustique des milieux voisins. En effet, ce type de situation entraîne des difficultés dans la pénétration des faisceaux ultrasonores transmis par l'échographie.²²

(cf. Annexe 5)

3.1.1. Echogénicité

On définira une structure échogène comme étant une structure qui retransmet l'ensemble ou une partie des ultrasons qu'elle reçoit via un écho.

Lorsqu'on parle d'hypoéchogénicité, on aura dans un milieu donné, peu d'échos qui seront renvoyés et on aura une image échographique qui se présente sous la forme d'un gris très sombre. Dans cette catégorie, on retrouvera par exemple ; le sang, les mucus, les tissus mous comme les muscles et le placenta...

A l'inverse, l'hyperéchogénicité se définira comme une structure hyperéchogène, c'est-à-dire qui renvoie de manière intense l'écho. A l'échographie, l'image sera pratiquement blanche, et s'observera dans le cas de tissus durs tels que les os, les calculs,...

²² Demont, & al. (2017)

3.1.2. Artéfact²³

Les artéfacts sont une modification de l'image échographique causée par des phénomènes physiques pouvant engendrer une erreur d'interprétation de la part du praticien. Ils peuvent être la conséquence d'une mauvaise pénétration des différents ultrasons au niveau des tissus ou d'une réflexion inadaptée de ceux-ci.

Ils peuvent aussi être la conséquence d'une dysfonction de l'appareil, d'une mauvaise utilisation ou d'une modification de l'environnement de l'appareil comme par exemple lorsqu'un secteur à haute tension est présent à côté de l'échographie.

Il existe différentes sortes d'artéfacts liés aux phénomènes physiques, certains seront plus spécifiques à la présence de structures liquidiennes (par exemple ; l'artéfact de renforcement postérieur), à certains muscles (par exemple ; l'artéfact de duplication observé principalement sur les droits de l'abdomen)...

En voici quelques-uns que nous pourrions rencontrer ;

➤ Artéfact d'anisotropie

L'anisotropie est la propriété d'un corps à être dépendant de la direction. Ce phénomène se présentera lorsque le transducteur ne sera pas strictement perpendiculaire à la structure évaluée. Dès lors, nous retrouverons une image échographique faussée hypoéchogène.



Figure 13 : Lecoq, & al. (2005) : Phénomène d'anisotropie au niveau du tendon d'Achille

Par ailleurs, ce phénomène peut nous être utile dans certains cas, notamment lorsque nous voulons en coupe transversale distinguer les limites d'un tendon.

²³ Lecoq, & al. (2005), Mrani Zentar, & al. (2015)

➤ **Artéfact de réverbération**

Ce type d'artéfact se produit lorsqu'un ultrason se retrouve bloqué entre deux structures et qu'il rebondit sur celles-ci. Lors de chaque rebond, nous aurons un écho qui va être renvoyé vers la sonde.

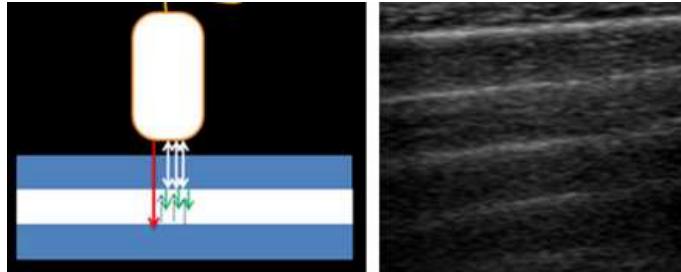


Figure 14 : Mrani Zenta, & al. (2015). ; Mécanisme de l'artéfact de réverbération

➤ **Le cône d'ombre**

On pourra visualiser un cône d'ombre lorsque les ultrasons vont croiser soit une interface qui se réfléchit énormément, ou soit une structure très absorbante. On parle de cône d'ombre, car nous verrons à l'échographie lors de l'utilisation d'une sonde sectorielle une ombre en forme de cône. Lorsqu'on utilisera une sonde linéaire, l'ombre sera quant à elle rectangulaire.



Figure 15 : A gauche cône d'ombre avec sonde sectorielle, à droite cône d'ombre avec sonde linéaire

3.1.3. L'échographie ; paramètres à évaluer ²⁴

L'ensemble des tissus qui constituent notre corps réfléchit les ultrasons de manière plus ou moins importante, et c'est grâce à cela qu'on aura une image échographique.

➤ La peau

La peau sera très échogène et sera représentée comme une bande d'épaisseur variable.

➤ Le muscle ²⁵

En ce qui concerne le muscle strié, quand la sonde sera placée de manière longitudinale on pourra visualiser une alternance entre, des zones hypoéchogènes qui représentent les fibres musculaires et des zones hyperéchogènes pour le tissu conjonctif. L'aponévrose qui recouvre le muscle se distinguera par son hyperéchogénicité.

Nous retrouverons des lignes parallèles échogènes qui viennent se fixer sur l'aponévrose intra-musculaire. Cette connexion va créer un angle nommé l'angle de pennation, celui-ci va varier en fonction de l'état du muscle. Lors de la contraction musculaire, cet angle sera moins aigu, le muscle va s'hypertrophier et l'ensemble deviendra hypoéchogène par l'augmentation du territoire des fibres musculaires par rapport au tissu conjonctif.

Pour les muscles longs, on retrouvera une succession au niveau de ces lignes échogènes qui pourront varier en longueur et seront parallèles à l'axe du muscle.

Généralement, le muscle sain présentera une apparence assez sombre de par sa perfusion optimale et donc une présence importante de fluide. Par ailleurs, son aspect peut se modifier et paraître plus clair lors d'infiltration graisseuse, de tissu cicatriciel qui est dès lors non contractile, ainsi que lors de changements fibreux.

➤ Le tendon²⁶

Se présente comme une structure très échogène. De petites fibrilles hyperéchogènes et parallèles entre elles, ainsi qu'à l'axe du tendon, seront visibles en coupe longitudinale. Nous retrouvons, comme au niveau de la main et du pied, des tendons recouverts d'une gaine synoviale, cette dernière sera hypoéchogène, excepté dans le canal carpien.

En coupe transversale, le tendon se présente sous une forme ovale.

²⁴ Lecoq, & al. (2005)

²⁵ Lecoq, & al. (2005), Demont, & al. (2017), Jacobson (2013), Busson & al. (2000)

²⁶ Lecoq, & al. (2005), Busson, & al. (2000)

Khan, & al. (1997) définissent une anomalie échographique du tendon comme étant « [...] une ou plusieurs zones hypoéchogènes et/ou hyperéchogènes évidentes dans les deux vues longitudinale et transversale, ou une zone d'épaississement avec ou sans zone hypoéchogène/hyperéchogène et une augmentation substantielle de la vascularisation évaluée à l'écho-Doppler. ».

En ce qui concerne le triceps sural, si le tendon d'Achille est supérieur à 6 mm il sera considéré comme épaissi.

➤ **L'os**

L'os est une structure qui va se placer comme un « mur » face aux ultrasons, et va apparaître comme hyperéchogène et de manière régulière à l'échographie. Cette disparition de la régularité d'hyperéchogénicité au sein de l'os sera un élément déterminant permettant le diagnostic de fracture ainsi que de géodes osseuses.

➤ **Le cartilage**

Le cartilage se visualise par une bande hypoéchogène.

➤ **Les ligaments**

Les ligaments se classent dans la catégorie des éléments hyperéchogènes.

➤ **La synoviale**

La synoviale apparaîtra comme hétérogène et échogène, mais seulement dans le cas de pathologies prolifératives, sinon on ne pourra pas l'individualiser par rapport aux autres structures au sein de l'articulation.

➤ **Le nerf**

Quant à lui, le nerf va se présenter sous la forme ovalaire dans une coupe transversale.

3.2. L'algomètre de pression

3.2.1. Définition et principe

Appelé aussi dolorimètre, c'est un instrument de mesure qui permet de quantifier le seuil de pression douloureux et de renseigner sur la sensibilité musculaire. On définit ce seuil comme étant celui auquel on aura une pression minimale qui va provoquer un inconfort ou une douleur.

L'algomètre de pression se compose d'un cadran qui permet d'indiquer grâce à une aiguille, la force appliquée sur l'extrémité de la tige, au niveau de l'embout.

La sensation de douleur et de pression provient de la stimulation des terminaisons nerveuses présentes en surface ainsi qu'en profondeur. Notons que la sensibilité sera différente d'un muscle à l'autre et peut également varier en fonction du sexe. De manière générale, les hommes auront un seuil de pression douloureux plus haut que les femmes, c'est-à-dire qu'ils percevront moins vite la douleur pour une même pression.



Figure 16 : Algomètre de pression

3.2.2. Utilisation

Dans un premier temps, il est très important de venir expliquer le fonctionnement du matériel au patient et ce qu'il va devoir faire. En effet, ce dernier va devoir être très attentif car il va falloir qu'il définisse la première sensation d'inconfort ou de douleur qu'il va ressentir, c'est la pression indiquée sur le cadran à cet instant qui sera prise en compte.

L'endroit le plus adéquat pour venir mesurer le seuil de pression douloureux d'un muscle est au niveau des trigger points.

4. Méthodologie

Afin d'éliminer un maximum de biais, l'expérimentation s'est réalisée en double aveugle, c'est-à-dire que ni l'expérimentateur, ni le sujet n'étaient au courant du groupe dans lequel il se trouvait.

Pour ce faire, deux choses ont été mises en place ;

- Deux thérapeutes intervenaient dans l'expérimentation ; l'expérimentateur réalisait les prises de mesures, et un thérapeute qualifié réalisait la manipulation.
- Deux prises en charges différentes étaient appliquées en fonction du groupe dans lequel se trouvait le sujet. Le groupe expérimental bénéficiant d'une réharmonisation articulaire, et le groupe témoin d'une technique d'effleurage n'ayant aucun impact sur le plan mécanique.

L'étude s'est déroulée au sein de la Haute Ecole Provinciale de Hainaut Condorcet de Montignies-sur-Sambre. Tous les sujets participants ont reçu une séance d'environ 30 minutes et ce, dans les mêmes conditions.

4.1. Protocole expérimental

Comme mentionné précédemment, l'ensemble de la population a été soumis au test de flexion dorsale définit dans la Kinésithérapie Analytique de R. Sohier, afin de savoir s'ils étaient porteur d'un des décentrages recherchés.

L'étude commençait ensuite par une première prise de mesures, comportant ;

- A l'aide de l'échographe :
 - Trois mesures au niveau du gastrocnémien médial
 - Trois mesures au niveau du gastrocnémien latéral
 - Trois mesures au niveau du soléaire
- A l'aide de l'algomètre :
 - Trois mesures au niveau du trigger point du gastrocnémien médial
 - Trois mesures au niveau du trigger point du gastrocnémien latéral
 - Trois mesures au niveau du trigger point du soléaire
- A l'aide du goniomètre :
 - Une mesure de l'amplitude de la flexion dorsale au niveau de la cheville

La population a été divisée en deux groupes par randomisation et de manière égale ; groupe expérimental et groupe placebo. Chacun de ces groupes recevant une prise en charge différente dans une autre pièce par une personne autre que l'expérimentateur.

Une seconde prise de mesures a ensuite été reprise, et ce dans les mêmes conditions et de la même manière que pour la première.

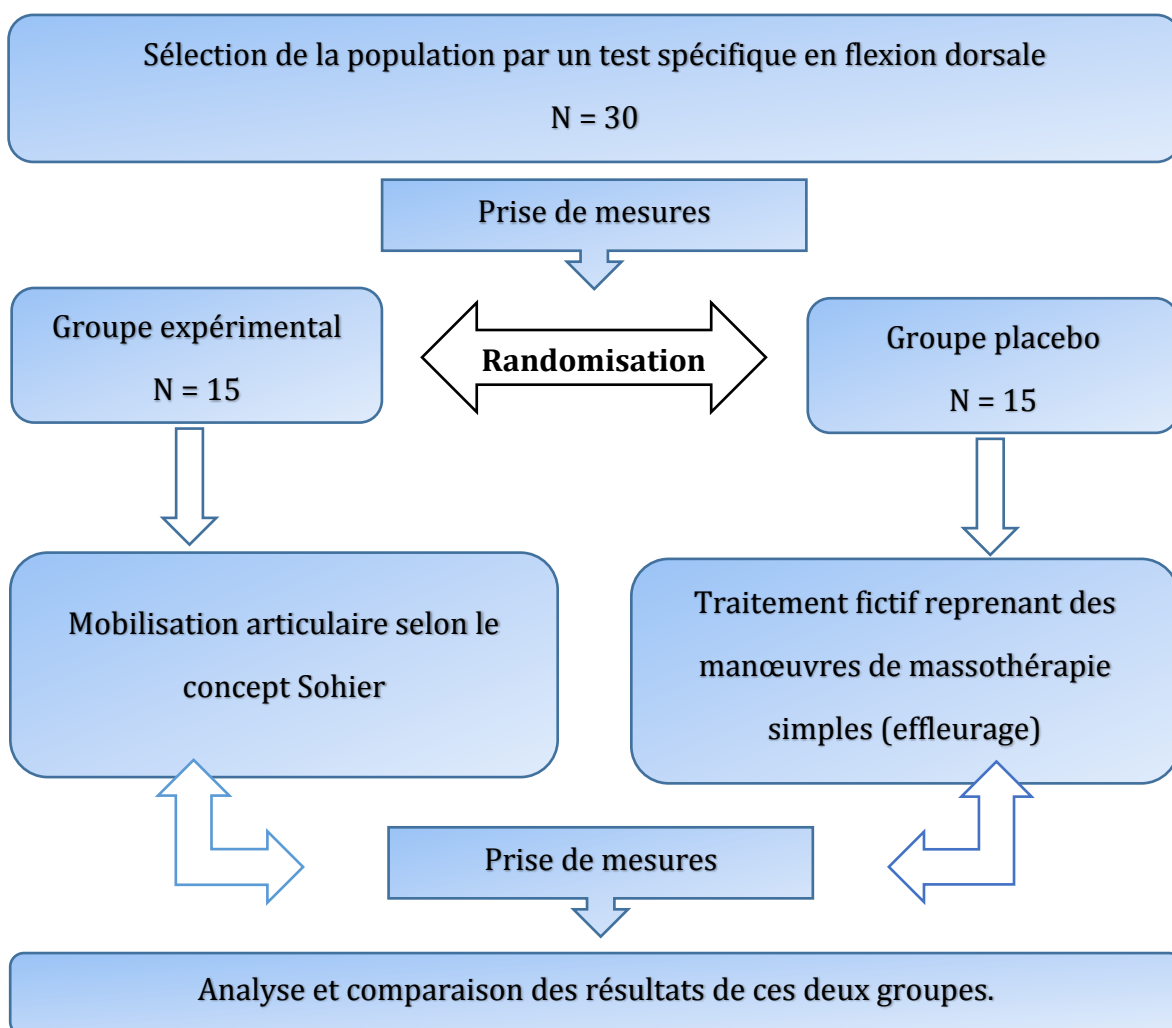


Tableau 2 : Répartition de la population

4.2. Test de flexion dorsale de la cheville²⁷

4.2.1. Installation du patient

Le patient est en décubitus dorsal, les bras reposant le long du corps et les jambes tendues. Un coussin est installé sous la tête du patient afin qu'il soit dans une position agréable, telle qu'il puisse se relâcher.



Figure 17 : Installation du patient pour le test en flexion dorsale de cheville

4.2.2. Manœuvre

L'expérimentateur se place au pied du patient en position de fente avant, coudes écartés et vient saisir l'avant pied de sorte que les pouces se trouvent à la face plantaire et l'ensemble des autres doigts au niveau de la face dorsale.

Une fois positionné, le thérapeute vient tester l'arrêt de fin de course en flexion dorsale de la cheville. Physiologiquement après la première sollicitation nous trouvons l'arrêt musculaire, ensuite un léger rebond doit être présent. Le test est positif lorsqu'après ce premier arrêt, aucun rebond n'est présent laissant place à un arrêt dur et précoce.



Figure 18 : Test en flexion dorsale de cheville selon la Kinésithérapie Analytique

²⁷ Cours Demeur (2016-2017), cours Bryssinck (2016-2017)

4.3. Mesures échographiques

4.3.1. Position du patient

Le patient est installé sur la table en procubitus ventral et est relâché. Les bras reposent sur la table le long du corps et les pieds sont pendants en bout de table.

Afin que les mesures soient prises dans les mêmes conditions pour l'ensemble de la population, un système permettant de bloquer la cheville en position neutre à 90° est attaché au niveau de cette articulation.



Figure 19 : Système permettant de bloquer la cheville en position neutre



Figure 20 : Installation du patient pour les prises de mesures échographiques

4.3.2. Prises de mesures ²⁸

Avant toute chose, nous traçons à l'aide des structures anatomiques, des repères afin que les mesures pré- et post-manipulation soient faites de manière identique.

Pour ce faire, un « x » est tracé pour chaque muscle à un endroit bien précis, où chaque droite de ce symbole corresponde à la largeur de la sonde échographique.

La position déterminée pour ce tracé s'est appuyée sur celle décrite par Kawakami, Y., & al., chaque mesure est prise à l'endroit où le muscle présente une surface musculaire maximale. Trois positions de références y sont donc décrites ; une pour le gastrocnémien médial, une pour le latéral et une pour le soléaire.

Pour le gastrocnémien médial ainsi que le latéral, la technique est la même. Nous repérons à l'aide de l'échographie l'extrémité proximale et distale du muscle pour identifier le milieu de cette hauteur grâce à un mètre ruban, et à ce niveau nous trouvons l'extrémité médiale et latérale de chaque gastrocnémien, afin de se positionner en son centre.

En plaçant la sonde de manière longitudinale à cet endroit, nous pourrions mesurer l'angle de pennation de chaque gastrocnémien. En pivotant la sonde de 90°, qui sera dès lors transversale au muscle, nous pourrions mesurer la section transversale de ce dernier.



Figure 21 : Placement de la sonde de manière transversale pour le gastrocnémien médial

²⁸ Kawakami, & al. (1998)

Pour le soléaire, nous procéderons dans un premier temps de la même manière que pour les gastrocnémiens, c'est-à-dire que nous recherchons le milieu de sa hauteur. Ensuite, à partir de ce point nous nous déplaçons sur la moitié latérale du muscle. Comme déjà décrit, la sonde placée longitudinalement permettra de nous donner des informations concernant l'angle de pennation du muscle, tandis que de manière transversale ce sera plutôt des informations concernant la section transversale de ce dernier.



Figure 22 : Tracé pour les mesures échographiques

4.4. Mesures par algomètre

4.4.1. Position du patient

L'ensemble des sujets ont été positionnés de la même façon, c'est-à-dire en couché ventral, les pieds pendants dans le vide.

De cette manière, nous avons facilement accès aux différents trigger points du triceps sural.



Figure 23 : Installation du patient pour les mesures des seuils de pression douloureux

4.4.2. Protocole

Afin que nos mesures soient reproductibles pré- et post-manipulation, les différents trigger points relevés chez chaque participant étaient tracés d'une croix.



Figure 24 : Localisation des trigger points (croix rose)

Comme déjà décrit précédemment, ceux-ci étant propre à chacun d'entre nous, une palpation était donc nécessaire dans les zones des trigger points décrites dans la littérature, afin de pouvoir identifier l'endroit exact de ceux-ci chez chaque personne.

4.5. Mesures par goniomètre

4.5.1. Position du patient

Le patient est assis sur la table de manière à ce que les cuisses y reposent et que les creux poplités soient au bord de celle-ci. Les jambes pendent dans le vide. Cette position assise permet une détente péri articulaire.

4.5.2. Protocole ²⁹

Nous plaçons le pied en position neutre, c'est-à-dire à 90°. Le centre du goniomètre se place sur le bord inférieur de la malléole externe avec ;

- La branche fixe qui se dirige vers la tête de la fibula en suivant l'axe de sa diaphyse.
- La branche mobile est parallèle au sol ainsi qu'à l'axe du 5^{ème} métatarsien.

On réalise passivement la flexion dorsale de cheville en allant au maximum de l'amplitude, et en fin de mobilisation on place la branche mobile du goniomètre dans l'axe du 5^{ème} métatarsien.



Figure 25 : Mesure de l'amplitude de la flexion dorsale

4.6. Réharmonisation articulaire selon R. SOHIER³⁰

La Kinésithérapie Analytique de Sohier cherche à soigner des lésions articulaires et de type « ostéopathiques ». Suite à une analyse de la statique et de l'arrêt de fin de course réalisé en amont, une technique correctrice est alors proposée en fonction des résultats. Cette technique doit être douce et précise afin de ne pas engendrer un réflexe de défense chez le patient.

²⁹ Cours Malagnino (2016-2017)

³⁰ Gross (2013)

5. Résultats et statistiques

5.1. Introduction

Cette analyse va permettre de nous montrer si les mesures réalisées en pré- et post-manipulation sont significativement différentes ou non et aussi de comparer les deux groupes entre eux. Nous avons utilisé le logiciel XL Stat pour l'ensemble de ces analyses.

Pour la comparaison des mesures avant/après au sein de chaque groupe, nous avons évalué la normalité de chacune de nos distributions grâce au test de Shapiro-Wilk afin de choisir le test statistique approprié. Dans le cas où l'échantillon suivait une loi normale, le test de Student pour échantillon apparié, test paramétrique, était réalisé. A l'inverse lorsqu'il ne suivait pas cette loi normale nous avons recouru au test de Wilcoxon, test non-paramétrique alternatif au test de Student.

Deux hypothèses se présentent ;

- H0 (hypothèse nulle) : les mesures avant/après ne sont pas significativement différentes.
- H1 (hypothèse alternative) : les mesures avant/après sont significativement différentes.

Ensuite, pour comparer les deux groupes nous avons analysé les différences des mesures avant/après de ceux-ci. Le test de Shapiro-Wilk a de nouveau été utilisé pour vérifier la normalité de nos échantillons. Dans le cas où l'échantillon suivait une loi normale, le test de Student pour échantillon non-apparié, test paramétrique, était réalisé. A l'inverse lorsqu'il ne suivait pas cette loi normale nous avons recouru au test de Mann-Whitney, test non-paramétrique alternatif au test paramétrique cité précédemment.

Deux hypothèses à retenir :

- H0 (hypothèse nulle) : les deux groupes ne sont pas significativement différents.
- H1 (hypothèse alternative) : les deux groupes sont significativement différents.

Pour ces deux analyses statistiques différentes, le seuil de signification α est fixée à 5% ($\alpha=0,05$), c'est-à-dire :

- Si p-value $> 0,05$ le résultat est non significatif et nous retenons l'hypothèse 0.
- Si p-value $< 0,05$ le résultat est significatif et nous retenons l'hypothèse 1.

5.2. Récapitulatif des résultats

5.2.1. Récapitulatif pour le groupe expérimental

	Avant traitement	Après traitement
Angle de pennation du gastrocnémien médial (°)	23,620 ± 3,593	21,247 ± 2,846
Angle de pennation du gastrocnémien latéral (°)	18,007 ± 3,204	16,307 ± 2,669
Angle de pennation du soléaire (°)	22,027 ± 2,518	19,320 ± 2,704
Section transversale du gastrocnémien médial (mm)	20,687 ± 2,193	20,273 ± 2,176
Section transversale du gastrocnémien latéral (mm)	15,121 ± 3,321	14,292 ± 2,776
Section transversale du soléaire (mm)	43,933 ± 3,976	42,033 ± 3,553
Seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial (kg/cm ²)	3,107 ± 0,609	3,800 ± 0,686
Seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral (kg/cm ²)	3,727 ± 0,720	4,173 ± 0,834
Seuil de pression douloureux du soléaire (kg/cm ²)	3,440 ± 0,547	3,893 ± 0,611
Amplitude de la flexion dorsale (°)	8,667 ± 7,566	12,600 ± 8,626

Tableau 3 : Récapitulatif des résultats pour le groupe expérimental

5.2.2. Récapitulatif pour le groupe placebo

	Avant traitement	Après traitement
Angle de pennation du gastrocnémien médial (°)	21,913 ± 2,647	21,860 ± 2,633
Angle de pennation du gastrocnémien latéral (°)	18,767 ± 1,790	18,820 ± 1,822
Angle de pennation du soléaire (°)	21,267 ± 2,955	21,193 ± 3,023
Section transversale du gastrocnémien médial (mm)	20,880 ± 3,929	20,900 ± 3,988
Section transversale du gastrocnémien latéral (mm)	15,130 ± 4,026	15,283 ± 3,861
Section transversale du soléaire (mm)	41,380 ± 4,933	41,327 ± 4,948
Seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial (kg/cm ²)	3,293 ± 0,418	3,367 ± 0,415
Seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral (kg/cm ²)	3,713 ± 0,717	3,580 ± 0,734
Seuil de pression douloureux du soléaire (kg/cm ²)	3,353 ± 0,716	3,307 ± 0,694
Amplitude de la flexion dorsale (°)	10,267 ± 6,787	10,333 ± 7,168

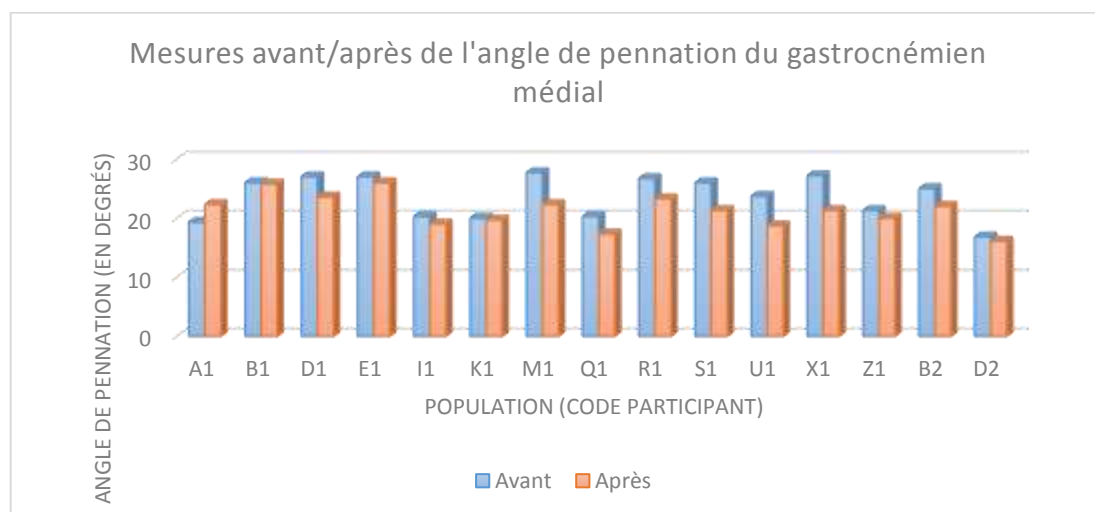
Tableau 4 : Récapitulatif des résultats du groupe placebo

L'ensemble des résultats sont disponibles en annexe (cf. Annexe 6).

5.3. Groupe expérimental

5.3.1. Mesures par échographe de l'angle de pennation

5.3.1.1. Au niveau du gastrocnémien médial



Graphique 1 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du gastrocnémien médial du groupe expérimental

Ces résultats montrent que l'angle de pennation du gastrocnémien médial a diminué sur l'ensemble de la population excepté sur le sujet A1.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Angle de pennation avant	23,620	16,800	27,700	3,593
Angle de pennation après	21,251	16,070	26,000	2,855

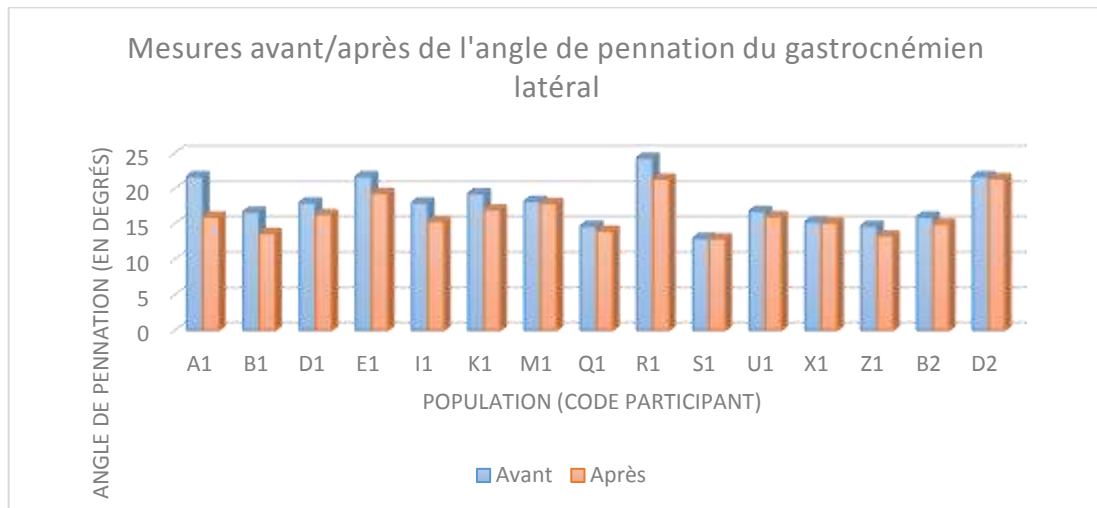
Tableau 5 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du gastrocnémien médial du groupe expérimental

Nous remarquons que la moyenne de l'angle de pennation pour le gastrocnémien médial est passée de 23,620° avant réharmonisation à 21,251° après réharmonisation, soit une diminution de 2,369°.

Nous utilisons le test de Wilcoxon car les conditions pour l'application du test de Student ne sont pas remplies car l'échantillon comprenant les mesures avant traitement, ne suit pas une loi normale.

Grâce au test de **Wilcoxon**, nous pouvons dire que p-value = 0,001 et est donc **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 1** et nous pouvons affirmer qu'il y a bien une **différence significative** entre les mesures réalisées avant et après prise en charge selon la Kinésithérapie Analytique.

5.3.1.2. Au niveau du gastrocnémien latéral



Graphique 2 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du gastrocnémien latéral du groupe expérimental

Ces résultats montrent que l'angle de pennation du gastrocnémien latéral a diminué sur l'ensemble de la population.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Angle de pennation avant	18,007	13,000	24,300	3,204
Angle de pennation après	16,318	12,900	21,400	2,677

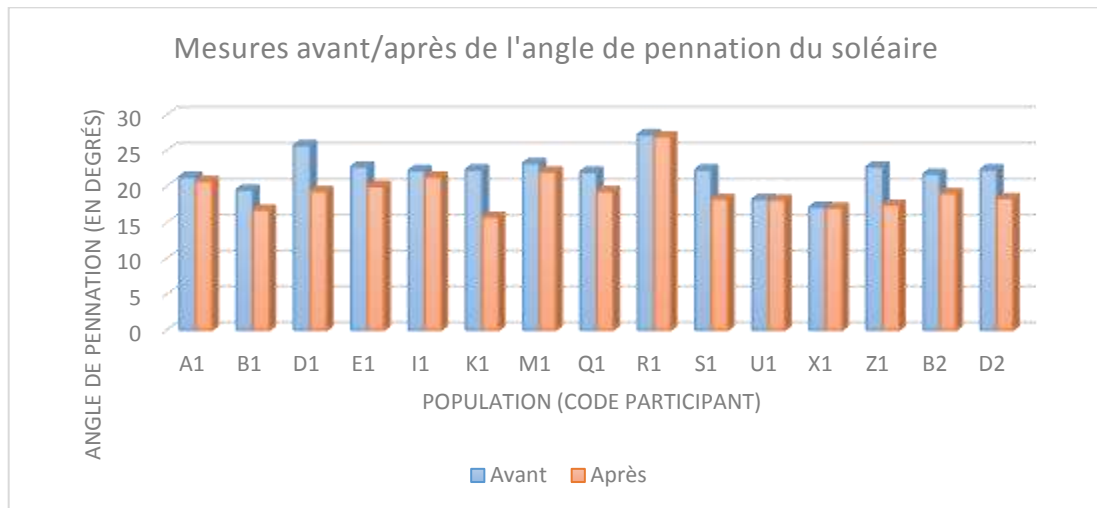
Tableau 6 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du gastrocnémien latéral du groupe expérimental

Nous remarquons que la moyenne de l'angle de pennation pour le gastrocnémien latéral est passée de 18,007° avant réharmonisation à 16,318° après réharmonisation, soit une diminution de 1,689°.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value =0,001 et est donc **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 1** et nous pouvons affirmer qu'il y a bien une **différence significative** entre les mesures réalisées avant et après prise en charge selon la Kinésithérapie Analytique.

5.3.1.3. Au niveau du soléaire



Graphique 3 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du soléaire du groupe expérimental

Ces résultats montrent que l'angle de pennation a diminué sur l'ensemble de la population.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Angle de pennation avant	22,027	17,100	27,200	2,518
Angle de pennation après	19,320	15,700	26,800	2,704

Tableau 7 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du soléaire du groupe expérimental

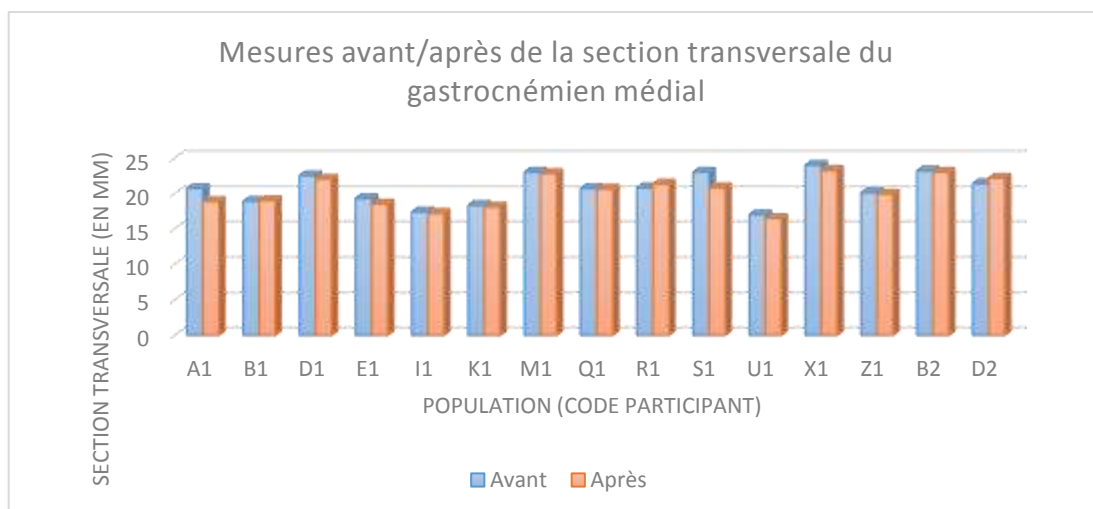
Nous remarquons que la moyenne de l'angle de pennation pour le soléaire est passée de 22,027° avant réharmonisation à 19,320° après réharmonisation, soit une diminution de 2,707°.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que $p\text{-value} < 0,0001$ et est donc **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 1** et nous pouvons affirmer qu'il y a bien une **différence significative** entre les mesures réalisées avant et après prise en charge selon la Kinésithérapie Analytique.

5.3.2. Mesures par échographe de la section transversale

5.3.2.1. Au niveau du gastrocnémien médial



Graphique 4 : Mesures avant/après de la section transversale du gastrocnémien médial du groupe expérimental

Ces résultats montrent que la section transversale a diminué sur presque l'ensemble de la population, excepté sur le sujet B1, R1 et D2.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Section transversale avant	20,687	17,000	24,000	2,193
Section transversale après	20,273	16,500	23,300	2,176

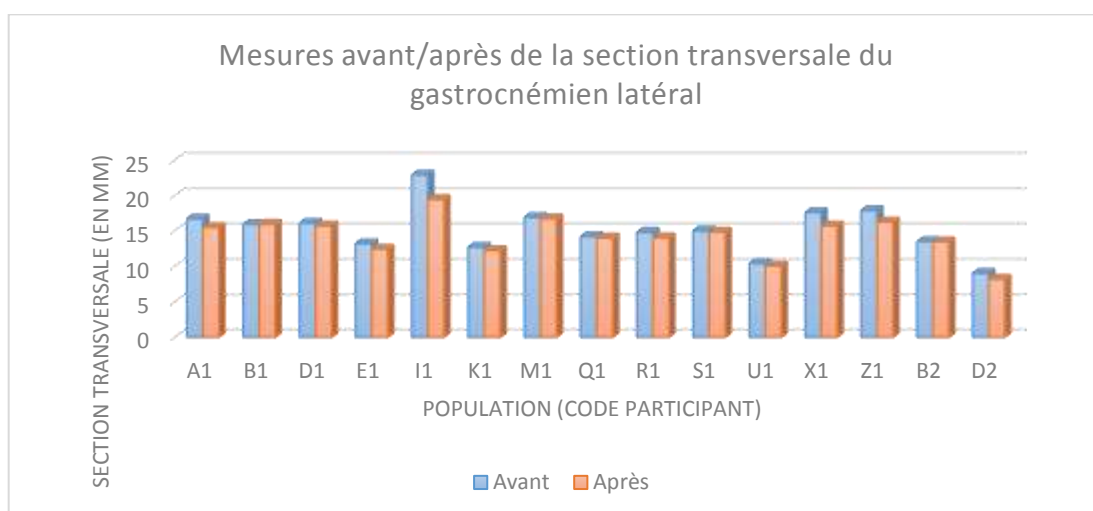
Tableau 8 : Statistiques descriptives de la section transversale du gastrocnémien médial du groupe expérimental

Nous remarquons que la moyenne de la section transversale pour le gastrocnémien médial est passée de 20,687mm avant réharmonisation à 20,273mm après réharmonisation, soit une diminution de 0,414mm.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que $p\text{-value} = 0,056$ et est donc **supérieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 0** et nous pouvons dire qu'il n'y a **pas de différence significative** entre les mesures réalisées avant et après prise en charge selon la Kinésithérapie Analytique.

5.3.2.2. Au niveau du gastrocnémien latéral



Graphique 5 : Mesures avant/après de la section transversale du gastrocnémien latéral du groupe expérimental

Ces résultats montrent que la section transversale du gastrocnémien latéral a diminué sur presque l'ensemble de la population, excepté sur B1 et B2 où elle est inchangée.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Section transversale avant (mm)	15,121	9,010	22,900	3,321
Section transversale après (mm)	14,292	8,180	19,400	2,776

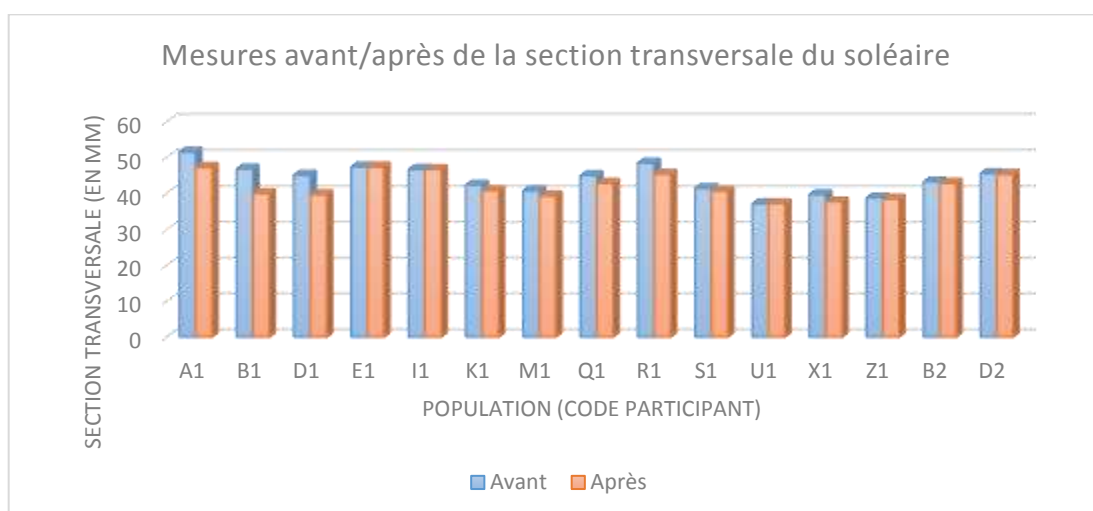
Tableau 9 : Statistiques descriptives de la section transversale du gastrocnémien latéral du groupe expérimental

Nous remarquons que la moyenne de la section transversale du gastrocnémien latéral est passée de 15,121mm avant réharmonisation à 14,292mm après réharmonisation, soit une diminution de 0,829mm.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que $p\text{-value} = 0,004$ et est donc **inférieure** au niveau de signification ($\alpha = 0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 1** et nous pouvons affirmer qu'il y a bien une **différence significative** entre les mesures réalisées avant et après prise en charge selon la Kinésithérapie Analytique.

5.3.2.3. Au niveau du soléaire



Graphique 6 : Mesures avant/après de la section transversale du soléaire du groupe expérimental

Ces résultats montrent que la section transversale du soléaire a diminué sur presque l'ensemble de la population, excepté sur E1, I1 et U1 où elle est inchangée.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Section transversale avant (mm)	43,933	37,100	51,500	3,976
Section transversale après (mm)	42,033	37,100	47,300	3,553

Tableau 10 : Statistiques descriptives de la section transversale du soléaire du groupe expérimental

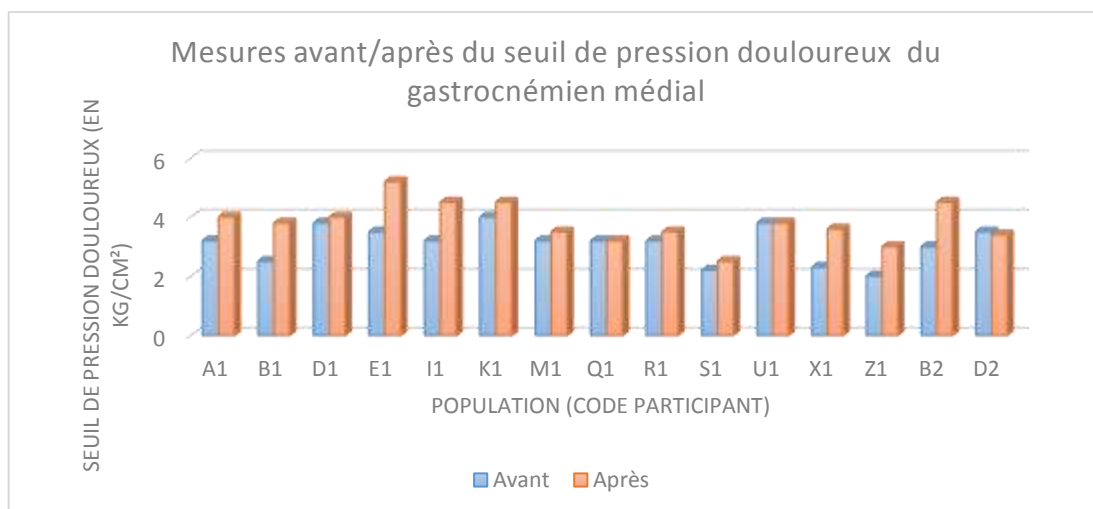
Nous remarquons que la moyenne de la section transversale du soléaire est passée de 43,933mm avant réharmonisation à 42,033mm après réharmonisation, soit une diminution de 1,900mm.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value =0,004 et est donc **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 1** et nous pouvons affirmer qu'il y a bien une **différence significative** entre les mesures réalisées avant et après prise en charge selon la Kinésithérapie Analytique.

5.3.3. Mesures par algomètre de pression

5.3.3.1. Au niveau du gastrocnémien médial



Graphique 7 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial du groupe expérimental

Ces résultats montrent que le seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial a augmenté sur presque l'ensemble de la population, excepté sur Q1 et U1 où il est inchangé.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Seuil de pression douloureux avant (kg/cm ²)	3,107	2,000	4,000	0,609
Seuil de pression douloureux après (kg/cm ²)	3,800	2,500	5,200	0,686

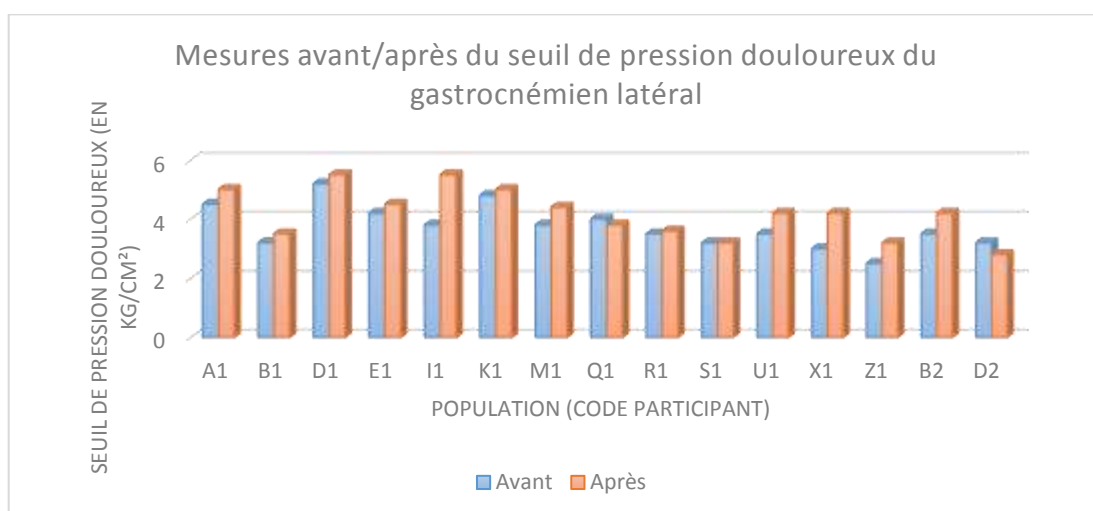
Tableau 11 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial du groupe expérimental

Nous remarquons que la moyenne du seuil de pression douloureux pour le gastrocnémien médial est passé de 3,107 kg/cm² avant réharmonisation à 3,800 kg/cm² après réharmonisation, soit une diminution de 0,693 kg/cm².

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value =0,001 et est donc **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 1** et nous pouvons affirmer qu'il y a bien une **différence significative** entre les mesures réalisées avant et après prise en charge selon la Kinésithérapie Analytique.

5.3.3.2. Au niveau du gastrocnémien latéral



Graphique 8 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral du groupe expérimental

Ces résultats montrent que le seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral a augmenté sur presque l'ensemble de la population, excepté sur S1 où il est inchangé et sur Q1 ainsi que D2 où il a diminué.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Seuil de pression douloureux avant (kg/cm ²)	3,727	2,500	5,200	0,720
Seuil de pression douloureux après (kg/cm ²)	4,173	2,800	5,500	0,834

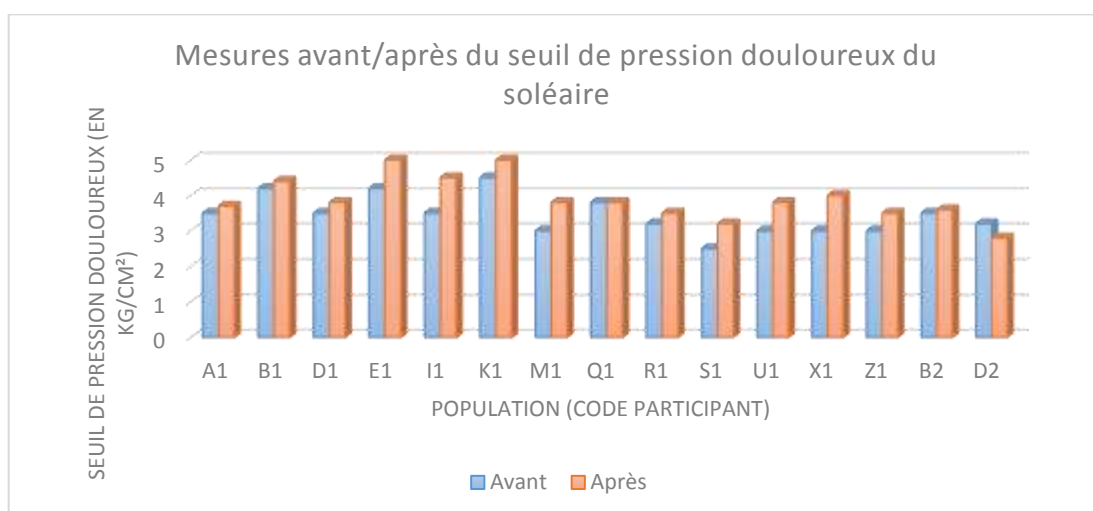
Tableau 12 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral du groupe expérimental

Nous remarquons que la moyenne du seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral est passé de 3,727 kg/cm² avant réharmonisation à 4,173 kg/cm² après réharmonisation, soit une augmentation de 0,446 kg/cm².

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value =0,006 et est donc **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 1** et nous pouvons affirmer qu'il y a bien une **différence significative** entre les mesures réalisées avant et après prise en charge selon la Kinésithérapie Analytique.

5.3.3.3. Au niveau du soléaire



Graphique 9 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux du soléaire du groupe expérimental

Ces résultats montrent que le seuil de pression douloureux du soléaire a augmenté sur presque l'ensemble de la population, excepté sur Q1 où il est inchangé et sur D7 où il a diminué.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Seuil de pression douloureux avant (kg/cm ²)	3,440	2,500	4,500	0,547
Seuil de pression douloureux après (kg/cm ²)	3,893	2,800	5,000	0,611

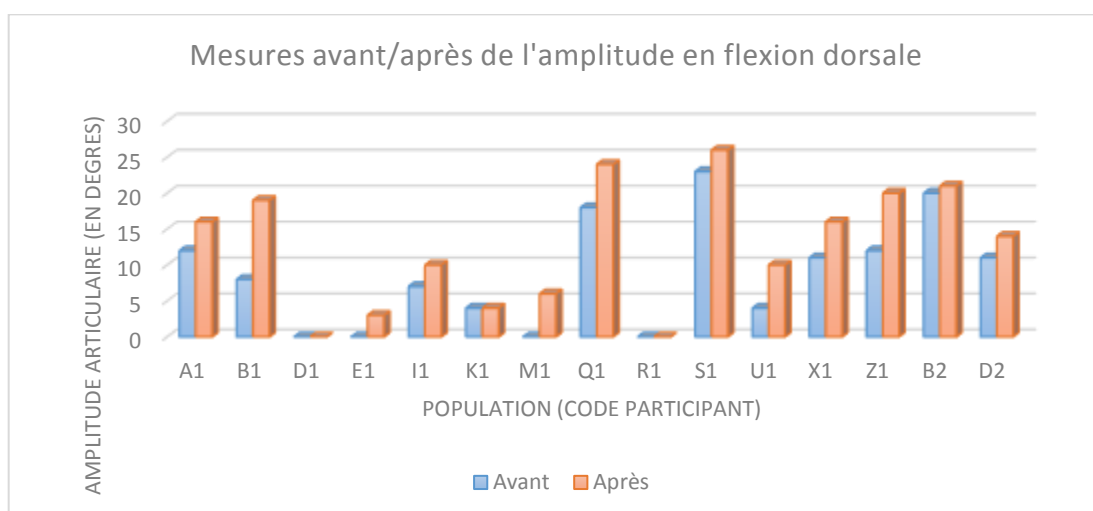
Tableau 13 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du soléaire du groupe expérimental

Nous remarquons que la moyenne du seuil de pression douloureux pour le soléaire est passé de 3,440 kg/cm² avant réharmonisation à 3,893 kg/cm² après réharmonisation, soit une augmentation de 0,453 kg/cm².

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value =0,001 et est donc **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 1** et nous pouvons affirmer qu'il y a bien une **différence significative** entre les mesures réalisées avant et après prise en charge selon la Kinésithérapie Analytique.

5.3.4. Mesures de l'amplitude en flexion dorsale



Graphique 10 : Mesures avant/après de l'amplitude articulaire en flexion dorsale du groupe expérimental

Ces résultats montrent que l'amplitude en flexion dorsale de cheville a augmenté sur presque l'ensemble de la population, excepté sur D1 et K1 où il est inchangé.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Amplitude de la flexion dorsale avant (°)	8,667	0,000	23,000	7,566
Amplitude de la flexion dorsale après (°)	12,600	0,000	26,000	8,626

Tableau 14 : Statistiques descriptives de l'amplitude de la flexion dorsale du groupe expérimental

Nous remarquons que la moyenne de l'amplitude de la flexion dorsale de cheville est passée de 8,667° avant réharmonisation à 12,600° après réharmonisation, soit une augmentation de 3,933°.

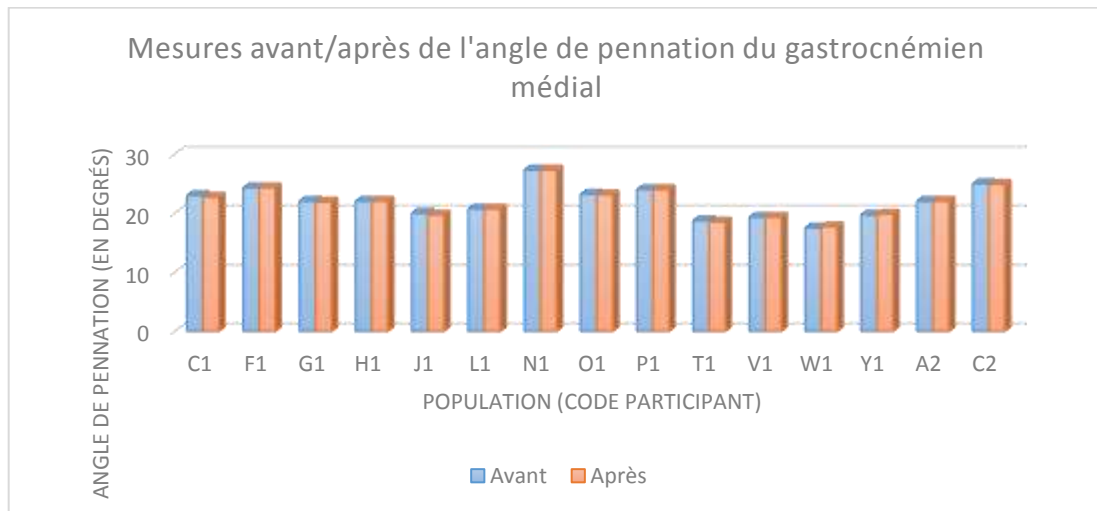
Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que $p\text{-value} < 0,0001$ et est donc **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 1** et nous pouvons affirmer qu'il y a bien une **différence significative** entre les mesures réalisées avant et après prise en charge selon la Kinésithérapie Analytique.

5.4. Groupe placebo

5.4.1. Mesures par échographe de l'angle de pennation

5.4.1.1. Au niveau du gastrocnémien médial



Graphique 11 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du gastrocnémien médial du groupe placebo

Ces résultats montrent une très faible variation, voir même aucune entre les mesures réalisées avant et après manipulation chez un même individu.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Angle de pennation avant (°)	21,913	17,500	27,300	2,647
Angle de pennation après (°)	21,860	17,700	27,300	2,633

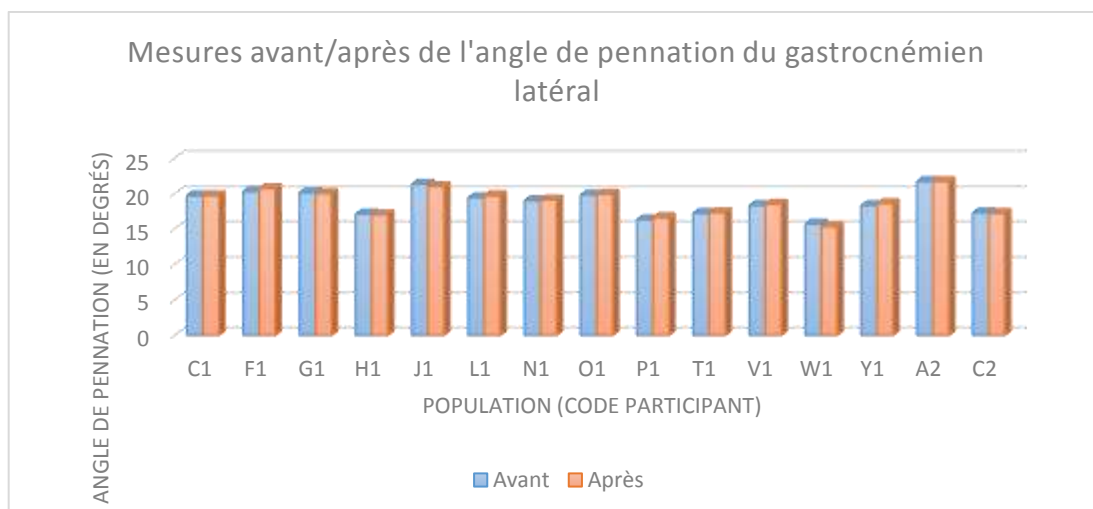
Tableau 15 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du gastrocnémien médial du groupe placebo

Nous remarquons que la moyenne de l'angle de pennation pour le gastrocnémien médial est passée de 21,913° avant la technique d'effleurage à 21,860° après celle-ci, soit une diminution de 0,053°.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que $p\text{-value} = 0,150$ et est donc **supérieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il n'y a **pas différence significative** entre les mesures réalisées avant et après effleurage.

5.4.1.2. Au niveau du gastrocnémien latéral



Graphique 12 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du gastrocnémien latéral du groupe placebo

Ces résultats montrent une très faible variation, voir même aucune entre les mesures réalisées avant et après manipulation chez un même individu.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Angle de pennation avant (°)	18,767	15,700	21,700	1,790
Angle de pennation après (°)	18,820	15,300	21,700	1,822

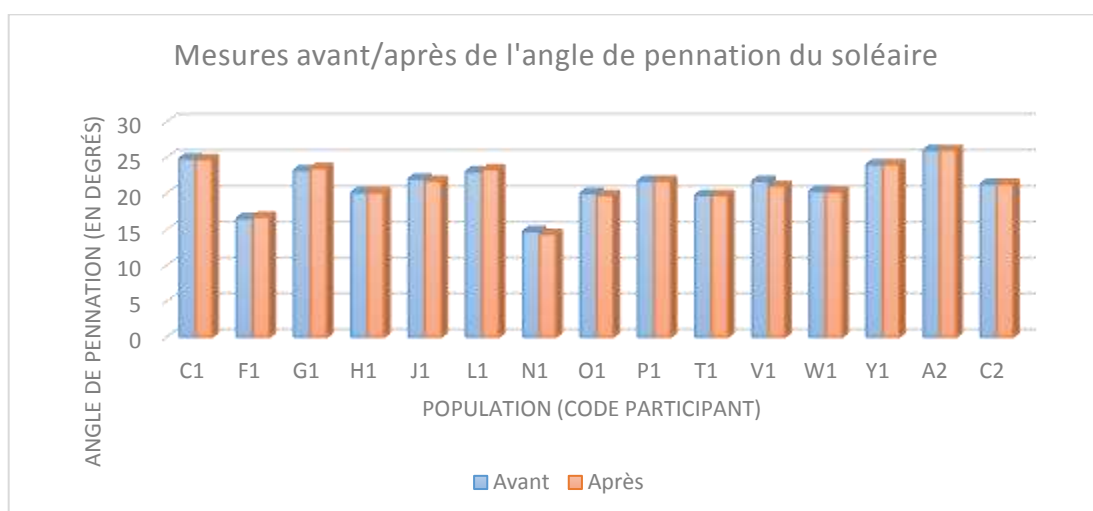
Tableau 16 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du gastrocnémien latéral du groupe placebo

Nous remarquons que la moyenne de l'angle de pennation pour le gastrocnémien latéral est passée de 18,767° avant la technique d'effleurage à 18,820° après celle-ci, soit une augmentation de 0,053°.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value = 0,383 et est donc **supérieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il n'y a **pas différence significative** entre les mesures réalisées avant et après effleurage.

5.4.1.3. Au niveau du soléaire



Graphique 13 : Mesures avant/après de l'angle de pennation du soléaire du groupe placebo

Ces résultats montrent une très faible variation, voir même aucune entre les mesures réalisées avant et après manipulation chez un même individu.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Angle de pennation avant (°)	21,267	14,700	26,000	2,955
Angle de pennation après (°)	21,193	14,300	26,000	3,023

Tableau 17 : Statistiques descriptives de l'angle de pennation du soléaire du groupe placebo

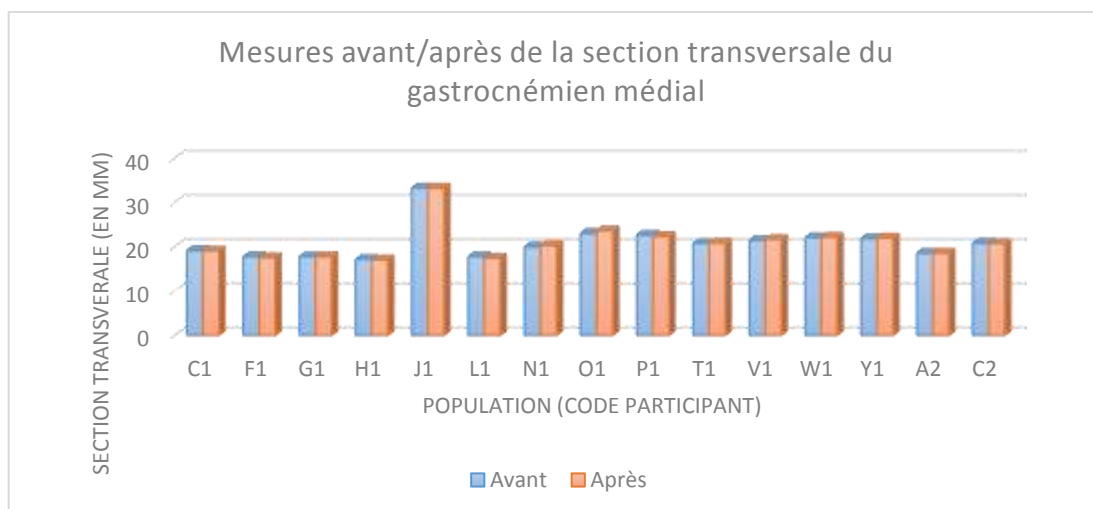
Nous remarquons que la moyenne de l'angle de pennation pour le soléaire est passée de 21,267° avant la technique d'effleurage à 21,193° après celle-ci, soit une diminution de 0,074°.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value = 0,303 et est donc **supérieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il n'y a **pas différence significative** entre les mesures réalisées avant et après effleurage.

5.4.2. Mesures par échographe de la section transversale

5.4.2.1. Au niveau du gastrocnémien médial



Graphique 14 : Mesures avant/après de la section transversale du gastrocnémien médial du groupe placebo

Ces résultats montrent une très faible variation, voir même aucune entre les mesures réalisées avant et après manipulation chez un même individu.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Section transversale avant (mm)	20,880	17,100	33,200	3,929
Section transversale après (mm)	20,900	17,000	33,200	3,988

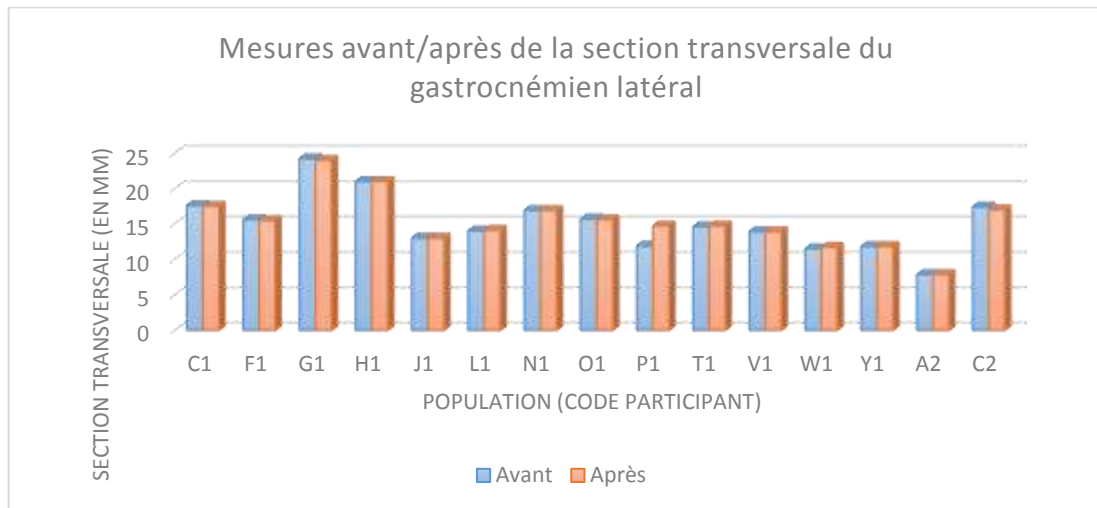
Tableau 18 : Statistiques descriptives de la section transversale du gastrocnémien médial du groupe placebo

Nous remarquons que la moyenne de la section transversale pour le gastrocnémien médial est passée de 20,880mm avant la technique d'effleurage à 20,900mm après celle-ci, soit une augmentation de 0,020mm.

Les conditions pour l'application du test de Student ne sont pas remplies car les deux échantillons ne suivent pas une loi normale. De ce fait, nous utilisons le test non paramétrique de Wilcoxon afin de réaliser notre analyse statistique.

Grâce au test de **Wilcoxon**, nous pouvons dire que $p\text{-value} = 0,774$ et est donc **supérieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il n'y a **pas différence significative** entre les mesures réalisées avant et après effleurage.

5.4.2.2. Au niveau du gastrocnémien latéral



Graphique 15 : Mesures avant/après de la section transversale du gastrocnémien latéral du groupe placebo

Ces résultats montrent une très faible variation, voir même aucune entre les mesures réalisées avant et après manipulation chez un même individu.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Section transversale avant (mm)	15,130	7,850	24,200	4,026
Section transversale après (mm)	15,283	7,850	24,000	3,861

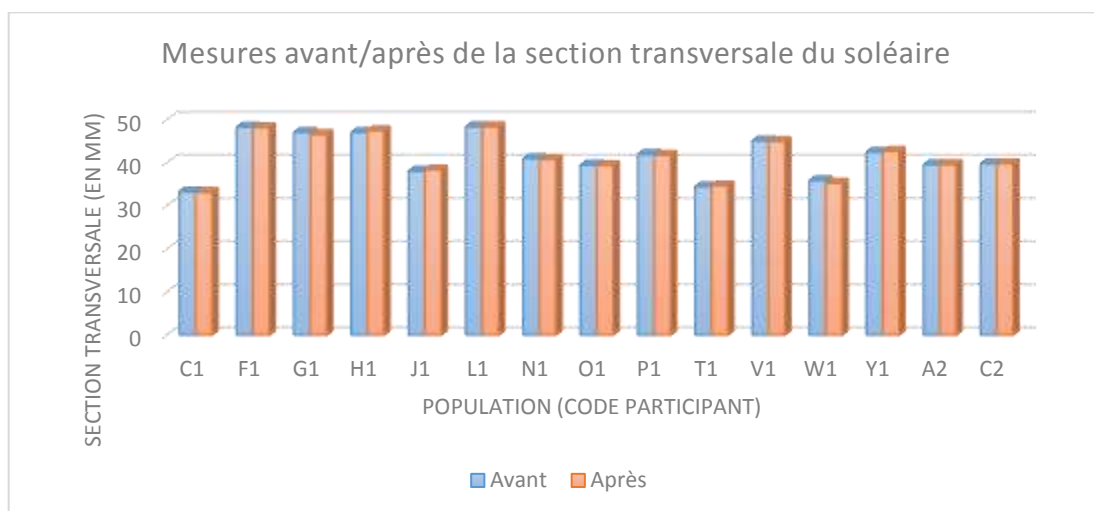
Tableau 19 : Statistiques descriptives de la section transversale du gastrocnémien latéral du groupe placebo

Nous remarquons que la moyenne de la section transversale pour le gastrocnémien latéral est passée de 15,130mm avant la technique d'effleurage à 15,283mm après celle-ci, soit une augmentation de 0,153mm.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que $p\text{-value} = 0,439$ et est donc **supérieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il n'y a **pas différence significative** entre les mesures réalisées avant et après effleurage.

5.4.2.3. Au niveau du soléaire



Graphique 16 : Mesures avant/après de la section transversale du soléaire du groupe placebo

Ces résultats montrent une très faible variation, voir même aucune entre les mesures réalisées avant et après manipulation chez un même individu.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Section transversale avant (mm)	41,380	33,200	48,300	4,933
Section transversale après (mm)	41,327	33,100	48,300	4,948

Tableau 20 : Statistiques descriptives de la section transversale du soléaire du groupe placebo

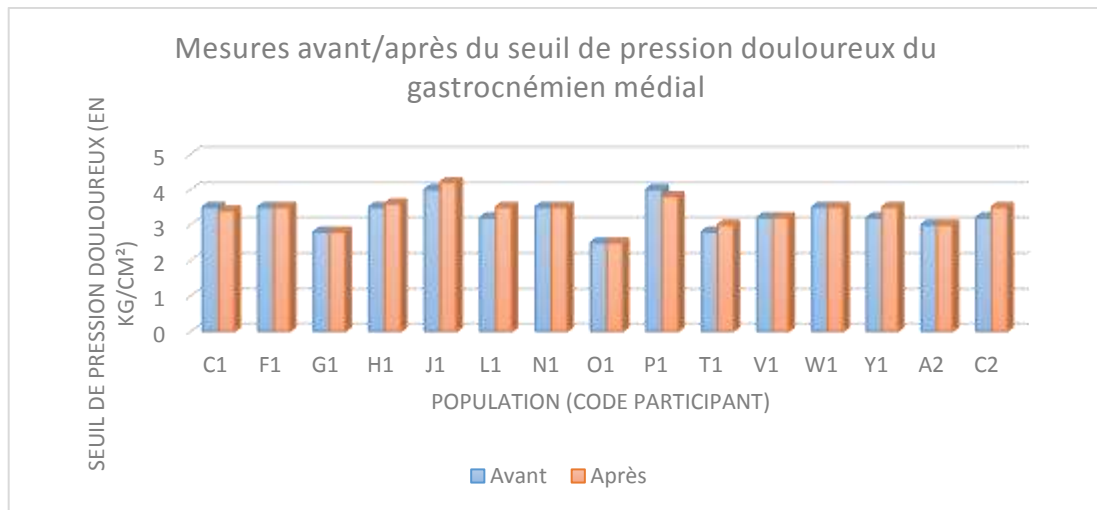
Nous remarquons que la moyenne de la section transversale pour le soléaire est passée de 41,380mm avant la technique d'effleurage à 41,327mm après celle-ci, soit une diminution de 0,053mm.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value = 0,456 et est donc **supérieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il n'y a **pas différence significative** entre les mesures réalisées avant et après effleurage.

5.4.3. Mesures par algomètre de pression

5.4.3.1. Au niveau du gastrocnémien médial



Graphique 17 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial du groupe placebo

Ces résultats montrent une très faible variation, voir même aucune entre les mesures réalisées avant et après manipulation chez un même individu.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Seuil de pression douloureux avant (kg/cm ²)	3,293	2,500	4,000	0,418
Seuil de pression douloureux après (kg/cm ²)	3,367	2,500	4,200	0,415

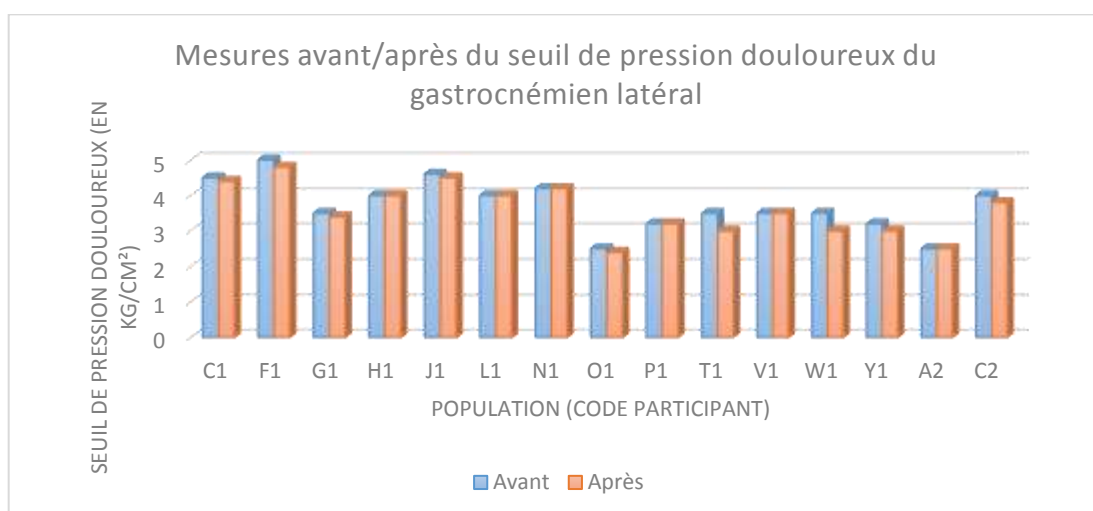
Tableau 21 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial du groupe placebo

Nous remarquons que la moyenne du seuil de pression douloureux pour le gastrocnémien médial est passée de 3,293 kg/cm² avant la technique d'effleurage à 3,367 kg/cm² après celle-ci, soit une augmentation de 0,074 kg/cm².

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value = 0,085 et est donc **supérieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il n'y a **pas différence significative** entre les mesures réalisées avant et après effleurage.

5.4.3.2. Au niveau du gastrocnémien latéral



Graphique 18 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral du groupe placebo

Ces résultats montrent une très faible variation, voir même aucune entre les mesures réalisées avant et après manipulation chez un même individu.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Seuil de pression douloureux avant (kg/cm ²)	3,713	2,500	5,000	0,717
Seuil de pression douloureux après (kg/cm ²)	3,580	2,400	4,800	0,734

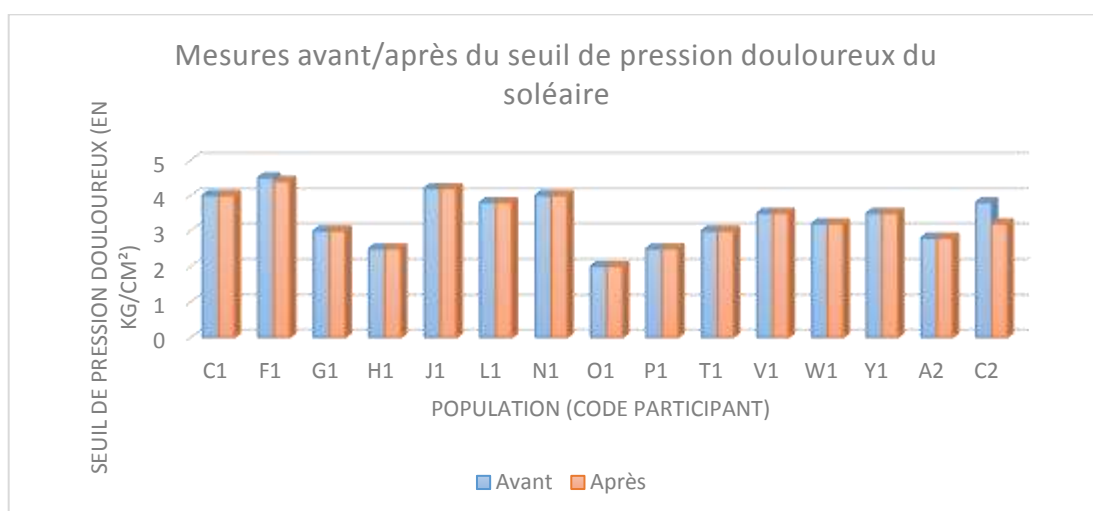
Tableau 22 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral du groupe placebo

Nous remarquons que la moyenne du seuil de pression douloureux pour le gastrocnémien latéral est passée de 3,713 kg/cm² avant la technique d'effleurage à 3,580 kg/cm² après celle-ci, soit une diminution de 0,133 kg/cm².

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value = 0,008 et est donc **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 1** et nous pouvons affirmer qu'il y a une **différence significative** entre les mesures réalisées avant et après effleurage.

5.4.3.3. Au niveau du soléaire



Graphique 19 : Mesures avant/après du seuil de pression douloureux de soléaire du groupe placebo

Ces résultats montrent une très faible variation, voir même aucune entre les mesures réalisées avant et après manipulation chez un même individu.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Seuil de pression douloureux avant (kg/cm ²)	3,353	2,000	4,500	0,716
Seuil de pression douloureux après (kg/cm ²)	3,307	2,000	4,400	0,694

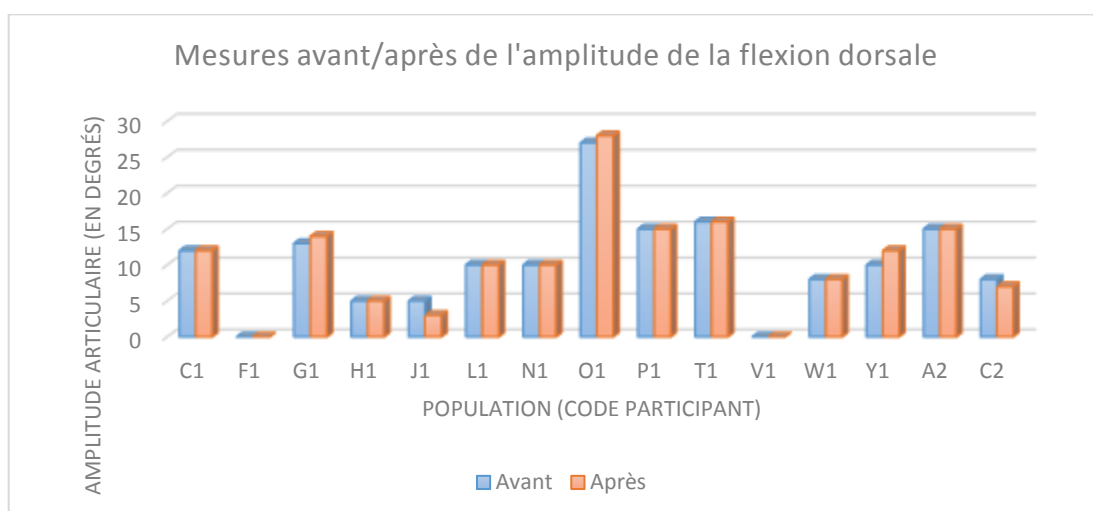
Tableau 23 : Statistiques descriptives du seuil de pression douloureux du soléaire du groupe placebo

Nous remarquons que la moyenne du seuil de pression douloureux pour le soléaire est passée de 3,353 kg/cm² avant la technique d'effleurage à 3,307 kg/cm² après celle-ci, soit une diminution de 0,046 kg/cm².

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value = 0,264 et est donc **supérieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il n'y a **pas différence significative** entre les mesures réalisées avant et après effleurage.

5.4.4. Mesures de l'amplitude en flexion dorsale



Graphique 20 : Mesures avant/après de l'amplitude articulaire en flexion dorsale du groupe placebo

Ces résultats montrent une très faible variation, voir même aucune entre les mesures réalisées avant et après manipulation chez un même individu.

Variable	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Amplitude de la flexion dorsale avant (°)	10,267	0,000	27,000	6,787
Amplitude de la flexion dorsale après (°)	10,333	0,000	28,000	7,168

Tableau 24 : Statistiques descriptives de l'amplitude de la flexion dorsale du groupe placebo

Nous remarquons que la moyenne de l'amplitude de flexion dorsale de la cheville est passée de 10,267° avant la technique d'effleurage à 10,333° après celle-ci, soit une augmentation de 0,066°.

Les conditions pour l'application du test de Student sont remplies car nos deux échantillons suivent une loi normale.

Grâce au test de **Student**, nous pouvons dire que p-value = 0,774 et est donc **supérieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il n'y a **pas différence significative** entre les mesures réalisées avant et après effleurage.

5.5. Comparaison entre les deux groupes

Evaluation statistique des différences retrouvées entre les mesures avant et après traitement des deux groupes.

	Groupe expérimental	Groupe placebo
Angle de pennation gastrocnémien médial (°)	2,373 ± 2,416	0,053 ± 0,136
Angle de pennation gastrocnémien latéral (°)	1,700 ± 1,527	-0,053 ± 0,229
Angle de pennation du soléaire (°)	2,707 ± 2,204	0,073 ± 0,266
Section transversale du gastrocnémien médial (mm)	0,413 ± 0,768	-0,020 ± 0,234
Section transversale du gastrocnémien latéral (mm)	0,829 ± 0,932	-0,153 ± 0,745
Section transversale du soléaire (mm)	1,900 ± 2,148	0,053 ± 0,270
Seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial (kg/cm ²)	-0,693 ± 0,610	-0,073 ± 0,153
Seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral (kg/cm ²)	-0,447 ± 0,530	0,133 ± 0,168
Seuil de pression douloureux du soléaire (kg/cm ²)	-0,453 ± 0,402	0,047 ± 0,155
Amplitude de la flexion dorsale (°)	-3,933 ± 3,150	-0,067 ± 0,884

Tableau 25 : Récapitulatif des différences observées avant et après traitement

5.5.1. Comparaison des différences des angles de pennations

Le test de Student a été utilisé pour l'analyse statistique concernant le gastrocnémien médial et le soléaire car les échantillons suivaient la loi normale. Pour l'analyse du gastrocnémien latéral nous avons eu recours au test de Mann-Whitney car un des deux échantillons ne suivait pas la loi normale.

Les résultats obtenus pour la comparaison des mesures avant/après traitement des angles de pennations sont :

- Pour le gastrocnémien médial ; p-value = 0,001
- Pour le gastrocnémien latéral ; p-value < 0,0001
- Pour le soléaire ; p-value < 0,0001

Nous pouvons dire que p-value est **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$) pour les trois muscles. Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il y a **une différence significative** entre les deux groupes.

5.5.2. Comparaison des différences des sections transversales

Le test de Student a été utilisé pour l'analyse statistique concernant le gastrocnémien médial car les échantillons suivaient la loi normale. Pour l'analyse du gastrocnémien latéral et du soléaire nous avons eu recours au test de Mann-Whitney les échantillons ne suivaient pas tous la loi normale.

Les résultats obtenus pour la comparaison des mesures avant/après traitement des sections transversales sont :

- Pour le gastrocnémien médial ; p-value = 0,046
- Pour le gastrocnémien latéral ; p-value < 0,0001
- Pour le soléaire ; p-value = 0,001

Nous pouvons dire que la p-value est **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$) pour les trois muscles. Dès lors, nous retenons l'**hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il y a **une différence significative** entre les deux groupes.

5.5.3. Comparaison des différences des seuils de pression douloureux

Le test de Mann-Whitney a été utilisé pour l'analyse statistique pour l'ensemble du triceps sural car les échantillons ne suivaient pas tous la loi normale.

Les résultats obtenus pour la comparaison des mesures avant/après traitement des seuils de pression douloureux sont :

- Pour le gastrocnémien médial ; p-value = 0,002
- Pour le gastrocnémien latéral ; p-value = 0,000
- Pour le soléaire ; p-value < 0,0001

Nous pouvons dire que p-value est **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$) pour les trois muscles. Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il y a **une différence significative** entre les deux groupes.

5.5.4. Comparaison des différences des amplitudes en flexion dorsale

Le test de Mann-Whitney a été utilisé pour cette analyse statistique car l'un des deux échantillons ne suivait pas la loi normale.

Le résultat obtenu pour la comparaison des mesures avant/après traitement des amplitudes en flexion dorsale est ; p-value < 0,001.

Nous pouvons dire que la p-value est **inférieure** au niveau de signification ($\alpha=0,05$). Dès lors, nous retenons **l'hypothèse 0** et nous pouvons affirmer qu'il y a **une différence significative** entre les deux groupes.

5.6. Interprétation des résultats

	Groupe expérimental avant-après	Groupe placebo avant-après	Comparaison groupe expérimental et placebo
Angle de pennation du gastrocnémien médial	Significatif	Non-significatif	Significatif
Angle de pennation gastrocnémien latéral	Significatif	Non-significatif	Significatif
Angle de pennation du soléaire	Significatif	Non-significatif	Significatif
Section transversale du gastrocnémien médial	Non-significatif	Non-significatif	Significatif
Section transversale du gastrocnémien latéral	Significatif	Non-significatif	Significatif
Section transversale du soléaire	Significatif	Non-significatif	Significatif
Seuil de pression douloureux du gastrocnémien médial	Significatif	Non-significatif	Significatif
Seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral	Significatif	Significatif	Significatif
Seuil de pression douloureux du soléaire	Significatif	Non-significatif	Significatif
Amplitude de la flexion dorsale	significatif	Non-significatif	Significatif

Tableau 26 : Récapitulatif des résultats statistiques pour les différentes analyses

L'ensemble des résultats statistiques sont disponibles en annexe (cf. Annexe 7)

Nous obtenons une différence significative sur l'ensemble des mesures réalisées avant et après traitement dans le groupe expérimental excepté au niveau de la section transversale du gastrocnémien médial où on obtient une p-value = 0,056 qui est légèrement supérieure au seuil significatif ($\alpha = 0,05$). Nous pouvons conclure en disant que la Kinésithérapie Analytique apporte bien des différences significatives sur presque l'ensemble des paramètres mesurés au niveau du triceps sural.

En ce qui concerne le groupe placebo, nous n'observons aucune différence significative sur les mesures faites avant et après traitement excepté au niveau du seuil de pression douloureux du gastrocnémien latéral ce qui peut s'expliquer par le fait que cette mesure est très subjective.

Nous pouvons aussi affirmer qu'il y a une différence significative sur les mesures avant/après de tous les paramètres étudiés entre les deux groupes.

Discussion

Le but de ce travail est d'étudier les variations de tension du triceps sural avant et après normalisation selon la Kinésithérapie Analytique. En effet, sur base des concepts théoriques de R. Sohier, de notre expérience clinique et de notre revue de la littérature, il nous semblait intéressant d'analyser cette problématique.

Pour cela, nous avons utilisé :

- l'échographe pour déterminer l'angle de pennation des fibres musculaires et la section transversale du muscle.
- l'algomètre de pression pour déterminer le seuil de pression douloureux du patient.
- Le goniomètre nous a permis d'objectiver les variations d'amplitudes.

1. Population

Nos échantillons regroupaient 30 étudiants de la Haute Ecole Provinciale de Hainaut Condorcet de Montignies-sur-Sambre, dont la plupart suivent la formation de kinésithérapie et ont reçu le cours de thérapie manuelle basé sur le concept Sohier. Nous nous demandons donc dans quelle mesure ces sujets sont influencés lors de l'évaluation « subjective » du seuil de pression douloureux. Malgré les références bibliographiques développées ci-dessous prouvant la fiabilité de l'algomètre, nous parlons d'évaluation « subjective » car nous dépendons de la volonté du patient pour nous avertir du seuil. En d'autre terme, nous ne pouvons pas vérifier les propos du sujet qui aurait pu nous avertir, de manière volontaire, bien après avoir atteint le seuil.

Par ailleurs, avoir une telle population nous a permis de réaliser l'étude au sein de l'école et donc dans un environnement identique pour chacun d'entre eux.

Les décentrages retrouvés étaient asymptotiques et donc minimales, ce qui ne nous a pas empêché d'obtenir des résultats. Il serait donc intéressant de venir réaliser une étude de ce type chez des personnes symptomatologiques et évaluer l'impact de la Kinésithérapie Analytique de la même manière.

2. Kinésithérapie Analytique

La Kinésithérapie Analytique que nous évaluons demande une grande dextérité manuelle qui s'acquiert par l'expérience. La normalisation articulaire du groupe expérimental était réalisée par Mr De Meur promoteur de cette étude et kinésithérapeute spécialisé en Kinésithérapie analytique, ce qui nous offre un avantage considérable.

3. La méthodologie

L'étude s'est déroulée en double aveugle ce qui représente un avantage non négligeable pour la fiabilité de nos résultats. Une fois la randomisation réalisée ni l'expérimentateur ni le sujet, n'ont été informés de la répartition et n'ont donc pas été influencés durant la prise de mesures.

L'idée première lors de la rédaction du protocole était de diviser la population en deux groupes pour avoir un groupe expérimental et un groupe témoin. Le but de constituer un groupe témoin était de n'avoir aucun impact sur les articulations étudiées ainsi que sur le triceps sural. Pour la validation de notre demande auprès du comité d'éthique d'Erasmus, nous avons modifié cette première approche et remplacé le groupe témoin par un groupe placebo. Nous avons décidé de réaliser de l'effleurage d'une durée identique à la normalisation articulaire sur ce dernier groupe. L'effleurage n'a aucune incidence au niveau articulaire, néanmoins nous ne pouvons pas négliger le possible impact mineur sur le corps musculaire. Cela pourrait donc être retenu comme un biais de notre étude.

4. Mesures échographiques

Pour notre étude nous avons utilisé l'échographe qui est un outil que l'on retrouve régulièrement lors d'études portant sur l'analyse musculaire car il apporte des mesures fiables au niveau de l'angle de pennation des fibres musculaires et de la section transversale du muscle.

Nous avons déjà cité différentes sources ayant utilisé l'échographie pour la mesure du triceps sural dans notre partie théorique. Retenons qu'il existe de multiples études utilisant cette technique pour le triceps sural ainsi que pour l'exploration d'autres structures musculaires. Nous retrouvons par exemple Hides & al. (2007), Javanshir, & al. (2011), Lin, & al. (2009),... pour l'exploration des structures musculaires du squelette axial.

Avant de débiter l'expérimentation, nous nous sommes penchés sur l'analyse de différents protocoles échographiques et nous avons finalement retenu celui proposé dans ce travail.

Mon promoteur formé à l'échographie m'a donné plusieurs conseils avisés concernant le fonctionnement et l'utilisation de l'échographie, et m'a fait une démonstration afin d'illustrer ses propos. S'en est suivi de longues heures passées à se familiariser et s'entraîner avec l'échographie où les prises de mesures ont été réalisées à maintes reprises, afin d'acquérir une maîtrise suffisante.

Schneebeli, & al. (2014) ont prouvé dans leur étude portant sur le muscle supra-épineux qu'il est possible d'utiliser correctement l'échographie même si cette pratique est nouvelle pour l'évaluateur. En effet, les personnes responsables de la prise de mesures n'avaient aucune expérience dans le domaine avant leur expérimentation et ont obtenu des résultats fiables sur le paramètre étudié qui était l'épaisseur musculaire.

À l'inverse, d'autres pensent qu'une formation complète ainsi que des compétences optimales dans le domaine sont nécessaires pour mettre de côté une mauvaise interprétation de l'image échographique. Demont, & al. (2016) en font partie, ils expliquent que les compétences du praticien sont dépendantes de différents paramètres comme ; la qualité de la formation, le type de sonde utilisé, la maîtrise de différentes conventions mais aussi de l'interprétation des images.

Lecoq, & al. (2005) affirment que la formation est nécessaire à la bonne utilisation de cet outil et qu'elle s'étend généralement sur deux mois comprenant une partie théorique très pointue ainsi qu'un stage pratique.

L'échographie a été réalisée de manière similaire chez chaque sujet, la position était identique et permettait un relâchement de l'ensemble du corps. Un système permettant de bloquer la cheville en position neutre était installé (cf. Figure 19 : Système permettant de bloquer la cheville). Cette position en décubitus ventrale est retrouvée dans les différents protocoles exposés dans la partie théorique.

Repérer les sites de placements de la sonde échographique ne s'est pas fait de manière aléatoire. Nous avons décidé de suivre le protocole de Kawakami, & al. (1998) qui placent la sonde où la surface musculaire est maximale. Pour réaliser notre tracé (cf. Figure 22 : Tracé pour les mesures échographiques) qui nous a permis de replacer la sonde exactement

au même endroit entre les mesures avant/après, nous avons été minutieux en utilisant un ruban pour être le plus précis possible.

Lors de l'application de la sonde contre la peau, nous pouvons influencer la taille du muscle si nous exerçons une pression trop importante. De la même manière, l'orientation de celle-ci nous donne des images totalement différentes de la structure musculaire. Nous nous sommes donc appliqué pour que la sonde n'exerce qu'une pression minimale sur la peau et qu'elle soit bien longitudinale aux fibres lors de la prise de mesure de l'angle de pennation et strictement transversale pour celle de la section transversale.

L'obligation de devoir utiliser un gel de contact pour cette technique, apporte une surface très glissante qui peut faire bouger la sonde très facilement. Lévenez, & al. (2009) ainsi que Abellanda, & al. (2006) ont utilisé un moule thermoformé en orfit qui permettait un placement optimal de la sonde échographique durant les prises de mesures. Malheureusement nous n'étions pas en possession d'un objet de ce type qui nous aurait permis d'avoir une reproductibilité optimale.

Par ailleurs pour augmenter la fiabilité de nos résultats, nous prenions les mesures à trois reprises afin d'en retenir la moyenne.

5. Mesures par algomètre de pression

Fransoo (2009) explique que l'algomètre de pression peut être utilisé afin d'objectiver la douleur lors d'examen clinique, de par sa fiabilité.

Malgré que ce soit un outil qui a prouvé par différentes études sa fiabilité, ses mesures peuvent être influencées par la manière dont l'examineur l'utilise. En effet, la pression doit être appliquée perpendiculaire au tissu et doit être faite de manière lente à une vitesse approximative de 1kg/cm²/s. Ayant appliqué la pression de manière manuelle et sans feedback, nous ne pouvons pas être certain d'avoir pu appliquer la pression de la même manière chez tout le monde et à la vitesse fixée par la convention.

Nous avons réalisé trois fois la mesure afin d'établir une moyenne que nous retenons pour l'analyse de nos résultats. Cette répétition de mesures est conseillée par Antonaci, & al.

(1998) afin d'éliminer une valeur qui pourrait être incorrecte par une mauvaise utilisation de l'algomètre.

A l'inverse, Reeves, & al. (1986) estiment que la répétition de la stimulation du seuil pourrait venir altérer la sensibilité du point de déclenchement. Dès lors, nous pourrions retenir cet avis comme biais dans notre prise de mesures.

Chaque participant été installé de la même manière, c'est-à-dire en décubitus ventral, les pieds dans le vide. Le système permettant de bloquer la cheville en position neutre aurait pu être utilisé afin d'apporter la reproductibilité sur l'ensemble de la population, mais nous avons choisi de ne pas nous en servir. En effet, cela aurait pu mettre le triceps sural dans un état de tension ou de pré-tension surtout chez les personnes très raides et ainsi influencer nos mesures.

Tous les points étaient localisés à la palpation en se basant sur les localisations décrites par Travell & Simons (1999) et marqués d'une croix. Aucune formation n'a été réalisée pour la localisation des trigger points.

6. Pistes pour des études futures

L'ensemble des sujets de cette expérimentation présentait une restriction de la flexion dorsale de cheville. Cette restriction se retrouve lors d'un décentrage au niveau de la talo-crurale et/ou de la subtalaire. Durant l'expérimentation nous avons à titre indicatif relevé les différentes perturbations présentes chez chaque sujet. Nous avons remarqué qu'un positionnement en excès vers l'avant du tibia était la cause principale de notre restriction en flexion dorsale. La limitation du valgus était la seconde cause la plus retrouvée.

Dans cette étude nous n'avons pas fait de dissociation entre ces deux articulations, nous ne sommes donc pas en mesure de définir si une des deux articulations à un impact plus important sur le triceps sural.

Dès lors, réaliser le même type d'étude mais en ne ciblant qu'une articulation pourrait venir compléter notre analyse.

Il serait intéressant de réaliser cette étude sur une population présentant des décentrages plus importants, et analyser si les résultats sont identiques à ceux que nous avons retrouvés. Utiliser un échantillon plus important permettrait d'apporter de la robustesse aux résultats.

Aussi nous ne sommes pas sans savoir qu'il existe des différences physiologiques entre l'homme et la femme. Nous pourrions donc imaginer une étude reprenant un échantillon strictement féminin ou masculin afin d'éliminer les différentes variations et obtenir peut être des résultats plus significatifs.

Nous avons, dans la partie théorique, parlé de la tendinopathie Achilléenne pouvant être la conséquence d'une perturbation mécanique non traitée de la région étudiée. Néanmoins, cette pathologie ne se développe pas que dans ce cas. Une étude reprenant un échantillon exclusivement composé de personnes présentant cette tendinopathie pourrait aussi être envisagée.

N'oublions pas que l'ensemble des mesures réalisées n'ont pas été faites par des spécialistes, ce qui a pu biaiser notre analyse. Recommencer cette étude avec des professionnels pourrait donc amener des résultats bien plus objectifs que ceux-ci.

Conclusion

L'objectif de ce mémoire était de déterminer l'impact au niveau du triceps sural de la prise en charge de la talo-crurale et/ou de la subtalaire par la Kinésithérapie Analytique chez les personnes présentant une restriction de flexion dorsale.

Nous observons une différence significative sur l'angle de pennation des trois muscles, sur la section transversale du gastrocnémien latéral et du soléaire mais pas du gastrocnémien médial. Le seuil de pression douloureux ainsi que l'amplitude de la flexion dorsale présentent aussi une différence significative entre les mesures réalisées avant et après.

Nous pouvons donc affirmer que la Kinésithérapie Analytique permet de lever les tensions au niveau du triceps sural malgré que la différence ne soit pas significative pour le gastrocnémien médial. La p-value retrouvée pour ce muscle est légèrement supérieure (p-value = 0,056) au seuil significatif α de 0,05, pouvant s'expliquer par le manque d'expérience pour l'utilisation des outils de mesures choisis lors de cette étude.

Comme abordé dans la discussion, des études futures pourraient venir compléter ce travail pour déterminer lequel des deux décentrages étudiés (talo-crurale ou subtalaire) a un impact plus important sur le triceps sural.

Actuellement, la Kinésithérapie Analytique ne possède pas encore de niveau de preuve suffisant mais les études de ce type peuvent appuyer son efficacité. Développer d'avantage ce concept dans le monde de la kinésithérapie a tout son intérêt.

Bibliographie

➤ Ouvrages

Bonneau D., Herisson C., & Vautravers, P. (2015). *Médecine du Sport et Thérapies manuelles, Le pied et la cheville*. Montpellier : Sauramps Médical.

David, G., Simons, M.D. (1987). Myofacial Pain Syndrome Due to Trigger Points. International rehabilitation medicine association. *Monographs of the International Rehabilitation Medicine Association*, (Série n°1)

Dagon, N., Frossard, P., Malsk, M., & Richli Meystre, N. (2004). *Cours d'échographie, Techniques échographique, Appareillage*. Lausanne : Hecvsanté.

Dufour, M., & Pillu, M. (2006). *Biomécanique fonctionnelle : rappels anatomiques, stabilités, mobilités, contraintes : membres, tête, tronc*. Nantes : Elsevier Masson

Jacobson, J.A. (2013). *Fundamentals of musculoskeletal ultrasound* (2è ed.). Philadelphia : Elsevier Saunders.

Klein, P., Sommerfeld, P. & Meddeb, G. (2008). *Biomécanique des membres inférieurs*. Elsevier Masson

Maitland, GD. (1988). *Articulations périphériques : évaluation, examen et traitement par le mouvement passif*. Lausanne : Payot.

Péninou, G., & Tixa, S. (2008). *Les tensions musculaires : diagnostic au traitement*. Paris : Editions Masson.

Polak, J. (s.d.) *Physiologie de la Brady-Myothérapie*. Consulté sur <http://docplayer.fr/74158456-Bases-physiologiques-de-la-brachy-myotherapie.html>

Sohier, R., & Sohier, J. (2000). *Concept Sohier, Justification fondamentale de la réharmonisation biomécanique des lésions dites "ostéopathiques"*. La Louvière : Kiné-Sciences.

Sohier, R. (2001). *De la cybernétique qui gère la machine humaine à la kinésithérapie analytique de la gonarthrose*. La Louvière, Hainaut, Belgique : Kiné-Sciences.

Travell, J., & Simons, D. (1999). *Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual : Vol. 2. The Lower extremities* Baltimore : Williams & Wilkins.

➤ **Mémoires ou thèses :**

Wilmer, E. (2010). *Points de déclenchement myofascial : les effets de la compression ischémique manuelle sur le seuil de la douleur et le contrôle du mouvement du membre supérieur* (Thèse de master). Université d'Orléans, Orléans.

➤ **Articles**

Abellaneda, S., Guissard, N., Duchateau, J., (2006). Relation entre les modifications de l'architecture musculo-tendineuse et le développement de la tension pendant l'étirement passif du triceps sural. *Kinésithérapie, la revue*, 6(53), 29-33. doi : 10.1016/S1779-0123(06)70151-6

Antonaci, F., Sand, T., & Lucas, G. (1998). Pressure algometry in healthy subjects : inter-11. examiner variability. *Scand J Rehab Med*, 30(1), 3-8. doi : 10.1080/003655098444255

Barette, G., Cerioli, A., Dufour, X., Barillex, F., (2011). Traiter les tensions musculaires en thérapie manuelle. *Kinésithérapie scientifique*, (519), 5-9. Consulté sur <https://www.itmp.fr/wp-content/uploads/2013/08/KS519P05.pdf>

Beggs, I., Bianchi, S., Bueno, A., Cohen, M., Court-Payen, M., Grainger, A., (...) Silvestri, E. (2010). Musculoskeletal Ultrasound Technical Guidelines. *European Society of Musculoskeletal Radiology*, 1(13), 99-141. doi : 10.1007/s13244-010-0032-9

Ben Jeddou, I., Yahia, AR., Rahali, H., Dziri, C., & Ben Salah, FZ. (2018). Effets de l'entraînement pliométrique sur les propriétés mécaniques et géométriques du système muscle-tendon des fléchisseurs plantaires. *Science & Sports*. doi : 10.1016/j.scispo.2017.11.006

Beyerlein, C. (2008). Le concept Mulligan : Preuves cliniques et formation. *Kinésithérapie, la Revue*, 8 (82), 27-31. doi : 10.1016/S1779-0123(08)70662-4

Bonneau, D. (s.d.). Principes du traitement manuel des pathologies mécaniques du membre inférieur. Consulté sur https://ecitydoc.com/download/principes-du-traitement-manuel-du-membre-inferieur_pdf

Busson, J., Thelen, P. (2000). Echographie des muscles et des tendons. *Journal de radiologie*, 81(3), 317. doi : JR-03-2000-81-3-0221-0363-101019-ART2

Callens, C. (2006). Concept Maitland et articulation coxo-fémorale. *Kinésithérapie, la Revue*, 6(54), 13-18. doi : 10.1016/S1779-0123(06)70171-1

Callens, C. (2012). Mobilisation passive de la cheville selon les techniques de Maitland. *Kinésithérapie, la Revue*, 12(130), 17-28. doi : 10.1016/j.kine.2012.07.024

Charlot-Lambrecht, I., Brochot, P., Noblet, H., Varoquier, C. & Eschard, JP. (2009). Neurogenic muscle hypertrophy. *Joint Bone Spine*, 76(4), 401-403. doi : 10.1016/j.jbspin.2008.10.014

Courthaliac, C., Lhoste-Trouilloud, A., & Peetrons, P. (2005). Echographie des muscles. *Journal de radiologie*, 86(12), 1859-1867. doi : 10.1016/S0221-0363(05)81536-7

Demont, A., & Lemarinel, M. (2016). Enjeux des limites et erreurs potentielles d'interprétation lors de l'utilisation de l'échographie musculo-squelettique en rééducation. *Kinésithérapie scientifique*, (574), 43-49.

Demont, A., & Lemarinel, M. (2017). Echographie en rééducation musculo-squelettique et neuro-musculaire. *Kinésithérapie, la revue*, 17 (182), 28-40. doi : 10.1016/j.kine.2016.11.006

Demont, A., & Lemarinel, M. (2017). L'échographie musculo-squelettique du membre inférieur : sémiologie et applications échographiques en présence d'un syndrome fémoro-patellaire. *Kinésithérapie scientifique*, (586), 37-45.

Demont, A., & Lemarinel, M. (2017). L'échographie musculo-tendineuse : sémiologie et applications échographiques dans le cadre de lésions musculaires. *Kinésithérapie scientifique*, (591), 49-56.

Demont, A. & Lemarinel, M. (2018). L'échographie musculo-tendineuse en rééducation : un outil prédictif ?. *Kinésithérapie scientifique*, (595), 41-50.

Fransoo, P. (2009). Pressure algometry, *Kinésithérapie, la revue*, 9 (95), 44-47, doi : 10.1016/S1779-0123(9)70066-X

Idy-Peretti, I. (2009). Evolution de l'imagerie par résonance magnétique. *IRBM*, 30 (2), 53-59. doi : 10.1016/j.irbm.2008.12.006

Garcia, E., Godoy-Izquierdo, D., Gody, J. F., Perez, M., & Lopez-Chicheri, I. (2007). Gender differences in pressure pain threshold in a repeated measures assessment. *Psychology, Health & Medicine*, 12(5), 567-579. doi : 10.1080/13548500701203433

Gerwin, R., Shannon, S., Hong, C-Z., Hubbard, D, Gevirtz, R. (1997). Interrater reliability in myofascial trigger point examination, *Pain*, 69 (1), 65-73. doi : 10.1016/S0304-3959(96)03248-4

Ghossoub, P., Dufou, X., Barette, G., & Montigny, J-P. (2009). Mobilisations spécifiques de la cheville et du pied. *Kinésithérapie, la revue*, 9 (92-93), 21-24. doi : KINE-08-09-2009-9-92-93-1779-0123-101019-200906396

Grieve, R., Cranston, A., Henderson, A., Rachel, J., Malone, G., Mayall, C. (2013). The immediate effect of triceps surae myofascial trigger point therapy on restricted active ankle joint dorsiflexion in recreational runners : A crossover randomised controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17(4), 453-461. doi : 10.1016/j.jbmt.2013.02.001

Guérin, C., Frulio, N., Martin, P-V., & Trillaud, H. (2016). Analyse de l'effet du massage sur le relâchement musculaire chez le coureur cycliste par élastographie ? *Kinésithérapie, la Revue*, 16 (174), 3-11. doi : 10.1016/j.kine.2016.03.071

Haye, M. (2007). La kinésithérapie analytique, thérapie manuelle selon le concept de Sohier, *Profession Kinésithérapeute*, 15, 5-8. Consulté sur <http://www.kineduc.be/sohier.htm>

Hides, J. A., Miokovic, T., Belavy, D. L., Stanton, W. R., & Richardson, C. A. (2007). Ultrasound Imaging Assessment of Abdominal Muscle Function During Drawing-in of the Abdominal Wall : An Intrarater Reliability Study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 37(8), 480-486. doi : 10.2519/jospt.2007.2416

Javanshir, K., Mohseni-Bandpei, M.A., Rezasoltani, A., Amiri, M., & Rahgozar, M. (2011). Ultrasonography of longus colli muscle: a reliability study on healthy subjects and patients with chronic neck pain. *Journal of Bodywork Movement Therapies*, 15(1), 50-56. doi : 10.1016/j.jbmt.2009.07.005

Kawakami, Y., Ichinose, Y., & Fukunaga, T. (1998). Architectural and functional features of human triceps surae muscles during contraction. *Journal of Applied Physiology*, 85(2), 398-404. doi : 10.1152/jappl.1998.85.2.398.

Khan, KM., Cook, JL., Kiss, ZS., Visentini, PJ., Fehrmann, MW., Harcourt, PR., Tress, BW., & Wark, JD. (1997). Patellar tendon ultrasonography and jumper's knee in female basketball players: a longitudinal study. *Clin J sport Med.*, 7 (3), 199-206. doi : 10.1097 / 00042752-199707000-00009

- Kinser, A., Sands, W., & Stone, M-H. (2009). Reliability and Validity of a Pressure Algometer. *The journal of strength and conditioning research*, 23 (1), 312-314. doi : 10.1519 / JSC.0b013e31818f051c
- Kirchgesner, T., Larbi, A., Omoumi, P., Malghem, J., Zamali, N., Manelfe, J., ... (2014). Drug-induced tendinopathy : from physiology to clinical applications. *Joint Bone Spine*, 81 (6), 485-492. doi : 10.1016/j.jbspin.2014.03.022
- Lecoq, B., Fournier, L., Canteni, M., Morin, F., Marcelli, C. (2005). Echographie en rhumatologie, *EMC- Rhumatologie-Orthopédie*, 443-469. doi : 10.1016/S0246-0521(05)30370-06
- Lévénéz, M., Timmermans, B., Duchateau, J. (2009). Effet du crochetage myo-aponévrotique du triceps sur la tension passive et l'architecture musculaire à l'étirement. *Kinésithérapie, la revue*, 9 (92-93), 56-61. doi : 10.1016/S1779-0123(09)74708-4
- Lin, Y.J., Chai, H.M., Wang, S.F. (2009). Reliability of thickness measurements of the dorsal muscles of the upper cervical spine: an ultrasonographic study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39 (12), 850-857. doi : 10.2519/jospt.2009.3005
- Maffulli, N., Longo, UG., Loppini, M., Spiezia, F., & Denaro, V. (2010). New options in the management of tendinopathy. *Journal of Sports Medicine*, 1, 29-37. Consulté sur <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3781852/>
- Maganaris, C. N., Baltzopoulos, V., & Sargeant, A. J. (1998). In vivo measurements of the triceps surae complex architecture in man : implications for muscle function. *The Journal of Physiology*, 512(2), 603-614. doi : 10.1111/j.1469-7793 ?1998.603be.x
- Melzack, R., Stillwell, D-M., & Fox, E-J. (1997). Trigger points and acupuncture points for pain : Correlations and implications. *Pain*, 3(1), 3-23. doi : 10.1016 / 0304-3959 (77) 90032-X

Ménétrier, A., Terrillon, A., Caverot, M., Mourot, L., & Tordi, N. (2014). Effets d'une compression élastique portée au cours et au décours du Trail des Forts de Besançon. *Kinésithérapie, la revue*, 14 (149), 35-41. doi : 10.1016/j.kine.2014.01.010

Mrani Zentar, A., Sebti, G., Alj, S., Jalal, H., Ouali Idrissi, M., & Cherif Idrissi Ganouni, N. (2015). Artéfacts et images pièges en échographie. *Feuillets de Radiologie*, 55 (6), 329-335. doi : 10.1016/j.frad.2015.05.006

Niglis, L., Collin, P., Dosch, J-C., Meyer, N., & Kempf, J-F. (2017). Étude IRM de la reproductibilité intra- et inter-observateur de la cicatrisation des ruptures de la coiffe des rotateurs opérées et revues à plus de 10 ans selon la classification de Sugaya. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, 103 (6), 582-586. doi : 10.1016/j.rcot.2017.06.021

Pillen, S., & Van Alfen, N., (2011). Skeletal muscle ultrasound. *Neurological Research*, 33 (10), 1016-1024. doi : 10.1179/1743132811Y.0000000010

Reeves, J. L., Jaeger, B., & Greff-Radford, S. B. (1986). Reliability of the Pressure Algometer as a Measure of Myofascial Trigger Point Sensitivity. *Pain*, 24 (3), 313-321. doi : 10.1016/0304-3959(86)90117-X

Riquier, S. (2016). Comment insérer l'échographie dans un processus de diagnostic différentiel physiothérapique : apports de la Physio-Echographie-Fonctionnelle à travers deux cas cliniques de gonalgie. *Kinésithérapie, la Revue*, 17 (182), 71-80. doi : 10.1016/j.kine.2016.11.010

Riquier, S. (2017). Vraie douleur neuropathique du nerf suprascapulaire et fausse tendinopathie de la coiffe des rotateurs ; bien utiliser l'échographie fonctionnelle pour étayer un diagnostic différentiel physiothérapique et cibler la thérapie manuelle. *Kinésithérapie, la Revue*, 17 (184), 69-70. doi : 10.1016/j.kine.2017.02.073

Schneebeli, A., Egloff, M., Giampietro, A., Clijsen, R., & Barbero, M. (2014). Rehabilitative ultrasound imaging of the supraspinatus muscle Intra- and interrater

reliability of thickness and cross-sectional area. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 18(2), 266-272. doi : 10.1016/j.jbmt.2013.09.009

Serratrice, G. (2010). Contractures musculaires. *EMC - Kinésithérapie - Médecine Physique - Réadaptation*, 7(1), 1-10. doi : 10.1016/S1283-0887(11)56646-0

Silvestre, A., Peuchant, A., Bausset, O., Magalon, J., Magalon, G., & Serratrice, N. (2014). Achilles tendinopathy recovery after a single autologous PRP injection monitored by ultrasound. *Journal de Traumatologie du Sport*, 31 (2), 94-100. doi : 10.1016/j.jts.2014.03.004

Stanish, WD., Rubinovich, RM., & Curwin, S. (1986). Eccentric Exercise in Chronic Tendinitis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (208), 65-68. doi : 10.1097/00003086-198607000-00014

Steichen, O., Amerie, A. (2010). Crampes. *EMC - Traité de Médecine AKOS*, 5 (3), 1-8. doi : 10.1016/S1634-6939(10)49845-2

Tan, A. (2003). Imaging of the musculoskeletal system : magnetic resonance imaging, ultrasonography and computed tomography. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 17 (3), 513-528. doi : 10.1016/s1521-6942(03)00021-4

Thévenin, F., Morvan, H., Guérini, R., Campagna, V., Feydy, A., & Drapé, J-L. (2012) Imagerie de la jambe. Technique d'exploration et anatomie en coupe. *EMC - Radiologie et Imagerie Médicale - Musculosquelettique - Neurologique - Maxillofaciale*, 7(3), 1-12. doi : 10.1016/S1879-8551(12)58665-3

➤ **Site internet**

Dosili, G. (s.d.). *Echogénicité*. Consulté le 18 novembre 2018 sur <https://www.medelli.fr/glossaire-medical/echogenicite/>

Haye, M. (2007). *La Kinésithérapie Analytique thérapie manuelle selon le Concept Sohier*. Consulté le 20 septembre 2018 sur <http://www.kineduc.be/sohier.htm>

Institut International de Kinésithérapie Analytique : Concept Sohier. (s.d.). *Concept Sohier*. Consulté le 16 novembre 2018 sur <http://kinesitherapie-analytique-sohier.com/index.php?page=accueil>

medTandem. (s.d.). *Les types de sondes*. Consulté le 19 décembre, 2018 sur <http://www.medtandem.com/fr/equipement/types-de-sondes>

Polak, J. (s.d.). *Bases physiologiques de la myothérapie*. Consulté le 1 mai 2019 sur <http://myo.migraine.free.fr/basesmyo.htm>

Remillieux, M. (2015). *La biomécanique et cinématique de la cheville*. Consulté le 10 novembre 2018 sur <http://www.blog-elsevier-masson.fr/2015/10/la-biomecanique-et-cinematique-de-la-cheville/>

➤ **Cours**

De Meur, T. (2016-2017). *Ortho-traumatologie*. Syllabus, HEPH Condorcet.

Bryssinck, F-X. (2016-2017). *Thérapie manuelle*. Syllabus, HEPH Condorcet.

Malagnino, P. (2016-2017). *Goniométrie*. Syllabus, HEPH Condorcet.

Schepers, V. (2015-2016). *Physiologie générale, spéciale et du mouvement*. Syllabus, HEPH Condorcet.

Schepers, V. (2015-2016). *Principes généraux de la kiné 2*. Syllabus, HEPH Condorcet.

Schepers, V. (2018-2019). *Enseignement clinique*, Syllabus, HEPH Condorcet.