



Institut de Formation Supérieure en Ostéopathie de Rennes

Effet de la manipulation structurelle
articulaire de la première côte sur le flux
sanguin de l'artère radiale mesuré par
écho-Doppler

DELOGE
François

PROMOTION 10
Année 2018-2019



Bretagne Ostéopathie SARL.
Parc Monier - Bât Artémis - 167A, Rue de Lorient • 35000 RENNES • Tél. : 02 99 36 81 93 • Fax : 02 99 38 47 65
www.bretagne-osteopathie.com • contact@bretagne-osteopathie.com
CODE APE 8559A - N° Siret 504 423 302 00026 - Agrément Ministériel N° 2015-07
Déclaration d'activité enregistrée sous le n°53350846435 auprès du préfet de la région Bretagne. (Ce n° ne vaut pas agrément de l'état).

REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements aux personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail :

A Bastien Stéphane, tuteur de ce mémoire, pour ces précieux conseils, pour tout le travail accompli et le temps passé sur ce mémoire.

A Madame le Docteur Choquet Clarisse, d'avoir fait honneur à la réalisation de ce mémoire. Je tiens ici à lui présenter l'expression de mes sincères remerciements.

A Devault Damien (PhD), pour sa relecture et ses critiques constructives.

A Faustine, Marie, Grégory, Kévin et toutes les personnes qui ont généreusement donné de leur temps pour participer à ce mémoire.

Un grand merci à tous les enseignants qui ont su m'apporter leur passion de l'ostéopathie.

Sur le plan personnel, je tiens à remercier :

Tous mes amis rencontrés durant ces cinq années sur qui je peux compter, et merci à eux pour cette amitié qui n'est pas prête de s'arrêter.

Toutes les personnes qui nous entourent, pour leur aide et leur présence.

Mes beaux-parents, pour leur bienveillance.

Mes parents et mes frères pour leur soutien inconditionnel.

Mes enfants, Lilian et Léandre, pour leur joie de vivre et leurs beaux sourires.

Fanny, pour m'avoir accompagné durant ces cinq années, pour avoir toujours cru en moi, et encore merci à elle, pour son amour et son soutien depuis plus de dix ans.

Un Grand Merci à Tous ...

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS	6
TABLE DES FIGURES	7
TABLE DES TABLEAUX.....	8
1 INTRODUCTION.....	9
2 PROBLEMATIQUE	10
2.1 Le Modèle Fondamental de l'Ostéopathie Structurale	10
2.1.1 Définition de la lésion.....	10
2.1.2 Objectivation de la lésion	11
2.1.3 Conséquence de la lésion	11
2.1.4 La manipulation structurale.....	12
2.1.5 Effet des manipulations	13
2.2 La voie neurovasculaire	15
2.2.1 Description de la voie efférente neurovasculaire à destination du membre supérieur	16
2.2.2 La voie afférente et constitution de l'arc réflexe métamérique	18
2.2.3 La voie neurovasculaire et la première côte	21
2.2.4 La voie neurovasculaire et la vasomotricité.....	23
2.3 État de la littérature.....	25
2.3.1 Articles scientifiques	25
2.3.2 Études au sein de Bretagne Ostéopathie	27
3 HYPOTHESE	29
4 MATERIEL ET METHODE	30
4.1 Matériel.....	30
4.1.1 Outils d'évaluations :.....	30
4.1.1.1 L'écho-doppler	30
4.1.1.2 L'Echelle Visuelle Analogique	30
4.1.1.3 Fiche de consentement éclairé	30
4.2 Méthode	31
4.2.1 Population.....	31
4.2.1.1 Critères d'inclusions.....	31
4.2.1.2 Critères d'exclusions.....	31

4.2.1.3	Répartition de la population	32
4.2.2	Protocole.....	32
5	RESULTATS	35
5.1	Analyse descriptive de la population.....	35
5.2	Analyse des valeurs appariées.....	36
5.2.1	Groupe lésionnel.....	36
5.2.1.1	Analyse descriptive des variables du groupe lésionnel	36
5.2.1.2	Analyse statistique des variables du groupe lésionnel	38
5.2.2	Groupe Non lésionnel	39
5.2.2.1	Analyse descriptive des variables du groupe non lésionnel	39
5.2.2.2	Analyse statistique des variables du groupe non lésionnel	40
5.2.3	Groupe Témoin.....	41
5.2.3.1	Analyse descriptive des variables du groupe non lésionnel	41
5.2.3.2	Analyse statistique des variables du groupe témoin	42
5.3	Analyse des valeurs Intergroupes	43
5.4	Synthèse des résultats.....	44
6	DISCUSSION	45
6.1	Analyse des résultats :.....	46
6.2	Place de la lésion tissulaire réversible	50
6.3	Limites et points forts de l'étude.....	50
6.3.1	Population.....	50
6.3.2	Protocole.....	51
6.3.3	Durée de suivie.....	51
6.3.4	Choix du lieu et de la technique de manipulation	51
6.3.5	Les expérimentateurs	52
6.3.6	Outil de mesure et choix de l'artère	52
6.4	Apports de l'étude.....	53
6.5	Perspectives de l'étude	53
7	CONCLUSION	54
8	BIBLIOGRAPHIE	55
9	ANNEXES	59
TABLE DES ANNEXES.....		59
9.1	Annexe 1 : La boucle réflexe manipulative	60
9.2	Annexe 2 : Modélisation de l'effet de la manipulation selon Bialosky JE.....	61
9.3	Annexe 3 : Classification et fonctionnalité des zones de Rexed.	62
9.4	Annexe 4 : Régulation du système cardiovasculaire	63

9.5	Annexe 5 : Artère Radiale	65
9.6	Annexe 6 : Explication du tracé doppler.....	68
9.7	Annexe 7 : Résumé d'articles scientifiques	70
9.8	Annexe 8 : Echelle Visuelle Analogique	75
9.9	Annexe 9 : Formulaire de consentement éclairée et lettre d'information.	76
9.10	Annexe 10 : Test de Résistance.....	78
9.11	Annexe 11 : Fiche clinique	79
9.12	Annexe 12 : Description de la manipulation en regard de la première côte.	80
9.13	Annexe 13 : Caractéristiques de la population	82
9.14	Annexe 14 : Tableau du recueil des données.....	83
10	RESUME.....	85

LISTE DES ABREVIATIONS

CE : Conductance électrodermale

IFSOR : Institut de Formation Supérieure en Ostéopathie de Rennes

IR : Indice de résistance

K1 : Première côte

LTR : Lésion Tissulaire Réversible

MFOS : Modèle Fondamental de l'Ostéopathie Structurale

SNA : Système Nerveux Autonome

SNO : Système Nerveux Orthosympathique

TC : Tissu Conjonctif

TCu : Température cutanée

TR : Test de résistance

VD : Vitesse diastolique

VFC : Variabilité de la Fréquence Cardiaque

VS : Vitesse systolique

ZIL : Zone intermédiaire latérale

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma de l'effet de la manipulation selon JÄNIG W	13
Figure 2 : Innervation des vaisseaux sanguins ; schéma de la voie orthosympathique	17
Figure 3 : schéma représentant le réflexe somato-viscérale	18
Figure 4 : La moelle épinière , un organe intégrateur	19
Figure 5 : schéma d'une facilitation segmentaire	20
Figure 6 : Schéma de l'articulation costo-transversaire et ganglion caténaire	21
Figure 7 : Schéma des niveaux d'intégration du SNO	22
Figure 8 : Schéma de l'action sympathique sur le calibre des vaisseaux	24
Figure 9 : Organigramme : Déroulement du protocole expérimental	33
Figure 10 : Histogramme des valeurs du groupe lésionnel	36
Figure 11 : Box-plot des vitesses diastoliques par groupes	38
Figure 12 : Histogramme des valeurs du groupe non lésionnel	39
Figure 13 : Histogramme des mesures du Témoin	41
Figure 14 : Box plot de la différence des vitesses diastoliques par groupe	44

TABLE DES TABLEAUX

<u>Tableau 1 : Résultats de la combinaison des mots clés</u>	25
<u>Tableau 2 : Tableau descriptif de la population</u>	35
<u>Tableau 3 : Analyse statistique des mesures du groupe lésionnel (moyennes ; écarts – types)</u>	38
<u>Tableau 4 : Analyse statistique des mesures du groupe non lésionnel (moyennes écarts –types)</u>	40
<u>Tableau 5 : Analyse statistique des mesures du groupe Témoin (moyennes ; écarts – types)</u>	42
<u>Tableau 6 : Analyse des mesures moyennes intergroupes</u>	43

1 INTRODUCTION

Si l'histoire des thérapies manuelles est très ancienne, celle de l'ostéopathie ne date que de la seconde partie du XIXe siècle. Elle est étroitement liée à celle de son inventeur, Andrew Taylor STILL (1828–1917). Il considère le corps comme une entité unique, ayant ses propres capacités d'auto-guérison où la structure gouverne la fonction ¹.

« **La loi de l'artère est suprême** * », texte écrit par le Dr STILL AT ², est la réunion de ces trois fondements. Pour lui, la libre circulation des fluides participe à la fonction épanouie et toute restriction peut en perturber la distribution. Le rôle de l'ostéopathe est alors d'intervenir sur la ou les structures en dysfonction somatique afin de rétablir la fonction.

D'un point de vue anatomique et physiologique, la régulation du système vasculaire est en partie sous contrôle de l'innervation du système nerveux autonome (SNA) aussi appelé système neuro-végétatif.

Le système neurovégétatif est le lien anatomique sur lequel de nombreuses recherches expérimentales ont mis en évidence les effets des manipulations. Des changements sur la conductance électrodermale, sur la température cutanée, sur la variabilité cardiaque, sur la fréquence respiratoire, et sur la pression artérielle diastolique et systolique ont été obtenus après des manipulations cervicales de grande vitesse et faible amplitude ^{3 4 5}. Les résultats ont été interprétés comme une augmentation de l'activité du système nerveux orthosympathique. D'autres études ont également montré ces modifications après manipulation du rachis lombaire ⁶.

Selon le Modèle Fondamental de l'Ostéopathie Structurale enseigné au sein de notre école Bretagne Ostéopathie, la première côte est une variable de régulation neurologique de la vascularisation du membre supérieur qui a rarement été source d'expérimentation et que l'on retrouve souvent en dysfonction somatique durant notre pratique chez des patients présentant des troubles fonctionnelles du membre supérieur.

Il m'est alors paru intéressant de savoir si une manipulation structurale articulaire en regard de la première côte pouvait modifier le flux sanguin dans l'artère radiale étant donné que la vasomotricité artérielle est sous commande du système neurovégétatif. Pour soutenir notre expérimentation, nous évaluerons les paramètres du flux sanguin au niveau de l'artère radiale. Ces mesures seront quantifiées par écho-doppler avant et après la manipulation de la première côte.

* Propos du Dr Still AT sur la règle de l'artère cité dans l'ouvrage Autobiographie du fondateur de l'ostéopathie « si les canaux d'approvisionnement du corps sont obstrués, et que les courants distributeurs de vie n'atteignent pas leur destination en transportant tous les corpuscules de vie, la maladie peut s'établir. (...) En de telles circonstances, un ostéopathe enlèverait l'obstruction par l'application des lois infaillibles de sa science, et l'aptitude de l'artère à accomplir le travail nécessaire ferait le reste. »

¹ World Health Organization. Benchmarks for Training in Osteopathy. 2010, p 1-36. Disponible sur : <https://www.who.int/medicines/areas/traditional/BenchmarksforTraininginOsteopathy.pdf> (consulté le 15/04/2019)

² Still AT, traduit par Tricot P. *Autobiographie du fondateur de l'ostéopathie*. Vannes : Sully, 2017, 464p.

³ Chiu TW, Wright A. To compare the effects of different rates on the neck and alteration of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subjects, *Man Ther*, 1996, 1, (4), p 198-203.

⁴ McGuinness J, Vicenzino B, Wright A.(1997), Influence of a cervical mobilization technique on respiratory and cardiovascular function, *Man Ther*, 1997, 2, (4), p 216-220.

⁵ Sterling M, Jull G, Wright A. Cervical mobilisation : concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity, *Man Ther*, 2001, 6, (2), p 72-81.

⁶ Perry JA, Green A. An investigation into the effects of a unilaterally applied lumbar mobilisation technique on peripheral sympathetic nervous system activity in the lower limbs, *Man Ther*, 2008, 13, (6), p 492-499.

2 PROBLEMATIQUE

2.1 Le Modèle Fondamental de l'Ostéopathie Structurale

2.1.1 Définition de la lésion

La dysfonction somatique est le terme actuel le plus commun dans la littérature pour définir la lésion ostéopathique. Elle correspond à l'altération ou la détérioration d'une fonction des composants reliés au système somatique : squelettique, articulaire, et myofasciale, ainsi que les éléments vasculaires, lymphatiques et nerveux correspondants.

Les caractéristiques palpatoires pour objectiver une dysfonction somatique sont associées à un acronyme anglophone TART qui signifie :

- Tissue texture abnormality = anomalie de la texture tissulaire
- Asymmetry = asymétrie
- Restriction of motion = restriction de mobilité
- Tenderness = sensibilité ou tension douloureuse

Chacun de ces critères doit être présent pour poser le diagnostic et le traitement de la dysfonction somatique repose sur des manipulations ostéopathiques ⁷.

Selon le Modèle Fondamental de l'Ostéopathie Structurale (MFOS) écrit par Jean-François TERRAMORSI et, contrairement à certains concepts ostéopathiques, la lésion n'est pas définie par une modification de la fonction comme le manque de mouvement. La lésion est définie comme une perte, auto-entretenu dans le temps, des qualités de souplesse et d'élasticité du tissu conjonctif (TC). La lésion se trouve donc au sein du tissu conjonctif, et elle est dite réversible car c'est une modification de l'état structurel du tissu conjonctif et non une modification de sa composition. On parle alors de **lésion tissulaire réversible (LTR)**.

Le tissu conjonctif est présent partout dans le corps. Il ne joue pas seulement un rôle de remplissage et de soutien, mais il constitue une trame et donne forme à tous les organes. Il forme un ensemble continu reliant les différents tissus du corps du niveau macroscopique au niveau microscopique.

Les qualités mécaniques de souplesse et d'élasticité du tissu conjonctif dépendent de ses relations mécaniques avec ses tissus et organes voisins, de son contrôle nerveux, et de son irrigation. On parle des « variables de régulations » de la structure.

- La variable mécanique est comprise comme l'influence de la mécanique du pied sur le genou et inversement.
- La variable neurologique est le contrôle des fonctions de l'organe et de ses systèmes de régulation de la vascularisation, surtout orthosympathique pour la vascularisation périphérique.
- La variable vasculaire signifie l'acheminement du sang et des nutriments vers le tissu mais aussi son retour ⁸

⁷ Pickar JG, Kenney MJ, Henderson CN. Somatosympathetic reflex mechanisms. In King HH, Jänig W, Patterson MM. *The science and clinical application of manual therapy*. Croydon (UK), Churchill livingstone Elsevier, 2011, p 55-69.

⁸ Terramorsi JF. *Ostéopathie Structurale , Lésion structurée - concepts structurants*. Bastia, Monthey, 2013, Géo-Éolienne, 415 p.

Nous considérons que la lésion est la conséquence d'une hypo-sollicitation spatio- temporelle de la structure. Une diminution des sollicitations contribue à une baisse des besoins énergétiques locaux et une diminution des échanges liquidiens dans les tissus. Le processus statique se met peu à peu en place et évolue vers la fixité. La structure change alors d'état et la lésion tissulaire réversible apparaît. Ce changement d'état contribue à une modification de la fonction du tissu.

La recherche scientifique ne permet pas à ce jour de prouver scientifiquement la nature intrinsèque de la dysfonction somatique. Elle est définie par les principaux courants ostéopathiques comme une perturbation de la fonction d'un élément du système somatique. Sa définition a évolué au cours du temps et varie encore aujourd'hui selon les écoles.

2.1.2 Objectivation de la lésion

Au sein de l'IFSOR, le test de résistance est le moyen clinique qui nous permet d'objectiver la LTR. Nous percevons une zone plus résistante quand on la contraint et elle est sensible pour le patient. On dit qu'il y a une lésion tissulaire réversible lorsque c'est « gros, dur et sensible quand on y touche »⁹. Le test de résistance correspond à l'exploration du jeu articulaire disponible chez le patient pour atteindre la LTR. C'est une étape indispensable avant la manipulation car elle correspond à la phase de repérage des paramètres propre à la lésion. Il donne la direction, l'amplitude, et l'intensité nécessaires et suffisantes au geste pour communiquer avec la lésion. C'est donc par ce moyen que nous procéderons pour objectiver une première côte en LTR ou non, durant notre étude.

Je signalerais qu'à ce jour la méthode d'objectivation de la LTR n'est pas validée par le monde scientifique et qu'il n'existe actuellement aucun outil validé pour identifier une LTR ou dysfonction somatique. Seule la main éduquée de l'ostéopathe nous le permet. Ce moyen est donc par définition subjectif et propre à chacun.

2.1.3 Conséquence de la lésion

Au sein de l'IFSOR la première conséquence de la LTR est une atteinte locale avec une diminution des qualités mécaniques, neurologiques, et vasculaires du tissu ce qui a pour conséquences de modifier la fonction du tissu ou de la structure.

L'expression de cette lésion peut également se révéler à distance en fonction des relations qu'entretient la structure avec d'autres par l'intermédiaires des variables de régulation. Nous retiendrons la variable neurologique pour notre étude.

Toute perturbation au sein du tissu conjonctif entraîne une modification de la sollicitation de ces récepteurs sensitifs. Les informations sensibles se trouvent alors perturbées, l'équilibre synaptique au niveau des centres neurologiques est modifié dans le métamère concerné et a pour conséquence une modification des structures dépendantes de ce métamère par la voie neurologique.

⁹ Terramorsi JF, op. cit., p10

Dans la littérature, différentes théories tentent d'expliquer les conséquences de la dysfonction ostéopathique. Le fil conducteur de ces théories est que les changements biomécaniques et physiologiques dans un système articulaire sont supposés stimuler les fibres afférentes sensorielles, modifiant par la suite les informations au niveau des centres neurologiques de la moelle épinière et affectant l'activité réflexe somatomotrice ou viscéromotrice ¹⁰.

KORR M¹¹ parle de « segment médullaire facilité » ou « d'état de facilitation ». Le neurone efférent moteur se trouve maintenu près de son seuil de décharge suite à un bombardement maintenu dans le temps de neurones afférents sensoriels provenant des structures en relation métamériques (dermatomes, viscérotomes, sclérotome, myotome). Pour lui, l'état de facilitation peut s'étendre à tous les neurones, y compris les neurones sympathiques, qui ont leur corps cellulaire dans le segment médullaire qui innerve l'articulation en lésion. Ces neurones ont leur seuil de dépolarisation abaissé et peuvent être déclenchés par n'importe quel afflux du métamère, voire métamère adjacent ou à distance. Par conséquent les fibres efférentes de ce segment facilité sont potentiellement exposées à une excitation ou inhibition.

Le système vasculaire périphérique étant sous contrôle neurologique orthosympathique, toute modification du tissu conjonctif d'un métamère peut perturber l'équilibre synaptique de l'arc réflexe et entraîner des changements de tonicité au niveau des vaisseaux sanguins. Ainsi, certains tissus ou organes dépendants de ce métamère auront une irrigation perturbée. Dans notre étude, une LTR en regard de la première côte pourrait perturber la vascularisation du membre supérieur par la voie neurovasculaire qui sera détaillée au chapitre suivant.

2.1.4 La manipulation structurelle

La manipulation structurelle articulaire est une technique de soin enseignée à L'IFSO Rennes. Bien que nous parlons beaucoup de réflexe, je tiens à sensibiliser le lecteur sur le fait que cet outil est d'abord et avant tout un acte mécanique appliqué le plus localement possible de la LTR dont le but est de restaurer les qualités mécaniques du tissu conjonctif en lésion. La manipulation structurelle articulaire enseignée à l'IFSOR appartient à la famille des manipulations dites directes, dont le geste se rapproche des manipulations HVLA utilisées par les chiropracteurs.

La manipulation est définie comme un acte bref, intense, isolé, et précis. On peut lui décrire un *slack*, qui permet l'exploration passive du jeu articulaire, et le *thrust*. Celui-ci correspond à une impulsion communiquée à notre squelette qui vient percuter passivement la lésion pour l'informer et non la déplacer. La lésion n'étant pas définie par une perte de mouvement, notre geste ne recherche pas de gain d'amplitude. Le but est de rechercher un changement d'état du tissu conjonctif pour permettre au corps de retrouver lui-même son équilibre.

Les changements tissulaires obtenus par la manipulation s'expliquent par une réaction orthosympathique locale. Lors de la manipulation, il y a une stimulation rapide du tissu conjonctif où les mécanorécepteurs sont stimulés et par effet réflexe neurovasculaire font réagir le système circulatoire local. Cette réaction vasculaire participe à la modification de l'état du TC local restaurant ainsi les qualités mécaniques du tissu et optimisant les fonctions qu'il sous-tend (Cf. annexe 1).

La manipulation a donc pour but de résoudre un problème mécanique local, et peut avoir un effet sur une structure à distance. Dans notre étude, l'effet à distance s'explique par la voie neurovasculaire.

¹⁰ Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *Spine J*, 2002, (2), p 357-371.

¹¹ Korr M. *Bases physiologiques de l'ostéopathie*. Paris, 2^{ème} édition Frison-Roche, 1982, 240p.

2.1.5 Effet des manipulations

Pour PICKAR JG et BOLTON PS ¹², la manipulation est un stimulus mécanique dynamique de courte durée sur les tissus, la peau, les muscles, les tendons, les ligaments et les articulations. Elle entraîne une décharge d'influx à haute fréquence dans certains neurones afférents primaires. La manipulation peut ainsi affecter le système nerveux en activant les neurones sensoriels pendant la manœuvre elle-même et/ou en modifier la biomécanique articulaire. Ces changements ont pour effet de diminuer la fréquence de décharge des neurones sensoriels et de briser le cercle vicieux qui perturbe la fonction physiologique normale. Cette explication très schématisée constitue l'une des bases neurophysiologiques les plus rationnelles des mécanismes sous-jacents aux effets de la manipulation.

Pour JÄNIG W ¹³, la manipulation agit également au niveau de l'arc réflexe métamérique par l'activation des fibres afférentes, mais elle peut aussi entraîner une réponse réflexe au niveau des centres supérieurs (Fig. 1).

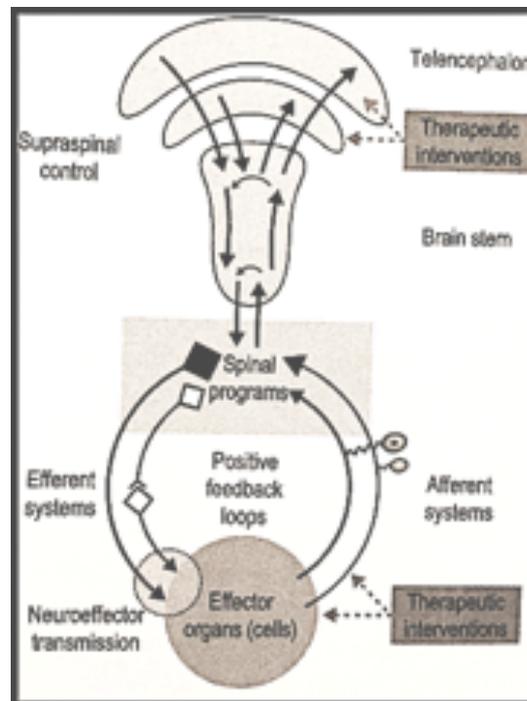


Figure 1 : Schéma de l'effet de la manipulation selon JÄNIG W ¹⁴

¹² Pickar JG, Bolton PS. Spinal manipulative therapy and somatosensory activation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2012, (22), p 785-794.

¹³ Jänig W. Basic science on somatovisceral interactions: peripheral and central evidence base and implications for research. In King HH, Jänig W, Patterson MM. *The science and clinical application of manual therapy*. Croydon (UK), Churchill livingstone Elsevier, 2011, p 276-300.

¹⁴ Jänig W, op. cit., p13

BIALOSKY JE ¹⁵ propose quand à lui un modèle des mécanismes d'action de la manipulation. Pour lui, la stimulation mécanique des tissus par la manipulation entraîne une cascade de réponses neurophysiologiques au sein du système nerveux central et périphérique, mais également psycho-émotionnelles (Cf. annexe 2).

Pour comprendre les mécanismes de la manipulation un certain nombre d'expériences, réalisées principalement par SATO A et al ^{16 17 18}, ont été effectuées sur des animaux. Ils ont mis en évidence que la stimulation des tissus paraspinaux peut modifier les fonctions du système nerveux autonome et être à l'origine de réflexe somato-autonome ou encore somato-sympathique défini comme le résultat d'une activité involontaire au sein des différents systèmes visant à maintenir l'homéostasie à la suite d'une stimulation somatique. Les réponses réflexes somato-autonomes ont été étudiées dans le système cardiovasculaire, le tractus gastro-intestinal, la vessie et la moelle surrénale chez des animaux anesthésiés après élimination des facteurs émotionnels. Les diverses stimulations sensorielles somatiques, y compris les stimulations sensorielles cutanées, musculaires et articulaires, peuvent produire des réponses réflexes autonomes différentes, selon les organes viscéraux et les afférences somatiques stimulés. Certaines réponses ont une participation efférente sympathique dominante, tandis que d'autres ont une participation efférente parasympathique dominante. Certaines réponses réflexes ont des caractéristiques segmentaires, tandis que d'autres ont des caractéristiques généralisées provenant des centres supérieurs. SATO A et SWENSON RS ¹⁹ ont également conclu que les stimuli mécaniques non douloureux diminuent le niveau d'activité sympathique et, selon BUDGELL B et al ^{20 21}, la stimulation douloureuse des tissus paraspinaux peut produire des réflexes somatiques-sympathiques excitateurs. Pour SATO A et al, ces réponses réflexes somato-autonomes pourraient fonctionner pendant une manipulation de la colonne vertébrale chez l'homme conscient.

Cependant, il existe peu d'études ayant effectué des recherches fondamentales sur les mécanismes physiologiques au niveau des réflexes somato-autonomes chez l'humain, d'autant plus qu'il est actuellement difficile d'observer directement les effets d'une manipulation sur le SNA. En l'absence d'observation directe, les études expérimentales sur ce sujet tirent des conclusions à partir de réponses physiologiques qui impliquent indirectement le SNA (mesures indirectes).

Des études mesurant l'effet de la manipulation chez humains ont donc été réalisées par l'intermédiaire d'une mesure indirecte comme la variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) qui est un marqueur de l'activité du SNA. Ainsi, dans une revue de la littérature, AMOROSO BORGES BL et AL ²² ont mentionné que la manipulation ostéopatique exerce une influence sur le SNA. Une réponse parasympathique plus importante a été trouvée lorsque la stimulation est effectuée dans les régions cervicales et lombaires, alors qu'une réponse sympathique plus importante a été retrouvée pour des manipulations effectuées dans la région thoracique.

¹⁵ Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model. *Manual Therapy*, 2009, 14, (5), p 531-538.

¹⁶ Sato A, Swenson RS. Sympathetic nervous system response to mechanical stress of the spinal column in rats. *J Manipulative Physiol Ther*, 1984, (7), p 141-147.

¹⁷ Sato A, Sato Y, Schmidt RF. The impact of somatosensory input on autonomic functions. *Rev Physiol Biochem Pharmacol*, 1997, (130), p 321-328.

¹⁸ Sato A. The reflex effects of spinal somatic nerve stimulation on visceral function. *J Manipulative Physiol Ther*, Jan 1992, 15, (1), p 57-61.

¹⁹ Sato A, Swenson RS, op. cit., p14

²⁰ Budgell B, Hotta H, Sato A. Spinovisceral reflexes evoked by noxious and innocuous stimulation of the lumbar spine. *J Neuromusculoskel*, 1995, (3), p 122-30.

²¹ Budgell B, Sato A, Suzuki A, Uchida S. Responses of adrenal function to stimulation of lumbar and thoracic interspinous tissues in the rat. *Neurosci Res*, 1997, (28), p 33-40.

²² Amoroso Borges BL, Bortolazzo GL, Neto HP, (2018). Effects of spinal manipulation and myofascial techniques on heart rate variability: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*, Jan 2018, 22, (1), p 203-208.

Point Clé :

- La définition de la dysfonction somatique varie selon les concepts ostéopathiques et il n'existe à ce jour aucun outil scientifique validé pour l'objectiver.
- La manipulation structurelle articulaire est un acte mécanique local pouvant avoir des effets à distance.
- La manipulation structurelle articulaire peut influencer le SNA.
- Les effets d'une manipulation s'observent par des mesures indirectes.
- L'effet de la manipulation est mesurable par l'étude d'une fonction.

Nous venons de définir la lésion ostéopathique et les effets théoriques de la manipulation. Nous allons maintenant présenter la voie neurovasculaire qui est le lien anatomique entre la manipulation et l'artère radiale.

2.2 La voie neurovasculaire

Le SNA, composé d'un système sympathique et parasympathique, exerce un contrôle sur le système cardiovasculaire dont le but est de maintenir une pression artérielle stable. Au niveau des vaisseaux sanguins périphériques, le système orthosympathique agit sur la contraction ou le relâchement des muscles lisses des vaisseaux sanguins. Ce processus est appelé : contrôle neurovasculaire. Dans l'ensemble, la voie neurovasculaire comprend les éléments suivants : les centres nerveux vasomoteurs, les voies descendantes médullaires, l'activité efférente du nerf sympathique pré- et post-ganglionnaire, la libération des neurotransmetteurs et la réponse des muscles lisses vasculaires. Chacun de ces éléments reflète de multiples niveaux de contrôle qui, à leur tour, affectent des modèles complexes de changement de l'état contractile vasculaire. L'ensemble participe à la physiologie intégrative du contrôle vasculaire réflexe observée dans les vaisseaux des muscles squelettiques comme l'artère radiale.

Nous allons présenter cette voie et identifier les éléments qui nous intéressent pour notre étude.

2.2.1 Description de la voie efférente neurovasculaire à destination du membre supérieur

La voie efférente sympathique vasculaire est constituée au niveau métamérique de deux neurones : le neurone pré-ganglionnaire myélinisé cholinergique et le neurone post-ganglionnaire amyélinique noradrénergique (Fig. 2).

➤ Le neurone pré-ganglionnaire

Son corps cellulaire est situé dans la substance grise de la partie motrice de la Zone Intermedio-Latéralis (ZIL). Il correspond au premier centre neurologique. L'axone parcourt ensuite la racine antérieure du nerf rachidien puis il passe par le rameau communicant blanc pour rejoindre le ganglion sympathique de la chaîne latéro-vertébrale ou para-vertébrale, ou encore appelé ganglion caténaire. C'est à ce niveau que le neurone pré-ganglionnaire se termine et fait synapse avec plusieurs neurones post-ganglionnaires, d'où la forme divergente du SNO.

Pour le membre supérieur, les premiers centres neurologiques de la voie neurovasculaire se situent au niveau de la ZIL de la quatrième vertèbre thoracique (D4) à la huitième vertèbre thoracique (D8) ²³.

➤ Le neurone post-ganglionnaire

Son corps cellulaire est situé au sein du ganglion caténaire. Il correspond au deuxième centre neurologique. L'axone rejoint ensuite le rameau communicant gris et emprunte la branche antérieure du nerf rachidien correspondant ou se jette sur une artère de proximité que nous appelons « rameaux vasculaires directs ». De cette façon, ces neurones vasomoteurs atteignent le tissu somatique périphérique où ils innervent les glandes sudoripares, les follicules pileux et les muscles lisses des artères.

Pour le membre supérieur, les deuxièmes centres neurologiques de la voie neurovasculaire se situent au niveau du ganglion caténaire de la première côte à la huitième côte ²⁴.

²³ Bastien S. *Cours de neurologie fondamentale*. Bretagne Ostéopathie, 2016, 14p.

²⁴ Bastien S, op. cit., p16

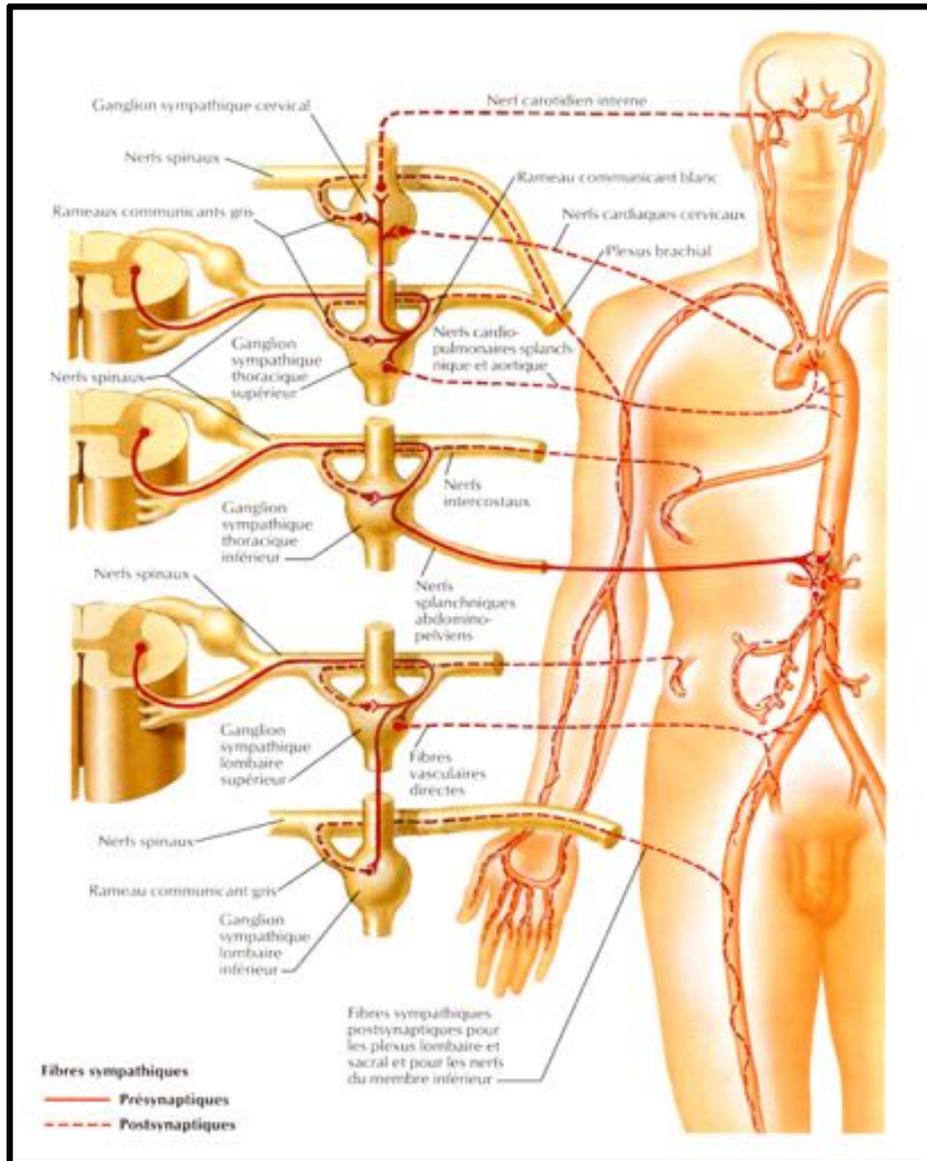


Figure 2 : Innervation des vaisseaux sanguins ; schéma de la voie orthosympathique ²⁵

²⁵ Netter F. *Atlas d'anatomie Humaine*. Paris, 4^{ème} édition, Masson, 2007, 548p.

2.2.2 La voie afférente et constitution de l'arc réflexe métamérique

Les fibres afférentes viscérales, somatiques profondes et cutanées convergent et entrent dans la moelle épinière par la racine dorsale. Une partie des fibres viscérales se termine dans la zone sensitive de la ZIL et les informations provenant de l'ensemble des récepteurs somatiques aboutissent au niveau la substance grise de la corne dorsale de la moelle épinière, à un étage métamérique correspondant. A ce niveau la moelle épinière est divisée en lames spinales ou zones de Rexed, classifiées selon leurs fonctionnalités et décrites en annexe 3.

Au niveau anatomique, un lien existe entre les informations sensibles pariétales qui se terminent principalement dans les couches de Rexed V, VI, VII et le premier centre neurologique de la voie neurovasculaire orthosympathique au niveau de la ZIL motrice. Ce lien existe soit par connexions synaptiques soit par connexions via des interneurons (Fig. 3).

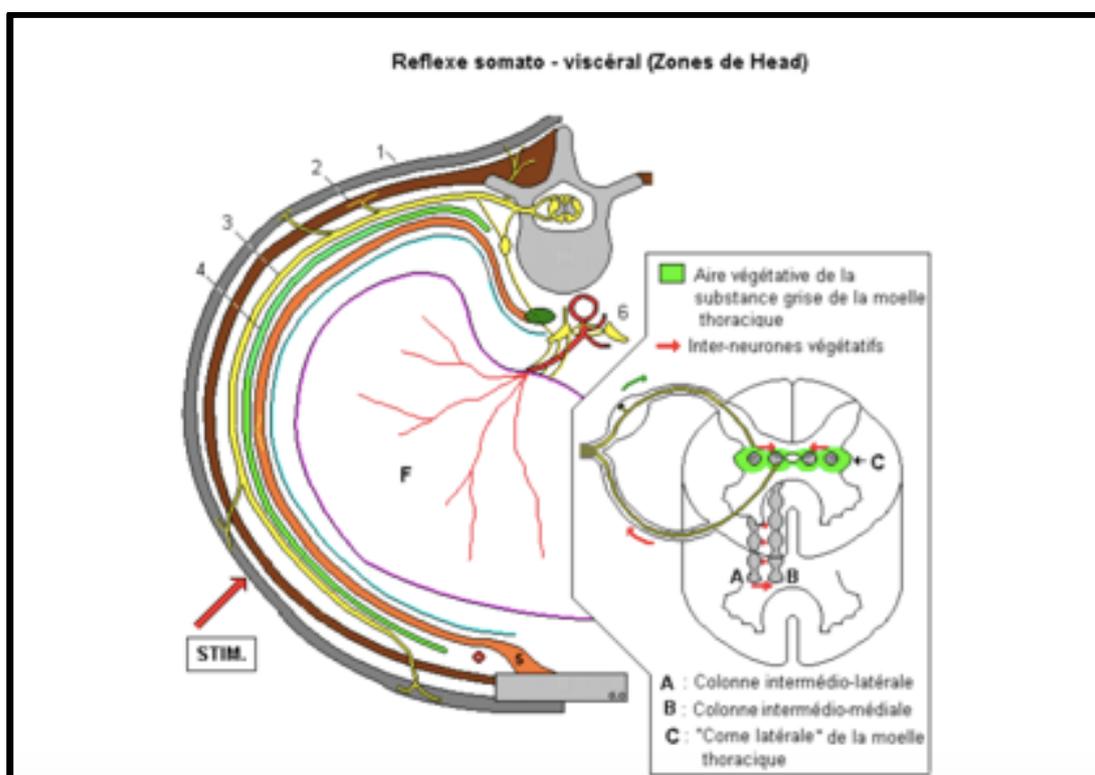


Figure 3 : schéma représentant le réflexe somato-viscéral ²⁶

(Légende : 1- peau, 2- muscles thoraciques, 3- nerf sensitif, 4- plèvre, 5- diaphragme)

Les neurones afférents sensitifs, les interneurons et les neurones pré- et post-ganglionnaires sympathiques, forment ainsi un arc réflexe autonome métamérique que l'on appelle aussi réflexe somato-autonome ou somato-sympathique. On parle de réflexe somato-viscéral lorsque les fibres efférentes sont à destination d'un élément du système viscéral.

²⁶ Pr Outrequin G, Dr Boutillier B. Anatomie humaine : Système nerveux végétatif. Disponible sur : <https://www.anatomie-humaine.com/Systeme-nerveux-vegetatif.html> (consulté le 7/10/2018).

JÄNIG W ²⁷ soutient fortement l'idée que la moelle épinière est un organe intégrateur contenant les mécanismes neuronaux qui expliquent les relations réciproques entre les trois domaines corporels : peau, tissu somatique profond, et viscères à l'origine de ces reflexes somato-sympathiques (Fig. 4).

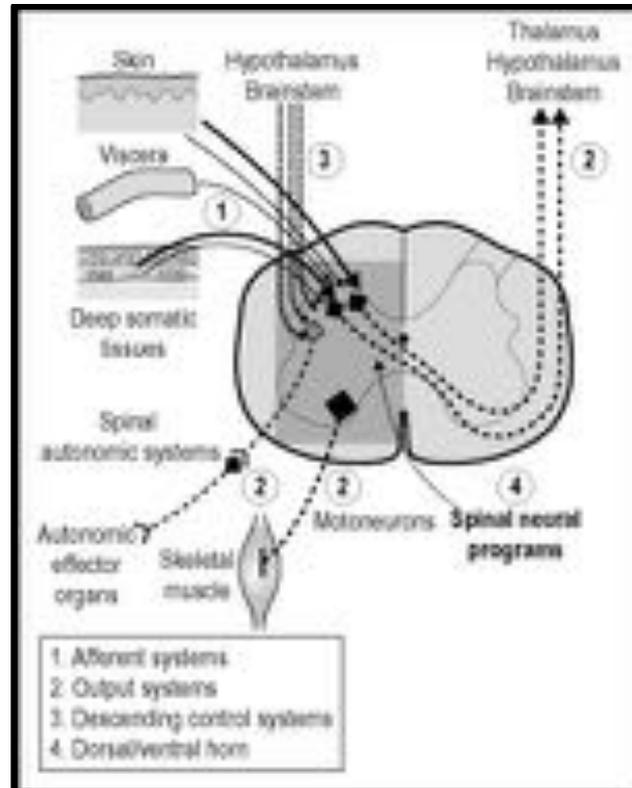


Figure 4 : La moelle épinière , un organe intégrateur ²⁸

➤ Intérêts Cliniques

D'un point de vue ostéopathique, le bombardement sensoriel maintenu dans le temps en provenance d'une LTR (première côte dans notre étude) peut de cette façon créer un état de facilitation segmentaire comme le décrit KORR IM (cf. §2.1.3), et ainsi perturber l'équilibre synaptique de l'arc métamérique modifiant l'information nerveuse à destination des vaisseaux sanguins du membre supérieur (Fig. 5).

La manipulation est définie comme un acte mécanique stimulant des mécanorécepteurs. La conséquence neurologique de cet acte est également un bombardement synaptique au niveau de l'arc réflexe métamérique pouvant également modifier l'influx au sein ce circuit réflexe, comme il est exposé par PICKAR JG dans la première partie (cf. §2.1.5). En absence de LTR et par analogie au réflexe myotatique, la manipulation devient dans ce cas purement réflexe à un étage métamérique, sans but de corriger un tissu conjonctif en lésion.

²⁷ Jänig W. Basic science on somatovisceral interactions: peripheral and central evidence base and implications for research. In King HH, Jänig W, Patterson MM. *The science and clinical application of manual therapy*. Croydon (UK), Churchill livingstone Elsevier, 2011, p 276-300

²⁸ Jänig W, op. cit., p19

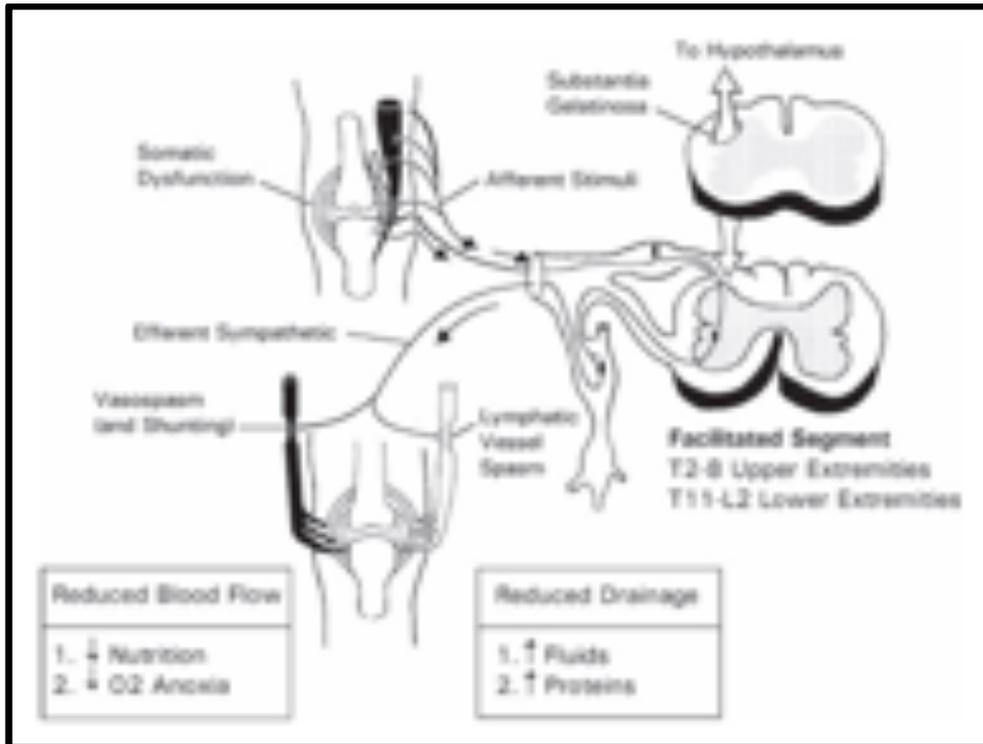


Figure 5 : schéma d'une facilitation segmentaire²⁹

Exemple des effets d'une dysfonction somatique sur les composantes vasculaires du membre inférieur. Par analogie, le même processus s'effectue au niveau du membre supérieur.

Le système réflexe est un réseau complexe d'intégration. Pour un bon fonctionnement, les informations provenant des centres supérieurs par les voies centrales descendantes et les boucles reflexes métamériques doivent agir en complémentarité. Si une partie de ce réseau réagit insuffisamment ou excessivement, l'équilibre permettant un fonctionnement idéal sera perturbé. De plus, les informations transmises par la voie neurovasculaire dépendent de la régularisation du système cardiovasculaire constituée d'un réseau complexe de réflexe régulateur décrit en annexe 4. Lors de notre étude, nous mesurons un flux sanguin qui dépend de l'ensemble de ce système. Nous nous efforcerons donc de réaliser l'étude dans les mêmes conditions.

²⁹ Kuchera M. Lower extremities. In: Chila A. *Foundations of osteopathic medicine*. Baltimore (USA), Lippincott Williams & Wilkins, third edition, 2011, p 602-639.

2.2.3 La voie neurovasculaire et la première côte

La première côte (K1) est située au carrefour cervico-thoracique. Elle s'articule en avant avec le manubrium sternal et en arrière avec la première et deuxième vertèbre thoracique au niveau de l'articulation costo-transversaire par plusieurs ligaments contenant différents mécanorécepteurs³⁰. Le premier ganglion caténaire de la chaîne para vertébrale sympathique se niche en arrière de cette articulation costo-transversaire dans un fascia commun aux deux structures (Fig. 6). Ce premier ganglion caténaire est l'élément clé de notre étude puisque 80 % des fibres orthosympathiques à destination du membre supérieur passent par ce dernier³¹.

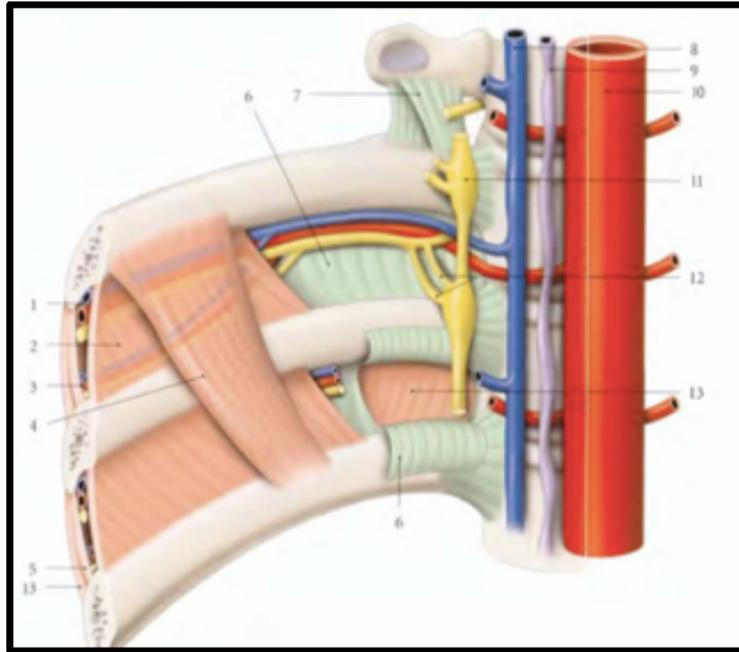


Figure 6 : Schéma de l'articulation costo-transversaire et ganglion caténaire³²

(Ce schéma permet de visualiser le lien étroit entre les articulations costo-transversaires (7) et le ganglion caténaire (11).)

³⁰ Saker E, Graham RA, Nicholas R, D'Antoni AV, Loukas M, Oskouian RJ, Tubbs RS. Ligaments of the Costovertebral Joints including Biomechanics, Innervations, and Clinical Applications: A Comprehensive Review with Application to Approaches to the Thoracic Spine. *Cureus*, 2016, 8, (11), e874, p 1-12.

³¹ Bastien S. *Cours de neurologie fondamentale*. Bretagne Ostéopathie, 2016, 14p.

³² Kamina. *Anatomie clinique : thorax, abdomen, tome 3*. Paris, Maloine, 4^{ème} édition, 2014, 342p.

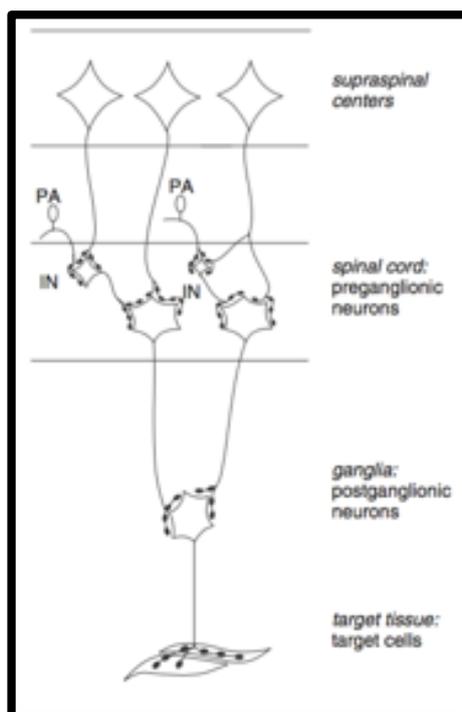


Figure 7 : Schéma des niveaux d'intégration du SNO ³³

De plus, d'un point de vue neurologique, le ganglion caténaire est le dernier centre neurologique dans la hiérarchisation du SNO et dans la voie neurovasculaire (Fig. 7).

Pendant longtemps, ces ganglions ont été considérés comme de simples relais synaptiques où l'acétylcholine assurait la transmission des informations provenant des centres supérieurs aux neurones post-ganglionnaires. Cependant, de nouvelles informations recueillies au cours des dernières décennies ont établi que les ganglions sympathiques sont structurellement et fonctionnellement plus complexes qu'on ne l'envisageait auparavant.

Ainsi pour KLASSEN SA et al ³⁴ et MORALES MA et al ³⁵, les ganglions caténaux sont des composants neuronaux importants car ils fonctionnent comme des centres intégrateurs et peuvent déterminer quelles sont les informations transmises au système vasculaire périphérique.

Ils régulent les schémas d'émissions sympathiques pour le maintien de l'homéostasie et peuvent contribuer à des adaptations chroniques de l'influx sympathique dans le vieillissement et la maladie.

³³ Jänig W. The final autonomic pathway and its analysis. In: Jänig W. *Integrative Action of the Autonomic Nervous System: Neurobiology of Homeostasis*. Cambridge University Press, 2006, p 87-105.

³⁴ Klassen SA, Limberg JK, Baker SE, Nicholson WT, Curry TB, Joyner MJ, Shoemaker JK. The role of the paravertebral ganglia in human sympathetic neural discharge patterns. *J Physiol*, 2018, 596,18, p 4497-4510.

³⁵ Morales MA, Hancock JC, Hoover DB. Neurochemical Heterogeneity in Sympathetic Ganglia and Its Implications for Cardiovascular Regulation. In: Dun NJ, Machado BH, Pilowsky P. *Neural Mechanisms of Cardiovascular Regulation*. Springer US, 2004, p 303-335.

➤ Intérêts cliniques

On peut se demander pour l'ensemble de ces raisons quelle est l'influence d'une LTR en regard de la première côte sur le fonctionnement du deuxième centre neurologique de la voie neurovasculaire. La LTR étant un changement des qualités mécaniques du TC, on peut émettre l'hypothèse, qu'une LTR en regard de K1 perturbe l'équilibre synaptique entre le neurone pré et post ganglionnaire neurovasculaire et modifie l'information efférente à destination des muscles lisses des vaisseaux sanguins.

2.2.4 La voie neurovasculaire et la vasomotricité

La vasomotricité correspond à la propriété qu'ont les vaisseaux sanguins de changer de diamètre grâce à la contraction ou à la relaxation des cellules musculaires lisses contenues dans les parois vasculaires. Son rôle est de maintenir une pression artérielle stable et d'adapter continuellement l'apport sanguin aux tissus en fonction des besoins.

Au sein du système vasculaire périphérique, il existe un tonus vasomoteur de base par l'action du système orthosympathique (via la voie neurovasculaire) qui peut être influencé par les centres supérieurs et médullaires que nous venons de décrire.

L'excitation du SNO entraîne la libération de la noradrénaline au niveau de la terminaison des neurones post-ganglionnaires de la voie neurovasculaire. Lorsqu'elle se fixe sur les récepteurs vasculaires alpha 1, elle entraîne la contraction des muscles lisses vasculaires (vasoconstriction). L'effet inverse est obtenu lorsque ce neurotransmetteur se fixe sur les récepteurs bêta (vasodilatation). L'inhibition du SNO entraîne une relaxation des muscles lisses vasculaires entraînant une vasodilatation³⁶ (Fig. 8).

Il y a donc une relation directe entre l'excitation ou l'inhibition du système orthosympathique et la variation du diamètre des vaisseaux. Ces phénomènes de vasoconstriction et vasodilatation intéressent essentiellement les artères musculaires et les artérioles puisqu'elles participent à la résistance vasculaire périphérique. Nous avons donc choisi pour notre étude de mesurer l'artère radiale (Cf. annexe 5) qui est une artère musculaire, constante et facilement mesurable par écho-Doppler. L'interprétation du tracé Doppler normal d'une artère périphérique est expliquée en annexe 6.

³⁶ Perez-Martin A, Faure S, Schuster-Beck I, Martinez C, Goret L, Dauzat M, Leftheriotis G. Physiologie cardiovasculaire. In : Société française de médecine vasculaire. *Traité de médecine vasculaire, Principes de base, maladies artérielles, Tome 1*. Issy-les-Moulineaux, Elsevier Masson, 2010, p 29-59.

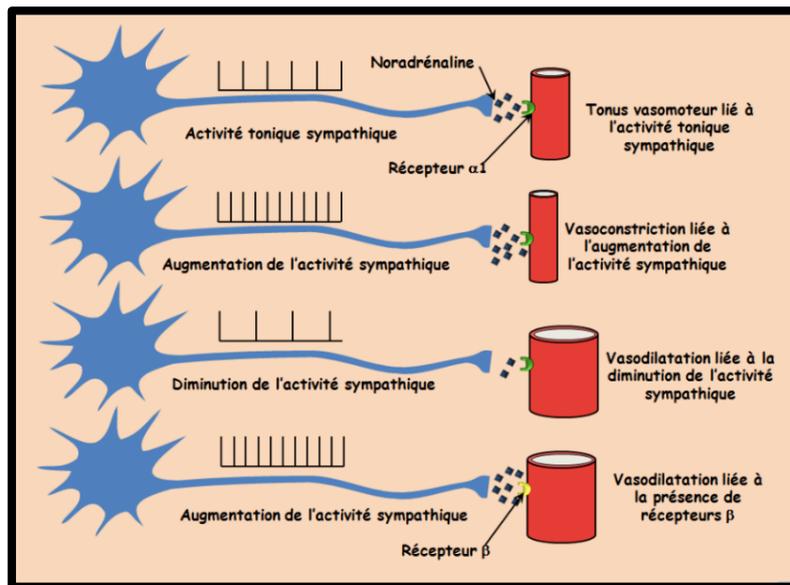


Figure 8 : Schéma de l'action sympathique sur le calibre des vaisseaux³⁷

Comme nous l'avons déjà stipulé, la manipulation ne cherche pas à déplacer une articulation mais bien à modifier l'état du tissu conjonctif local. De la même façon, nous ne cherchons donc pas à stimuler ou inhiber le ganglion caténaire en regard de l'articulation costo-transversaire de la première côte lors de notre manipulation. Nous modifions par la manipulation l'état du tissu conjonctif, dépendant d'un système réflexe, dont le but est de permettre une meilleure autorégulation et auto-guérison.

Notre exposé est une base théorique sur laquelle nous nous appuyons pour expliquer les effets observés lors de la manipulation. Le chapitre suivant exposera l'état de la littérature sur les effets de la manipulation observés sur le membre supérieur en lien avec le système neurovégétatif.

Point Clé :

- La vasomotricité périphérique est sous dépendance du système nerveux orthosympathique.
- L'innervation sympathique du membre supérieur provient des centres neurologiques de la moelle épinière au niveau de la ZIL de D4 à D8 et des ganglions caténaux situés en avant des articulations costo-transversaires de K1 à K8.
- Une LTR peut perturber l'équilibre synaptique d'un étage métamérique (facilitation segmentaire).
- Il existe un lien anatomique entre les structures pariétales et viscérales au niveau de la ZIL.

³⁷ Unisciel.fr. Physiologie des systèmes intégrés, les principes et fonctions. Disponible sur : http://ressources.unisciel.fr/physiologie/co/grain4b_5.html, (consulté le 22/12/2018).

2.3 État de la littérature

Notre étude a pour but de montrer quelle est l'influence de la manipulation de K1 sur le flux sanguin au niveau de l'artère radiale. Ce lien s'explique par la voie neurovasculaire appartenant au SNO que nous venons de décrire. Le but de cette recherche est de recueillir les données sur les effets des manipulations ou thérapies manuelles qui se justifient théoriquement par un lien neurovégétatif et dont les résultats sont obtenus par des mesures physiologiques.

2.3.1 Articles scientifiques

La recherche d'articles scientifiques a été effectuée au sein de trois moteurs de recherches (PubMed, Cochrane Library et Physiotherapy Evidence Database (PEDro)) sans limite de date en utilisant les mots clés suivants : « *spinal manipulation* », « *autonomic nervous system* », « *upper limb* », « *rib manipulation* », « *blood flow* » jusqu'en septembre 2018. Le résultat des combinaisons de ces mots clés se trouve dans le tableau ci-dessous (Tab. 1). L'ensemble des articles étudiés se trouve également en annexe 7 dans des tableaux montrant les principaux résultats. Le but de cette recherche est de recueillir des données probantes sur les effets des manipulations ou thérapie manuelle dont les résultats sont obtenus par des mesures physiologiques.

<u>Mots clés :</u>	<u>Articles trouvés</u>		
	Pedro	Cochrane	Pubmed
Spinal manipulation	660	352	4398
Spinal manipulation + Autonomic nervous system	5	0	93
Spinal manipulation + Autonomic nervous system + Upper limb	1	0	8
Rib manipulation	14	121	113
Rib manipulation + Autonomic nervous system	0	0	2
Spinal manipulation + Blood Flow	0	5	71
Rib manipulation + Blood Flow	0	4	0

Tableau 1 : Résultats de la combinaison des mots clés.

Les études ayant évaluées les effets d'une manipulation au niveau du membre supérieur^{38 39}
^{40 41 42 43 44} ont principalement utilisé la température cutanée (TCu) et la conductance électrodermale (CE) comme outils de mesure.

L'analyse des données a révélé des effets statistiquement significatifs, avec une conductivité cutanée augmentée et une température cutanée réduite ainsi qu'une diminution de la douleur pour certains articles. L'interprétation souvent décrite de ces résultats serait que la manipulation entraîne une vasoconstriction périphérique des artérioles et une diminution du flux sanguin cutané périphérique entraînant une diminution de la température cutanée et une augmentation de la conductance électrodermale.

Ces résultats confirment qu'un stimulus mécanique par la manipulation au niveau de la colonne cervicale ou thoracique chez l'humain est capable de produire une réponse excitatrice du SNO à court terme. Cette réponse a été notée chez des individus symptomatiques et asymptomatiques.

Un certain nombre d'auteurs^{45, 46} ont également rapporté les effets de la manipulation vertébrale sur la physiologie vasculaire périphérique. Les outils utilisés ont été l'écho-Doppler et l'IRM. Le but de ces études était de mesurer l'influence de la manipulation cervicale sur le flux sanguin des artères vertébrales. Les résultats ont inclus des paramètres tels que la vitesse et le débit du flux sanguin périphérique. Il n'a été observé aucune différence statistiquement significative dans les fonctions des gros vaisseaux sanguins.

Cependant, KARASON AB et al⁴⁷ ont réalisé une étude pour savoir si la manipulation de la cinquième lombaire (L5) modifiait le flux sanguin du dermatome de L5 au niveau du membre inférieur. Cette étude a été réalisée sur 18 hommes. La mesure du débit a été obtenue par un laser Doppler permettant de mesurer la microcirculation sanguine cutanée. Les mesures ont été prises 5 minutes avant manipulation, immédiatement après et 5 minutes après. Chez les non-fumeurs, les résultats confirment une augmentation significative de la perfusion sanguine à la fois sur le membre inférieur homolatéral et controlatéral. L'effet inverse a été obtenu dans le groupe non fumeur.

³⁸ Petersen N, Vicenzino B, Wright A. The effects of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subjects. *Physiotherapy Theory and Practice*, 1993, 9, p 144-156.

³⁹ Chiu TW, Wright A. To compare the effects of different rates of application of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subjects. *Man Ther*, 1996, 1, (4), p 198-203.

⁴⁰ Vicenzino B, Collins D, Benson H, Wright A. An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation. *J Manipul Physiol Ther*, 1998, 21, (7), p 448-53.

⁴¹ Sterling M, Jull G, Wright A. Cervical mobilisation : concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. *Manual Ther*, 2001, 6, (2), p 72-81.

⁴² Moulson A, Watson T. A preliminary investigation into the relationship between cervical snags and sympathetic nervous system activity in the upper limbs of an asymptomatic population. *Man Ther*, 2006, 11, (3), p 214-224.

⁴³ Jowsey P, Perry J. Sympathetic nervous system effects in the hands following a grade III postero-anterior rotatory mobilisation technique applied to T4: a randomised, placebo-controlled trial. *Man Ther*, 2010, 15, (3), p 248-253.

⁴⁴ La Touche R, Paris-Alemayn A, Mannheimer JS, Angulo-Diaz-Parreno S, Bishop MD, Lopez-Valverde-Centeno A. Does mobilization of the upper cervical spine affect pain sensitivity and autonomic nervous system function in patients with cervico-craniofacial pain: a randomized-controlled trial. *Clin J Pain*, 2013, 29, (3), p 205-215.

⁴⁵ Quesnele, J, Triano J, Noseworthy M, Wells G. Changes in Vertebral Artery Blood Flow Following Various Head Positions and Cervical Spine Manipulation. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 2014, 37, (1), p 22-31.

⁴⁶ Erhardt JW, Windsor BA, Kerry R, Hoekstra C, Powell DW, Porter-Hoke A, Taylor A. The immediate effect of atlanto-axial high velocity thrust techniques on blood flow in the vertebral artery: A randomized controlled trial. *Manual Ther*, 2015, 20, (4), p 614-622.

⁴⁷ Karason AB, Drysdale IP. Somatovisceral response following osteopathic HVLAT: a pilot study on the effect of unilateral lumbosacral high-velocity low-amplitude thrust technique on the cutaneous blood flow in the lower limb. *J Manipul Physiol Ther*, 2003, 26, (4), p 220-225.

Les résultats de cette étude appuient l'hypothèse selon laquelle les manipulations vertébrales entraînent une augmentation du flux sanguin cutané à distance de la zone manipulée.

Jusqu'à présent, une seule étude publiée, réalisée par HENDERSON AT et al ⁴⁸, a objectivé les effets d'une technique costale sur le système nerveux autonome. Quatorze participants en bonne santé ont participé à cette étude pilote randomisée. Sept sujets ont reçu une technique costale (« rib raising ⁴⁹ » = pompage rythmique en décubitus dorsal au niveau des têtes de côtes) et un placebo (toucher léger) a été appliqué à l'autre moitié.

La concentration de biomarqueurs salivaires non invasifs* (cortisol et α - amylase) a été utilisée comme mesure de l'activité du SNA immédiatement et 10 minutes après la manipulation. Il a été observé une diminution significative de la concentration en α -amylase dans le groupe manipulation.

Cette diminution a été interprétée comme le résultat d'une diminution de l'activité du système nerveux sympathique à la suite d'une manipulation costale et que d'autres recherches sur une population plus nombreuse sont nécessaires pour valider les résultats obtenus.

Au terme de cette recherche et de mes lectures, nous pouvons conclure qu'un certain nombre d'études non citées dans ce TER ont montré l'effet de la manipulation, le plus souvent thoracique, sur le SNA par la fonction cardiovasculaire, et que la manipulation peut induire des reflexes somato-sympathiques objectivés par des mesures physiologiques indirectes au SNA. Nous pouvons signaler que l'objectivation des effets neurovégétatifs d'une manipulation sur le membre supérieur s'est faite par CE et TCu. Pour terminer, aucune étude n'a été publiée concernant l'influence de la manipulation ostéopathe au niveau de la physiologie vasculaire du membre supérieur, ni sur l'effet d'une manipulation costale sur le flux sanguin au sein d'une artère du membre supérieur.

2.3.2 Études au sein de Bretagne Ostéopathie

Trois études ^{50 51 52} réalisées par des étudiants de Bretagne Ostéopathie ont utilisé l'écho-Doppler comme outils de mesure afin de quantifier les effets d'une manipulation sur le flux sanguin artériel. L'écho-doppler est un outil d'exploration non invasif. Il permet par effet doppler d'obtenir des mesures quantitatives et reproductibles des propriétés de la paroi artérielle et du flux artériel ⁵³.

* Le cortisol et l' α - amylase sont des marqueurs salivaires non invasif qui établissent l'activité de l'axe hypothalamus-hypophysio-surrénalien et l'axe sympatho-surrénalien (SNA). Ces marqueurs sont en lien avec le stress et l'anxiété, et ils sont habituellement utilisés dans les études comme des outils de mesure pour évaluer le niveau de stress induit par la manipulation. Cependant, les effets physiologiques de cette technique n'ont pas été bien documentés.

⁴⁸ Henderson AT, Fisher JF, Blair J, Shea C, Li TS, Bridges KG. Effects of rib raising on the autonomic nervous system: a pilot study using noninvasive biomarkers. *J Am Osteopath Assoc*, Jun 2010, 110, (6), p 324-330.

⁴⁹ Vidéo descriptive de la technique rib raising. Disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=6PFZL9cmWhA>, (consulté le 01/12/2018).

⁵⁰ TONNERIEUX Catherine. *Etude sur la variable de régulation neuro-vasculaire : effets d'une manipulation de la 10ième vertèbre thoracique sur la vitesse sanguine dans l'artère mésentérique supérieure*. Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2010.

⁵¹ HALLIGON Pierre. *Incidence de la manipulation ostéopathe structurelle de l'articulation C7-D1 sur le flux sanguin de l'artère radiale*. Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2011.

⁵² IGLESIAS Charlotte. *Effet de la manipulation structurelle de C2 sur le flux sanguin de l'artère carotide externe*. Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2017.

⁵³ Rossi P, Tauzin L, Boussuges A, Frances Y. Conventional ultrasonography Doppler in the assessment of arterial peripheral circulation. *Rev Med Interne*, Feb 2004, 25, (2), p 135-140.

Ces trois études sont résumées succinctement dans un tableau en annexe. Les résultats de ces dernières sont mitigés, seule TONNERIEUX C⁵⁴ a montré une augmentation significative de la vitesse diastolique au niveau de l'artère mésentérique supérieure après une manipulation en compression de poitrine de la dixième vertèbre thoracique présentant une LTR. L'interprétation de ces résultats stipule qu'il s'est produit une vasoconstriction de l'artère mésentérique après la manipulation. Elle confirme l'effet sympatho-exciteur obtenu à la suite de la manipulation. On sait également d'après cette étude que la réponse obtenue est probablement variable en fonction de la présence de LTR ou non, puisque aucune différence n'a été obtenue dans le groupe non lésionnel.

HALLIGON P⁵⁵ a réalisé une étude sur l'effet de manipulation de l'articulation entre la septième cervicale (C7) et première dorsale (D1) sur le flux sanguin de l'artère radiale. Son étude n'a montré aucune variation significative du flux sanguin au niveau de l'artère radiale.

Point Clé au sein des études :

- L'écho-Doppler est un outil utilisé pour objectiver l'effet d'une manipulation.
- La manipulation entraîne le plus souvent une vasoconstriction vasculaire périphérique.
- Les manipulations n'entraînent pas de variation de flux sanguin dans les gros troncs vasculaires.
- La réponse obtenue après manipulation est probablement variable en fonction de la présence ou non de LTR.

⁵⁴ Tonnerieux C. op. cit., p27

⁵⁵ Halligon P. op. cit., p27

3 HYPOTHESE

Prenant en considération nos connaissances théoriques et les données de la littérature, notre étude a pour but de répondre à la question suivante : La manipulation structurelle articulaire en regard de la première côte (K1) a-t-elle un effet physiologique sur le flux sanguin au niveau de l'artère radiale mesuré par écho-Doppler. Cette réponse est-elle modifiée par la présence de la LTR ?

Cette étude cherche donc à déterminer si :

- **La manipulation structurelle articulaire du tissu conjonctif en regard de K1 entraîne une modification physiologique du flux artériel au niveau de l'artère radiale.**
- **La manipulation structurelle articulaire du tissu conjonctif en regard de K1 en lésion tissulaire réversible entraîne une modification plus importante du flux artériel au niveau de l'artère radiale.**

Les hypothèses opérationnelles sont :

- Hypothèse 1 : Il existe une différence significative dans le groupe « lésionnel » sur les variables (VS, VD, IR) avant et après manipulation.
- Hypothèse 2 : Il existe une différence significative dans le groupe « non lésionnel » sur les variables (VS, VD, IR) avant et après manipulation.
- Hypothèse 3 : Il existe une différence non significative dans le groupe témoin sur les mesures avant et après manipulation
- Hypothèse 4 : Il existe une différence significative plus importante dans le groupe « lésionnel » sur les Variables (VS, VD, IR) que dans le groupe « non lésionnel » après la manipulation.

Plan expérimental

Cette expérimentation étudie les effets de 2 variables indépendantes sur trois variables dépendantes.

Les 2 variables indépendantes sont :

- Une VI inter individuelle : traitement par manipulation structurelle ostéopathique.

Groupe lésionnel (L), groupe non lésionnel (NL), groupe témoin (T).

- Une VI intra individuelle qui représente le temps entre chaque traitement : avant versus après manipulation.

Les variables dépendantes sont :

- La vitesse systolique (VS)
- La vitesse diastolique (VD)
- L'indice de résistance (IR)

4 MATERIEL ET METHODE

4.1 Matériel

Cette étude est une étude expérimentale. Elle se propose d'observer l'effet de la manipulation de la première côte sur le flux sanguin de l'artère radiale.

4.1.1 Outils d'évaluations :

4.1.1.1 *L'écho-doppler*

La mesure de la circulation artérielle périphérique fait appel à l'échographie-Doppler. Le matériel utilisé est un échographe « Philips Affiniti 50 ».

Les mesures relevées pour cette étude sont :

- la vitesse systolique (Vs). Elle correspond à la vitesse du sang lors de la phase d'éjection systolique cardiaque. La vitesse est exprimée en cm/s.
- La vitesse diastolique (Vd) est la vitesse du sang lors de la phase de repos cardiaque, la diastole.
- L'Indice de Résistance (IR) correspond au rapport suivant : $(Vs - Vd) / Vs$.

Néanmoins, l'écho-Doppler reste opérateur-dépendant et pour limiter ce biais, les mesures seront effectuées par le même angiologue tout au long de l'étude.

Pour la mesure du flux sanguin, le sujet est allongé sur le dos. La tête est en position neutre. Le membre supérieur est en extension reposant sur la table. La mesure est effectuée du côté manipulé. La sonde est placée à 90° en regard de l'artère radiale (voir photo en annexe 5). L'angle d'incidence du rayon doppler est paramétré à 56° pour l'ensemble des mesures.

4.1.1.2 *L'Echelle Visuelle Analogique*

Le patient quantifie, à l'aide d'un curseur sur une règle, l'intensité de son symptôme, la position à gauche étant une intensité nulle et la position à droite une intensité insupportable. La face présentée au thérapeute est graduée de 0 à 100 mm. La valeur de l'intensité du symptôme est exprimée en millimètres : 0 mm désigne l'absence de symptômes et 100 mm un symptôme insupportable. Il a été demandé aux sujets de quantifier la douleur ressentie lors de la manipulation. (Cf. Annexe 8)

4.1.1.3 *Fiche de consentement éclairé*

La fiche de consentement (Cf. Annexe 9) a été envoyée au sujet une semaine avant le jour de l'expérimentation par courriel pour lui présenter le déroulement de l'étude. Il consent à participer librement à l'étude et est mis au courant du caractère confidentiel des données qu'il fournit.

4.2 Méthode

4.2.1 Population

Cette étude porte sur des sujets sains et volontaires âgés d'au moins 18 ans ne présentant aucune contre indication à la manipulation. La sélection de la population est issue de mon entourage personnel et professionnel.

Les sujets éligibles et volontaires pour participer à cette étude ont reçu au préalable une lettre écrite par courriel expliquant le déroulement de l'expérimentation et ont donné leur consentement éclairé par signature.

Cette étude a été préalablement validée par la direction de l'IFSOR.

4.2.1.1 Critères d'inclusions

- Les sujets doivent présenter un test de résistance positif au niveau de la première côte pour le groupe lésionnel et un test de résistance négatif au niveau de la première côte pour le groupe non lésionnel et pour le groupe témoin.
- Etre âgé de 18 ans et plus
- Les sujets doivent avoir signé le formulaire de consentement éclairé.

4.2.1.2 Critères d'exclusions

- Sujet présentant une douleur du membre supérieur et/ou du rachis cervico-dorsale.
- Sujet prenant un traitement médicamenteux
- Sujet ayant une pathologie cardio-vasculaire
- Sujet suivi en kinésithérapie, chiropraxie, étio-pathie, ostéopathie, acupuncture durant ces 30 derniers jours.
- Sujet présentant des maladies neurologiques périphériques ou centrales.
- Sujet ayant subi un traumatisme sévère récent.
- Sujet diabétiques.
- Sujet ayant une pathologie tumorale.
- Sujet présentant une myopathie.

Il est demandé aux sujets de ne pas manger, de ne pas prendre des excitants, de ne pas fumer, et de ne pas effectuer un effort physique 3 heures avant la prise de mesure pour éviter d'éventuelles influences sur le système cardio-vasculaire et par conséquent sur les résultats.

4.2.1.3 Répartition de la population

Les sujets éligibles sont répartis en trois groupes :

➤ Un groupe « Lésionnel ».

Les sujets présentent une première côte en LTR. La manipulation en compression de poitrine est effectuée sur cette première côte. Les mesures par écho-Doppler sont effectuées du côté manipulé.

➤ Un groupe « Non Lésionnel ».

Les sujets présentent une première côte sans LTR. La manipulation en compression de poitrine est effectuée sur cette première côte. Les mesures par écho-Doppler sont effectuées du côté manipulé.

➤ Un groupe « Témoin »

Les sujets présentent une première côte sans LTR. Une mise en compression est effectuée au niveau de la cage thoracique supérieure le temps d'une expiration complète. Le sujet et le thérapeute sont placés dans les mêmes positions que les groupes lésionnels et non lésionnels. Les mains du thérapeute sont posées à plats de part et d'autre de la cage thoracique supérieure. Les mesures par écho-doppler sont effectuées du côté où la compression est réalisée. Le but est de vérifier si la compression a un effet sur le flux sanguin.

4.2.2 Protocole

- Les données des sujets et le résultat des mesures pris par écho-Doppler sont recueillies par l'auteur de l'étude.
- Les manipulations sont réalisées par une autre personne que l'auteur de l'étude qui est un masseur-kinésithérapeute, étudiant de cinquième année à Bretagne ostéopathie, dénommé le thérapeute dans la suite du protocole.
- L'écho-Doppler est réalisée par un médecin angiologue.

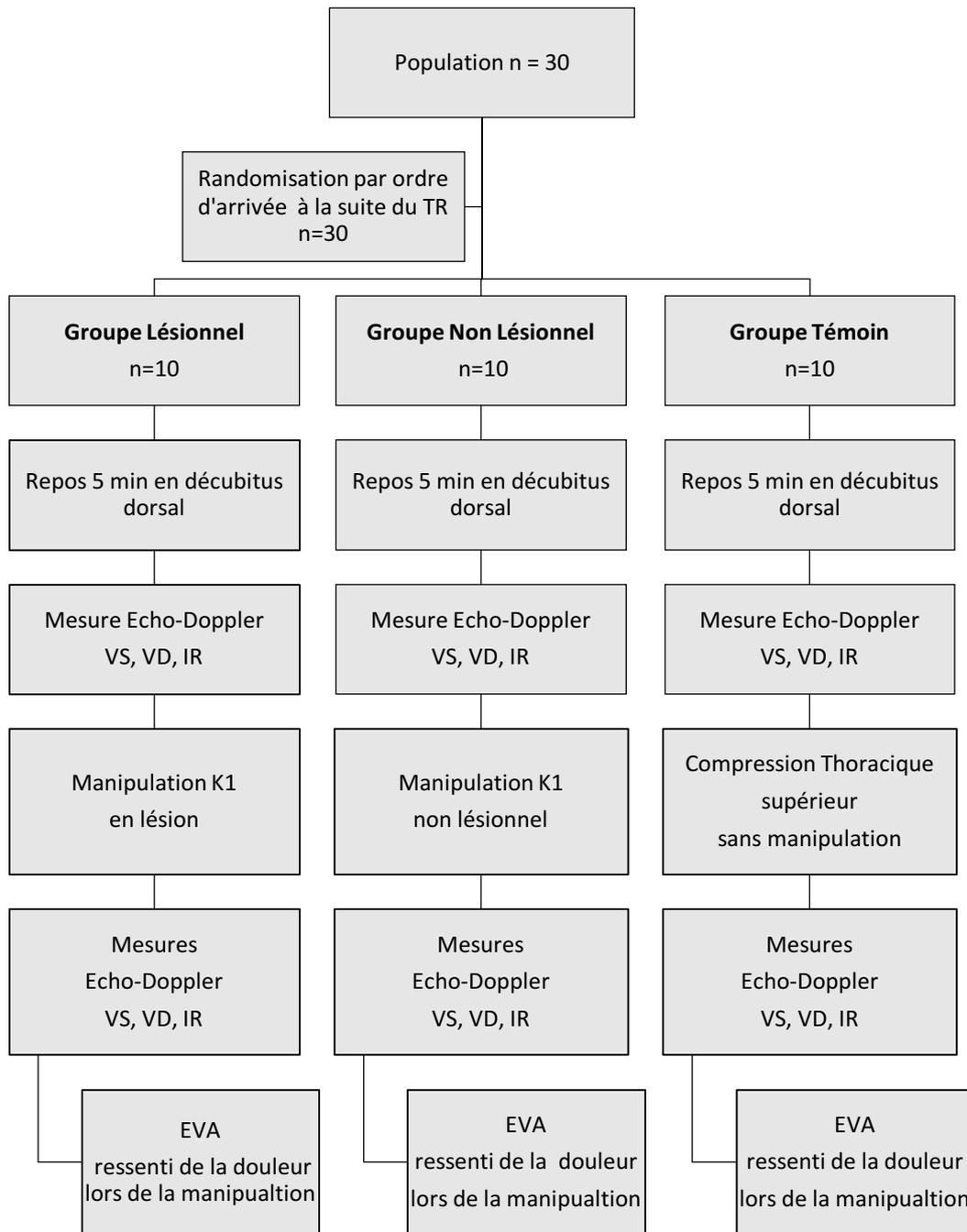


Figure 9 : Organigramme : Déroulement du protocole expérimental

(TR : test de résistance, VS : Vitesse systolique, VD : vitesse diastolique, IR : Indice de résistance, EVA : Échelle visuelle analogique)

Déroulement du protocole (Fig.9) :

- Le premier temps commence par l'explication du déroulement de l'étude par l'auteur au sujet. Les critères d'inclusion et d'exclusion de l'étude sont vérifiés. Le sujet remplit et signe la fiche de consentement éclairé qui lui a été envoyée par courriel une semaine avant par l'auteur.
- Le thérapeute objective ensuite la présence de LTR ou non au niveau de la première côte par un test de résistance selon le protocole d'investigation décrit en annexe 10. Les sujets avec LTR appartiennent au groupe lésionnel et les sujets sans LTR sont répartis dans le groupe non lésionnel et témoin par ordre d'arrivée de façon alternative. Le premier dans le groupe lésionnel, le deuxième dans le groupe non lésionnel, le troisième dans le groupe témoin et ainsi de suite.
- Les LTR sont répertoriées dans la fiche clinique (Cf. annexe 11) selon leurs densités (+ peu dense, ++ dense, +++ très dense).
- L'expérimentation se poursuit par un repos de 5 minutes, le sujet étant couché sur le dos.
- Une première mesure est effectuée au bout des 5 minutes par le médecin angiologue. La mesure prise par écho-Doppler correspond à la vitesse systolique, diastolique, et indice de résistance au niveau de l'artère radiale.
- Le thérapeute réalise la manipulation de la première côte par une technique de compression de poitrine décrite en annexe 12, immédiatement après la fin de la première mesure. La manipulation est réalisée en une trentaine de secondes. Au cours de cette manipulation le thérapeute a pu être amené à réaliser une deuxième et dernière tentative si un phénomène de cavitation ne se produisait pas lors de la première tentative. Par la suite, le thérapeute a décroisé les bras du sujet et les a replacés le long du corps pour permettre la réalisation de la deuxième mesure.
- La seconde mesure est effectuée immédiatement après par le médecin angiologue.
- Le thérapeute objective par un test de résistance le changement tissulaire obtenu ou non pour le groupe lésionnel dans la même position que lors du test de résistance initiale.
- Le sujet sort de la salle et répond à la question : « La manipulation a-t-elle été ressentie comme douloureuse ? ». La réponse est mesurée par une EVA. Le thérapeute ne connaît pas cette partie du protocole.

Le thérapeute s'est assuré de garder un positionnement similaire pour l'ensemble des sujets avec la même intention. Cette technique en compression de poitrine a été choisie parce qu'elle permet au sujet de rester dans la même position entre la prise de mesure et la manipulation.

L'expérimentation s'est déroulée sur trois après-midi. Les paramètres de l'environnement sont maintenus constants pendant toute l'expérimentation.

La durée totale de l'expérimentation pour chaque sujet a été en moyenne de 10 minutes.

Les sujets et le thérapeute sont à l'abri de l'écran de l'écho-Doppler pour éviter l'observation des mesures avant et après l'expérimentation. Les sujets ne savent pas dans quel groupe ils appartiennent. Le médecin angiologue ne sait pas dans quel groupe le sujet appartient.

5 RESULTATS

5.1 Analyse descriptive de la population

Cette étude se déroule dans la commune du Robert en Martinique, au sein d'un cabinet d'angiologie. Les données ont été relevées sur trois après-midi de décembre 2018 à février 2019. L'effectif initial est de 30 sujets par choix car nous n'avons pas pu effectuer de calcul du nombre de sujets nécessaires par manque d'informations sur les différences cliniquement significatives. Trente sujets ont été retenus pour participer à l'étude conformément aux critères de sélection. L'âge moyen des sujets est de $28,6 \pm 4,6$ ans allant de 24 ans à 41 ans. On compte 13 femmes (43,3%) et 17 hommes (56,7). L'ensemble de la population est réparti en trois groupes dont les caractéristiques moyennes sont décrites dans le tableau 3 ci-dessous. L'ensemble des données par sujet se trouve en annexe 13.

VALEURS	LÉSIONNEL	NON LÉSIONNEL	TÉMOIN	POPULATION TOTALE
Nombre de sujet	10	10	10	30
Sexe	5H & 5F	6H & 4F	6H & 4F	17H & 13F
Moyenne AGE (ans)	$27,6 \pm 3,7$	$30,1 \pm 6,1$	$28,2 \pm 3,9$	$28,6 \pm 4,6$
Moyenne TAILLE (cm)	$172,2 \pm 9,5$	$175,5 \pm 10,5$	$173,5 \pm 8,6$	$173,7 \pm 9,4$
Moyenne POIDS (kg)	$73 \pm 14,3$	$67,7 \pm 12,1$	$69,8 \pm 13$	$70,2 \pm 12,9$
Moyenne IMC (kg.m ⁻²)	$24,38 \pm 2,5$	$21,8 \pm 1,7$	$23,09 \pm 3,2$	$23,09 \pm 2,7$
Moyenne FC (bpm)	$71,6 \pm 11,3$	$70,1 \pm 7,3$	$75,3 \pm 8,2$	$72,3 \pm 9,1$
Moyenne TA systolique (mmHg)	$11,6 \pm 0,7$	$11,8 \pm 1,1$	$11,3 \pm 0,9$	$11,6 \pm 0,9$
Moyenne TA diastolique (mmHg)	$7,5 \pm 0,5$	$7,4 \pm 0,5$	$7,2 \pm 1$	$7,4 \pm 0,7$
Moyenne SAO2 (%)	$97,7 \pm 0,8$	$97,5 \pm 1$	$97,6 \pm 0,5$	$97,6 \pm 0,8$

Tableau 2 : Tableau descriptif de la population

(18,5 <Corpulence normale< 25, FC normal = 70 ± 10 , TA SYST normal < 140, TA DIAST normal < 90, SAO2 normal > 95%)

Au vu des résultats et des critères d'exclusions, nous pouvons dire que notre population d'étude est une population asymptomatique, âgé de $28,6$ ans $\pm 4,6$, de corpulence normale, avec des paramètres cardio-circulatoires de repos normaux par rapport à l'âge et que les caractéristiques des sujets sont comparables entre les trois groupes.

Un tableau de dispersion a été réalisé pour vérifier si les caractéristiques de la population avaient des relations linéaires avec les variables mesurées. Cet outil n'a mis en évidence aucune relation.

5.2 Analyse des valeurs appariées

Dans un premier temps, nous avons présenté les résultats sous forme d'histogramme afin de faciliter l'analyse descriptive de l'évolution des variables au sein des groupes. Nous avons décidé de ne pas représenter l'évolution de l'IR dans les graphiques pour ne pas alourdir la lecture, d'autant plus que celle-ci est fortement corrélée à l'évolution de la VD (corrélation entre VD Avant et IR Avant = 0.98 ; corrélation entre VD Après et IR Après = 0.93). Ainsi quand la VD est nulle l'IR est égal à 1, et lorsque que la VD augmente l'IR diminue.

Dans un deuxième temps une analyse statistique a été réalisée. Les données ont été saisies dans un tableur Excel et analysées en utilisant la librairie scipy.stats à partir de code en Python. Toutes les variables recueillies sont quantitatives. Des tests non paramétriques de Wilcoxon pour échantillons appariés ont été utilisés pour les comparaisons intragroupes. Des tests non paramétriques de Welch ont été utilisés pour les comparaisons intergroupes. Les différences étaient considérées significatives pour $p \leq 0,05$.

L'ensemble des données se trouvent dans le tableau « recueil des données » en annexe 14.

5.2.1 Groupe lésionnel

5.2.1.1 Analyse descriptive des variables du groupe lésionnel

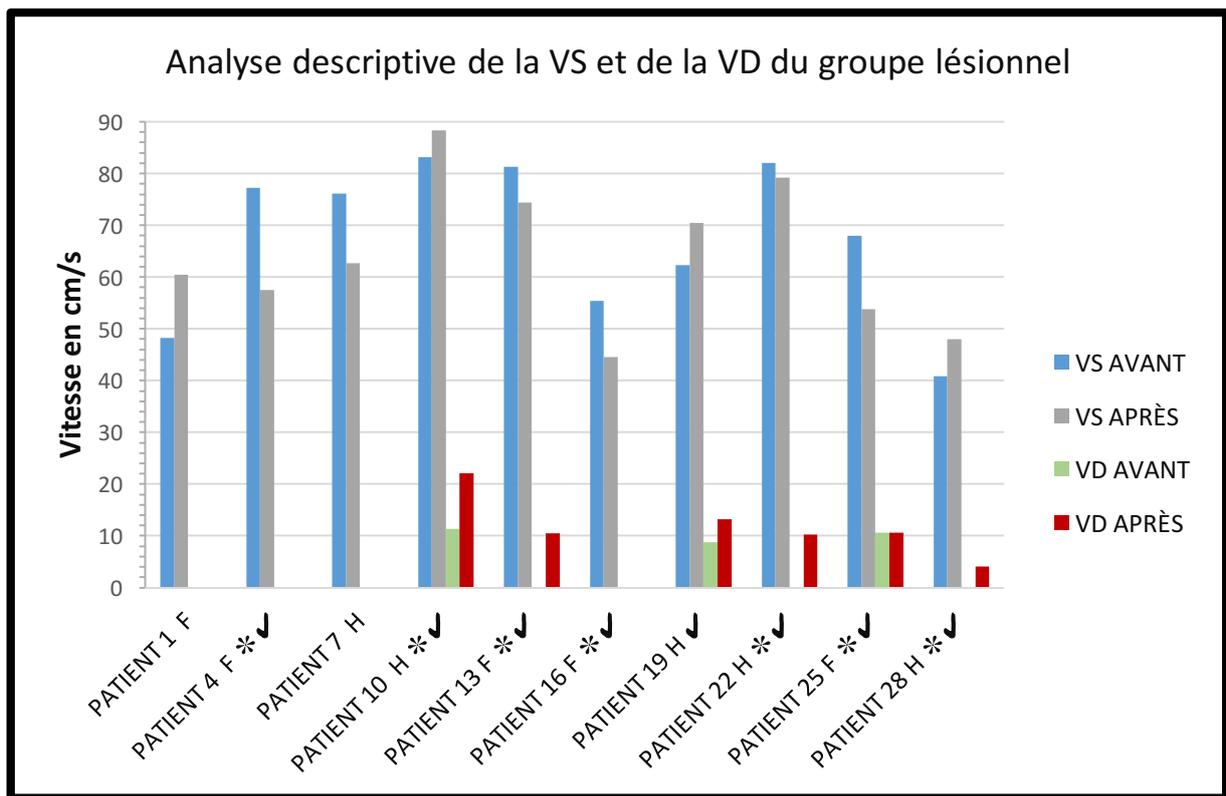


Figure 10 : Histogramme des valeurs du groupe lésionnel

* : Phénomène de cavitation à la suite de la manipulation

✓ : Changement de l'état tissulaire après manipulation objectivé par un test de résistance

➤ Analyse de la VS

L'évolution de la vitesse systolique après la manipulation de la première côte est assez aléatoire. La VS a augmenté pour 4 sujets avec une augmentation moyenne de 8,15 cm/s et elle a diminué pour 6 sujets avec une diminution moyenne de 11,33 cm/s.

La VS a diminué en moyenne de 3,54 cm/s pour l'ensemble du groupe.

➤ Analyse de la VD

La VD est présente pour 3 sujets avant la manipulation alors que celle-ci devrait théoriquement être nulle puisque nous sommes sur une artère musculaire. A la suite de la manipulation, la VD est restée nulle pour 4 sujets et stable pour un sujet.

La VD a augmenté pour 5 sujets avec une augmentation moyenne de 8,01 cm/s. Il est intéressant de remarquer que l'état tissulaire a été modifié après la manipulation pour ces 5 sujets et que 3 de ces sujets n'avaient pas de VD avant la manipulation, et qu'il y a eu un phénomène de cavitation pour 4 de ces 5 sujets.

La VD a augmenté en moyenne de 4,00 cm/s pour l'ensemble du groupe.

➤ Analyse de l'EVA

L'EVA est cotée par le patient de 0 (pas de douleur) à 10 (douleur maximale jamais ressentie). La manipulation a été ressentie avec un score de 0 (absence de douleur) pour 9 sujets sur 10 et un score de 1,2 cm (1< douleur légère < 3) pour un sujet. La manipulation a été ressentie comme non douloureuse dans 90% des cas et légèrement douloureuse 10 % des cas.

5.2.1.2 Analyse statistique des variables du groupe lésionnel

GRUPE LÉSIONNEL				
	Avant	Après	Évolution	P Value
VS (cm/s)	67,47 ± 15,17	63,93 ± 14,0	-3,54 ± 11,12	0,33
VD (cm/s)	3,07 ± 4,98	7,07 ± 7,51	4,00 ± 4,81	0,04 *
IR	0,96 ± 0,07	0,90 ± 0,10	-0,06 ± 0,06	0,03 *

Tableau 3 : Analyse statistique des mesures du groupe lésionnel (moyennes ; écarts -types)

- (*) : Résultat présentant une différence statistiquement significative p value < 0,05.

P-value effectué par le test de Wilcoxon.

On constate dans le groupe lésionnel que la VS ne présente pas de différence significative après la manipulation. Par contre, il existe une différence significative au niveau de la VD et de l'IR entre avant et après la manipulation. La vitesse diastolique moyenne augmente de 3,07 ± 4,98 cm/s à 7,07 ± 7,51cm/s avec une p-value de 0,04 et l'IR diminue de 0,96 ± 0,07 à 0,90 ± 0,10 avec une p-value de 0,03.

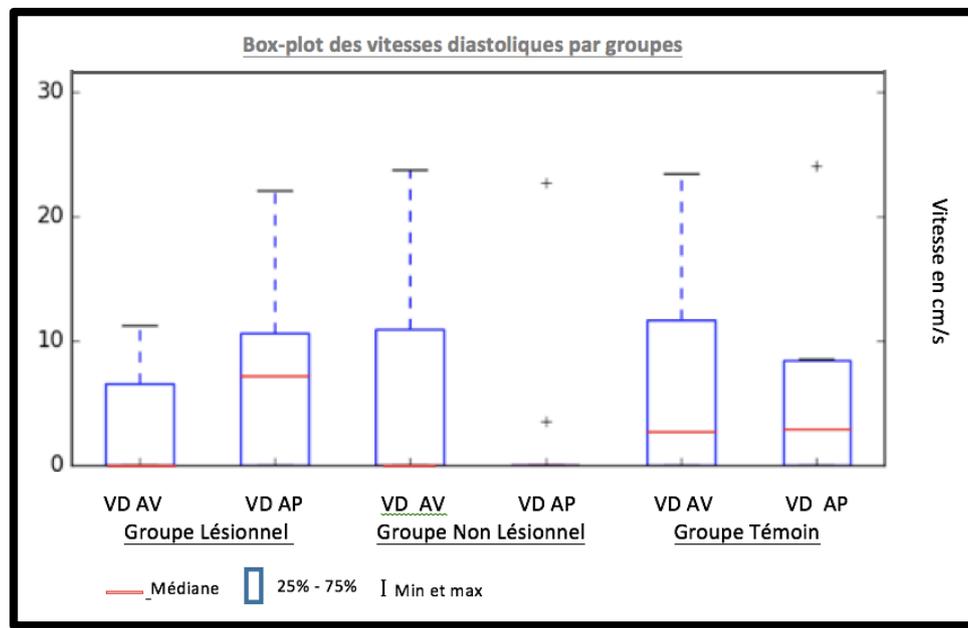


Figure 11 : Box-plot des vitesses diastoliques par groupes

Le box plot (Fig. 11) des VD nous montre bien les résultats obtenus pour le groupe lésionnel. La médiane qui est un indicateur central des données passe de 0 à 7,17 cm/s.

5.2.2 Groupe Non lésionnel

5.2.2.1 Analyse descriptive des variables du groupe non lésionnel

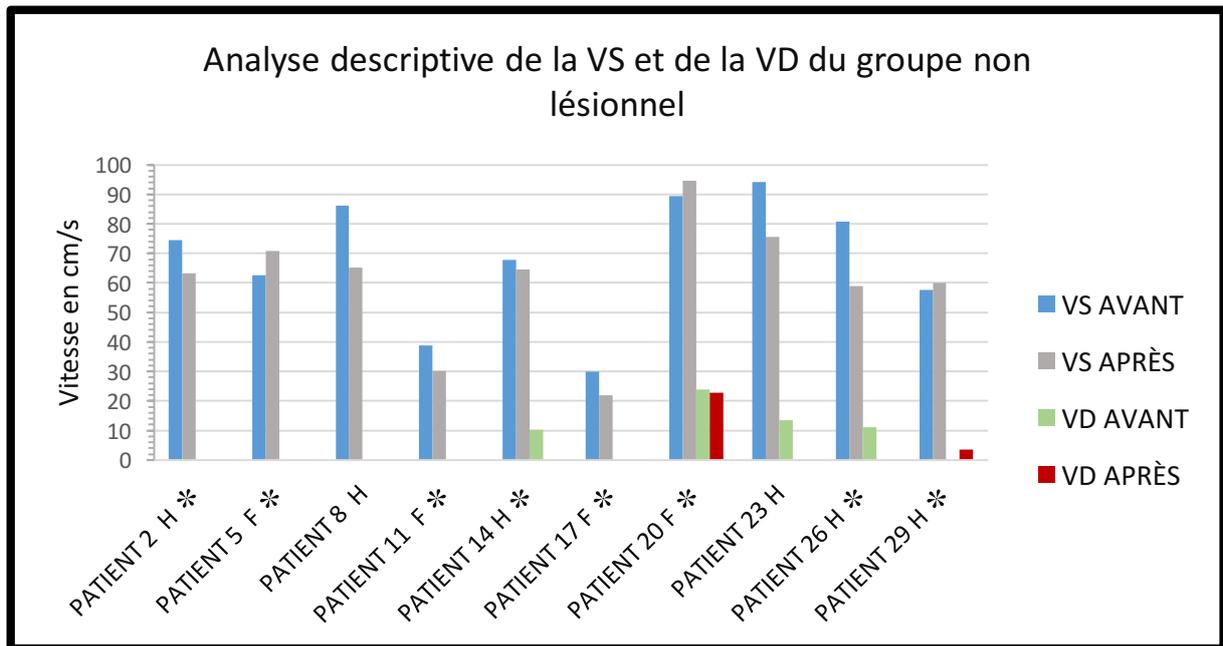


Figure 12 : Histogramme des valeurs du groupe non lésionnel

* : Phénomène de cavitation à la suite de la manipulation

➤ Analyse de la VS

L'évolution de la vitesse systolique après la manipulation de la première côte est assez aléatoire. La VS a augmenté pour 3, et elle a diminué pour 7 sujets.

La VS a diminué en moyenne de $7,63 \pm 10,79$ cm/s pour l'ensemble du groupe .

➤ Analyse de la VD

La VD est présente pour 4 sujets avant la manipulation alors que celle-ci devrait théoriquement être nulle puisque nous sommes sur une artère musculaire. A la suite de la manipulation, la VD est restée nulle pour 5 sujets n'ayant pas de VD avant la manipulation et a augmenté pour 1 sujet n'ayant pas de VD avant la manipulation.

Une observation qui n'est pas attendue est l'absence de VD après manipulation pour 3 sujets ayant une VD avant la manipulation.

La VD a diminué en moyenne de $3,25 \pm 5,96$ cm/s pour l'ensemble du groupe.

➤ Analyse de l'EVA

L'EVA est cotée par le patient de 0 (pas de douleur) à 10 (douleur maximale jamais ressentie). La manipulation a été ressentie avec un score de 0 (absence de douleur) pour 8 sujets sur 10 et un score de 1cm et de 2,2 cm ($1 < \text{douleur} < 3$) pour les deux autres sujets. La manipulation a été ressentie comme non douloureuse dans 80% des cas et avec une douleur légère dans 20 % des cas.

5.2.2.2 Analyse statistique des variables du groupe non lésionnel

GROUPE NON LÉSIONNEL				
	Avant	Après	Évolution	P Value
VS (cm/s)	68,16 ± 21,37	60,53 ± 20,97	-7,63 ± 10,79	0,06
VD (cm/s)	5,87 ± 8,39	2,62 ± 7,14	-3,25 ± 5,96	0,14
IR	0,93 ± 0,10	0,97 ± 0,08	0,04 ± 0,07	0,14

Tableau 4 : Analyse statistique des mesures du groupe non lésionnel (moyennes écarts –types)

P-value effectué par le test de Wilcoxon.

Les différences entre avant et après pour les variables VS, VD et IR ne sont pas statistiquement significatives ($p > 0,05$) pour les sujets du groupe non lésionnel après la manipulation.

5.2.3 Groupe Témoin

5.2.3.1 Analyse descriptive des variables du groupe non lésionnel

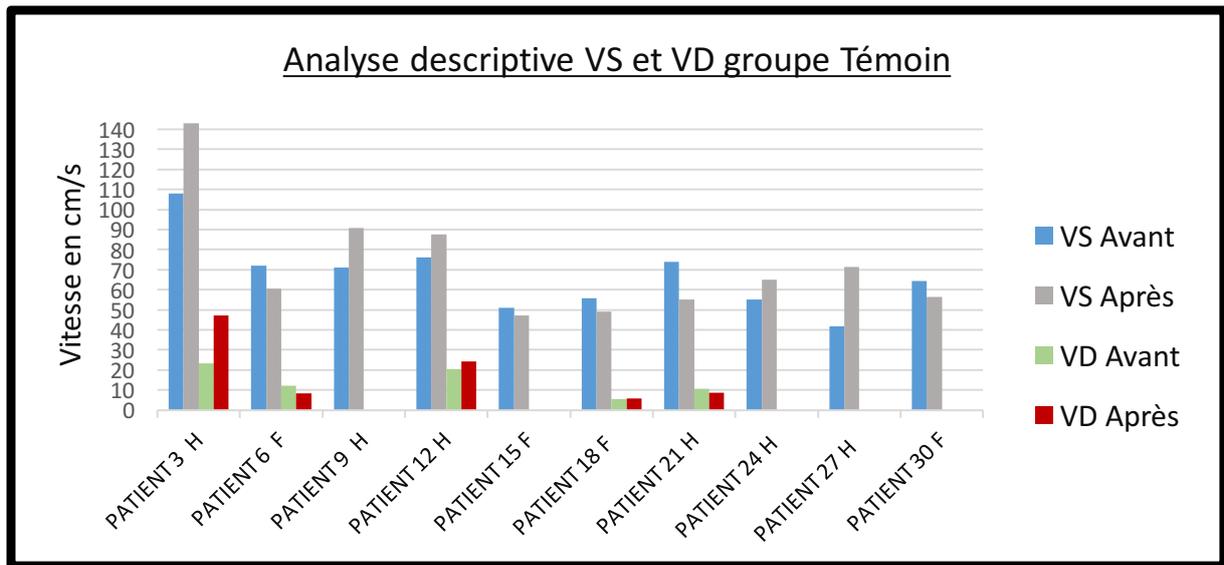


Figure 13 : Histogramme des mesures du Témoin

➤ Analyse de la VS

L'évolution de la vitesse systolique est assez aléatoire. La VS a augmenté pour 5, et elle a diminué pour 5 sujets.

Le sujet numéro 3 semble présenter des valeurs aberrantes.

➤ Analyse de la VD

La VD est présente pour 5 sujets avant la manipulation alors que celle-ci devrait théoriquement être nulle puisque nous sommes sur une artère musculaire. A la suite de la manipulation, la VD a évolué faiblement pour 4 sujets, sauf pour le patient 3 où la VD a augmenté fortement.

➤ Analyse de l'EVA

L'EVA est cotée par le patient de 0 (pas de douleur) à 10 (douleur maximale jamais ressentie). La manipulation a été ressentie avec un score de 0 (absence de douleur) pour 8 sujets sur 10 et un score de 1,2 et de 1,8 cm ($1 < \text{douleur} < 3$) pour les deux autres sujets. La manipulation a été ressentie comme non douloureuse dans 80% des cas et avec une douleur légère dans 20 % des cas.

5.2.3.2 Analyse statistique des variables du groupe témoin

GROUPE TÉMOIN				
	Avant	Après	Évolution	P Value
VS (cm/s)	66,92 ± 18,32	72,61 ± 28,85	5,69 ± 18,24	0,36
VD (cm/s)	7,20 ± 9,04	9,40 ± 15,28	2,20 ± 7,81	0,69
IR	0,91 ± 0,11	0,90 ± 0,12	- 0,01 ± 0,04	0,59

Tableau 5 : Analyse statistique des mesures du groupe Témoin (moyennes ; écarts – types)

P-value effectué par le test de Wilcoxon.

Les différences entre avant et après pour les variables VS, VD et IR ne sont pas statistiquement significatives pour les sujets du groupe témoin après la manipulation.

5.3 Analyse des valeurs Intergroupes

		Moyennes			P Value Test de Welch		
Mesure	Avant / Après	LESIONNEL	NON LÉSIONNEL	TÉMOIN	L vs NL	L vs T	NL vs T
VS (cm/s)	Avant	67,47	68,16	66,92	0,93	0,94	0,89
	Après	63,93	60,53	72,61	0,68	0,41	0,3
	Évolution	-3,54	-7,63	5,69	0,41	0,19	0,07
VD (cm/s)	Avant	3,07	5,87	7,20	0,38	0,23	0,74
	Après	7,07	2,62	9,40	0,19	0,67	0,23
	Évolution	4,00	-3,25	2,20	0,008 *	0,54	0,1
IR	Avant	0,96	0,93	0,91	0,51	0,25	0,63
	Après	0,90	0,97	0,90	0,09	0,97	0,14
	Evolution	- 0,06	0,04	0,01	0,005 *	0,047 *	0,08

Tableau 6 : Analyse des mesures moyennes intergroupes

- (*) : Résultat présentant une différence statistiquement significative p value < 0,05

- Évolution : différence des valeurs après moins avant

Nous avons tout d'abord comparé les populations 2 à 2 pour les variables VS, VD, IR dont les résultats des tests se trouvent ci-dessus.

A la suite de l'analyse intergroupe, il n'existe aucune différence significative ($p \geq 0,05$) pour l'ensemble des valeurs dépendantes.

Nous avons, dans un second temps, créé une variable correspondant au gain moyen entre avant et après la manipulation pour l'ensemble des variables VS, VD, IR. Les résultats correspondent à la ligne « Évolution » dans le tableau ci dessus.

La moyenne de l'écart (avant – après) de la vitesse diastolique du groupe Lésionnel est significativement différente ($p=0,008$) de la moyenne de l'écart de la vitesse diastolique du groupe non lésionnel.

La moyenne de l'écart avant – après de l'IR du groupe Lésionnel est significativement différent ($p=0,005$) de la moyenne de l'écart de l'IR du groupe non lésionnel.

La moyenne de l'écart avant – après de l'IR du groupe Lésionnel est significativement différent ($p=0,047$) de la moyenne de l'écart de l'IR du groupe témoin.

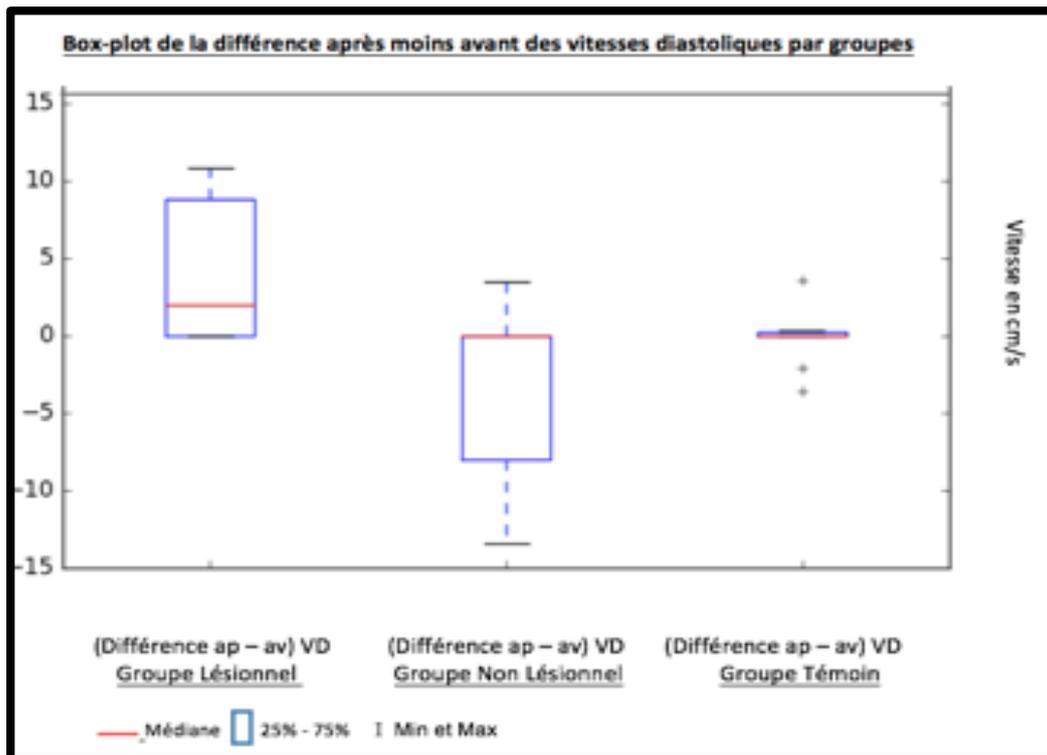


Figure 14 : Box plot de la différence des vitesses diastoliques par groupe

Le Box plot (Fig. 14) des valeurs obtenues par la différence des VD avant après montre bien les résultats statistiques obtenus. On observe que les valeurs de différence du groupe lésionnel ont tendance à augmenter alors que les valeurs du groupe non lésionnel ont tendance à diminuer voir à rester nulle puisque la médiane est à 0. Pour le groupe témoin on observe aucune évolution des valeurs de différence.

5.4 Synthèse des résultats

- Il existe une différence significative de la VD ($p=0,03$) et de l'IR ($p=0,04$) au sein du groupe lésionnel.
- Il n'existe pas de différence significative ($p \geq 0,05$) pour les variables dépendantes au sein des groupes non lésionnel et témoin.
- Il n'existe pas de différence significative ($p \geq 0,05$) pour les variables dépendantes entre les groupes lésionnel, non lésionnel, et témoin.
- Il existe une différence significative ($p \leq 0,05$) pour l'évolution de la VD et de l'IR entre le groupe lésionnel et non lésionnel.
- Il existe une différence significative ($p \leq 0,05$) pour l'évolution de l'IR entre le groupe lésionnel et témoin.

6 DISCUSSION

Dans la présente étude, nous avons cherché à montrer l'effet d'une manipulation en regard d'une structure articulaire sur une fonction appartenant au système cardiovasculaire, le flux sanguin. Cette relation structure – fonction est un principe commun dans les pensées ostéopathiques datant de ses origines puisque, dès ses débuts, STILL AT pense que la lésion ostéopathique est un facteur majeur pouvant influencer le fonctionnement corporel d'où les manipulations. Il est également convaincu que le système somatique est étroitement lié aux systèmes viscéraux et inversement. Cette réciprocité est aujourd'hui importante dans la philosophie de notre profession, dans sa pratique et également dans la recherche. Bien que la base de données sur ce sujet ne soit pas importante, un certain nombre d'études ont cherché à mettre en évidence les effets des troubles somatiques identifiés comme des lésions ostéopathiques, sur différentes fonctions viscérales dont la plupart ont été réalisées sur la fonction cardiovasculaire avec des résultats contradictoires⁵⁶.

En ostéopathie, une explication classique de cette relation à distance entre le dysfonctionnement somatique et la fonction viscérale provient tout d'abord des pensées de STILL AT (1828 -1917), puis des travaux de KORR IM effectués entre les années 40 et 70 par la théorie dite « neurologique »⁵⁷ où une structure en lésion en relation avec des fibres nerveuses peut causer des réactions réflexes locales ou à distance et occasionner des perturbations fonctionnelles dans les organes innervés par une sur ou sous activité des nerfs efférents. Aujourd'hui, les auteurs attribuent souvent les effets viscéraux observés après la manipulation vertébrale aux réflexes somato-autonomiques. Cette théorie s'appuie majoritairement sur des travaux expérimentaux effectués principalement sur des rats dans les années 80 par SATO A et al^{58 59 60 61}. Ce réflexe fournit également une part d'explication au mécanisme induit par manipulation⁶². Ainsi, bien que la littérature confirme que la stimulation mécanique de la colonne vertébrale peut moduler les fonctions viscérales dans certaines cohortes, une justification neurobiologique complète de ce phénomène souvent rapporté et enseigné dans le monde ostéopathique n'a pas encore fait son apparition à ce jour⁶³ ce qui nous montre les faiblesses du corpus théorique ostéopathique et sa pratique empirique sur ce sujet. Des explorations futures seront nécessaires pour expliquer l'incidence d'une lésion ostéopathique et l'effet des manipulations mais cela relève du domaine de la science expérimentale et n'est pas à la portée de cette présente étude. Pour autant, c'est dans la continuité de ce cadre expérimental et avec la volonté de continuer à développer, à mesure, les connaissances ostéopathiques que se situe cette étude.

⁵⁶ Bolton PS, Budgell B. Review Visceral responses to spinal manipulation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2012, (22), p 777–784.

⁵⁷ Korr M. *Bases physiologiques de l'ostéopathie*. Paris, 2^{ème} édition Frison-Roche, 1982, 240p.

⁵⁸ Sato A, Swenson RS. Sympathetic nervous system response to mechanical stress of the spinal column in rats. *J Manipulative Physiol Ther*, 1984, (7), p141-147.

⁵⁹ Coote JH, Sato A. Supraspinal regulation of spinal reflex discharge into cardiac sympathetic nerves. *Brain Res*, 1978, 142, (3), p 425-437.

⁶⁰ Budgell B, Sato A, Suzuki A, Uchida S. Responses of adrenal function to stimulation of lumbar and thoracic interspinous tissues in the rat. *Neurosci Res*, 1997, 28,(1), p 33-40.

⁶¹ Sato A, Sato Y, Schmidt RF. The impact of somatosensory input on autonomic functions. *Rev Physiol Biochem Pharmacol*, 1997, (130), p321-328.

⁶² Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *Spine J*, 2002, (2), p 357–371.

⁶³ Bolton PS, Budgell B. op. cit., p

6.1 Analyse des résultats :

Dans le contexte de cette étude, et sur cet échantillon de 30 sujets, les résultats semblent répondre en partie aux hypothèses de départ. Ils suggèrent qu'il existe bien une interrelation entre la région costale et l'artère radiale et qu'elle peut être modulée par la manipulation.

- En effet, les résultats de cette étude ont révélé qu'une technique de compression de poitrine appliquée à la première côte présentant un test de résistance positif chez des sujets asymptomatiques entraîne des changements statistiquement significatifs avec une augmentation de la VD ($p=0,04$) et une diminution de l'IR ($p=0,03$) au niveau de l'artère radiale du côté manipulé, immédiatement après la manipulation pour le groupe lésionnel. La première hypothèse qui était : Il existe une différence significative dans le groupe lésionnel sur les variables (VS, VD, IR) avant et après manipulation, a été vérifiée.

- Les résultats du groupe non lésionnel ont montré que la manipulation en regard de la première côte, présentant un test de résistance négatif, n'a aucun effet significatif ($p \geq 0,05$) sur les variables VS, VD et IR au niveau de l'artère radiale pour des sujets asymptomatiques. L'hypothèse 2 ne peut être confirmée.

Ces résultats suggèrent que la manipulation en regard d'une première côte non lésionnelle ne présente pas d'intérêt pour espérer avoir une réaction vasculaire dans le membre supérieur.

- Pour les sujets du groupe témoin qui présentaient un test de résistance négatif au niveau de la première côte, les résultats ont indiqué aucune différence statistique ($p \geq 0,05$). La compression de cage thoracique supérieure n'a donc aucun effet sur le flux sanguin de l'artère radiale pour des sujets asymptomatiques. La troisième hypothèse qui était : Il existe une différence non significative dans le groupe témoin sur les mesures avant et après manipulation, a été vérifiée.

- Pour terminer, les résultats intergroupes exposent le fait qu'il n'existe pas de différence significative ($p \geq 0,05$) sur l'ensemble des variables avant et après la manipulation entre les groupes.

Ces résultats nous indiquent que la présence de la LTR n'affecte pas les variables VS, VD, et IR de l'artère radiale avant la manipulation pour une population asymptomatique.

Toutefois, on peut remarquer que la manipulation semble avoir un effet entre les groupes «lésionnel» et «non lésionnel» car les résultats obtenus par la valeur moyenne des différences avant et après de la VD (+ $4 \pm 4,81$ cm/s pour le groupe lésionnel et - $3,25 \pm 5,96$ cm/s pour le groupe non lésionnel) et de l'IR (- $0,06 \pm 0,05$ pour le groupe lésionnel et + $0,04 \pm 0,07$ pour le groupe non lésionnel) montrent une différence statistique ($p \leq 0,05$) entre les groupes «lésionnel» et «non lésionnel». Par contre, il est difficile de répondre à l'hypothèse 4 et affirmer que la manipulation en regard d'une première côte en lésion a plus ou moins d'effet qu'une manipulation en regard d'une première côte sans lésion puisque les valeurs absolues et leurs écart-types sont similaires. Néanmoins, si les différences avant-après manipulation décrivent des phénomènes de même intensité, leurs valeurs décrivent une augmentation de la VD pour le groupe lésionnel, et une diminution de la VD pour le groupe non lésionnel, et inversement pour l'indice de résistance.

Il existe également une différence significative ($p \leq 0,05$) entre l'évolution de l'IR du groupe lésionnel ($-0,06 \pm 0,05$) et du groupe témoin ($0,01 \pm 0,04$), ce qui signifie que la manipulation en regard d'une première côte en lésion sur des sujets asymptomatiques a pour effet de diminuer les résistances circulatoires périphériques, contrairement à une compression de la cage thoracique supérieure pour des sujets asymptomatiques sans lésion.

Au terme de mes recherches, il est difficile de comparer les résultats de cette étude à la littérature puisqu'aucune étude antérieure n'a cherché à savoir si l'application d'une technique ostéopathique en regard de la première côte entraînait une modification du flux sanguin dans le membre supérieur. Des études similaires^{64 65 66 67 68 69 70} ont objectivé des relations entre la manipulation au niveau de la colonne cervicale ou dorsale sur le membre supérieur par l'analyse de la Tcu et la CE. Les résultats de ces études ont montré une augmentation de la CE et une diminution de la Tcu qui ont été interprétées comme le résultat d'une réaction réflexe somato-sympathique excitatrice entraînant une vasoconstriction périphérique. Seul le travail d'étude et de recherche de TONNERIEUX C⁷¹ au sein de l'école Bretagne Ostéopathie a montré une réponse similaire avec une augmentation significative ($p=0,02$) de la VD de l'artère mésentérique supérieure à la suite d'une manipulation de la dixième vertèbre thoracique. Cette augmentation de la vitesse diastolique a également été interprétée comme le résultat d'une vasoconstriction périphérique.

Une différence entre l'étude actuelle et celles citées précédemment réside dans l'interprétation des résultats. Les études expliquent leurs résultats par un phénomène de vasoconstriction vasculaire.

⁶⁴ Petersen N et al, Vicenzino B, Wright A. The effects of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subjects. *Physiotherapy Theory and Practice*, 1993, 9, p 144-156

⁶⁵ Chiu TW, Wright A. To compare the effects of different rates of application of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subjects. *Man Ther*, 1996, 1, (4), p 198-203.

⁶⁶ Vicenzino B, Collins D, Benson H, Wright A. An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation. *J Manipul Physiol Ther*, 1998, 21, (7), p 448-53.

⁶⁷ Sterling M, Jull G, Wright A. Cervical mobilisation : concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. *Manual Ther*, 2001, 6, (2), p 72-81.

⁶⁸ Moulson A, Watson T. A preliminary investigation into the relationship between cervical snags and sympathetic nervous system activity in the upper limbs of an asymptomatic population. *Man Ther*, 2006, 11, (3), p 214-224.

⁶⁹ Jowsey P, Perry J. Sympathetic nervous system effects in the hands following a grade III postero-anterior rotatory mobilisation technique applied to T4: a randomised, placebo-controlled trial. *Man Ther*, 2010, 15, (3), p 248-253.

⁷⁰ La Touche R, Paris-Alemay A, Mannheimer JS, Angulo-Diaz-Parreno S, Bishop MD, Lopez-Valverde-Centeno A. Does mobilization of the upper cervical spine affect pain sensitivity and autonomic nervous system function in patients with cervico-craniofacial pain: a randomized-controlled trial. *Clin J Pain*, 2013, 29, (3), p 205-215.

⁷¹ TONNERIEUX Catherine. *Etude sur la variable de régulation neuro-vasculaire : effets d'une manipulation de la 10ième vertèbre thoracique sur la vitesse sanguine dans l'artère mésentérique supérieure*. Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2010.

Si l'on reprend les lois de l'écoulement du sang au sein des vaisseaux sanguins, celles-ci obéissent aux lois générales de la mécanique des fluides ⁷².

- La première : loi de Darcy
Elle décrit les relations entre la pression artérielle (PA), les résistances périphériques (RPT) et le débit sanguin (Qc) par la formule :

$$PA = RPT \times Qc$$

Elle peut également s'écrire sous la forme :

$$Qc = PA / RPT$$

On peut donc en déduire, à pression artérielle constante, si les résistances périphériques diminuent le débit sanguin augmente.

- La deuxième : La loi de Poiseuille

Les résistances périphériques sont dépendantes de trois facteurs, la viscosité du sang (η), la longueur du vaisseau (L) et le rayon de courbure du vaisseau (r) réunis par la loi de Poiseuille par la formule :

$$RPT = (8\eta L) / \pi r^4$$

Au vu de ces paramètres, nous sommes libres de penser que nous ne pouvons pas avoir d'effet sur la longueur des vaisseaux et qu'il est peu probable d'avoir une action sur la viscosité au vue du temps (moins de 1 minute) qui s'écoule entre la manipulation et la prise de mesure. Dans tous les cas, ces paramètres sont difficilement mesurables. De plus, au vu des résultats du groupe témoin, un phénomène de compression-décompression de la cage thoracique n'est pas envisageable pour expliquer l'augmentation du flux car aucune différence statistique n'a été retrouvée dans ce groupe ($p \geq 0,05$). Le paramètre physique le plus probable qui nous permet d'expliquer les résultats réside dans la capacité des vaisseaux à changer leur diamètre que l'on appelle également la vasomotricité. D'autant plus, on peut rapidement constater qu'une petite augmentation du rayon entraîne une forte diminution des résistances à l'écoulement étant donné qu'une variation de ce rayon intervient à la puissance 4. Ce phénomène est le principal mode de réglage de la résistance circulatoire périphérique à court terme pour le système cardiovasculaire sous contrôle neuro-moteur du système neurovégétatif.

Notre étude montre bien une réaction vasculaire suite à la manipulation par augmentation significative de la VD que l'on n'explique pas par une vasoconstriction artérielle comme dans les autres études car celle-ci entraînerait une diminution du rayon, et selon la loi de Poiseuille, nous aurions une augmentation des résistances périphériques. L'augmentation de la VD s'explique par une diminution des résistances circulatoires périphériques et probablement par une vasodilatation de la circulation en aval de l'artère radiale.

⁷² Perez-Martin A, Faure S, Schuster-Beck I, Martinez C, Goret L, Dauzat M, Leftheriotis G. Physiologie cardiovasculaire. In : Société française de médecine vasculaire. *Traité de médecine vasculaire, Principes de base, maladies artérielles, Tome 1*. Issy-les-Moulineaux, Elsevier Masson, 2010, p 29-59

Cette diminution des résistances entraîne, selon la loi de Darcy, une augmentation du débit sanguin dans les territoires vascularisés. Ce résultat est confirmé par la diminution significative de l'IR après la manipulation en regard de la première côte au sein du groupe lésionnel.

Nous pouvons à la suite de cette analyse mentionner que la manipulation entraîne une augmentation de l'apport sanguin en aval de l'artère radiale lorsqu'elle est appliquée sur une première côte lésionnelle sur des sujets asymptomatiques.

HALLIGON P⁷³, étudiant à Bretagne Ostéopathie, avait également réalisé une étude similaire. Les résultats de son étude n'avaient montré aucune différence significative ($p \geq 0,05$) après manipulation de l'articulation de C7-D1 au niveau VS, VD, et IR de l'artère radiale. Il semblerait donc qu'aux vues des résultats de cette étude que la manipulation en regard d'une première côte lésionnelle a plus d'effet sur la vascularisation du membre supérieur que la manipulation de C7-D1 pour des sujets asymptomatiques. Des études comparatives seraient nécessaires pour confirmer cette observation.

Je terminerai par souligner que l'interprétation des résultats de l'effet d'une manipulation reste assez complexe car plusieurs facteurs peuvent intervenir. La stimulation d'un tissu corporel fait intervenir l'ensemble des afférences sensibles et sensorielles comme la douleur, et autres sensations à l'origine de circuits réflexes segmentaires ou encore descendant des centres supérieurs, mais aussi des circuits réflexes liés aux émotions. C'est pourquoi ZEGARRA-PARODI R et al⁷⁴, dans une méta analyse, suggèrent de contrôler des facteurs environnementaux tels que les niveaux de luminosité, température ambiante, ou encore le bruit ambiant mais aussi des facteurs comportementaux comme la peur et ou l'anxiété qui sont des facteurs pouvant influencer le système nerveux autonome et, par conséquent, le système cardiovasculaire. Étant donné le nombre restreint d'études sur ce sujet, j'ai fait le choix de limiter le nombre de paramètres à analyser. Seule la douleur ressentie après la manipulation, qui peut être à l'origine de réflexe somato-sympathique⁷⁵, a été analysée par une EVA. La manipulation a été ressentie comme non douloureuse dans 83% des cas. Ce paramètre ne peut donc être pris en compte dans les résultats observés. Étant donné les résultats non significatifs ($p \geq 0,05$) au niveau des variables VS, Vd, et IR dans le groupe non lésionnel et témoin, on peut émettre l'hypothèse que ces facteurs environnementaux et comportementaux, bien qu'existants, n'ont pas réellement eu d'impact sur ces dernières. D'autant plus que les sujets de ma population sont issus de mon entourage et proviennent pour la plupart du milieu médicale et paramédicale. Ils sont donc habitués à la présence d'un thérapeute, à la pratique clinique, et au cadre médical. De ce fait, il minimise l'influence des facteurs environnementaux et comportementaux.

En conclusion, nous pouvons stipuler que, dans le contexte de l'étude, la manipulation structurelle en regard d'une première côte lésionnelle a pour effet d'augmenter l'apport sanguin dans le membre supérieur en aval de l'artère radiale et qu'il n'est pas déraisonnable de penser que l'origine de cet effet est d'ordre neurologique. Ces résultats semblent répondre à la partie théorique et conforte le modèle fondamental de l'ostéopathie structurelle enseigné à l'école de Bretagne Ostéopathie.

⁷³ HALLIGON Pierre. *Incidence de la manipulation ostéopathique structurelle de l'articulation C7-D1 sur le flux sanguin de l'artère radiale*. Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2011.

⁷⁴ Zegarra-Parodi R, Park PY, Heath DM, Makin IR, Degenhardt BF, Roustit M. Assessment of skin blood flow following spinal manual therapy : A systematic review. *Manual Therapy*, 2015, (20), p 228-249.

⁷⁵ Ganong WF. *Physiologie médicale*. Bruxelles, De Boeck université, 19^{ème} édition, 2001, 828p.

6.2 Place de la lésion tissulaire réversible

À la suite de l'analyse et de l'interprétation des résultats, nous pouvons remarquer qu'il n'existe pas de différence dans les caractéristiques de la population, que les facteurs environnementaux et comportementaux semblent avoir peu d'influence, que les sujets proviennent d'un milieu socio-culturel équivalent, que la manipulation ou la compression en regard d'une zone non lésionnelle n'entraîne pas de différence significative au niveau des variables mesurées. Nous pouvons sensiblement émettre l'hypothèse que la différence majeure entre les groupes qui expliquerait les résultats obtenus réside dans la présence de la lésion tissulaire réversible ou dysfonction somatique au sein du groupe lésionnel.

La dysfonction somatique étant le terme actuel pour définir la lésion ostéopathique, elle se caractérise par une modification de la texture tissulaire et de la sensibilité, par une restriction de mobilité et par une asymétrie articulaire. Son identification se réalise par des tests palpatoires dont la fiabilité intra-praticien et inter-praticien reste faible⁷⁶, et ses caractéristiques intrinsèques et son influence neurophysiologique n'ont toujours pas été fondées par des justifications neurobiologiques solides, d'où son faible intérêt aux yeux de la médecine. Néanmoins, cette étude expose le fait que la perception manuelle a permis de créer un groupe lésionnel et non lésionnel qui semble renvoyer à une réelle différence anatomique et palpable, puisqu'elle se traduit, à la suite d'une manipulation structurelle en regard d'une première côte lésionnelle, par une différence significative ($p \leq 0,05$) sur le flux sanguin de l'artère radiale objectivée par un écho-Doppler, outils quantitatif et fiable. Cette étude met ainsi en évidence l'importance de la présence de la dysfonction somatique, car seule la manipulation en regard d'une première côte lésionnelle a permis de montrer des résultats significatifs. La manipulation aurait donc d'intérêt qu'en regard d'une structure présentant une LTR ou dysfonction somatique.

La mise en place de ce protocole et le corpus théorique ne me permet pas d'expliquer le phénomène observé à ce jour mais juste de le constater et de le signaler.

6.3 Limites et points forts de l'étude

6.3.1 Population

La population de cette étude provient de mon entourage. Elle correspond à une population jeune ($28,6 \pm 4,6$ ans) et asymptomatique, issue du milieu médical et paramédical. Cette sélection a tout de même permis d'obtenir une cohérence dans la population et a permis de diminuer l'influence des facteurs environnementaux et comportementaux étant donné que cette population est habituée à ce type de démarche par son parcours professionnel.

Cependant, les résultats sont obtenus sur une population spécifique, ce qui peut limiter la capacité des résultats à être généralisés à la population générale. Pour cette raison, les résultats de cette étude doivent être interprétés avec prudence. Les études futures devraient aborder ces questions en recrutant une population plus large et plus nombreuse.

La population étant asymptomatique, les lésions retrouvées pour le groupe lésionnel à la suite du test de résistance n'étaient pas majeures, maximum deux étoiles sur trois sur notre échelle, et n'entraînaient pas de différence significative sur les valeurs VS, VD, et IR avant la

⁷⁶ Seffinger, M, Adams A, Najm W, Dickerson V, Mishra S, Reinsch S, Murphy L. Spinal palpatory diagnostic procedures utilized by practitioners of spinal manipulation : annotated bibliography of content validity and reliability studies. *J Can Chiropr Assoc*, 2003, 47,(2), p 93-109.

manipulation, contrairement à l'étude de TONNERIEUX C (2010)⁷⁷ qui avait trouvé une différence significative ($p < 0,05$) avant la manipulation entre les groupes lésionnels et non lésionnels au niveau de la dixième vertèbre thoracique pour la VS de l'artère mésentérique supérieure. Afin de pouvoir recruter plus facilement la population, il serait alors intéressant de réaliser cette étude sur une population présentant une symptomatologie fréquente du membre supérieur, comme la tendinopathie de la coiffe des rotateurs qui représente entre 44% et 65% des visites médicales pour un syndrome douloureux de l'épaule⁷⁸. On peut supposer que les lésions seraient des lésions plus opérantes, avec un impact différent sur la vascularisation du membre supérieur avant et après la manipulation. Cette étude aurait une portée clinique et se rapprocherait de la réalité de terrain.

6.3.2 Protocole

Dans la présente étude, la mise en place d'un protocole à trois groupes indépendants est assez rare pour être signalée, et constitue un point fort de l'étude. Ce type de méthodologie a permis de réaliser des comparaisons intra- et inter-groupes avec la présence d'un groupe témoin. Les études futures devraient tenir compte de ce facteur lors de leur conception.

6.3.3 Durée de suivie

Cette étude a mesuré l'effet de la manipulation immédiatement après la réalisation de celle-ci (moins de 1 minute). Nous ne pouvons pas savoir par ce protocole les conséquences de la manipulation à plus longs termes. La manipulation est dans ce cadre un outil mécanique à visée réflexe. Il serait judicieux de savoir si la modification des vitesses obtenue dans cette étude perdure dans le temps par des prises de mesures étalées. Cependant, ce protocole a permis la réalisation de cette étude avec un recrutement conséquent de sujets ($n=30$) sans abandon.

6.3.4 Choix du lieu et de la technique de manipulation

Pour diminuer des biais, la manipulation en compression de poitrine a été choisie dans cette étude pour éviter les déplacements du sujet entre la manipulation et les mesures.

La manipulation a été appliquée uniquement au niveau de la première côte, car le premier ganglion caténaire se trouve en arrière de cette articulation et 80 % des fibres orthosympathique à destination du membre supérieur passe par ce dernier⁷⁹. De plus, d'un point de vue neurologique, le ganglion caténaire est le dernier centre neurologique dans la hiérarchisation du SNO et dans la voie neurovasculaire⁸⁰. Néanmoins les centres neurologiques de la variable de régulation vasculaire du membre supérieur, selon le MFOS, se situent entre la quatrième et huitième vertèbre thoracique et entre la première et huitième côte. C'est donc une partie de la variable de régulation qui a été étudiée. Une perspective se dessine puisqu'il pourrait être envisagé de manipuler les LTRs en regard de ces zones précédemment citées et comparer les résultats à cette étude afin de mesurer l'impact de ces zones sur la vascularisation du membre supérieur. Il aurait été également intéressant de

⁷⁷ Tonnerieux C. op. cit., p47

⁷⁸ Société Française de rééducation de l'épaule. Pathologie de la coiffe des rotateurs et TMS. Disponible sur :http://www.sfre.org/sfre/professionnels/reeducation/epaule_non_operee/pathologie_coiffe_rotateurs_et_tms, (consulté le 15/04/2019).

⁷⁹ Bastien S. *Cours Neurologie Fondamentale*. Bretagne Ostéopathie, 2016, 14p.

⁸⁰ Jänig W. The final autonomic pathway and its analysis. In: Jänig W. *Integrative Action of the Autonomic Nervous System: Neurobiology of Homeostasis*. Cambridge University Press, 2006, p 87-105..

réaliser des tests de résistance en regard de ces zones pour connaître l'état lésionnel des sujets au cours de cette étude.

6.3.5 Les expérimentateurs

Pour diminuer les biais, trois personnes ont participé à l'étude. L'auteur de cette étude a réalisé le recueil d'informations des sujets et le relevé des résultats, il n'a donc pas participé aux étapes importantes de l'étude ce qui aurait ajouté un biais à celle-ci. Un masseur-kinésithérapeute étudiant en cinquième année d'ostéopathie a effectué les manipulations, et un médecin angiologue expert a réalisé la prise des mesures. Les expérimentateurs ne communiquaient pas entre les résultats, à savoir : le manipulateur ne connaissait pas les résultats des mesures, et le médecin angiologue ne connaissait pas la randomisation des sujets.

Cependant, la manipulation dépend de l'opérateur qui l'accomplit. Ce biais d'opérateur-dépendant est bien reconnu dans ce type d'étude, il a d'ailleurs été rapporté dans le rapport de l'INSERM sur l'efficacité de l'ostéopathie ⁸¹. Pour diminuer ce biais, il aurait fallu réaliser une étude multicentrique, ce qui aurait d'ailleurs augmenté la valeur de cette étude.

La manipulation a été réalisée par un étudiant ostéopathe en fin de cursus. Il aurait été préférable de réaliser les manipulations par un ostéopathe expert, puisque des différences de niveaux de compétences peuvent produire des résultats différents lors de l'application d'une manipulation.

6.3.6 Outil de mesure et choix de l'artère

L'écho-Doppler est un outil fiable, non invasif, peu coûteux, facilement réalisable et fiable quand il est utilisé par un opérateur expérimenté ⁸². Il permet de déterminer des variations de vitesse circulatoire lors du passage de l'onde artérielle. La modulation du tracé des vitesses circulatoires d'une artère est caractéristique du niveau de résistance circulatoire dans le territoire qu'elle irrigue, et donc du tonus vasomoteur. Cette variation du tracé est d'autant plus objectivable lorsqu'elle est utilisée sur des artères musculaires. Contrairement aux artères élastiques aussi appelées artères de conduction, les artères musculaires possèdent au niveau de leur paroi (la media) plus de muscles lisses et moins de fibres élastiques. Elles ont donc un rôle plus actif dans la vasomotricité. C'est pour ces raisons que nous avons choisi d'objectiver l'effet de la manipulation sur l'artère radiale, qui est une artère musculaire, constante et facilement objectivable.

Bien que la vasomotricité des vaisseaux dépend en grande partie de l'activité du SNO, l'écho-Doppler reste une mesure indirecte de la fonction autonome, d'autant plus que la vasomotricité est sous l'influence d'un réseau complexe de régulation dépendant du système cardiovasculaire.

⁸¹ Caroline Barry, Bruno Falissard. Evaluation de l'efficacité de la pratique de l'ostéopathie. 2012. Disponible sur : https://www.inserm.fr/sites/default/files/2017-11/Inserm_RapportThematique_EvaluationEfficaciteOsteopathie_2012.pdf, (consulté le 15/04/2019).

⁸² Bonnin P, Fressonnet R. Notions d'hémodynamique et techniques ultrasonores pour l'exploration des artères. *J Radiol*, 2005, 86, p 615-627.

Nous pouvons suggérer que ces observations peuvent être constatées dans d'autres artères musculaires du membre supérieur comme l'artère cubitale étant donné le caractère divergeant du système orthosympathique. Ces résultats pourraient également être retrouvés au sein de la microcirculation puisque les artéioles sont des constituants majeurs de la résistance circulatoire périphérique. Le Doppler-laser serait un outil de choix et il permettrait également de travailler sur des dermatomes comme il a été fait dans l'étude de KARASON AB (2003)⁸³ sur le membre inférieur à la suite de manipulation lombaire. Bien évidemment, cet outil est moins fréquent, plus coûteux, et il a encore peu d'intérêt clinique. C'est pour ces raisons qu'il n'est pas disponible dans mon département de La Martinique.

6.4 Apports de l'étude

Cette étude confirme qu'un stimulus mécanique en regard d'une lésion ostéopathique au niveau costale, à savoir une manipulation structurelle, est capable de produire une réponse à distance du lieu de stimulation chez des individus asymptomatiques. Ces résultats soutiennent la relation structure/fonction qui est un concept commun en ostéopathie.

Les résultats de cette étude suggèrent qu'il existe bien une interrelation entre la première côte et la vascularisation du membre supérieur et qu'elle peut être modifiée de façon significative par la manipulation si elle est appliquée sur une première côte présentant une lésion tissulaire réversible.

Cette étude participe ainsi à sa mesure à la consolidation du modèle fondamental de l'ostéopathie structurelle enseigné à l'école de Bretagne Ostéopathie.

Je finirai par mentionner que la lésion tissulaire réversible semble jouer un rôle central dans cette étude car sa présence a permis a priori de distinguer deux groupes dont le comportement vasculaire s'est révélé a posteriori différent.

6.5 Perspectives de l'étude

Cette étude étant une des premières sur le sujet, le nombre de paramètres à analyser a été limité. Il serait profitable de reprendre l'étude, avec d'autres paramètres en tenant compte des remarques énoncées, sur une plus large population afin de pouvoir confirmer et généraliser les résultats.

⁸³ Karason AB, Drysdale IP. Somatovisceral response following osteopathic HVLAT: a pilot study on the effect of unilateral lumbosacral high-velocity low-amplitude thrust technique on the cutaneous blood flow in the lower limb. *J Manipul Physiol Ther*, 2003, 26, (4), p 220-225.

7 CONCLUSION

Cette étude clinique monocentrique avait pour objectif d'analyser l'effet d'une manipulation structurelle ostéopathique en regard de la première côte au niveau du flux sanguin de l'artère radiale sur des sujets asymptomatiques. A la suite du protocole mis en place, nous pouvons dire qu'il existe postérieurement à la manipulation une différence statistiquement significative ($p \leq 0,05$) au niveau de la vitesse diastolique et au niveau de l'indice de résistance et ce uniquement pour les sujets du groupe lésionnel. Aucune différence n'a été observée pour les résultats intergroupes. Ces résultats confortent le concept du modèle ostéopathique fondamental structurel enseigné à l'IFSO de Rennes. Ces résultats semblent également être en faveur de l'intérêt que peut avoir la lésion tissulaire réversible, chère aux ostéopathes structurels. La portée des résultats obtenus serait plus importante si le protocole pouvait être répété afin de vérifier les résultats sur une population plus nombreuse par l'intermédiaire d'une étude multicentrique en tenant compte des remarques effectuées. C'est par ce type de travaux que l'ostéopathie doit continuer à se développer pour améliorer ses concepts, sa pratique, et sa communication.

8 BIBLIOGRAPHIE

Les références sont classées par ordre alphabétique.

Articles

- Amoroso Borges BL, Bortolazzo GL, Neto HP, (2018). Effects of spinal manipulation and myofascial techniques on heart rate variability: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*, Jan 2018, 22, (1), p 203-208.
- Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model. *Manual Therapy*, 2009, 14, (5), p 531-538.
- Bolton PS, Budgell B. Review Visceral responses to spinal manipulation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2012, (22), p 777–784.
- Bonnin P, Fressonnet R. Notions d'hémodynamique et techniques ultrasonores pour l'exploration des artères. *J Radiol*, 2005, 86, p 615-627.
- Budgell B, Hotta H, Sato A. Spinovisceral reflexes evoked by noxious and innocuous stimulation of the lumbar spine. *J Neuromusculoskel*, 1995, (3), p 122-30.
- Budgell B, Sato A, Suzuki A, Uchida S. Responses of adrenal function to stimulation of lumbar and thoracic interspinous tissues in the rat. *Neurosci Res*, 1997, 28, (1), p 33-40.
- Chiu TW, Wright A. To compare the effects of different rates of application of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subjects. *Man Ther*, 1996, 1, (4), p 198-203.
- Coote JH, Sato A. Supraspinal regulation of spinal reflex discharge into cardiac sympathetic nerves. *Brain Res*, 1978, 142, (3), p 425-437.
- Erhardt JW, Windsor BA, Kerry R, Hoekstra C, Powell DW, Porter-Hoke A, Taylor A. The immediate effect of atlanto-axial high velocity thrust techniques on blood flow in the vertebral artery: A randomized controlled trial. *Manual Ther*, 2015, 20, (4), p 614-622.
- Henderson AT, Fisher JF, Blair J, Shea C, Li TS, Bridges KG. Effects of rib raising on the autonomic nervous system: a pilot study using noninvasive biomarkers. *J Am Osteopath Assoc*, Jun 2010, 110, (6), p 324-330.
- Jowsey P, Perry J. Sympathetic nervous system effects in the hands following a grade III postero-anterior rotatory mobilisation technique applied to T4: a randomised, placebo-controlled trial. *Man Ther*, 2010, 15, (3), p 248-253.
- Karason AB, Drysdale IP. Somatovisceral response following osteopathic HVLTAT: a pilot study on the effect of unilateral lumbosacral high-velocity low-amplitude thrust technique on the cutaneous blood flow in the lower limb. *J Manipul Physiol Ther*, 2003, 26, (4), p 220-225.
- Klassen SA, Limberg JK, Baker SE, Nicholson WT, Curry TB, Joyner MJ, Shoemaker JK. The role of the paravertebral ganglia in human sympathetic neural discharge patterns. *J Physiol*, 2018, 596,18, p 4497-4510.

- La Touche R, Paris-Aleman A, Mannheimer JS, Angulo-Diaz-Parreno S, Bishop MD, Lopez-Valverde-Centeno A. Does mobilization of the upper cervical spine affect pain sensitivity and autonomic nervous system function in patients with cervico-craniofacial pain: a randomized-controlled trial. *Clin J Pain*, 2013, 29, (3), p 205-215.
- McGuinness J, Vicenzino B, Wright A.(1997), Influence of a cervical mobilization technique on respiratory and cardiovascular function, *Man Ther*, 1997, 2, (4), p 216-220.
- Moulson A, Watson T. A preliminary investigation into the relationship between cervical snags and sympathetic nervous system activity in the upper limbs of an asymptomatic population. *Man Ther*, 2006, 11, (3), p 214-224.
- Perry JA, Green A. An investigation into the effects of a unilaterally applied lumbar mobilisation technique on peripheral sympathetic nervous system activity in the lower limbs, *Man Ther*, 2008, 13, (6), p 492-499.
- Petersen N, Vicenzino B, Wright A. The effects of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subjects. *Physiotherapy Theory and Practice*, 1993, 9, p 144-156.
- Pickar JG, Bolton PS. Spinal manipulative therapy and somatosensory activation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2012, (22), p 785-794.
- Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *Spine J*, 2002, (2), p 357-371.
- Quesnele, J, Triano J, Noseworthy M, Wells G. Changes in Vertebral Artery Blood Flow Following Various Head Positions and Cervical Spine Manipulation. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 2014, 37, (1), p 22-31.
- Rossi P, Tauzin L, Boussuges A, Frances Y. Conventional ultrasonography Doppler in the assessment of arterial peripheral circulation. *Rev Med Interne*, Feb 2004, 25, (2), p 135-140.
- Saker E, Graham RA, Nicholas R, D'Antoni AV, Loukas M, Oskouian RJ, Tubbs RS. Ligaments of the Costovertebral Joints including Biomechanics, Innervations, and Clinical Applications: A Comprehensive Review with Application to Approaches to the Thoracic Spine. *Cureus*, 2016, 8, (11), e874, p 1-12.
- Sato A, Sato Y, Schmidt RF. The impact of somatosensory input on autonomic functions. *Rev Physiol Biochem Pharmacol*, 1997, (130), p 321-328.
- Sato A, Swenson RS. Sympathetic nervous system response to mechanical stress of the spinal column in rats. *J Manipulative Physiol Ther*, 1984, (7), p 141-147.
- Sato A. The reflex effects of spinal somatic nerve stimulation on visceral function. *J Manipulative Physiol Ther*, Jan 1992, 15, (1), p 57-61.
- Seffinger, M, Adams A, Najm W, Dickerson V, Mishra S, Reinsch S, Murphy L. Spinal palpatory diagnostic procedures utilized by practitioners of spinal manipulation : annotated bibliography of content validity and reliability studies. *J Can Chiropr Assoc*, 2003, 47, (2), p 93-109.

- Sterling M, Jull G, Wright A. Cervical mobilisation : concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity, *Man Ther*, 2001, 6, (2), p 72-81.
- Vicenzino B, Collins D, Benson H, Wright A. An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation. *J Manipul Physiol Ther*, 1998, 21, (7), p 448-53.
- Zegarra-Parodi R, Park PY, Heath DM, Makin IR, Degenhardt BF, Roustit M. Assessment of skin blood flow following spinal manual therapy : A systematic review. *Manual Therapy*, 2015, (20), p 228-249.

Ouvrages

- Ganong WF. *Physiologie médicale*. Bruxelles, De Boeck université, 19^{ème} édition, 2001, 828p.
- Jänig W. Basic science on somatovisceral interactions: peripheral and central evidence base and implications for research. **In:** King HH, Jänig W, Patterson MM. *The science and clinical application of manual therapy*. Croydon (UK), Churchill livingstone Elsevier, 2011, p 276-300.
- Jänig W. The final autonomic pathway and its analysis. **In:** Jänig W. *Integrative Action of the Autonomic Nervous System: Neurobiology of Homeostasis*. Cambridge University Press, 2006, p 87-105.
- Kamina. *Anatomie clinique : thorax, abdomen, tome 3*. Paris, Maloine, 4^{ème} édition, 2014, 342p.
- Korr M. *Bases physiologiques de l'ostéopathie*. Paris, 2^{ème} édition Frison-Roche, 1982, 240p.
- Kuchera M. Lower extremities. **In:** Chila A. *Foundations of osteopathic medicine*. Baltimore (USA), Lippincott Williams &Wilkins, third edition, 2011, p 602-639.
- Morales MA, Hancock JC, Hoover DB. Neurochemical Heterogeneity in Sympathetic Ganglia and Its Implications for Cardiovascular Regulation. **In:** Dun NJ, Machado BH, Pilowsky P. *Neural Mechanisms of Cardiovascular Regulation*. Springer US, 2004, p 303-335.
- Netter F. *Atlas d'anatomie Humaine*. Paris, 4^{ème} édition, Masson, 2007, 548p.
- Perez-Martin A, Faure S, Schuster-Beck I, Martinez C, Goret L, Dauzat M, Leftheriotis G. Physiologie cardiovasculaire. **In:** Société française de médecine vasculaire. *Traité de médecine vasculaire, Principes de base, maladies artérielles, Tome 1*. Issy-les-Moulineaux, Elsevier Masson, 2010, p 29-59.
- Pickar JG, Kenney MJ, Henderson CN. Somatosympathetic reflex mechanisms. **In:** King HH, Jänig W, Patterson MM. *The science and clinical application of manual therapy*. Croydon (UK), Churchill livingstone Elsevier, 2011, p 55-69.
- Still AT, traduit par Tricot P. *Autobiographie du fondateur de l'ostéopathie*. Vannes : Sully, 2017, 464p.
- Terramorsi JF. *Ostéopathie Structurelle , Lésion structurée - concepts structurants*. Bastia, Monthey, 2013, Gépro-Éolienne, 415 p.

Mémoires et supports de cours

- Bastien S. *Cours de neurologie fondamentale*. Bretagne Ostéopathie, 2016, 14p
- HALLIGON Pierre. *Incidence de la manipulation ostéopathique structurelle de l'articulation C7-D1 sur le flux sanguin de l'artère radiale*. Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2011.
- IGLESIAS Charlotte. *Effet de la manipulation structurelle de C2 sur le flux sanguin de l'artère carotide externe*. Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2017.
- TONNERIEUX Catherine. *Etude sur la variable de régulation neuro-vasculaire : effets d'une manipulation de la 10^{ième} vertèbre thoracique sur la vitesse sanguine dans l'artère mésentérique supérieure*. Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2010.

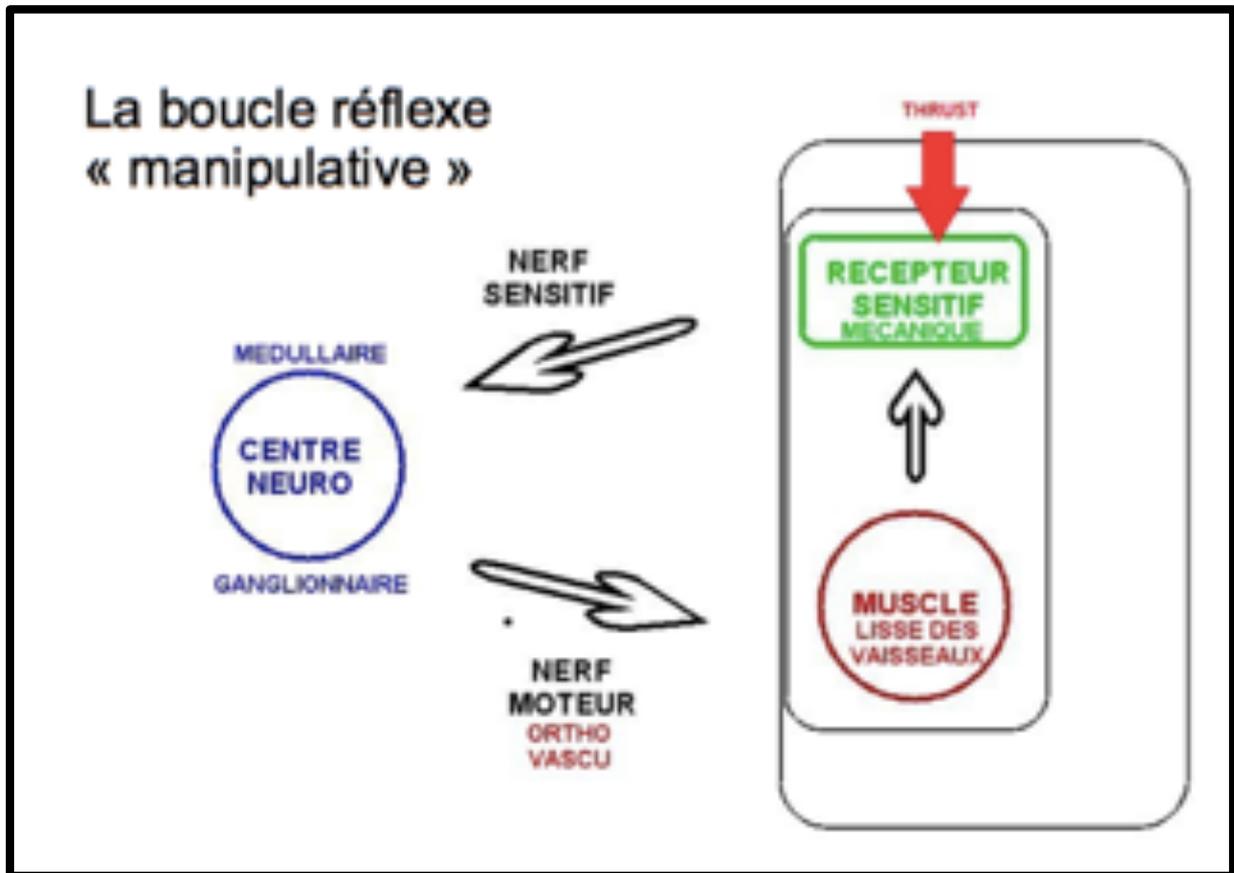
Sites internet

- Barry C, Bruno Falissard B. Evaluation de l'efficacité de la pratique de l'ostéopathie. 2012. Disponible sur : https://www.inserm.fr/sites/default/files/2017-11/Inserm_RapportThematique_EvaluationEfficaciteOsteopathie_2012.pdf, (consulté le 15/04/2019).
- Pr Outrequin G, Dr Boutillier B. Anatomie humaine : Système nerveux végétatif. Disponible sur : <https://www.anatomie-humaine.com/Systeme-nerveux-vegetatif.html> (consulté le 7/10/2018).
- Société Française de rééducation de l'épaule. Pathologie de la coiffe des rotateurs et TMS. Disponible sur : http://www.sfre.org/sfre/professionnels/reeducation/epaule_non_operee/pathologie_coiffe_rotateurs_et_tms, (consulté le 15/04/2019).
- Unisciel.fr. Physiologie des systèmes intégrés, les principes et fonctions. Disponible sur : http://ressources.unisciel.fr/physiologie/co/grain4b_5.html, (consulté le 22/12/2018).
- Vidéo descriptive de la technique rib raising. Disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=6PFZL9cmWhA>, (consulté le 01/12/2018)
- World Health Organization. Benchmarks for Training in Osteopathy. 2010, p 1-36. Disponible sur : <https://www.who.int/medicines/areas/traditional/BenchmarksforTraininginOsteopathy.pdf> (consulté le 15/04/2019)

Table des Annexes

9.1	<i>Annexe 1 : La boucle réflexe manipulative</i>	60
9.2	<i>Annexe 2 : Modélisation de l'effet de la manipulation selon Bialosky JE</i>	61
9.3	<i>Annexe 3 : Classification et fonctionnalité des zones de Rexed.</i>	62
9.4	<i>Annexe 4 : Régulation du système cardiovasculaire</i>	63
9.5	<i>Annexe 5 : Artère Radiale</i>	65
9.6	<i>Annexe 6 : Explication du tracé doppler</i>	68
9.7	<i>Annexe 7 : Résumé d'articles scientifiques</i>	70
9.8	<i>Annexe 8 : Echelle Visuelle Analogique</i>	75
9.9	<i>Annexe 9 : Formulaire de consentement éclairée et lettre d'information.</i>	76
9.10	<i>Annexe 10 : Test de Résistance</i>	78
9.11	<i>Annexe 11 : Fiche clinique</i>	79
9.12	<i>Annexe 12 : Description de la manipulation en regard de la première côte.</i>	80
9.13	<i>Annexe 13 : Caractéristiques de la population</i>	82
9.14	<i>Annexe 14 : Tableau du recueil des données</i>	83

9.1 Annexe 1 : La boucle réflexe manipulative

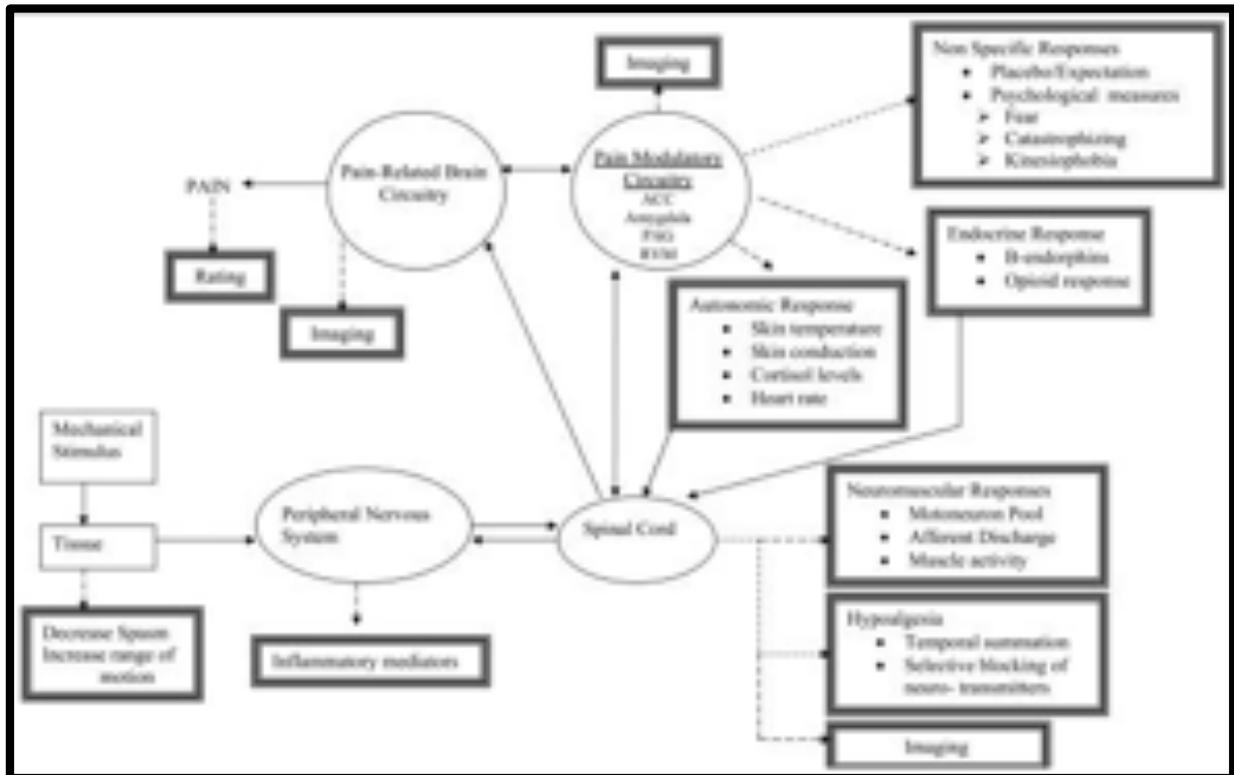


La boucle réflexe manipulative⁸⁴

Schéma illustrant la boucle réflexe manipulative.

⁸⁴ Bastien S. *Cours Neurologie Fondamentale*. Bretagne Ostéopathie, 2017, 7p.

9.2 Annexe 2 : Modélisation de l'effet de la manipulation selon Bialosky JE



Modélisation de l'effet de la manipulation selon BIALOSKY JE ⁸⁵

Le modèle de BIALOSKY JE suggère qu'un stimulus mécanique transitoire au niveau du tissu somatique produit une chaîne d'effets neurophysiologiques. Les flèches pleines indiquent un effet médiateur direct. Les flèches brisées indiquent une relation associative avec les centres supérieurs.

⁸⁵ Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model. *Manual Therapy* 2009, 14,(5), p 531-538.

9.3 Annexe 3 : Classification et fonctionnalité des zones de Rexed.

Les neurones des lamelles superficielles I et II de la corne dorsale servent préférentiellement à l'intéroception du corps et sont probablement aussi impliqués dans les réflexes autonomes. Les neurones du tractus ascendant dans la lamelle I transmettent l'activité des fibres de petit diamètre A δ et C nocicepteurs, thermorécepteurs, chémorécepteurs de la peau ; des mécanorécepteurs et chémorécepteurs dans les tissus somatiques profonds (muscles squelettiques, articulations, fascia ou viscères).

Les lamelles III et IV de la corne dorsale, ainsi que le système lemniscal servent à l'extéroception et à la proprioception.

Les lamelles V, VI, VII, X peuvent être activés par des neurones afférents avec des fibres A β ainsi que par des neurones afférents avec des fibres de petit diamètre (A δ et C). Ce sont des neurones convergents qui ont de grands champs réceptifs. Leur activation synaptique par stimulation des neurones afférents n'est généralement pas monosynaptique et n'est pas spécifique à une modalité. Ces neurones servent au contrôle moteur périphérique et autonome

⁸⁶

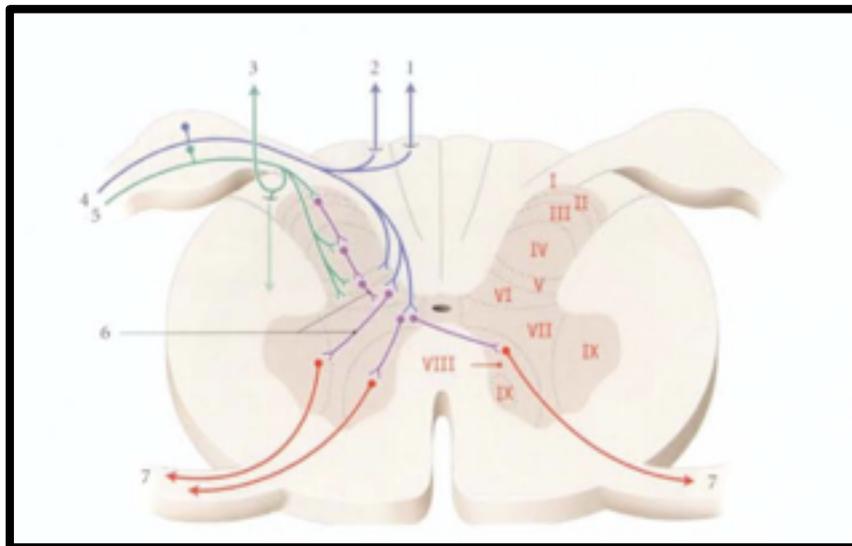


Schéma des lames de REXED et voies neurologiques ⁸⁷

(Légende : 1-2 ; voie lemniscale : voie des sensibilités épicrotique (sensibilité du tact fin), proprioceptive consciente et vibratoire. 3 ; voie spinothalamique : voie des sensibilités thermo-algésiques et tact grossier. 4 ; fibres sensibles A α et A β . 5 (gros diamètre) ; fibres sensibles A δ et C (petit diamètre). 6 ; interneurones. 7 ; fibre motrice. La moitié droite représente la topographie des lames de Rexed.)

⁸⁶ Jänig W. Basic science on somatovisceral interactions: peripheral and central evidence base and implications for research. In King HH, Jänig W, Patterson MM. *The science and clinical application of manual therapy*. Croydon (UK), Churchill livingstone Elsevier, 2011, p 276-300.

⁸⁷ Kamina P. Anatomie clinique : Tome 5, Neuroanatomie. Paris, Maloine, 2^{ème} Édition, 2013, 434p.

9.4 Annexe 4 : Régulation du système cardiovasculaire

Tableau : Caractéristiques des réflexes cardiovasculaires ⁸⁸.

Receptor	Location	Afferent nerve	Stimulus	Reflex response
I. Peripheral arterial chemoreceptors	carotid sinus, aortic arch	9th and 10th cranial nerve	$P_aO_2^a \downarrow$ $pH \downarrow$ $P_aCO_2^b \uparrow$	augmented respiration cardiovascular system: $HR^c \downarrow$ vasoconstriction enhanced breathing
II. Central chemoreceptors	medulla oblongata (ventrolateral)	projections to NTS ^d	$P_aCO_2^b \uparrow$ Cerebrospinal fluid (pH) ↓	enhanced breathing
III. Arterial baroreceptors	carotid sinus, aortic arch	9th and 10th cranial nerve	changes in arterial blood pressure	high pressure/bradycardia, hypotension low pressure/tachycardia and blood pressure elevation
IV. Pulmonary stretch receptors	lamina propria of the bronchial muscles	10th cranial nerve	lung inflation	Inspiration ↓, expiration ↑ ↑ "Hering-Breuer-reflex"
(a) Vagal A-fibers			(a) low pressure (8–15 cm H ₂ O)	(a) $HR^c \uparrow$, vasodilatation
(b) Vagal C-fibers			(b) high pressure (15–30 cm H ₂ O)	(b) $HR^c \downarrow$, hypotension, vasodilatation
V. Skeletal muscle ergoreflex	skeletal muscle	small fibres 10th cranial nerve	products of muscle work	hyperventilation, arterial hypertension, vasoconstriction
(a) Metaboreflex	small arterioles	unmyelinated	muscle metabolites	
(b) Mechanoereflex	joints	small myelinated	muscle movements	

^a Arterial oxygen tension. ^b Arterial carbon dioxide tension. ^c Heart rate. ^d Nucleus tractus solitarius.

Le SNA n'est pas strictement un système efférent, le système cardiovasculaire possède un équilibre sympathique-parasympathique sophistiqué maintenu par plusieurs arcs réflexes. En général, les éléments de base de ces réflexes cardiovasculaires reçoivent des informations provenant de neurones afférents sensorielles détectant des changements mécaniques (barorécepteurs), biochimiques ou métaboliques (chémorécepteurs artériels et musculaires), et physico-chimiques (thermorécepteurs). Les terminaisons afférentes de ces neurones se projettent sur le bulbe rachidien, en particulier au niveau du noyau tractus solitaire. Ce noyau est un centre régulateur qui envoie les informations efférentes par les neurones sympathiques et parasympathiques au niveau du cœur, muscles respiratoires, et vaisseaux sanguins. Ainsi, plusieurs réflexes (baroréflexe, réflexe cardiopulmonaire, chémo réflexe, ergo réflexe...) contribuent aux ajustements autonomes du système cardiovasculaire.

I – II) Les chémoréflexes centraux et périphériques jouent un rôle clef dans le contrôle de la ventilation alvéolaire afin d'assurer un taux d'échange gazeux adapté aux besoins métaboliques en oxygène (O₂) et d'élimination du dioxyde de carbone (CO₂). Ces réflexes exercent également une influence importante sur les fonctions cardiaques et vasculaires afin de moduler la circulation sanguine et les échanges gazeux au niveau tissulaire. Une des principales conséquences de l'activation des chémoréflexes est l'augmentation de la décharge sympathique. Cette réponse participe au maintien de l'homéostasie en oxygène de la pression artérielle. Les chémorécepteurs périphériques sont situés au niveau des corps carotidiens et aortiques et répondent principalement à l'hypoxémie. Les chémorécepteurs centraux sont situés sur la face ventrale du bulbe et répondent principalement à l'hypercapnie et à l'acidose.

⁸⁸ Schmidt H, Francis DP, Rauchhaus M, Werdan K, Piepoli MF. Chemo- and ergoreflexes in health, disease and ageing. *International Journal of Cardiology*, 2005, 98, p 369-378.

III) Le Baroréflexe : Les barorécepteurs sensibles à l'étirement sont présents au niveau des sinus carotidiens et de l'arc. Le rôle principal du baroréflexe est l'ajustement rapide de la pression sanguine artérielle par des variations de la fréquence cardiaque, du volume systolique, de la résistance vasculaire systémique totale, de la contractilité cardiaque et de la capacité veineuse.

IV) Le réflexe d'étirement pulmonaire : Depuis ces récepteurs situés dans la sous-muqueuse bronchique et les muscles intercostaux, les fibres afférentes remontent vers le noyau du tractus solitaire par la Xème paire de nerfs crâniens. Ces récepteurs sont sensibles à l'étirement produit lors d'une inspiration. En cas d'hyperventilation ce réflexe inhibe l'activité orthosympathique.

V) Les ergo réflexes et métabo réflexes : Ces effets sont causés en partie, par des réflexes provenant de l'activité musculaire. Ce phénomène est imputable au système nerveux central qui recueille l'information concernant l'état métabolique et l'activité mécanique des muscles. La partie afférente de cet arc réflexe est composée par des afférences musculaires du groupe III transmettant principalement les informations concernant les stimuli mécaniques qui se produisent dans les muscles pendant l'exercice, et par des afférences musculaires du groupe IV transmettant principalement les informations concernant les stimuli métaboliques.

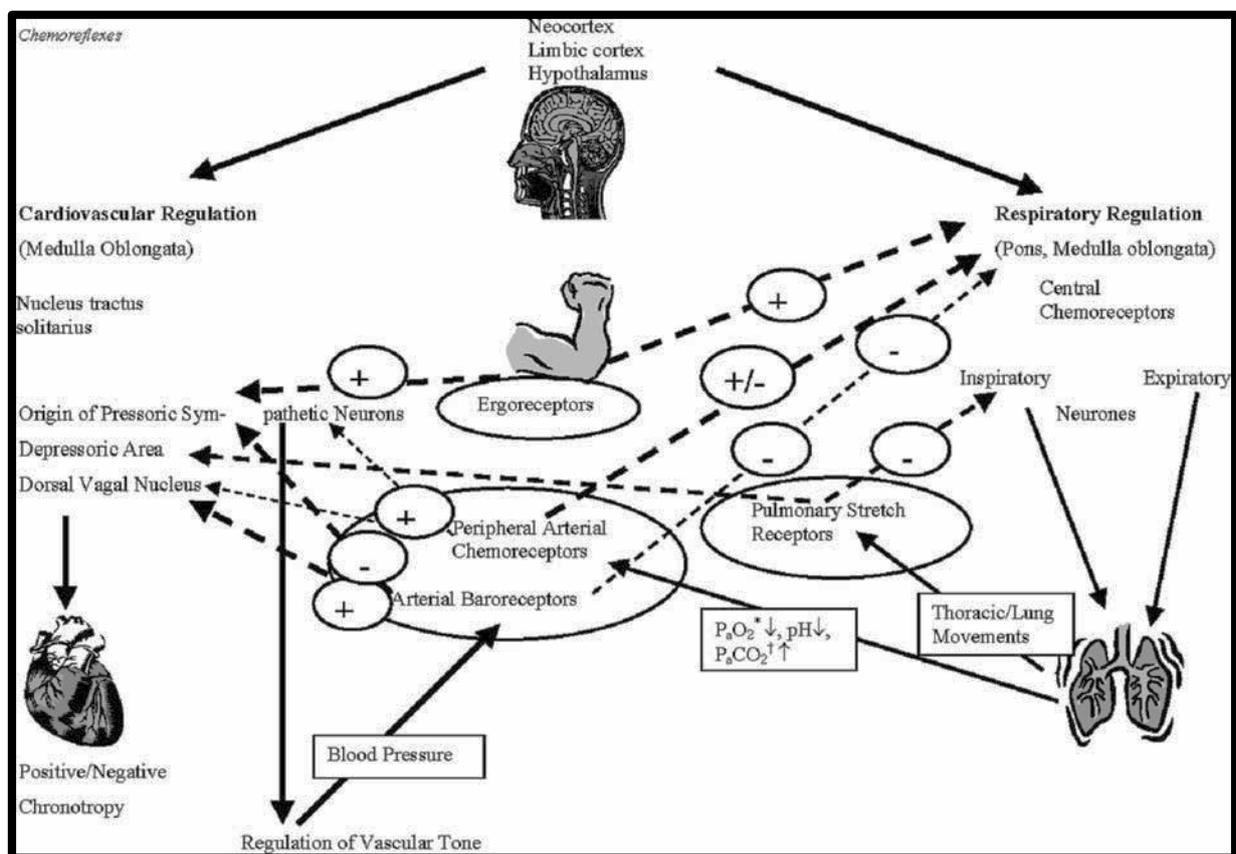


Schéma : Interactions des réflexes cardiovasculaires : (+ excitateur, - inhibiteur) ⁸⁹

⁸⁹ Schmidt H et al. Op. cit., p 63

9.5 Annexe 5 : Artère Radiale

L'artère radiale est la branche de bifurcation latérale de l'artère brachiale. Elle chemine à la face ventrale de l'avant-bras puis à la face dorsale du poignet vers la paume de la main.

Origine

Elle naît 2 ou 3 cm sous le pli du coude, en avant de la terminaison du muscle biceps brachial, dans le sillon bicipital médial.

Trajet

Elle est d'abord oblique en bas et en dehors jusqu'à l'extrémité distale du radius, dans la loge antérieure de l'avant-bras, puis elle contourne en dehors l'articulation du poignet, chemine sur sa face dorsale et se dirige vers l'extrémité proximale du premier espace interosseux.

Elle traverse cet espace d'arrière en avant et pénètre dans la paume de la main où elle s'anastomose avec le rameau palmaire profond, branche de l'artère ulnaire, pour constituer l'arcade palmaire profonde.

Rapports Au poignet

Elle contourne le ligament collatéral radial de l'articulation radiocarpienne en passant sous les tendons des muscles long abducteur et court extenseur du pouce, puis pénètre alors dans la tabatière anatomique dont elle traverse la partie distale, appliquée contre l'os trapèze.

Elle croise ensuite la face profonde du tendon du long extenseur du pouce et s'enfonce dans l'extrémité proximale du premier espace interosseux pour gagner la paume de la main ⁹⁰.

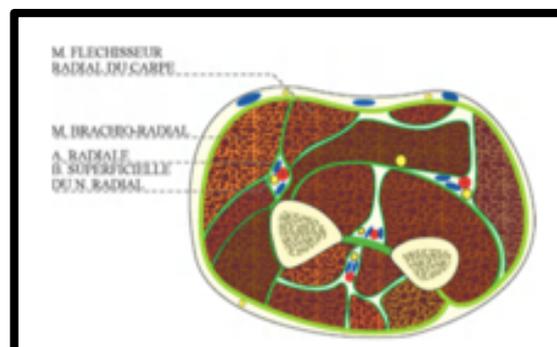


Figure : Rapport de l'artère radiale ¹⁰⁶

⁹⁰ Midy D. Anatomie des artères. In : Société française de médecine vasculaire. *Traité de médecine vasculaire, Principes de base, maladies artérielles, Tome 1*. Issy-les-Moulineaux, Elsevier Masson, 2010, p 246-286.

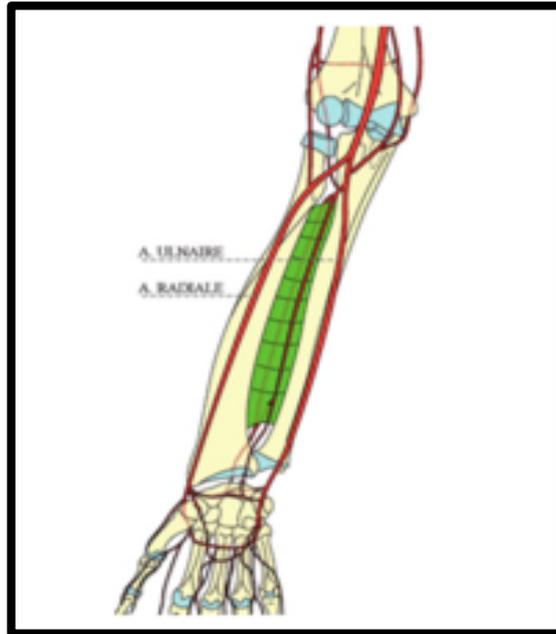


Figure : Artère Radiale ¹⁰⁶

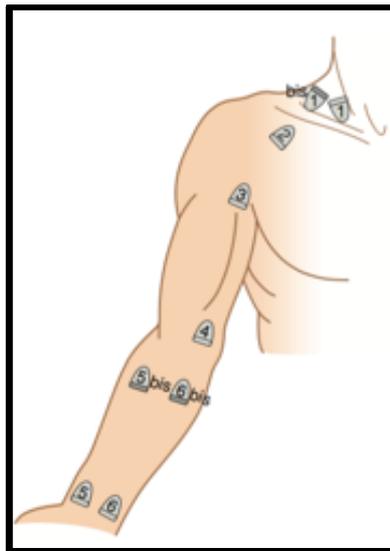


Figure : Voie d'abord et technique d'examen des artères du membre supérieur⁹¹

5 : localisation de l'exploration de l'artère radiale par écho-doppler.

⁹¹ Bellin MF, Legmann P. *Écho-Doppler vasculaire et viscéral*. Issy-les-Moulineaux, Elsevier-Masson, 2015, 384p

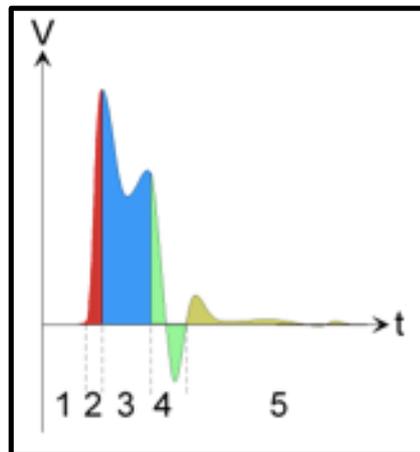


Photo : Mesures prises par écho-doppler ⁹²

⁹² Photo personnelle, prise en Janvier 2019.

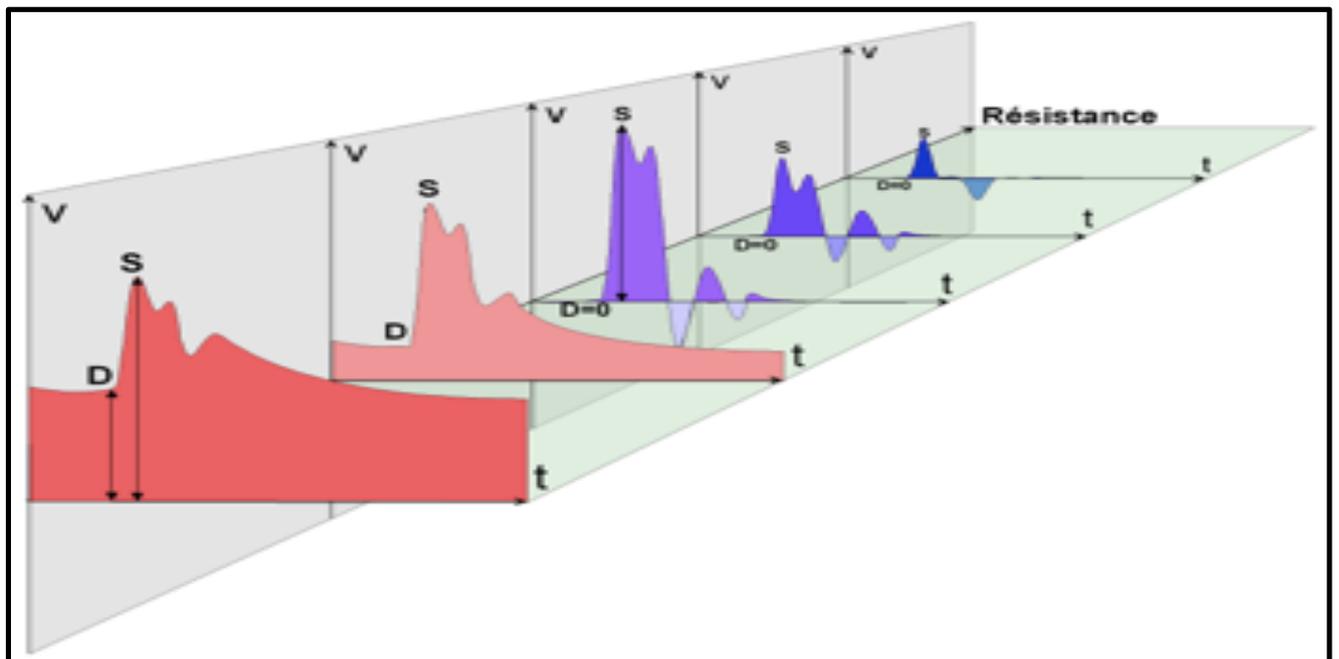
9.6 Annexe 6 : Explication du tracé doppler

Le tracé Doppler montre, sur une artère normale, une succession d'événements en relation avec le cheminement de l'onde artérielle.



Tracé doppler⁹³

Les phases 1,2, et 3 correspondent à la phase systolique, la phase 4 correspond à une phase d'inversion circulatoire post-systolique transitoire et la phase 5 correspond à la phase diastolique.



Modulation du tracé doppler⁹⁴

(V = vitesse, D = vitesse diastolique, S = vitesse systolique, t = temps)

⁹⁴ Pérez-martin A et al. L'impédance ou résistance circulatoire. Disponible sur : <https://ultrasonographievasculaire.edu.umontpellier.fr/ultrasonographievasculaire/angiosonologie-principes-technique-et-methode-dinterpretation/impedance-ou-resistance-circulatoire/>, (consulté le 6 mars 2018).

« La modulation du tracé des vitesses circulatoires sanguine enregistrée sur les artères par effet Doppler reflète des conditions hémodynamiques générales et locales. Il est noté l'importance relative de la vitesse diastolique en comparaison à la vitesse maximale systolique. Cette importance s'explique par le fait que la vitesse diastolique est liée au niveau de résistance circulatoire dans le territoire d'aval. Comme le montre le schéma ci dessus le flux diastolique est d'autant plus grand, en comparaison du flux systolique, que la résistance circulatoire d'aval est faible. Ce type de tracée se retrouve au niveau des artères de conduction comme l'artère carotide interne, vertébrale ou encore l'aorte. Inversement, si la résistance circulatoire d'aval est élevée, le flux s'interrompt dès le début de la diastole, la vitesse diastolique est égale à zéro. Ce tracée se retrouve au niveau des artères musculaires comme les artères des membres supérieurs ou inférieurs. En pratique, l'observation de la modulation du tracé de vitesses circulatoires d'une artère permet donc d'évaluer la résistance circulatoire d'aval. L'indice de Résistance, s'écrit $IR = (S-D) / S$, avec S = vitesse maximale systolique, et D = vitesse maximale télé-diastolique. L'indice de résistance IR est un outil robuste, de détermination rapide et facile, il peut être mesuré aisément en toutes circonstances et convient bien à l'évaluation des conditions hémodynamiques sur les artères à basse résistance circulatoire : Par contre, il ne rend pas compte des différences éventuelles entre artères dès lors que la vitesse diastolique est nulle. L'indice de résistance est alors égal à 1 et il diminue lorsque les résistances circulatoires périphériques diminuent »⁹⁴.

9.7 Annexe 7 : Résumé d'articles scientifiques

- Etudes ayant effectuées des Mesures au niveau du membre supérieur après manipulation :

ETUDES	TYPE	SUJETS	PROTOCOLE	MESURES	RESULTATS
Petersen N & Al⁹⁵ (1993)	RC	16 sujets sains	- Gr manip C5 HVLA - Gr placebo - Gr contrôle	- CE - TCu De 0 à 10 min	- ↑ CE p<0,05
Chiu TW & al⁹⁶ (1996)	RC,DB	16 sujets sains	- Gr C5 à 2hz - Gr C5 à 0,5hz	- CE - TCu Pré / Post	- ↑ CE p<0,05 pr manip à 2 hz
Vicenzino B & al⁹⁷ (1998)	RC,DB	24 sujets avec épicondylite > 6 mois	- Gr C5 HVLA - Gr placebo - Gr contrôle	- LDF - CE - TCu - Douleur EVA Pré / Post	- ↑ LDF p<0,05 - ↑ CE p<0,05 - ↓ EVA p<0,05 - ↓ TC p<0,05

Sterling M & al⁹⁸ (2001)	RC, DB	30 sujets Avec cervicalgie	- Gr manip C5-C6 HVLA - Gr placebo - Gr contrôle	- CE - TCu - Douleur EVA Pré / Post	- ↑ CE p<0,05 - ↓ TC p<0,05 - ↓ EVA p<0,01
--	--------	----------------------------	--	--	--

⁹⁵ Petersen N, Vicenzino B, Wright A. The effects of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subjects. *Physiotherapy Theory and Practice*, 1993, 9, p 144-156.

⁹⁶ Chiu TW, Wright A. To compare the effects of different rates of application of a cervical mobilisation technique on sympathetic outflow to the upper limb in normal subjects. *Man Ther*, 1996, 1, (4), p 198-203.

⁹⁷ Vicenzino B, Collins D, Benson H, Wright A. An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation. *J Manipul Physiol Ther*, 1998 21 ,(7), p 448-53.

⁹⁸ Sterling M, Jull G, Wright A. Cervical mobilisation : concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. *Manual Ther*, 2001, 6, (2), p 72-81.

Moulson A & al ⁹⁹ (2006)	RC, SB	16 sujets sains	- Gr manip , mulligan SNAG C5-C6 - Gr placebo - Gr contrôle	- CE - TCu Pré / Post	- ↑ CE p<0,01 - ↓ TC p<0,01
Jowsey P & al ¹⁰⁰ (2010)	RC, DB	36 sujets sains	- Gr Manip T4 en DV - Gr placebo	- CE Pré / Post	- ↑ CE p<0,05
La touche R & al ¹⁰¹ (2013)	RC, DB	32 sujets avec douleur cranio- faciale	- Gr Manip C0- C3 , mobilisation répétée antero- post à 0,5hz - Gr placebo	- CE - TCu - Douleur EVA Pré / Post	- ↑ CE p<0,01

⁹⁹ Moulson A, Watson T. A preliminary investigation into the relationship between cervical snags and sympathetic nervous system activity in the upper limbs of an asymptomatic population. *Man Ther*, 2006, 11, (3), p 214-224.

¹⁰⁰ Jowsey P, Perry J. Sympathetic nervous system effects in the hands following a grade III postero-anterior rotatory mobilisation technique applied to T4: a randomised, placebo-controlled trial. *Man Ther*, 2010, 15, (3), p 248-253.

¹⁰¹ La Touche R, Paris-Alemany A, Mannheimer JS, Angulo-Diaz-Parreno S, Bishop MD, Lopez-Valverde-Centeno A. Does mobilization of the upper cervical spine affect pain sensitivity and autonomic nervous system function in patients with cervico-craniofacial pain?: a randomized-controlled trial. *Clin J Pain*, 2013, 29, (3), p 205-215.

➤ Etudes ayant mesurées des variables hémodynamiques après manipulations :

ETUDES	TYPE	SUJETS	PROTOCOLE	MESURES	RESULTATS
Karason A & al ¹⁰² (2003)	NR, parallèle	18 sujets sains - gr 6 fumeurs - gr 12 non fumeurs	- Mesure 5 min avant - Manip simulée - Mesure - 5 min repos - Manip HVLA L5 - Mesure post - Mesure 5 min post	Laser-doppler Dermatome L5 Mb inf .	- ↑ perfusion en homolatérale et controlatérale chez groupe non fumeur p < 0,01 - ↓ perfusion en homolatérale et controlatérale chez groupe fumeur p > 0,01
Quesnele J & al ¹⁰³	NR, Parallèle	10 sujets sains	Tête en : - Position neutre - Position à 45 ° - Rotation maximum - Manipulation HVLA C1-C2 repos 30 min entre chaque manœuvre	IRM Debit et vitesse de flux artère vertébrale en Homolatérale et controlatérale Pré et post	Pas de différence Significative P > 0,05

¹⁰² Karason AB, Drysdale IP. Somatovisceral response following osteopathic HVLA: a pilot study on the effect of unilateral lumbosacral high-velocity low-amplitude thrust technique on the cutaneous blood flow in the lower limb. *J Manipul Physiol Ther*, 2003, 26, (4), p 220-225.

¹⁰³ Quesnele, J, Triano J, Noseworthy M, Wells G. Changes in Vertebral Artery Blood Flow Following Various Head Positions and Cervical Spine Manipulation. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 2014, 37, (1), p 22-31.

ETUDES	TYPE	SUJETS	PROTOCOLE	MESURES	RESULTATS
Erhardt J & al ¹⁰⁴ (2015)	RC	23 sujets sains	- Gr manip HVLA C1-C2 - Gr contrôle en position pré manip	Echo-doppler Vitesse systolique, diastolique et IR au niveau artère vertébrale Pré / Post	Pas de différence Significative P > 0,05

➤ Etudes ayant effectuées des manipulations costales :

ETUDES	TYPE	SUJETS	PROTOCOLE	MESURES	RESULTATS
Henderson AT & al ¹⁰⁵ (2010)	RC	14 sujets sains	- Gr manip côtes supérieur : Rib raising - Gr placebo : toucher léger	Bio-marqueurs salivaires : - α - amylase -Taux de cortisol Pré /Post Et à 10 min	- ↓ α - amylase Après manipulation et à 10 min p < 0,05

¹⁰⁴ Erhardt JW, Windsor BA, Kerry R, Hoekstra C, Powell DW, Porter-Hoke A, Taylor A. The immediate effect of atlanto-axial high velocity thrust techniques on blood flow in the vertebral artery : A randomized controlled trial. *Manual Ther*, 2015, 20, 4, p 614-622.

¹⁰⁵ Henderson AT, Fisher JF, Blair J, Shea C, Li TS, Bridges KG. Effects of rib raising on the autonomic nervous system: a pilot study using noninvasive biomarkers. *J Am Osteopath Assoc*, Jun 2010, 110, (6), p 324-330.

- Etudes au sein de Bretagne ostéopathie ayant utilisées L'écho-Doppler comme outils de mesure

ETUDES	SUJETS	PROTOCOLE	MESURES	RESULTATS
TONNERIEUX Catherine ¹⁰⁶ (2010)	22 sujets sains	- Gr Lésionnel D10 (n=8) Manip D10 - Gr Non lésionnel (n=14) Manip D10	Écho doppler : mesures : la vitesse systolique (VS), la vitesse diastolique (VD) et l'indice de résistance (IR) Sur artère mésentérique supérieure Pré /Post	- ↑ VD Gr lésionnel Après manipulation p < 0,05 - VS Gr lésionnel < VS Gr Non lésionnel Avant manip P < 0,05
HALLIGON Pierre ¹⁰⁷ (2011)	25 sujets sains	Un Groupe lésionnel C7-D1 Manip C7-D1 (n=25)	Écho doppler : mesures : la vitesse systolique (VS), la vitesse diastolique (VD) et l'indice de résistance (IR) Sur artère radiale homolatérale à la manip Pré /Post	Pas de Différence Significative P > 0,05

¹⁰⁶ TONNERIEUX Catherine. *Etude sur la variable de régulation neuro-vasculaire : effets d'une manipulation de la 10ième vertèbre thoracique sur la vitesse sanguine dans l'artère mésentérique supérieure*. Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2010.

¹⁰⁷ HALLIGON Pierre. *Incidence de la manipulation ostéopathique structurale de l'articulation C7-D1 sur le flux sanguin de l'artère radiale*. Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2011.

ETUDES	SUJETS	PROTOCOLE	MESURES	RESULTATS
IGLESIAS Charlotte ¹⁰⁸ (2017)	24 sujets sains	- Gr Manip C2 (n=12) - Gr Placebo Mobilisation cervicale en rotation (n=12) Tous les sujets présente une lésion en C2	Écho doppler : mesures : la vitesse systolique (VS), la vitesse diastolique (VD) et l'indice de résistance (IR) Sur l'artère carotide externe Pré /Post	Pas de Différence Significative P > 0,05

9.8 Annexe 8 : Echelle Visuelle Analogique

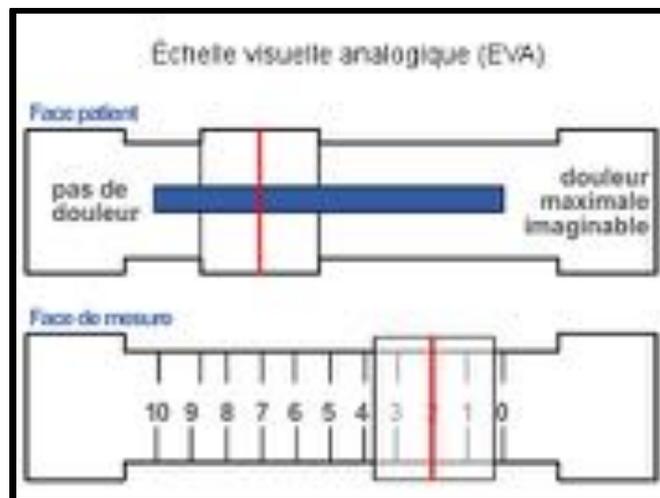


Figure : Echelle visuelle analogique ¹⁰⁹

¹⁰⁸ IGLESIAS Charlotte. *Effet de la manipulation structurale de C2 sur le flux sanguin de l'artère carotide externe.* Travail Etude et Recherche pour le diplôme d'ostéopathie. Rennes : Ecole Bretagne Ostéopathie, 2017

¹⁰⁹ EVA. Disponible sur : <http://www.psychomedia.qc.ca/sante/2015-11-01/echelles-d-evaluation-de-la-douleur>. (Consulté le 01/09/2018).

9.9 Annexe 9 : Formulaire de consentement éclairée et lettre d'information.

Formulaire de consentement éclairé au patient

Je soussigné(e),déclare avoir lu l'information qui précède et accepte de participer à l'étude sur l'effet de la manipulation de la première côte sur le flux sanguin au niveau de l'artère radiale.

On m'a remis une copie de ce formulaire de consentement éclairé daté et signé, ainsi qu'une copie de la note d'information destinée au patient. J'ai reçu une explication concernant la nature, le but, la durée de l'étude et j'ai été informé(e) de ce qu'on attend de ma part. On m'a donné le temps et l'occasion de poser des questions sur cette étude ; toutes les questions ont reçu une réponse satisfaisante.

Je suis libre de participer ou non, de même que d'arrêter ma participation à cette étude à tout moment sans qu'il soit nécessaire de justifier ma décision et sans que cela n'entraîne le moindre désavantage.

En signant ce document, j'autorise l'utilisation des données me concernant dans le respect de la loi relative à la protection de la vie privée, de la loi relative aux droits du patient et de la loi relative à l'expérimentation humaine.

Je consens de mon plein gré à participer à cette étude.

Signature du sujet

Date (/ /)

Information éclairée au patient

Merci de lire attentivement ce formulaire avant de le dater et le signer.

Le Docteur CHOQUENET Clarisse, médecin angiologue, ZOZOR Grégory et moi-même DELOGE François, tous deux kinésithérapeutes DE, en 5ème et dernière année de formation en ostéopathie, menons une étude clinique dans le cadre de mon travail de fin d'étude à l'Institut de Formation Supérieure en Ostéopathie de Rennes.

Cette étude porte sur :

L'effet de la manipulation de la première côte sur le flux sanguin dans l'artère radiale.

Vous êtes invité(e) à participer de façon volontaire à cette étude clinique. Cependant, avant d'accepter d'y participer, il est important de lire ce formulaire qui en décrit l'objectif et les modalités pratiques. Vous avez le droit de poser à tout moment des questions en rapport avec ce travail.

Objectif et description de l'expérimentation

Il s'agit d'une étude expérimentale qui devrait compter environ 30 personnes. L'objectif de cette expérimentation consiste à évaluer si la manipulation de la première côte influe sur la vitesse du flux sanguin dans la l'artère radiale.

Dans un premier temps M. Zozor Grégory ostéopathe étudiant testera vos premières côtes .

Dans un deuxième temps, le Docteur Choquenot Clarisse angiologue, mesurera par échodoppler la vitesse de l'artère radiale avant manipulation.

Dans un troisième temps, M. Zozor vous manipulera la première côte.

Dans un dernier temps, une seconde prise de mesure sera effectuée au niveau de l'artère radiale par le Dr Choquenot.

La participation sera uniquement le jour de la manipulation et du relevé, l'expérimentation durera environ 10 minutes.

Il vous sera demandé de ne pas manger, fumer, prendre d'existants (café, thé...), ni de faire d'efforts physiques 3h avant la prise de mesure.

Promoteur de l'expérimentation

Le promoteur de l'expérimentation est l'Institut de Formation en Ostéopathie de Rennes.

Participation volontaire

Votre participation à cette étude est entièrement volontaire et vous avez le droit de refuser d'y participer. Vous avez également le droit de vous retirer de l'étude à tout moment, sans en préciser la raison, même après avoir signé le formulaire de consentement. Vous n'aurez pas à fournir de raison au retrait de votre consentement à participer ; toutefois, les données collectées jusqu'à l'arrêt de la participation à l'étude font partie intégrante de celle-ci. Votre refus de participer à cette étude n'entraînera pour vous aucune pénalité ni perte d'avantage. Votre médecin traitant sera averti de votre participation à cette étude, si vous le désirez.

Bénéfices

Nous ne pouvons vous assurer que si vous acceptez de participer à cette étude, vous tirerez personnellement un quelconque bénéfice direct. La séance sera gratuite et non rémunérée.

Protection de la vie privée

Votre identité et votre participation à cette étude demeureront strictement confidentielles. Vous ne serez pas identifié(e) par votre nom ni d'aucune autre manière reconnaissable dans aucun des dossiers, résultats ou publications en rapport avec l'étude. La protection des données personnelles est assurée par la loi relative à la protection de la vie privée.

Personnes à contacter si vous avez des questions à propos de cette étude :

Si vous avez des questions, si vous voulez donner un avis ou exprimer des craintes à propos de cette étude ou à propos de vos droits en tant que sujet participant à une étude clinique, maintenant, pendant et après votre participation, vous pouvez contacter :

Responsable de l'étude : DELOGE François

SIGNATURE :

DATE :

Institut de Formation Supérieure en Ostéopathie de Rennes- 167 A, rue de Lorient - 35000 RENNES – Tel : 02.99.36.81.93

9.10 Annexe 10 : Test de Résistance

Déroulement du test de résistance :

Le sujet est assis en bord de table, les épaules relâchées, les mains posées entre les cuisses, le rachis redressé.

Le thérapeute est debout derrière le sujet. Il place la pulpe de ses majeurs et de ses annulaires dans les creux sus-claviculaires. Ses pouces sont positionnés en regard de l'articulation costo-transversaire. Le reste de la main empaume le trapèze supérieur.

Le thérapeute réalise le test de TR qui permet de mettre en évidence la présence ou non d'une lésion tissulaire réversible. Le T.R. est dit positif si les tissus conjonctifs en regard des articulations costo-transversaires sont gros, durs, et sensibles quand on les touche. Il est dit négatif si un des trois paramètres gros, dur ou sensible est inexistant lors du test de résistance.

9.11 Annexe 11 : Fiche clinique

Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
-----------------	-----------------	-----------------

Sexe	
Age	
Taille	
Poids	
IMC	
FC	
TA	
SAT	

LTR	+	++	+++
------------	----------	-----------	------------

Changement état tissulaire	oui	Non
-----------------------------------	------------	------------

CAVITATION	oui	Non
-------------------	------------	------------

	AVANT	APRES
Vitesse systolique		
Vitesse diastolique		
IR		
EVA		

9.12 Annexe 12 : Description de la manipulation en regard de la première côte

La manipulation est décrite pour une première côte droite :

- *Le thérapeute* : placé du côté homolatérale (droit) à la côte à manipuler en position de fente avant,
- *Le sujet* : En décubitus dorsal sans coussin sous la tête
- *Mise en place du sujet* : le thérapeute place la main droite du sujet sur l'épaule gauche. Puis il place la main gauche du sujet sur le coude droit.
- *Mise en place du thérapeute* :

La main postérieure : la base du premier métacarpien du pouce gauche est placé en regard de la jonction costo-transversaire de K1, la main est ouverte et les éminences thénar et hypothénar sont de part et d'autre de la colonne dorsale.

La main antérieure : le contact pisiforme de la main droite est placé sur l'articulation costo-sternale correspondant à l'étage de K1. La main est en miroir de la main postérieure.

Le sillon delto-pectoral droit du thérapeute est posé sur le coude droit du sujet.

- *Le slack* : « *Le slack équivaut à la mise en tension minimum des tissus sains* ». *Il nous permet de venir au contact de la LTR. « La réalisation du slack par le praticien, pour permettre l'exploration du jeu articulaire du patient, n'est pas obtenue par une force musculaire ajoutée, mais par la translation du centre de gravité du praticien dans le sol, au travers de la lésion [...] Dans l'espace, le déplacement du centre de gravité doit être identique à celui du jeu articulaire »*

Le thérapeute va s'avancer vers K1, son corps se rapproche de ses coudes, la main antérieure et la main postérieure créent ainsi un volume autour de K1 dont la densité est proportionnelle à la lésion. Le passage du centre de gravité du thérapeute à l'aplomb de K1 permet de créer la mise en contrainte nécessaire et suffisante. Le *slack* est lent pour permettre d'affiner les paramètres de la résistance.

- *Le thrust* : *Le thrust « ce n'est ni un mouvement, ni un déplacement. C'est une variation de la quantité de mouvement. C'est une impulsion communiquée à mon squelette qui vient percuter passivement la lésion pour l'informer et non la déplacer. Il nécessite l'indéformabilité de l'outil. Le thrust n'est pas un mouvement, mais l'impulsion qui modifie la vitesse du slack, il est compris dans l'amplitude du slack et dans celle du jeu articulaire. Pour cela, nous mémorisons les tensions minimums, nécessaires et suffisantes pour communiquer avec le début de la LTR ».*

Le thérapeute par un relâchement rapide de ses genoux et une densification de son corps suffit à ébranler le conjonctif en lésion en regard de K1.

En cas de difficulté, il pourra être demandé au sujet de relever la tête comme pour regarder ses pieds, ce qui augmente la pression dans la partie supérieure du thorax. Dans un deuxième temps, il lui sera demandé de reposer le dos et pas la tête ce qui permet de dérouler la colonne dorsale en cyphose.

La manipulation est visible sur le site <https://www.bretagne-osteopathie.com/ifso/videos.html>, au niveau de la vidéo intitulée « **Manipulation du rachis cervico-dorsal en ostéopathie structurelle** » à la vingtième seconde.



Photos : Manipulation en regard de la première côte ¹¹⁰

¹¹⁰ Photos personnelles, prises en Janvier 2019.

9.13 Annexe 13 : Caractéristiques de la population

GROUPE	PATIENT	SEXE	AGE	POIDS	TAILLE	IMC	FC	TAS	TAD	SAT
LESIONNEL	PATIENT 1 F	0	25	64	169	22,4	89	11	8	99
LESIONNEL	PATIENT 4 F	0	25	61	164	22,7	69	11	8	98
LESIONNEL	PATIENT 7 H	1	33	97	182	29,3	72	12	8	98
LESIONNEL	PATIENT 10 H	1	25	80	178	25,2	57	12	8	97
LESIONNEL	PATIENT 13 F	0	24	57	160	22,3	70	12	7	97
LESIONNEL	PATIENT 16 F	0	26	69	168	24,4	73	13	8	99
LESIONNEL	PATIENT 19 H	1	26	80	180	24,7	76	11	7	97
LESIONNEL	PATIENT 22 H	1	28	93	183	27,8	50	12	7	97
LESIONNEL	PATIENT 25 F	0	29	57	158	22,8	81	11	7	98
LESIONNEL	PATIENT 28 H	1	35	72	180	22,2	79	11	7	97
NON LÉSIONNEL	PATIENT 2 H	1	36	89	193	23,9	69	12	7	98
NON LÉSIONNEL	PATIENT 5 F	0	24	52	165	19,1	76	12	8	99
NON LÉSIONNEL	PATIENT 8 H	1	33	70	173	23,4	65	12	7	97
NON LÉSIONNEL	PATIENT 11 F	0	35	62	176	20	65	12	7	98
NON LÉSIONNEL	PATIENT 14 H	1	25	78	182	23,5	78	13	8	99
NON LÉSIONNEL	PATIENT 17 F	0	26	58	165	21,3	70	11	8	97
NON LÉSIONNEL	PATIENT 20 F	0	24	53	159	21	62	9	7	96
NON LÉSIONNEL	PATIENT 23 H	1	25	80	185	23,4	74	12	7	97
NON LÉSIONNEL	PATIENT 26 H	1	32	65	174	21,5	60	13	7	97
NON LÉSIONNEL	PATIENT 29 H	1	41	70	183	20,9	82	12	8	97
TÉMOIN	PATIENT 3 H	1	26	75	185	21,9	88	11	7	98
TÉMOIN	PATIENT 6 F	0	28	58	160	22,7	80	10	5	98
TÉMOIN	PATIENT 9 H	1	35	100	181	30,5	70	12	7	98
TÉMOIN	PATIENT 12 H	1	26	75	185	21,9	85	11	8	98
TÉMOIN	PATIENT 15 F	0	28	59	169	20,7	72	11	8	98
TÉMOIN	PATIENT 18 F	0	26	65	175	21,2	64	11	8	98
TÉMOIN	PATIENT 21 H	1	24	76	168	26,9	64	13	8	97
TÉMOIN	PATIENT 24 H	1	25	70	173	23,4	78	12	7	97
TÉMOIN	PATIENT 27 H	1	35	65	176	21	72	12	8	97
TÉMOIN	PATIENT 30 F	0	29	55	163	20,7	80	10	6	97

Tableau : Caractéristiques de la population

(Légende : 0=femme, 1=homme, TAS = tension artérielle systolique, TAD = tension artérielle diastolique, SAT= saturation en oxygène)

9.14 Annexe 14 : Tableau du recueil des données

Tableau : recueil des données (* : phénomène de cavitation. ✓ : Changement état tissulaire après manipulation)

GROUPE	PATIENT	VS AVANT	VD AVANT	IR AVANT	VS APRES	VD APRES	IR APRES	COTATION LTR	CAVITATION OUI=1 NON=0	CHANGEMENT ETAT TISSULAIRE	EVA (mm)
LESIONNEL	PATIENT 1 F	48,2	0	1	60,4	0	1	1	0	0	0
LESIONNEL	PATIENT 4 F * ✓	77,3	0	1	57,5	0	1	2	1	1	0
LESIONNEL	PATIENT 7 H	76,1	0	1	62,7	0	1	1	0	0	0
LESIONNEL	PATIENT 10 H * ✓	83,1	11,3	0,86	88,3	22,1	0,75	2	1	1	0
LESIONNEL	PATIENT 13 F * ✓	81,3	0	1	74,4	10,5	0,86	1	1	1	0
LESIONNEL	PATIENT 16 F * ✓	55,4	0	1	44,6	0	1	2	1	1	0
LESIONNEL	PATIENT 19 H ✓	62,3	8,8	0,86	70,4	13,2	0,81	1	0	1	12
LESIONNEL	PATIENT 22 H * ✓	82,1	0	1	79,2	10,3	0,87	1	1	1	0
LESIONNEL	PATIENT 25 F * ✓	68	10,6	0,84	53,8	10,6	0,8	1	1	1	0
LESIONNEL	PATIENT 28 H * ✓	40,9	0	1	48	4,04	0,92	2	1	1	0
NON LÉSIONNEL	PATIENT 2 H *	74,4	0	1	63,3	0	1		1		0
NON LÉSIONNEL	PATIENT 5 F *	62,6	0	1	70,8	0	1		1		0
NON LÉSIONNEL	PATIENT 8 H	86,2	0	1	65,2	0	1		0		0
NON LÉSIONNEL	PATIENT 11 F *	38,8	0	1	30,1	0	1		1		0

GROUPE	PATIENT	VS AVANT	VD AVANT	IR AVANT	VS APRES	VD APRES	IR APRES	COTATION LTR	CAVITATION OUI=1 NON=0	CHANGEMENT ETAT TISSULAIRE	EVA (mm)
NON LÉSIONNEL	PATIENT 14 H *	67,7	10,3	0,85	64,6	0	1		1		0
NON LÉSIONNEL	PATIENT 17 F *	30	0	1	22	0	1		1		0
NON LÉSIONNEL	PATIENT 20 F *	89,5	23,8	0,73	94,7	22,7	0,76		1		22
NON LÉSIONNEL	PATIENT 23 H	94,1	13,4	0,86	75,5	0	1		0		0
NON LÉSIONNEL	PATIENT 26 H *	80,7	11,2	0,86	59	0	1		1		0
NON LÉSIONNEL	PATIENT 29 H *	57,6	0	1	60,1	3,54	0,94		1		10
TÉMOIN	PATIENT 3 H	108	23,4	0,78	143	47,2	0,67				0
TÉMOIN	PATIENT 6 F	71,9	12	0,83	60,5	8,38	0,86				0
TÉMOIN	PATIENT 9 H	71,1	0	1	90,9	0	1				0
TÉMOIN	PATIENT 12 H	76,3	20,5	0,73	87,7	24,1	0,73				0
TÉMOIN	PATIENT 15 F	50,9	0	1	47,3	0	1				18
TÉMOIN	PATIENT 18 F	55,7	5,5	0,88	49,1	5,86	0,88				0
TÉMOIN	PATIENT 21 H	73,8	10,6	0,86	55	8,5	0,85				0
TÉMOIN	PATIENT 24 H	55,1	0	1	65	0	1				0
TÉMOIN	PATIENT 27 H	41,9	0	1	71,3	0	1				0
TÉMOIN	PATIENT 30 F	64,5	0	1	56,3	0	1				12

10 RESUME

Cette étude clinique monocentrique en simple aveugle se situe dans la continuité des recherches ayant voulu vérifier les relations structure-fonction. L'objectif de cette étude est d'analyser l'effet d'une manipulation structurelle ostéopathique en regard de la première côte au niveau du flux sanguin de l'artère radiale sur des sujets asymptomatiques. Les résultats ont révélé une différence statistiquement significative ($p \leq 0,05$) au niveau de la vitesse diastolique et au niveau de l'indice de résistance, mesurés par écho-Doppler, et ce uniquement pour les sujets présentant une lésion tissulaire réversible en regard de la première côte. Aucune différence n'a été observée pour les résultats intergroupes. Ces résultats montrent qu'il existe bien une relation entre la première côte et la vascularisation du membre supérieur qui peut être modifiée par la manipulation. Cette étude conforte le concept du modèle ostéopathique fondamental structurel enseigné à l'IFSO de Rennes.