

**ÉTUDE SUR LA VARIABLE DE REGULATION
NEURO VASCULAIRE :**

**EFFETS D'UNE MANIPULATION DE LA DIXIEME
VERTEBRE THORACIQUE SUR LA VITESSE
SANGUINE DANS L'ARTERE MESENTERIQUE
SUPERIEURE.**

TONNERIEUX

Catherine

PROMOTION 1

Année 2009-2010

Remerciements

Remerciements particuliers à toutes les personnes qui m'ont soutenu dans la réalisation de ce mémoire, et à tous les volontaires qui se sont prêtés à l'expérience.



« La connaissance s'acquiert par l'expérience, tout le reste n'est que de l'information. »

Albert Einstein.



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
2. PROBLEMATIQUE	6
2.1. Modèle de la lésion structurelle ostéopathique	6
2.1.1. Le tissu conjonctif, siège de la lésion.....	6
2.1.2. Les conséquences de la lésion	6
2.1.3. Le traitement ostéopathique	7
2.2. La voie neuro vasculaire.....	8
2.2.1. Le système nerveux ortho sympathique.....	8
2.2.2. L'innervation des artères abdominales	11
2.2.3. Action physiologique de l'ortho sympathique sur la circulation abdominale	15
2.2.4. Le système orthosympathique dans la pathologie.....	16
2.3. De la théorie à la pratique ostéopathique.....	16
3. HYPOTHESE	18
4. MATERIEL ET METHODE.....	19
4.1. Matériel	19
4.1.1. La population étudiée.....	19
4.1.2. L'echodoppler	19
4.1.3. La manipulation de D10 en compression de poitrine	20
4.2. Méthode	21
4.2.1. Pratique expérimentale	21
4.2.2. Plan expérimental.....	21
5. RESULTATS.....	23
5.1. Résultats sur l'ensemble de la population	23
5.2. Résultats pour la comparaison sujets lésés versus sujets non lésés	23
5.2.1. Effet observé sur la vitesse diastolique	23
5.2.2. Objectivation de la lésion ostéopathique sur la vitesse systolique	24
6. DISCUSSION	25
6.1. Effets de la manipulation	25
6.2. La perception du praticien : un outil diagnostic ultra-sensible objectivant des anomalies vasculaires ?.....	27
7. CONCLUSION.....	28
8. BIBLIOGRAPHIE	29
9. ANNEXES	31



1. INTRODUCTION

Le corps humain est un ensemble complexe ; il est nécessaire de le modéliser pour le comprendre. La science a traditionnellement utilisé le modèle rationaliste pour expliquer le fonctionnement des ensembles, qu'ils soient organiques ou conceptuels. Ce modèle décompose et analyse les différents éléments d'un ensemble indépendamment les uns des autres. Depuis les années 1950, le modèle systémique apporte une nouvelle approche de l'étude des ensembles. Un ensemble devient alors un système. Pour de Saussure, linguiste, le système est « une totalité organisée faite d'éléments solidaires ne pouvant être définis que les uns par rapports aux autres en fonction de leur place dans cette totalité » [1]. Une autre définition du système, donnée par Joël de Rosnay, un des pères de la systémique, est : « ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but » [1].

Au sein du système « corps humain », les organes interagissent entre eux, pour la réalisation d'une fonction biologique commune. Ces organes constituent des sous-systèmes. Ce sont, par exemple, le système nerveux, le système digestif, le système respiratoire. Tous ces systèmes sont en relation pour satisfaire les besoins de l'organisme, pour pouvoir vivre en équilibre avec l'environnement.

Chaque système est soumis à diverses stimulations appelées variables d'entrées. Lorsque la variable d'entrée vient du milieu extérieur, elle est nommée variable de milieu. Lorsqu'il s'agit d'une variable d'entrée provenant d'un sous-système et allant vers un autre sous-système, elle est appelée variable de régulation inter systémique (VR). Ces variables de régulation inter systémique sont les voies de communication entre les différents systèmes. À l'échelle tissulaire de l'organisme, elles sont de trois types : mécaniques, neurologiques et neuro vasculaires [2].

L'ostéopathie structurelle est une méthode de soin manuelle s'adressant à une ou plusieurs structures tissulaires. Chaque structure est, sous l'angle systémique, reliée à de nombreuses autres structures au sein de l'organisme par les VR tissulaires. Toute modification tissulaire d'une structure peut entraîner, par l'intermédiaire de ces variables, une modification des structures en relation avec elle. Un des objectifs de la manipulation ostéopathique structurelle est d'avoir une action sur la structure et sur ces VR tissulaires [2].

Le but de ce travail est d'étudier l'impact de la manipulation structurelle sur la VR neuro vasculaire. La VR neuro vasculaire étudiée ici est à destination des artères viscérales de l'étage sous diaphragmatique et plus précisément de l'artère mésentérique supérieure.



2. PROBLEMATIQUE

Cette première partie a pour but de définir et replacer la variable de régulation neuro vasculaire dans le concept ostéopathique.

2.1. *Modèle de la lésion structurelle ostéopathique*

2.1.1. *Le tissu conjonctif, siège de la lésion*

La manipulation structurelle est un geste thérapeutique mécanique consistant à informer une structure tissulaire afin qu'elle ait des conditions de fonctionnement les plus optimales possibles. L'élément ciblé au sein de la structure est le tissu conjonctif. Ce tissu 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 [3]. Il forme un ensemble continu reliant les différents tissus nobles du corps.

Ses éléments constitutifs lui confèrent des propriétés mécaniques de souplesse et d'élasticité. Il est capable de soutenir du poids, de résister à des tensions importantes et de supporter des agressions [4]. Ses qualités de déformabilité et d'élasticité permettent à la structure à laquelle il appartient d'adapter sa forme à sa fonction [2]. Il permet donc l'adaptation par le mouvement, et comme le dit le précurseur de l'ostéopathie A. T. Still : « le mouvement, c'est la vie ».

L'adaptation par la déformabilité nécessite un système circulatoire efficace qui assure une bonne hydratation du tissu, apporte des nutriments aux cellules et élimine les toxines qu'elles produisent.

Toute perturbation, exogène ou endogène peut être à l'origine de la perte de ses propriétés mécaniques. Les échanges liquidiens et la vascularisation tissulaire se font moins bien, diminuant le dynamisme tissulaire et augmentant la fixité. Il y a alors, un changement de l'état de la structure et apparition d'une lésion tissulaire.

La lésion se définit comme l'altération des qualités mécaniques du tissu conjonctif [5]. Lorsque l'agression a dépassé les capacités mécaniques du système, la lésion est définitive, devenant séquelle organique irréversible. Dans le cas contraire, elle est réversible donnant à la manipulation tout son sens. C'est la lésion ostéopathique appelée lésion tissulaire réversible (LTR).

2.1.2. *Les conséquences de la lésion*

La première conséquence est locale : impossibilité pour la structure de s'adapter et de fonctionner correctement. Une inflammation peut apparaître : réaction ou réponse déclenchée dès que les tissus sont atteints par un traumatisme physique, une irritation [4]. La douleur, un des signes caractéristiques de l'inflammation, peut alors se manifester localement.

À distance, les conséquences sont multiples car chaque structure du corps est en relation avec d'autres par l'intermédiaire des VR neurologiques, neuro vasculaires, et mécaniques.

Le tissu conjonctif contient un très grand nombre de récepteurs neurologiques [4]. C'est le point de départ de la majeure partie de la sensibilité du corps. Les voies sensibles vont vers les centres neurologiques.

Toute perturbation au sein du tissu conjonctif entraîne une modification de la sollicitation des récepteurs nerveux : les échanges tissulaires s'effectuent moins bien, les récepteurs sont hypo sollicités. L'équilibre synaptique au niveau des centres neurologiques est modifié notamment dans le métamère concerné [2]. Une conséquence, à terme, est la modification des autres structures dépendantes de ce métamère par la voie neurologique.

Le système vasculaire étant sous contrôle neurologique, toute modification au niveau des centres médullaires entraîne également des changements de tonicité des vaisseaux sanguins. Ainsi, certains organes auront une irrigation perturbée. C'est la voie neuro vasculaire qui sera détaillée au chapitre suivant.

Enfin, il y a une relation mécanique entre les différentes structures. Le défaut de fonctionnement de la structure lésée est compensé par les éléments adjacents [2]. Ceux-ci se retrouvent alors en hyperfonctionnement pour assurer le maintien de l'équilibre général.

2.1.3. Le traitement ostéopathique

L'outil ostéopathique est la manipulation structurelle. Son but est de changer l'état de la structure lésée. C'est un geste bref, intense et isolé qui permet de remettre en fonctionnement les récepteurs tissulaires in situ, et de rétablir un nouvel équilibre synaptique dans les centres neurologiques qui correspondent au tissu lésé [2].

Le traitement se déroule en plusieurs étapes. Il commence toujours au niveau local, lieu de la plainte. Deux raisons à cela : répondre à la plainte du patient, et remettre en fonctionnement les circuits neurologiques hypo sollicités pour qu'ils soient aptes à gérer de nouvelles informations. La réponse locale est une reprise de la circulation, reprise des échanges liquidiens, et retour à un état souple et élastique de la structure.

Dans un deuxième temps, le travail peut s'effectuer plus à distance, au niveau des VR de la structure lésée. La manipulation des structures mécaniques adjacentes à la structure lésée correspond à la VR mécanique.

La manipulation du niveau vertébral, en correspondance neurologique avec la zone lésée, correspond à la VR neurologique. Cette manipulation sollicite le tissu conjonctif vertébral péri articulaire. Ce tissu présente des récepteurs sensitifs qui informent le métamère du même étage. La conséquence est l'envoi d'informations sur les diverses structures qui dépendent de ce métamère, dont la zone lésée. Une étude de chiropractie réalisée en 2000 a consisté à mesurer in vivo la réponse électrique sur le nerf spinal avant et après manipulation d'un sujet nécessitant une chirurgie lombaire. La manipulation a été réalisée avec un appareil à toggle. L'appareil à toggle est un petit pistolet manuel, utilisé par les chiropraticiens, permettant de réaliser des normalisations articulaires. La manipulation a été pratiquée directement sur les articulaires de L5 et sur la base sacrée et a été répétée sur les mêmes repères anatomiques recouverts de peau. Des variations significatives de potentiels de la racine nerveuse ont été enregistrées dans les deux types de manipulations [6].

La stimulation du conjonctif péri vertébral active également, par les mêmes récepteurs sensitifs, le système neuro végétatif ayant une action sur les muscles lisses, les glandes et les vaisseaux sanguins à distance. Cela correspond à la Vr neuro vasculaire. Il y a changement de la motricité vasculaire. La conséquence est une modification de l'irrigation des tissus vascularisés par l'artère concernée [2]. Nous verrons plus loin que dans la pathologie, ce changement d'irrigation peut se faire dans le sens de la vasoconstriction ou dans le sens de la vasodilatation. L'objectif reste de rétablir un équilibre au niveau des centres neurologiques.

Le travail local et la vérification des variables de régulation forment le traitement minimal de base [2].

2.2. La voie neuro vasculaire

Le système vasculaire est sous la dépendance du système neuro végétatif ortho sympathique. La Vr neuro vasculaire correspond à une partie de l'activité des fibres ortho sympathiques.

2.2.1. Le système nerveux ortho sympathique

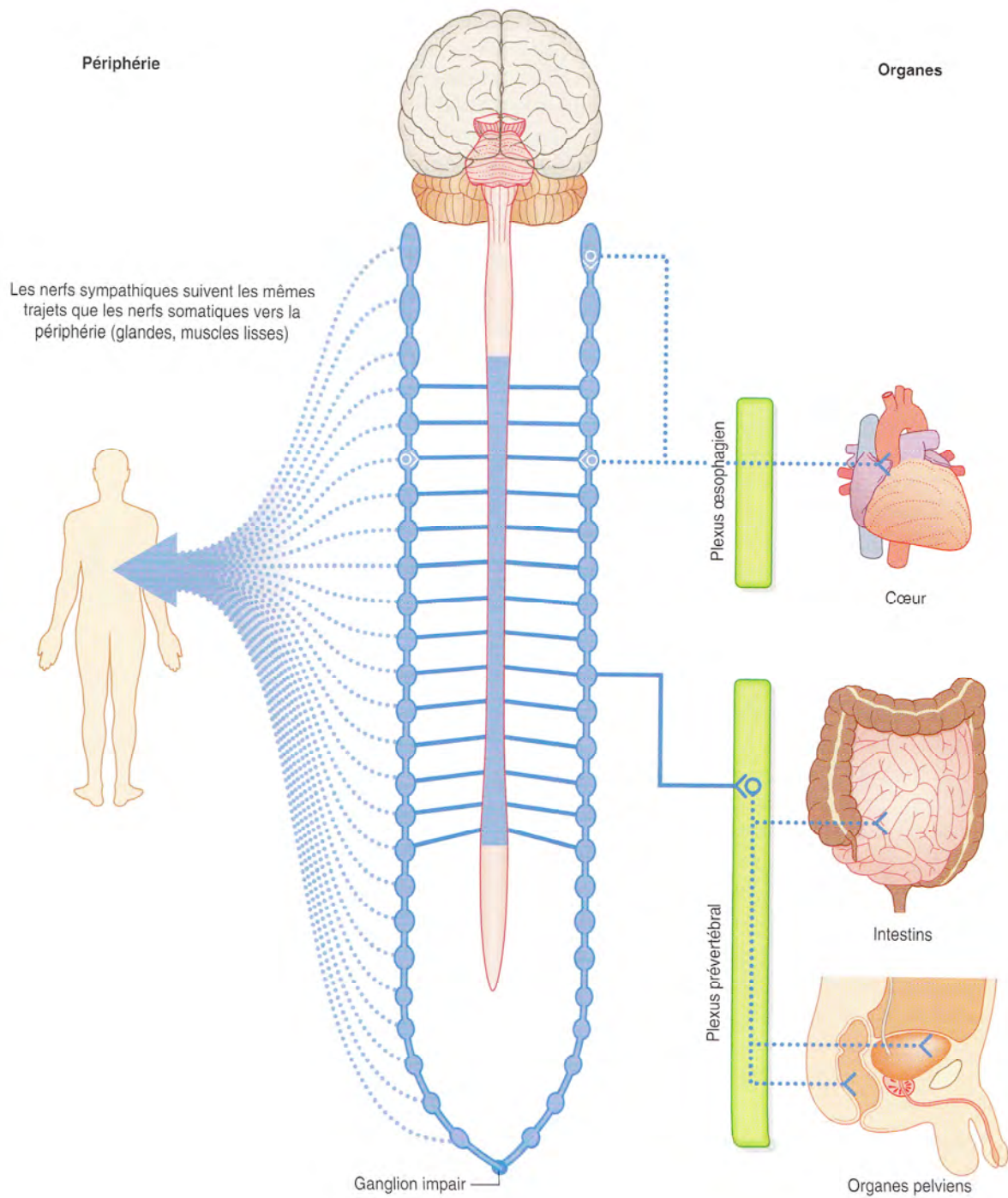
Le système ortho sympathique est une des deux parties composant le système nerveux végétatif (SNV). Le SNV est un système nerveux inconscient qui gère la vie autonome. Il est complémentaire du système nerveux cérébro-spinal (SNCS) conscient, qui assure la vie de relation.

L'organisme travaille en permanence au maintien de l'homéostasie, à la stabilité du milieu intérieur. Tous les organes contribuent à cette stabilité mais c'est le SNV qui y préside par l'intermédiaire de neurones moteurs innervant les muscles lisses dont ceux des artères, le muscle cardiaque et les glandes. Il réagit aux variations de l'environnement en augmentant ou diminuant l'irrigation des organes, en ajustant la pression artérielle et les sécrétions...

Le SNV se divise en deux sous-systèmes, le para sympathique ($P\Sigma$) et l'ortho sympathique ($O\Sigma$). Ils assurent tous les deux l'innervation des muscles lisses des organes et des glandes. Le système $O\Sigma$ a également une autre fonction qui lui est exclusive : la commande de la motricité des vaisseaux sanguins. Ses centres intra nevraxiques sont dans la zone inter médio latéralis (ZIL) de la moelle épinière entre C8 et L2. C'est un système à deux neurones.

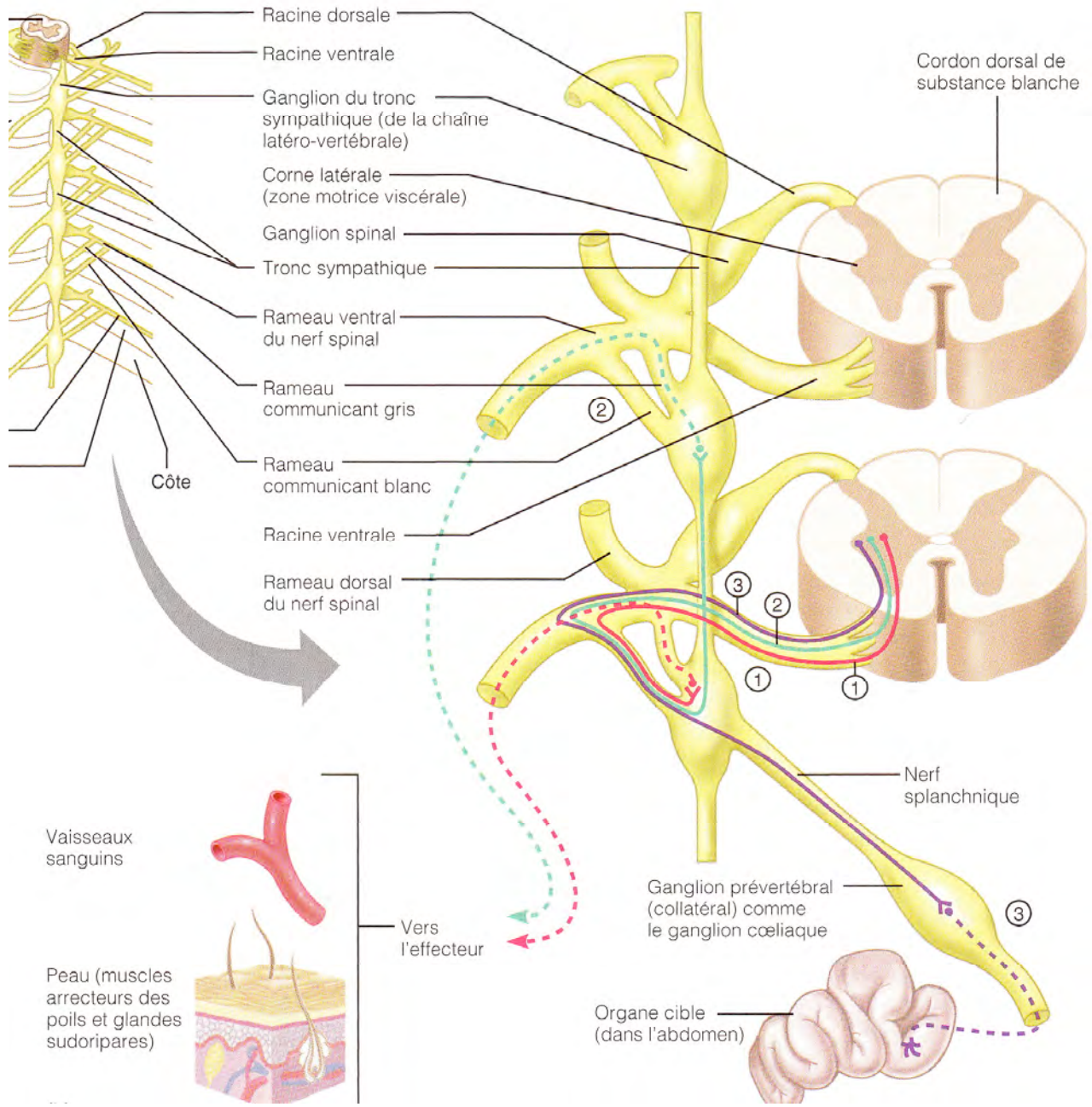
Les relais entre les deux neurones sont différents en fonction de l'organe ciblé. Pour ce qui est de l'innervation vasculaire somatique, le relais s'effectue au niveau de la chaîne caténaire. Le deuxième neurone va jusqu'à l'effecteur : muscles érecteurs des poils, glandes sudoripares, muscles lisses des vaisseaux sanguins, système articulaire.

Pour ce qui est de la motricité et de la distribution vasculaire viscérale, le premier neurone passe dans la chaîne caténaire sans faire relais. Il fait relais dans les ganglions pré caténaux situés autour des gros troncs artériels. Le second neurone atteint l'organe cible en compagnie de l'artère qu'il innerve en même temps.



TIBBITTS, RICHARDSON. Partie sympathique du système nerveux autonome appartenant au SNP. Gray's Anatomie pour les étudiants, Edition Française. Elsevier, 2006, p.84.

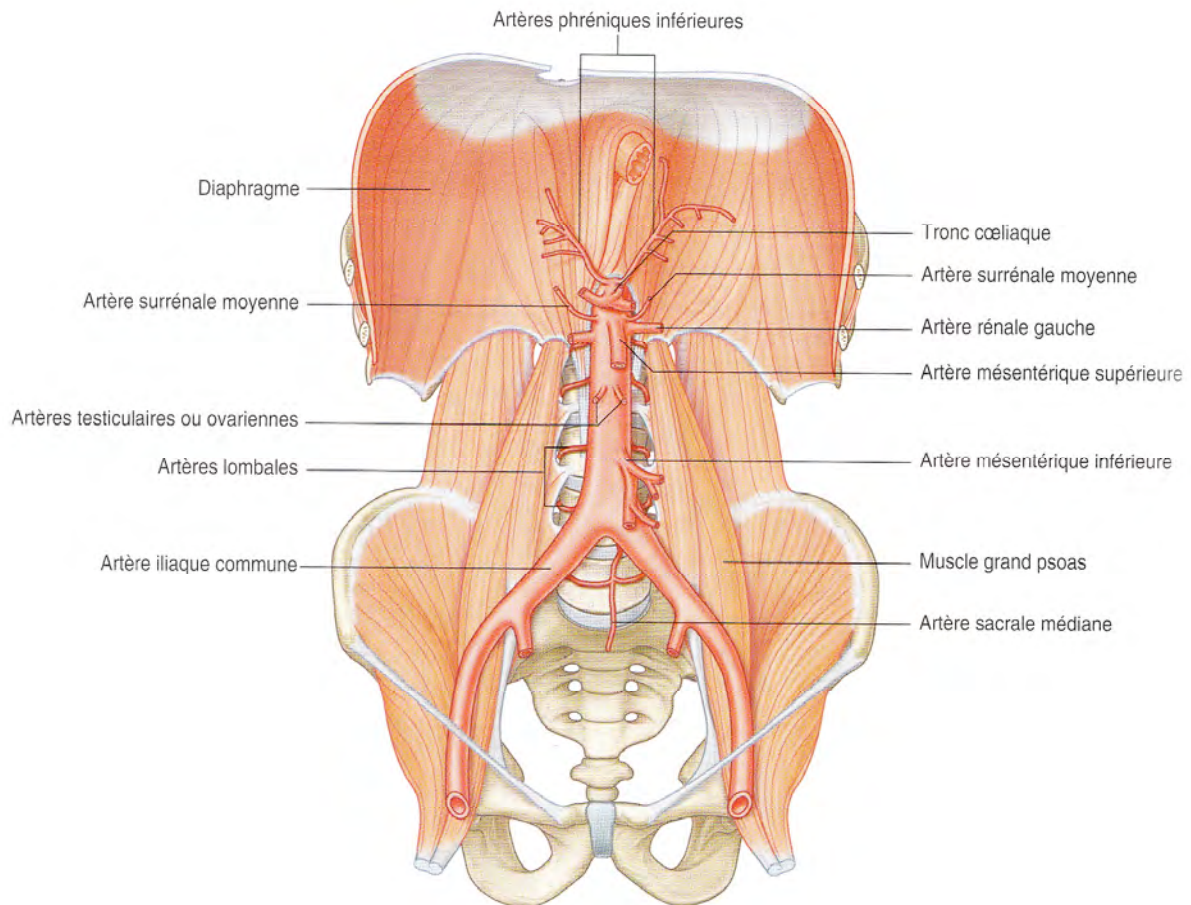




MARIEB E. Troncs et voies sympathiques. Anatomie et Physiologie humaines. Pearson Education, 2005, p.555.

2.2.2. L'innervation des artères abdominales

La vascularisation de l'abdomen se fait à partir de l'aorte abdominale. Elle donne plusieurs branches dont les principales sont le tronc coeliaque, l'artère mésentérique supérieure et l'artère mésentérique inférieure.

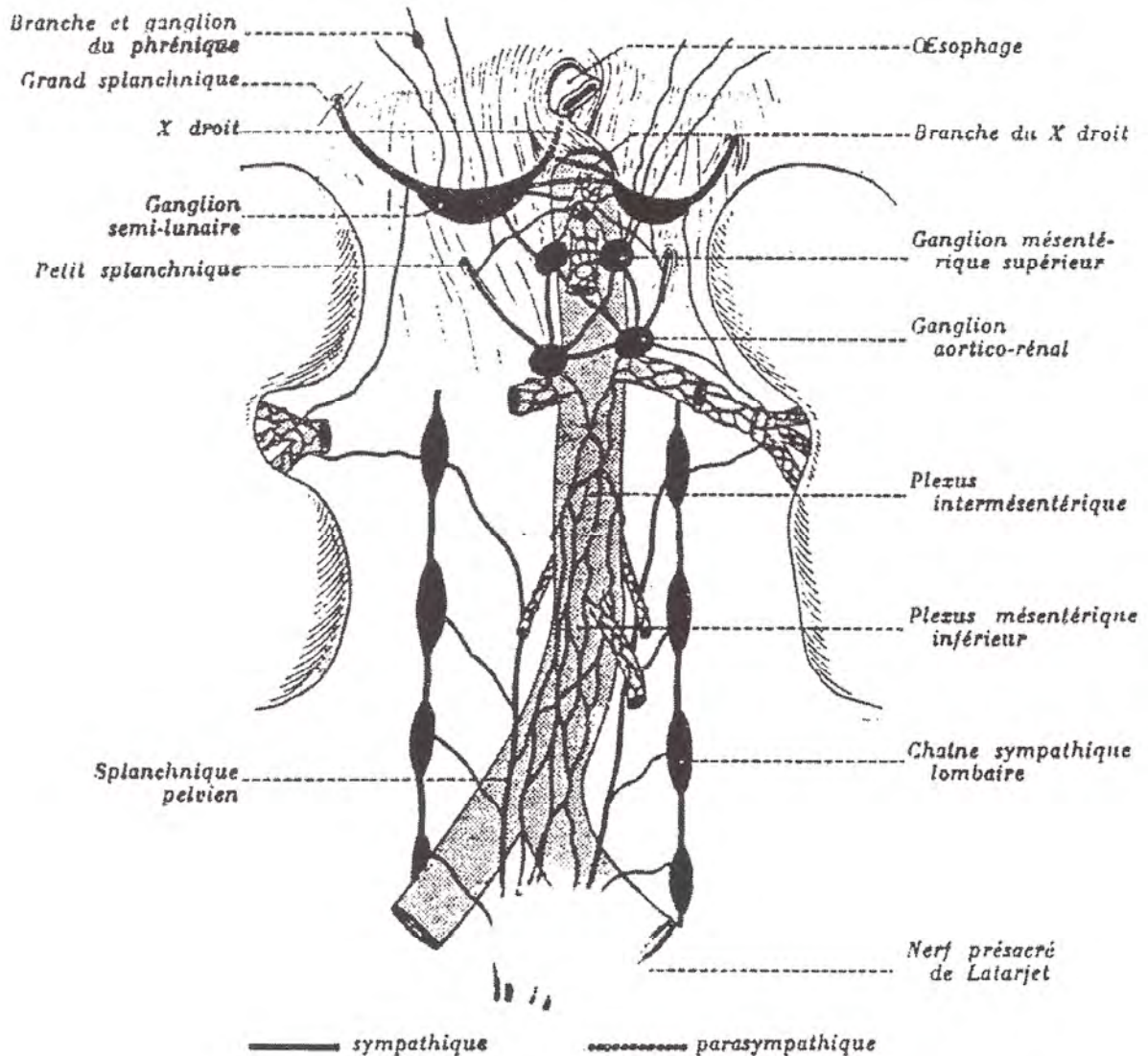


TIBBITTS, RICHARDSON. Aorte abdominale. Gray's Anatomie pour les étudiants, Edition Française. Elsevier, 2006, p.344.

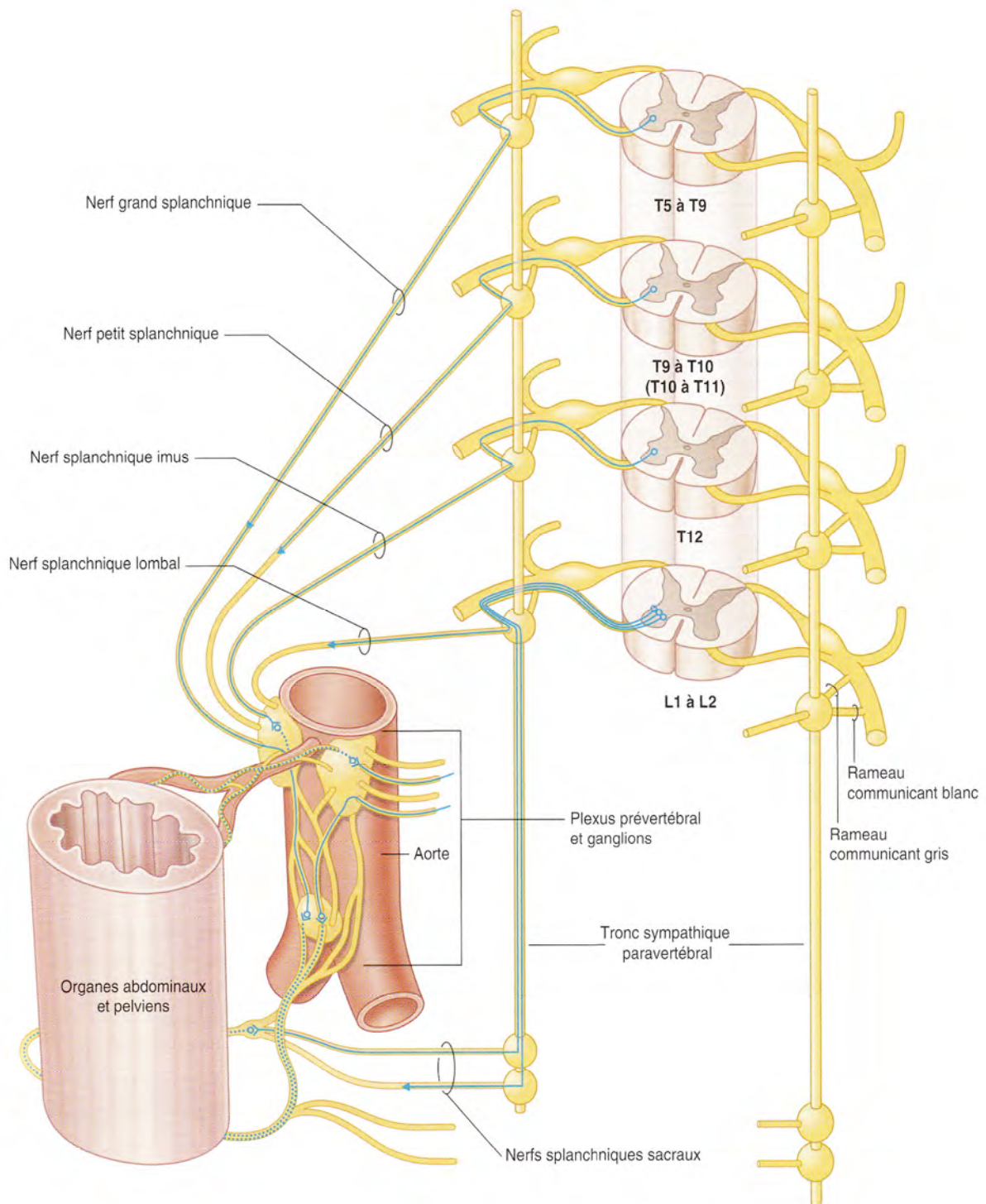
Les artères abdominales reçoivent des fibres $O\Sigma$ provenant de la ZIL de D5 à L2. Les fibres de différents étages se rejoignent pour former les nerfs splanchniques : le nerf grand splanchnique est formé par les fibres provenant de la ZIL de D5 à D10, le petit splanchnique par les fibres de D9 à D11, le splanchnique inférieur par les fibres de D12 et les splanchniques lombaires par les fibres de L1 et L2. Ces nerfs rejoignent les ganglions pré caténaux où ils font synapse avec un second neurone [7].

Les ganglions pré caténaux sont nommés en fonction des artères auxquelles ils sont associés. Les plus importants sont de haut en bas le ganglion coeliaque, le ganglion mésentérique supérieur et le ganglion mésentérique inférieur. Le ganglion coeliaque reçoit surtout des fibres du nerf grand splanchnique. Le ganglion mésentérique supérieur reçoit des fibres provenant essentiellement du nerf petit splanchnique (D9 à D11), des fibres du nerf splanchnique inférieur (D12) et quelques fibres du nerf grand splanchnique (D5 à D10). Le ganglion mésentérique inférieur reçoit des fibres du nerf petit splanchnique, du nerf splanchnique inférieur et des nerfs splanchniques lombaires.

Les neurones post ganglionnaires issus de ces ganglions atteignent leurs organes cibles en compagnie des artères qui les desservent. L'artère mésentérique supérieure reçoit les fibres provenant du ganglion mésentérique supérieur. Ces fibres sont essentiellement issues des niveaux vertébraux D9 à D11 [7].

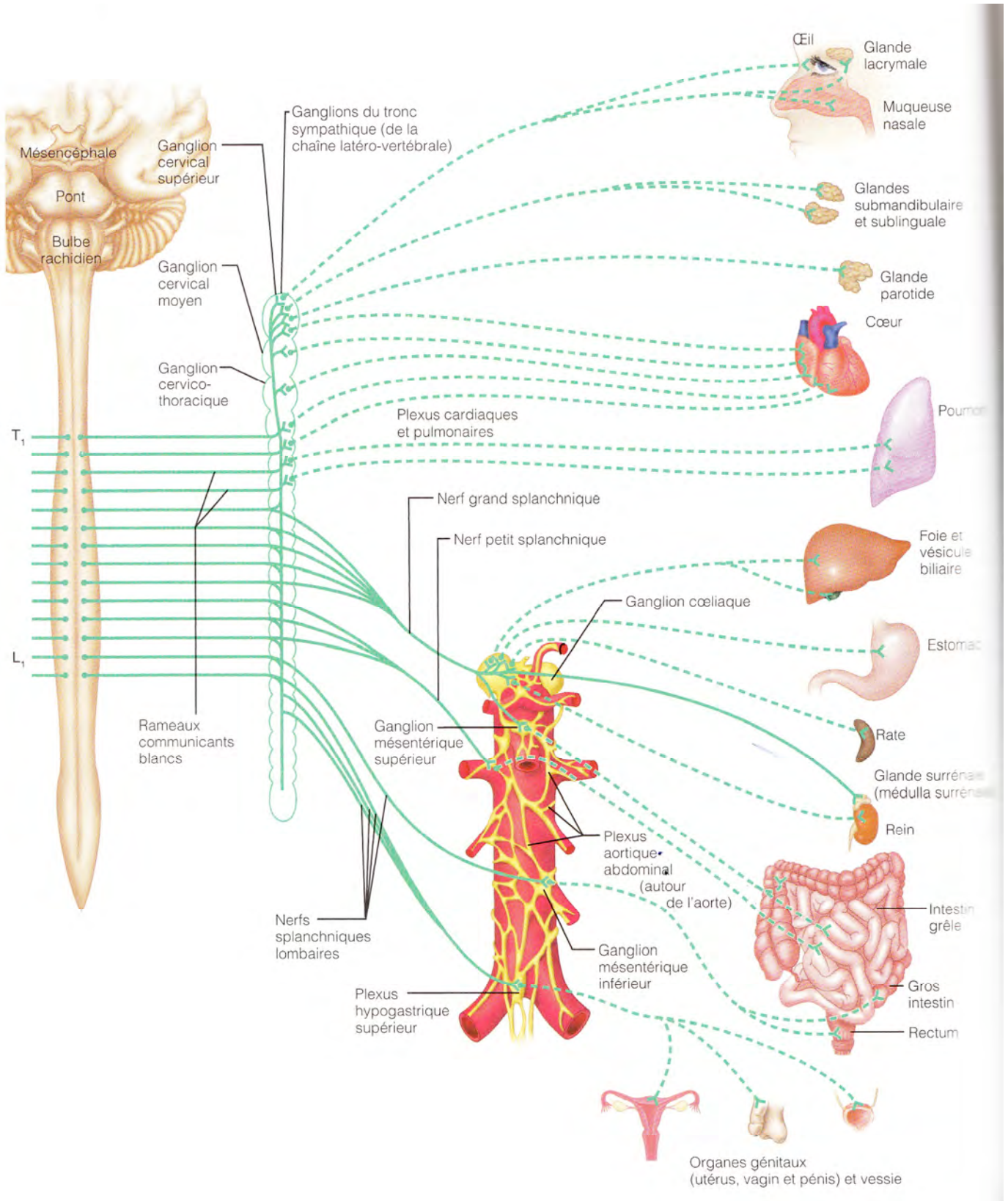


TARDIEU G. ET C. Schéma du plexus solaire et de ses branches. Le système Nerveux végétatif. Masson, 1948, p. 44.



TIBBITTS, RICHARDSON. Trajet des nerfs sympathiques destinés aux organes abdominaux et pelviens. Gray's Anatomie pour les étudiants, Edition Française. Elsevier, 2006, p. 89.





MARIEB E. Système nerveux sympathique (thoraco-lombaire). Anatomie et Physiologie humaines. Pearson Education, 2005, p.554.

2.2.3. Action physiologique de l'ortho sympathique sur la circulation abdominale

Dans la physiologie, le système O Σ a une action de vasoconstriction. G et C Tardieu [7] ont fait de nombreuses expérimentations in vivo sur différents animaux prouvant cela. «L'excitation des formations sympathiques fait contracter les artères dans le territoire correspondant et provoque une diminution de la circulation. La section de ces mêmes formations provoque une vasodilatation». Au niveau de la circulation viscérale, l'irritation majeure du nerf splanchnique, a de nombreuses conséquences : on retrouve notamment l'existence d'une vasodilatation importante de tous les viscères, les ganglions du mésentère sont volumineux et souvent hémorragiques, les cellules des vaisseaux sont gonflées et tuméfiées [7]. Le système O Σ assure donc une activité contractile vasculaire permanente de base qu'il module selon les besoins.

La conséquence d'une vasoconstriction est la diminution du diamètre des vaisseaux sanguins. Le diamètre d'un vaisseau est un des paramètres modulant le débit sanguin par l'intermédiaire de la résistance. Le débit sanguin est le volume de sang qui s'écoule dans un vaisseau, un organe ou le système cardiovasculaire en entier, en une période donnée (mL/min) ; la résistance étant la force qui s'oppose à l'écoulement du sang [4]. Il y a donc, dans la physiologie, une relation directe entre l'excitation du système O Σ et une variation du débit artériel dans le même territoire.

Selon les besoins de l'organisme, l'influence de l'O Σ sur les vaisseaux sanguins permet la dérivation du sang dans le système cardiovasculaire [4]. C'est un système d'adaptation à court terme. Il a un fonctionnement de type réflexe. Chaque stimulation entraîne une réponse instantanée. Au moment de la digestion, les organes de l'abdomen ont besoin d'une quantité importante de sang pour effectuer leur travail. À l'inverse, lors d'un exercice ou d'un stress, la masse musculaire périphérique est mise en jeu et nécessite un apport sanguin. Une certaine quantité de sang est alors, dérivée du système digestif vers les muscles squelettiques par le système O Σ .

Une étude de Pan et al en 2001 [8] examine les changements de l'activité nerveuse O Σ et des débits sanguins sur des chats anesthésiés par stimulations électriques du nerf splanchnique. Les résultats montrent une diminution du débit artériel au niveau des artères coeliaque et mésentérique supérieure, une diminution de l'irrigation des organes ainsi qu'une augmentation du débit dans l'artère coronaire. Une autre étude de Fujita réalisée en 1988 [9] a pour objectif de tester la sympathectomie abdominale sur la circulation splanchnique et ses retentissements sur la circulation générale sur des chiens de race. La sympathectomie entraîne une dilatation des vaisseaux, ainsi qu'une chute de la pression artérielle. La dilatation artérielle viscérale est responsable d'un déplacement sanguin de la circulation générale à la circulation viscérale.



2.2.4. Le système orthosympatique dans la pathologie

Tous ces mécanismes sont mis en évidence par expérimentation en laboratoire, la plupart du temps sur des animaux. Cependant, le fonctionnement du système OΣ dans la pathologie, à fortiori chez l'homme, reste très peu connu. Horsthuis, MD et al [10], ont mis en évidence les modifications de la vascularisation de la paroi des intestins dans le syndrome du colon irritable : l'épaississement et l'hyper vascularisation des parois sont des signes caractéristiques de cette pathologie démontrant une perturbation des informations transmises par le système nerveux OΣ. « L'expérimentation physiologique est une chose, le fonctionnement normal des organes, une deuxième, leur pathologie, une troisième » [7].

Dans ce contexte, la manipulation ostéopathique ne cherche pas à entraîner une augmentation ou une diminution de la contraction artérielle. En stimulant une zone en hypofonctionnement, elle cherche uniquement à rétablir un équilibre au niveau des centres synaptiques et au niveau de l'information délivrée par les fibres OΣ.

2.3. De la théorie à la pratique ostéopathique

Quelques études pratiques ont été réalisées sur les effets de la manipulation sur le système nerveux OΣ. Lapertosa G. [3] a étudié les effets d'une manipulation articulaire du joint vertébral C7-D1 sur la température des membres supérieurs. Les résultats de son expérimentation montre une diminution presque instantanée de la température impliquant une vasoconstriction par le système OΣ.

Vannay F. [11] a réalisé une étude dans la même lignée, comparant la réponse vasomotrice, au niveau du membre supérieur, déclenchée par un crochetage de C7 et de D12. Cette étude porte sur 12 sujets en bonne santé. Elle s'est faite en deux temps. Le premier temps a consisté en la mesure de la température au niveau de la main avant et après crochetage de C7 ; le second, en la mesure de la température, au même niveau, avant et après crochetage de D12. Les résultats montrent une variation de la température suite aux 2 techniques de crochetage pour 2/3 des sujets. La variation est dans les deux sens, augmentation et diminution, pour le crochetage de C7, alors qu'elle ne se fait que dans le sens de la diminution pour D12. Les techniques de crochetage ont donc une incidence sur la variation de température à la partie distale du membre supérieur. Cependant, les résultats obtenus ne sont pas ceux qui étaient attendus. L'hypothèse de cette étude était la suivante : le crochetage de C7 entraîne une variation de la température au niveau de la main plus importante que celle obtenue, au même niveau, par le crochetage de D12. Cette hypothèse est basée sur le fait que le système OΣ gérant la circulation du membre supérieur fait relais essentiellement au niveau de C7. L'étude montre que la variation de température enregistrée est plus importante pour le crochetage de D12 que pour celui de C7. La technique choisie étant tissulaire, les mécanismes physiologiques sont différents de ceux qui sont provoqués par une manipulation articulaire. De plus, la mesure de la variation thermique est relativement dépendante de multiples facteurs extérieurs à la manipulation.



D'autres études sur le sujet sont parues dans des revues de chiropractie. En 2001, Karason et al [12] étudient les effets d'une manipulation du joint lombo-sacré sur le flux sanguin cutané dans le dermatome correspondant du membre inférieur. Les conclusions valident le fait que la manipulation de la charnière lombo-sacrée entraîne une modification de la perfusion cutanée dans le dermatome concerné. Cela prouve que la manipulation vertébrale peut avoir un effet stimulant sur la fonction viscérale par une voie neuro vasculaire. Deux autres études de Moulson et Watson [13] et Perry et Green [14], parues en 2006 et 2008, traitent des variations de températures et de conductance de la peau suite à une manipulation. Dans un cas, il s'agit d'une manipulation de la colonne cervicale avec mesures prises au niveau des membres supérieurs [13]. Dans l'autre cas, il s'agit de manipulation lombaire L4-L5 avec mesures prises au niveau des membres inférieurs [14]. Ces deux expérimentations montrent une excitation du système OΣ provoquée par la manipulation avec modification de la conductance de la peau et de la température dans les territoires correspondants. Ces études ont toutes nécessité un appareillage de pointe coûteux.

Welch et Boone [15], en 2008, recherchent, par prises de la pression artérielle et du pouls, les effets d'une manipulation thoracique sur le système orthosympathique ainsi que les effets d'une manipulation cervicale sur le système parasympathique. Les résultats donnent une modification de la pression artérielle après manipulation de la colonne dorsale traduisant une excitation du système OΣ, mais peu significative. Dans ce cas, la mesure de la pression artérielle paraît être insuffisante, car elle doit être tenue relativement stable au niveau de l'organisme et dépend de nombreux facteurs.

Ces différentes études mettent en évidence une relation entre la manipulation vertébrale et l'activation du système nerveux OΣ. Les mesures ont été effectuées avant manipulation et très rapidement après, démontrant la très grande réactivité de ce système. Le but de notre travail est de poursuivre dans le sens de ces expérimentations.

Nous choisissons de pratiquer cette étude sur une artère viscérale, ce qui, à notre connaissance, n'a pas été réalisé à ce jour. Ce choix méthodologique s'explique par une raison physiologique. La masse sanguine viscérale, au niveau de l'étage sous diaphragmatique contenant un grand nombre d'organes pleins, est une part importante de la masse sanguine totale. La variation de la répartition de cette masse sanguine viscérale a un retentissement sur la répartition de la masse sanguine du corps entier [7]. Ensuite, le choix de l'artère mésentérique est lié au fait qu'elle soit simple à aborder avec un écho doppler, appareillage performant et courant.



3. HYPOTHESE

Le but de notre étude est de mettre en évidence que la manipulation de D10 en compression de poitrine influence la vitesse sanguine dans l'artère mésentérique supérieure de façon quasi instantanée.

La manipulation de D10 engendrerait une stimulation des fibres nerveuses $O\Sigma$ pré ganglionnaires du nerf petit splanchnique. Celles-ci font synapse dans le ganglion mésentérique supérieur avec un second neurone atteignant l'organe cible. La stimulation se propagerait ainsi, jusqu'à l'artère mésentérique supérieure, où elle entraînerait par modification du calibre artériel, une variation de la vitesse sanguine.



4. MATERIEL ET METHODE

Nous avons choisi d'étudier les effets d'une manipulation sur la vitesse artérielle, mettant en évidence le rôle du système nerveux orthosympathique dans la pratique ostéopathe.

La vertèbre manipulée est D10 ; la vitesse sanguine artérielle mesurée est celle de l'artère mésentérique supérieure.

4.1. Matériel

4.1.1 La population étudiée

Nous avons réalisé une étude ouverte, prospective, monocentrique au sein des locaux de l'institut de formation d'ostéopathie. L'étude s'est déroulée le 18/04/2010.

Cette étude porte sur 22 sujets sains, volontaires, âgés de 25 à 44 ans. La moyenne d'âge est de 29 ans. L'indice de masse corporelle varie de 17,1 à 26,5 kg/m². L'étude comprend 8 femmes et 14 hommes. Ces sujets ne présentent aucune pathologie déclarée que ce soit sur le plan viscéral, vasculaire ou rachidien, ni contre-indication à la manipulation. Ils n'ont aucun traitement médicamenteux.

Tous les volontaires ont reçu une information écrite expliquant l'expérimentation, et ont donné leur consentement en signant cette information écrite. Cette étude a été préalablement validée sur le plan éthique par la direction de l'école d'ostéopathie.

Un test de résistance (TR) au niveau de D10 est pratiqué sur chaque sujet, dès le début de l'expérimentation par l'ostéopathe. Ce TR met en évidence s'il y a une lésion tissulaire réversible (LTR) de D10. Le TR est dit positif si le toucher en regard des apophyses articulaires de D10 est gros, dur, et sensible [2]. Il est dit négatif si un des trois paramètres gros, dur ou sensible n'est pas présent au toucher. Sur les 22 participants, 8 présentaient une LTR de D10 et 14 n'en présentaient pas. Cette distinction va permettre de voir si les réactions vasculaires obtenues sont identiques, avant et après manipulation, en cas de LTR ou non.

4.1.2. La mesure des vitesses sanguines dans l'artère mésentérique supérieure

Les mesures de vitesses sanguines sont réalisées par un écho doppler couleur portable. L'écho doppler est un appareil simple, non invasif, permettant des mesures reproductibles. Cet appareil a déjà été utilisé dans plusieurs études en chiropractie [16] [17]. Sa fiabilité a également été validée par différentes études médicales [18] [19]. Cependant, il est opérateur dépendant. Pour limiter ce biais, les mesures sont effectuées par le même opérateur, angiologue.

L'écho doppler va permettre de relever trois mesures intéressantes pour cette étude : la vitesse systolique (V_s), la vitesse diastolique (V_D) et l'indice de résistance (IR). Les vitesses sont exprimées en cm/s. La vitesse systolique est la vitesse du sang lors de la phase d'éjection systolique cardiaque. La vitesse diastolique est la vitesse du sang lors de la phase de repos cardiaque, la diastole. L'IR correspond au rapport suivant : $(V_s - V_D) / V_s$. Il est intéressant à mesurer car il prend en compte les 2 valeurs qui sont la V_s et la V_D .

L'artère mésentérique supérieure naît de l'aorte abdominale juste en dessous du tronc coeliaque à hauteur de L1 [20]. Elle se dirige très vite vers le bas en avant de l'aorte et en arrière du pancréas avant de donner les premières branches jéjunales [21], et se termine dans la racine du mésentère. Elle assure la vascularisation du caecum, du côlon ascendant, de l'angle colique droit et de la partie droite du côlon transverse.

Elle est facilement repérable [18] chez la plupart des sujets, à fortiori jeune et écho gène. Cette caractéristique permet de faire des mesures très rapides avant et juste après la manipulation. Cette artère est accessible en appliquant la sonde dans la région épigastrique, en position de décubitus dorsal. La position de mesure étant la même que celle de la manipulation, cela évite tout mouvement des sujets qui pourraient fausser les résultats.

4.1.3. La manipulation de D10 en compression de poitrine

La manipulation de chaque sujet est pratiquée par le même ostéopathe confirmé. Ce choix permet d'assurer une régularité dans le geste manipulatif. Il permet également de simplifier l'étude en ne prenant qu'un seul opérateur.

La vertèbre D10 peut être manipulée de diverses façons. La technique en compression de poitrine permet de manipuler les deux articulaires dans le sens de l'ouverture en flexion, ce qui déclenche une réponse neurologique la plus importante par rapport aux autres techniques possibles.

L'intention manipulative est la même pour tous les sujets lésés ou non. Elle se fait dans le sens d'une correction.

Le sujet est allongé sur la table, sur le dos avec un petit coussin sous la tête. Le praticien se tient debout, face au sujet, la table à sa droite. Il met en place les bras du sujet : la main droite est placée sous l'épaule gauche, le long du grill costal, et la main gauche sur l'épaule droite. Pour les femmes ayant une poitrine assez forte, les bras sont placés en dessous des seins pour garder un contact confortable pour la patiente. Le praticien est en fente avant, pied gauche devant et parallèle à la table, épaules parallèles à celles du sujet. Il se place en pont au-dessus du sujet en prenant appui avec sa main droite sur le bord opposé de la table. Il appuie et maintient les coudes en position basse de façon à venir placer son abdomen à l'aplomb de D10. Les coudes du sujet sont en contact avec le plexus solaire du praticien. La main droite du praticien passe sous l'épaule gauche puis sous la tête du sujet pour la soulever. La main gauche vient se placer le long de la colonne du sujet. Le praticien recule son centre de gravité sur sa jambe arrière en gardant le contact avec les coudes du sujet ; ce dernier roule sur la cuisse du praticien. La main droite du praticien vient repérer D10 et se place de part et d'autre de l'épineuse sur les apophyses articulaires de D11.

Le praticien ramène le sujet sur la table, dans l'axe, en le maintenant en flexion, en posant le coude droit en premier. Il allonge le sujet sur la table en fléchissant son genou gauche et en repoussant le sujet par le ventre. Le praticien pose D11 sur la table pour la fixer par rapport à D10. Le thrust consiste à relâcher simultanément, le genou gauche, la cheville droite et l'épaule droite [22].

4.2. Méthode

4.2.1. Pratique expérimentale

L'étude est pratiquée à distance minimum de 3 heures du repas pour que la digestion n'influence pas les résultats. Les sujets n'ont pas pris d'excitants risquant de modifier les résultats dans les 3 heures précédant l'expérimentation, et n'ont pas fait d'effort physique pour les mêmes raisons [23].

L'expérimentation commence par le TR pratiqué par l'ostéopathe suivi d'un repos de 10 minutes, le sujet étant couché sur le dos. Une première série de mesures est effectuée au bout des 10 minutes. Les mesures prises correspondent à la vitesse systolique, la vitesse diastolique et l'indice de résistance. Elles sont réalisées trois fois de suite. La mesure finale avant manipulation correspond pour chaque valeur à la moyenne des 3 mesures. La première prise de mesures nécessite environ 3 minutes. Puis l'ostéopathe réalise la manipulation immédiatement après la fin des premières mesures. La manipulation est réalisée en 20 secondes. Une seconde série de mesures est effectuée immédiatement après. La durée totale de l'expérimentation pour chaque sujet est en moyenne de 20 minutes.

Les sujets et l'ostéopathe sont à l'abri de la vue de l'écran de l'écho doppler pour éviter l'observation des mesures avant et après l'expérimentation.

Les paramètres de l'environnement sont maintenus constants pendant toute l'expérimentation : température confortable, absence de bruit, d'odeur, ou de distraction.

4.2.2. Plan expérimental

Cette expérimentation étudie les effets de 2 variables indépendantes (VI) sur 3 variables dépendantes.

Les 2 variables indépendantes sont :

- une VI intra individuelle intitulée « manipulation ostéopathique » qui présente deux modalités : avant et après.

- une VI inter individuelle concernant la présence d'une lésion ostéopathique chez certains sujets et d'autres non. Elle présente donc 2 modalités : sujets lésés versus sujets non lésés.

Tableau expérimental et effectifs

	AVANT	APRES
Sujets lésés	n = 8	n = 8
Sujets non-lésés	n = 14	n = 14

Les 3 variables dépendantes (Vd), sur lesquelles nous attendons un effet de la manipulation, sont :

- la moyenne de la vitesse systolique intitulée Vs (mVs), correspondant à la moyenne des vitesses du sang mesurées lors de la phase d'éjection systolique.
- la moyenne de la vitesse diastolique intitulée Vd (mVd), correspondant à la moyenne des vitesses du sang mesurées lors de la diastole.
- la moyenne de l'Indice de résistance intitulée IR (mIR), correspondant à la moyenne du rapport $(V_s - V_d) / V_s$.

Les données ont été traitées sur le logiciel de statistique « statistica ». Une ANOVA a été effectuée en utilisant un test statistique non paramétrique pour échantillon de petit effectif n'obéissant pas à une loi normale.



5. RESULTATS

Notre étude s'est portée sur 22 sujets divisés en 2 groupes déterminés par un TR pratiqué par l'ostéopathe : un groupe de 14 sujets non lésés (NL) et un groupe de 8 sujets lésés (L).

Les 2 groupes ne présentent pas de différence significative au niveau du sexe, de la taille et de l'indice de masse corporelle. Ils sont donc tout à fait comparables.

L'analyse des résultats se fait selon différents paramètres qui sont : avant et après manipulation, chez sujets non lésés ou en lésion (voir tableaux en annexes).

5.1. Résultats sur l'ensemble de la population

Pour l'ensemble des sujets non lésés et lésés, notre étude ne montre aucun résultat significatif entre avant manipulation et après manipulation, que ce soit pour la mVs, la mV_D, ou la mIR.

5.2. Résultats pour la comparaison sujets lésés versus non lésés

La vitesse du sang dans l'artère mésentérique supérieure, mVs et mV_D, et l'IR ne varient pas, suite à la manipulation de D10, chez le groupe des sujets non lésés.

Dans le groupe des sujets lésés, on ne constate aucun changement de la mVs et de l'IR entre avant et après manipulation.

5.2.1 Effet observé sur la vitesse diastolique

Par contre, il existe dans ce groupe de sujets lésés, une différence significative au niveau de la mV_D, entre avant et après la manipulation. En effet, la moyenne de la vitesse diastolique passe de mV_D = 18,70 cm/s ; e = 5,18 à mV_D = 21,96 cm/s ; e = 5,59 avec T = 3 pour p = 0,02. Cela signifie qu'il y a un effet significatif de la manipulation sur la mV_D chez les sujets ayant un TR positif. La vitesse diastolique augmente de façon significative (p = 0.02) après la manipulation. La manipulation entraîne donc, chez ce groupe, une vasoconstriction sur le temps de diastole. De plus, on remarque que la mV_D de ces sujets lésés tend à se rapprocher de la mV_D des sujets non lésés après manipulation. Il y a donc une normalisation de la mV_D des sujets lésés après manipulation vers la valeur de la mV_D des sujets non lésés.

5.2.2 Objectivation de la lésion ostéopathique sur la vitesse systolique

Cette étude met en évidence une différence significative ($u = 29$; $p = 0.04$) entre le groupe de sujets lésés ($m = 129,67$ cm/s ; $e = 27,22$) et le groupe de sujets non lésés ($m = 152,51$ cm/s ; $e = 26,28$) sur la mVs, avant la manipulation. Autrement dit, les sujets présentant un TR positif ont une mVs avant manipulation différente de celle que présentent les sujets ayant un TR négatif.

Il existe un lien de causalité entre la perception de l'ostéopathe qui discrimine les sujets en sujets lésés et non lésés et la moyenne de la vitesse systolique de ces mêmes sujets qui est statistiquement différente.

Pour la mV_D et l'IR, on ne retrouve pas de résultat significatif avant la manipulation entre le groupe de sujets non lésés et le groupe de sujets lésés.



6. DISCUSSION

Au vu des résultats, notre étude prospective monocentrique a mis en évidence plusieurs faits. D'une part, les sujets en lésion ont une vitesse systolique, dans l'artère mésentérique supérieure, avant manipulation, différente de celle des sujets non lésés. D'autre part, la manipulation de D10 modifie la vitesse diastolique dans l'artère mésentérique supérieure chez les sujets en lésion.

Bien sûr, ces résultats doivent être confirmés par une étude sur une plus grande cohorte, incluant également des sujets plus âgés. Ils doivent également être confirmés par une expérimentation menée par un plus grand nombre de praticiens contrôlant l'effet de l'opérateur.

6.1. Effets de la manipulation

Les résultats de l'expérimentation montrent que la manipulation de D10, en compression de poitrine, a un effet immédiat sur la vitesse sanguine artérielle au moment de la diastole uniquement chez les sujets présentant un TR positif. La modification enregistrée est dans le sens de la vasoconstriction puisque la mV_D augmente. Dans ce cas précis, la manipulation de D10 a bien un impact sur la variable de régulation neuro vasculaire « vitesse sanguine dans l'artère mésentérique supérieure » par le système nerveux $O\Sigma$. Nous avons uniquement mesuré la vitesse, mais une mesure du débit semblerait judicieuse pour confirmer ces résultats ; le système $O\Sigma$ agissant sur le diamètre des artères.

Ces résultats vont dans le même sens que ceux d'expérimentations déjà réalisées, notamment celle de Lapertosa [3] montrant une modification de température au niveau de la main par vasoconstriction suite à une manipulation de C7-D1. L'étude réalisée par Moulson et Watson [13] a également des conclusions similaires puisqu'elle met en évidence une excitation sympathique avec augmentation de la conductance cutanée suite à une manipulation cervicale.

Ceci nous permet de supposer que, chez les sujets en lésion, la manipulation de D10 aurait un effet sur l'irrigation des organes appartenant au territoire vasculaire de l'artère mésentérique supérieure, entre autres sur la première moitié du colon. Pour vérifier cela, il serait intéressant de mesurer la perfusion sanguine au niveau du côlon ascendant avant et après manipulation chez des sujets en lésion au niveau de D10.

Nous avons fait le choix de ne manipuler qu'une seule vertèbre, D10. Cependant, la vascularisation de l'artère mésentérique supérieure dépend de plusieurs étages vertébraux qui s'étendent essentiellement de D9 à D11 et de façon plus vaste de D5 à D12. De plus, le système $O\Sigma$ est un système comprenant de très nombreuses inter connexions avec les étages vertébraux sus et sous jacents. Une étude incluant plusieurs niveaux vertébraux permettraient de voir si les amplitudes de variations de vitesses sont majorées ou non.

De plus, la seconde prise de mesure s'est effectuée très rapidement, environ 1 minute, après la manipulation. Cela ne nous permet pas de savoir quelles sont les conséquences de la manipulation à moyens et à longs termes. La manipulation apparaît comme un outil pour modifier de façon instantanée la mV_D mais nous ne pouvons pas savoir si les modifications de vitesse obtenues immédiatement après manipulation perdurent dans le temps. Une étude avec des mesures étalées dans le temps, jusqu'à trois jours après manipulation, permettrait également d'observer s'il se produit des changements plus tardifs au niveau de la mVs.

Par contre, l'expérimentation telle qu'elle a été réalisée a permis de tester 22 sujets en un temps relativement court de 3 heures. Ceci est un argument favorable pour la réalisation d'autres études sur de plus grandes cohortes de sujets.

Nous remarquons également que les valeurs de mV_D enregistrées après manipulation chez ces sujets lésés se rapprochent de celles des sujets non lésés. Si l'on considère que les sujets non lésés ont une valeur moyenne correspondant à une norme, on peut dire que la manipulation entraîne non seulement une modification de la mV_D mais aussi qu'elle la normalise. Ceci va dans le sens de l'intention thérapeutique ostéopathique qui cherche à normaliser l'état de la structure pour qu'elle fonctionne correctement. « Le but est de retrouver la vascularisation normale, l'intégrité structurale et l'élasticité tissulaire, localement et à distance. La structure de nouveau libre pourra s'exprimer pleinement : ajuster sa forme et informer le mieux possible » Lapertosa [3].

Par contre, les modifications ont été enregistrées uniquement pour la vitesse diastolique chez les sujets lésés. Il n'y a aucun effet sur la vitesse systolique, et sur l'indice de résistance. Nous pouvons peut-être expliquer cela par le fait que l'artère mésentérique supérieure est une artère d'assez gros calibre à tendance plutôt élastique, dite conductrice. Elle contient un grand nombre de fibres élastiques par rapport aux fibres musculaires. Cela permet de supporter et compenser les grandes variations de pression : les fibres élastiques s'étirent au moment de la systole ventriculaire et reviennent à leur position d'étirement initial durant la diastole. Une variation de calibre de l'artère par les fibres musculaires est donc surtout manifeste au moment d'étirement nul des parois, c'est-à-dire au moment de la diastole [4]. Il aurait été judicieux de réaliser cette étude sur une artère de calibre plus petit, contenant une majorité de fibres musculaires et ayant un rôle important dans la vasoconstriction. Cependant, ce type de mesure nécessite un appareillage de pointe très coûteux.

Dans le groupe des sujets non lésés, nous ne retrouvons aucune modification pour aucune des valeurs mesurées. Ceci conforte l'idée que la manipulation a un intérêt et ne se justifie que lorsqu'il y a une lésion mise en évidence par un TR.

Nous avons aussi fait le choix de ne manipuler D10 qu'avec intention de correction. Ceci est valable pour les sujets lésés mais ne l'est pas pour les sujets non lésés. Une manipulation avec un paramètre de vitesse prépondérant par rapport au paramètre de masse pour les sujets ne présentant pas de lésion de D10 aurait été intéressante à analyser.

Tout comme il serait intéressant de refaire cette étude en manipulant D10 de différentes façon, en compression de poitrine, en couché latéral, et en assis, en comparant les résultats obtenus pour les différentes techniques les unes par rapport aux autres et en analysant les résultats obtenus en combinant toutes les techniques.

6.2. La perception du praticien : un outil diagnostique ultra-sensible objectivant des anomalies vasculaires ?

Cette étude montre également que la définition de la lésion tissulaire réversible correspond bien à une réalité physiologique puisque les sujets avec un TR positif présentent une mVs dans l'artère mésentérique supérieure différente de celle des sujets non lésés. Nous rappelons que la lésion tissulaire réversible est définie comme l'altération des qualités mécaniques du tissu conjonctif [5]. Cette altération entraîne une perturbation de la vascularisation et des échanges liquidiens non seulement au niveau local, mais aussi à distance par voie de communication neuro vasculaire.

L'ostéopathe, par son TR, a une capacité de diagnostic car il met en évidence cette perturbation. On peut supposer que le TR positif signe une perturbation locale, et à distance sur les territoires en relation avec la zone lésée par les variables de régulation.

Bien sûr, cette étude reste thérapeute dépendante. Il serait intéressant de faire une autre expérimentation mesurant la mVs de différents sujets, non lésés et lésés, par plusieurs thérapeutes pour étudier dans quelles mesures les tests de résistance sont reproductibles.

Enfin, ces résultats seraient intéressants à comparer avec ceux d'études similaires mesurant des vitesses artérielles sur d'autres artères de différents diamètres correspondant à d'autres niveaux vertébraux.



7. CONCLUSION

Cette étude avait pour objet d'étudier la variable de régulation neuro vasculaire qui tient une place fondamentale dans notre raisonnement et traitement ostéopathique.

Nous avons choisi de manipuler D10 en compression de poitrine et de mesurer la vitesse artérielle dans l'artère mésentérique supérieure. Nous pouvons affirmer qu'il y a une modification de vitesse après manipulation, mais uniquement chez les sujets présentant une lésion du niveau manipulé et uniquement sur la vitesse diastolique.

Ces résultats doivent être répétés et vérifiés sur une plus grande population.

Par ailleurs, il n'y a que peu d'études qui ont abordé ce thème. Cette expérimentation étant une des premières sur ce sujet, nous avons restreint au maximum le nombre de paramètres à analyser. Il semblerait intéressant d'inclure d'autres paramètres afin d'étudier si le système nerveux ortho sympathique se comporte toujours dans le même sens.



8. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Durand D., (2009), La systémique, p. 8
- [2] Pinto S., Cours de Principes fondamentaux de l'Ecole d'Ostéopathie, Genève Suisse, p.27, p.59, p.24, p.27, p.27, p.46, p.27, p.62, p.26.
- [3] Lapertosa G., (1997), Quelle médecine ? 3^{ème} édition. Ethioopathie, Genève Suisse, p.4, p.7, p.7, p.9.
- [4] Marieb Elaine N., (2005), Anatomie et physiologie humaine, Pearson Education, p. 505, p.562, p.741
- [5] Terramorsi JF, cours magistral du 20/09/2007.
- [6] Colloca et al, (2000), Neurophysiologic Response to Intraoperative Lumbosacral Spinal Manipulation, Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 23(7), p.447-457.
- [7] Tardieu G. et C., (1948), Le système nerveux végétatif, Masson, Paris, p. 13-14, p.87, p.247, p.87-88, préface.
- [8] Pan et al, (2001), Differential responses of regional sympathetic activity and blood flow to visceral afferent stimulation. American journal of physiology, vol. 280 (6), p.1781-89
- [9] Fujita Y. (1988), Spalchnic circulation following coeliac plexus block. Acta Anaesthesiol Scandinavia, 32(4), p. 323-7
- [10] Horsthuis, MD et al, (2008), Inflammatory Bowel Disease Diagnosed with US, MR, Scintigraphy, and CT: Meta-analysis of Prospective Studies, Radiology, 247, p.64-79.
- [11] Vannay F. (2008), Etude comparative de la réponse vasomotrice sur le membre supérieur déclenchée par une technique réflexe de crochetage trans-épineux au niveau de la 7^{ème} vertèbre cervicale et de la 12^{ème} vertèbre dorsale. Mémoire pour le diplôme d'ostéopathie, Ecole d'ostéopathie, Genève Suisse.
- [12] Karason et al, (2001), Somatovisceral Response Following Osteopathic HVLT-A : A Pilot Study on the Effect of Unilateral Lumbosacral High-Velocity Low-Amplitude Thrust Technique on the Cutaneous Blood Flow in the Lower Limb, Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 26(4), p.220-25.
- [13] Moulson A. and Watson T. (2006), A preliminary investigation into the relationship between cervical snags and sympathetic nervous system activity in the upper limbs of an asymptomatic population, Manual Therapy, 11(3), p. 214-24.
- [14] Perry J. and Green A., (2008), An investigation into the effects of unilaterally applied lumbar mobilisation technique on peripheral sympathetic nervous system activity in the lower limbs, Manual Therapy, 13(6), p. 475-64.
- [15] Welsch A. Boone R., (2008), Sympathetic and Parasympathetic responses to specific diversified adjustments to chiropractic vertebral subluxations of the cervical and thoracic spine, Journal of Chiropractic Medicine, 7, p. 86-93.
- [16] Haynes MJ., (1996), Doppler studies comparing the effects of cervical rotation and lateral flexion on vertebral artery blood flow. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 19(6), p.378-84.

- [17] Thomas, Rivett, Botton, 2009, Validity of the doppler velocimeter in examination of vertebral artery blood flow and its use in premanipulative screening of the neck, *Manipulative Therapeutics*, 14(5), p. 544-9.
- [18] Trillaud et al, 2002, Imagerie vasculaire artérielle en hépato gastro entérologie : vers une approche non invasive, *Hepato-Gastro*, 9(4), p. 279-89.
- [19] Dautat M. et al, 1998, Exploration ultrasonographique dans la circulation splanchnique chez l'homme, *Gastroentérologie clinique et biologique*, 22(4), p. 394-404.
- [20] Drake, Vogl and Mitchell, (2006), *Gray's Anatomie pour les étudiants*, Elsevier, p. 307.
- [21] Melki Ph., (2001), *Echo – Doppler vasculaire et viscéral*, Masson, p. 221.
- [22] Terramorsi JF., *Technique de manipulation des dorsales en compression et variante pour dorsale basses*, DVD colonne vertébrale.
- [23] Scudds R.J., Helewa A. et Scudds R.A., 1995, The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on skin temperature in asymptomatic subjects, *Physical Therapy*, 75(7).



9. ANNEXES

Ordre sur l'enregistrement echo doppler	Sexe	Age	Poids	Taille	Test R.
1	H	29	83	183	négatif
2	H	31	75	180	négatif
3	H	28	70	175	positif
4	F	27	73	170	positif
5	F	28	60	152	positif
6	H	23	86	180	négatif
7	H	25	60	173	négatif
8	H	24	74	187	positif
9	H	25	66	173	négatif
10	H	29	68	177	positif
11	F	26	55	164	négatif
12	F	25	68	165	négatif
13	F	23	45	162	positif
14	H	25	65	172	positif
15	H	41	73	173	négatif
16	H	45	83	180	négatif
17	H	31	74	184	positif
18	H	27	60	182	négatif
19	H	32	68	169	négatif
20	F	30	68	168	positif
21	F	32	68	165	négatif
22	F	27	54	162	négatif

Caractéristiques des sujets participants à l'expérimentation



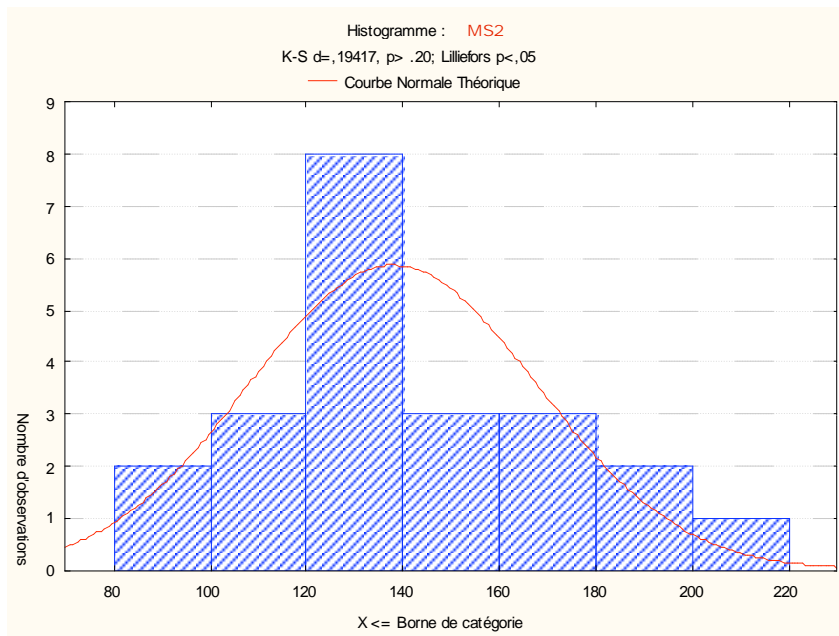
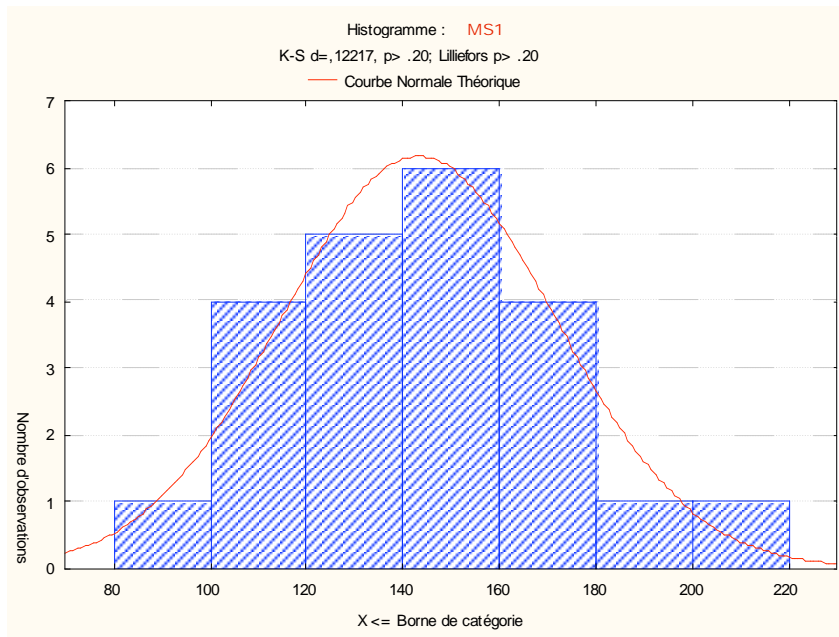
		MS1	MS2
3	positif	106	97,33
4	positif	151,67	126,67
5	positif	92,33	101,67
8	positif	123,33	124,67
10	positif	180	182,67
13	positif	131,67	112,00
14	positif	148,67	92,67
17	positif	127	130,00
20	positif	106,33	163,00
21	négatif	124	128,67
22	négatif	150	194
1	négatif	149,33	204
2	négatif	186,33	120,67
6	négatif	201	125,00
7	négatif	160,33	164,33
9	négatif	136	142,33
11	négatif	152,33	148,00
12	négatif	168	127,00
15	négatif	154	141,67
16	négatif	120	162,00
18	négatif	108,67	125,67
19	négatif	172,67	118,33

		MD1	MD2
3	positif	13	13,33
4	positif	26,67	29
5	positif	15	23
8	positif	18	16,33
10	positif	23,33	23,67
13	positif	14,33	19,00
14	positif	23,67	29,33
17	positif	13	18,33
20	positif	21,33	25,67
1	négatif	23	21
2	négatif	47,33	41,33
6	négatif	32	28,33
7	négatif	19,67	22,33
9	négatif	15,33	16,00
11	négatif	32	28,33
12	négatif	16,67	17,33
15	négatif	20,33	20,33
16	négatif	19,67	18,33
18	négatif	20,33	23,33
19	négatif	24,67	21,33
21	négatif	15,33	17,00
22	négatif	23,33	20,00

		MIR1	MIR2
3	positif	88	86
4	positif	82,33	82,33
5	positif	84	77,67
8	positif	85,67	87,00
10	positif	87	87,00
13	positif	89	83,00
14	positif	84,33	81,67
17	positif	90	86,33
20	positif	80	84,33
1	négatif	84,33	84
2	négatif	74,67	78,67
6	négatif	84	86,33
7	négatif	88	85,67
9	négatif	88,67	87,00
11	négatif	79	83,00
12	négatif	90	88,00
15	négatif	87	85,00
16	négatif	84	85,33
18	négatif	81,33	83,33
19	négatif	85,33	86,67
21	négatif	87,67	86,67
22	négatif	84	83,00

Comparaison avant / après pour l'ensemble des sujets



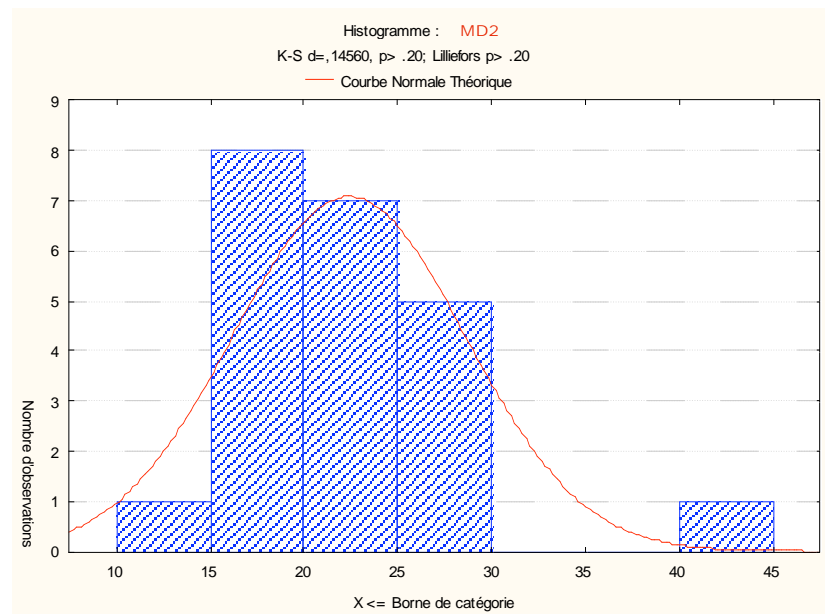
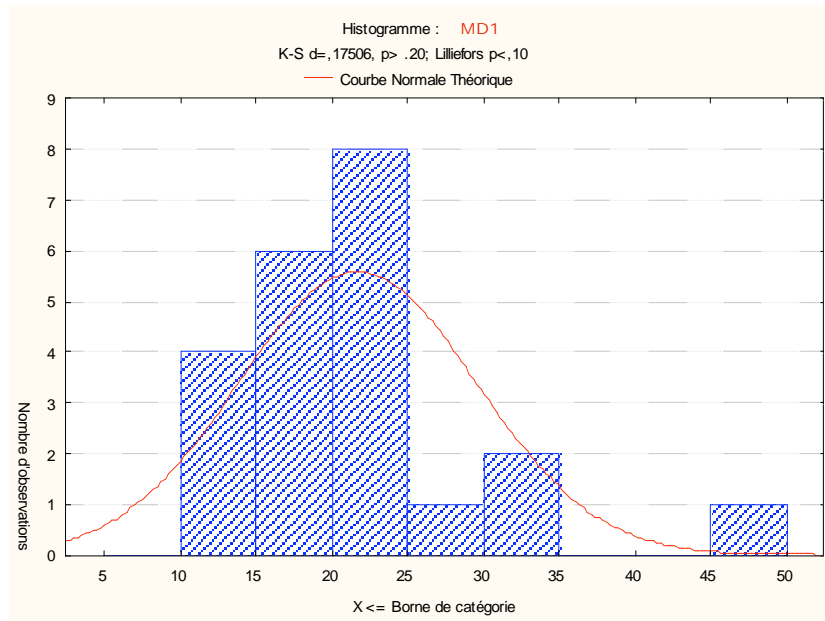


	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
MS1	22	143,1664	92,33000	201,0000	28,44369
MS2	22	137,8341	92,67000	204,0000	29,92402

	N	T	Z	niv. p
MS1 & MS2	22	112,0000	0,470752	0,637818

Comparaison de la mVS avant/après manipulation pour l'ensemble des sujets



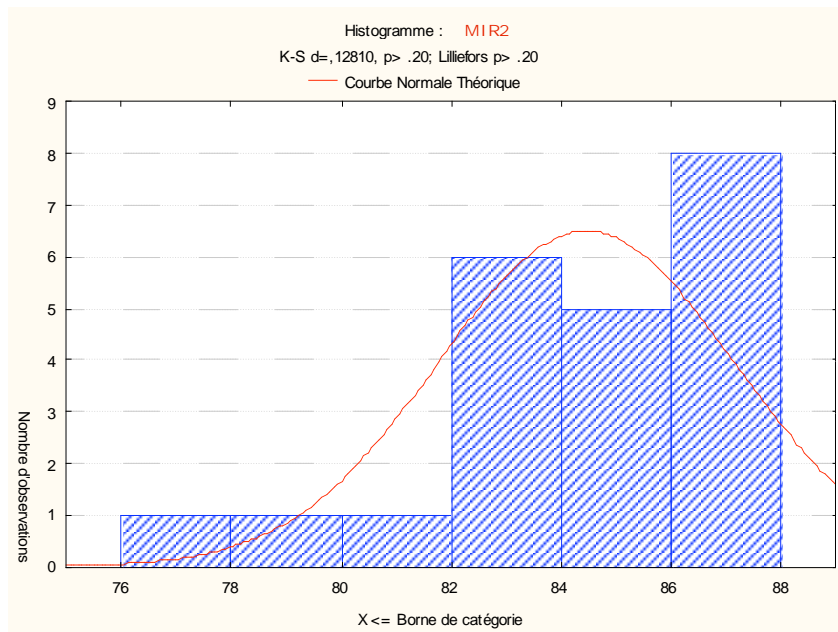
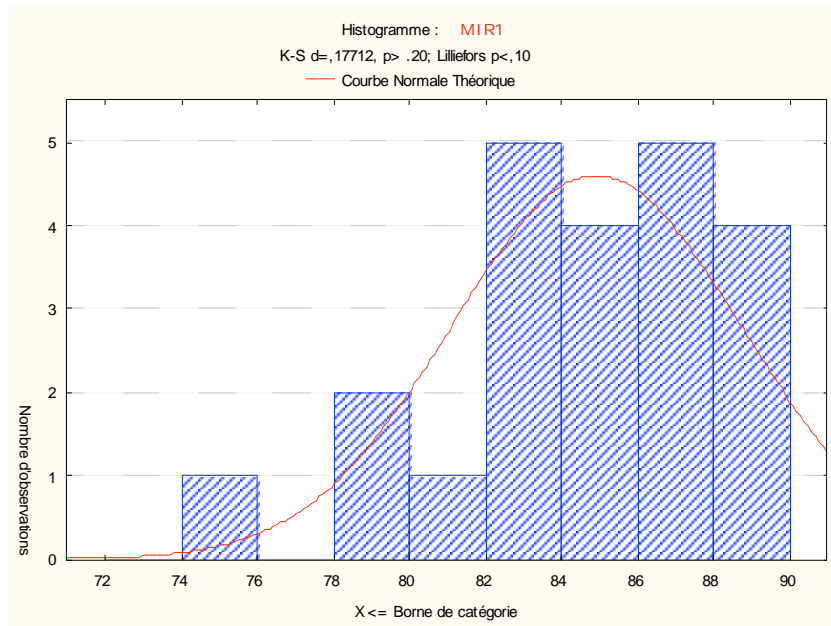


	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
MD1	22	21,72682	13,00000	47,33000	7,856849
MD2	22	22,39227	13,33000	41,33000	6,197420

	N	T	Z	niv. p
MD1 & MD2	22	93,00000	0,782047	0,434187

Comparaison de la mVD avant/après manipulation chez l'ensemble des sujets





N Actifs Moyenne Minimum Maximum Ecart-type

Comparaison de l'IR avant/après manipulation pour l'ensemble des sujets



	N	T	Z	niv. P
MS1 & MS2	13	42,00000	0,244600	0,806766

n°	Q	MS1	MS2
21	négatif	124	128,67
22	négatif	150	194
1	négatif	149,33	204
2	négatif	186,33	120,67
6	négatif	201	125,00
7	négatif	160,33	164,33
9	négatif	136	142,33
11	négatif	152,33	148,00
12	négatif	168	127,00
15	négatif	154	141,67
16	négatif	120	162,00
18	négatif	108,67	125,67
19	négatif	172,67	118,33
	moyenne	152,51	146,28
	écart type	26,28	27,72

Non Significatif

Analyse statistique du groupe des NL sur la mVS avant/après manipulation

	N	T	Z	niv. P
MIR1 & MIR2	13	38,50000	0,489200	0,624701

n°	Q	MIR1	MIR2
1	négatif	84,33	84
2	négatif	74,67	78,67
6	négatif	84	86,33
7	négatif	88	85,67
9	négatif	88,67	87,00
11	négatif	79	83,00
12	négatif	90	88,00
15	négatif	87	85,00
16	négatif	84	85,33
18	négatif	81,33	83,33
19	négatif	85,33	86,67
21	négatif	87,67	86,67
22	négatif	84	83,00
	moyenne	84,46	84,82
	écart type	4,23	2,46

Non Significatif

Analyse statistique du groupe des NL sur l'IR avant/après manipulation



	N	T	Z	niv. P
MD1 & MD2	13	20,00000	1,490483	0,136098

n°	Q	MD1	MD2
1	néгатif	23	21
2	néгатif	47,33	41,33
6	néгатif	32	28,33
7	néгатif	19,67	22,33
9	néгатif	15,33	16,00
11	néгатif	32	28,33
12	néгатif	16,67	17,33
15	néгатif	20,33	20,33
16	néгатif	19,67	18,33
18	néгатif	20,33	23,33
19	néгатif	24,67	21,33
21	néгатif	15,33	17,00
22	néгатif	23,33	20,00
	moyenne	23,82	22,69
	écart type	8,86	6,79

Non Significatif

Analyse statistique du groupe des NL sur la mVD avant/après manipulation

	N	T	Z	niv. P
MS1 & MS2	9	20,00000	0,296174	0,767097

n°	Q	MS1	MS2
3	positif	106	97,33
4	positif	151,67	126,67
5	positif	92,33	101,67
8	positif	123,33	124,67
10	positif	180	182,67
13	positif	131,67	112,00
14	positif	148,67	92,67
17	positif	127	130,00
20	positif	106,33	163,00
	moyenne	129,67	125,63
	écart type	27,22	30,25

Non Significatif

Analyse statistique du groupe des L sur la mVS avant/après manipulation



	N	T	Z	niv. P
MIR1 & MIR2	9	6,00000	1,352247	0,176297

n°	Q	MIR1	MIR2
3	positif	88	86
4	positif	82,33	82,33
5	positif	84	77,67
8	positif	85,67	87,00
10	positif	87	87,00
13	positif	89	83,00
14	positif	84,33	81,67
17	positif	90	86,33
20	positif	80	84,33
	moyenne	85,59	83,93
	écart type	3,26	3,10

Non Significatif

Analyse statistique du groupe des L sur l'IR avant/après manipulation

	N	T	Z	niv. P
MD1 & MD2	9	3,00000	2,310161	0,02088

n°	Q	MD1	MD2
3	positif	13	13,33
4	positif	26,67	29
5	positif	15	23
8	positif	18	16,33
10	positif	23,33	23,67
13	positif	14,33	19,00
14	positif	23,67	29,33
17	positif	13	18,33
20	positif	21,33	25,67
	moyenne	18,7	21,96
	écart type	5,18	5,59

Significatif à 0,02

Analyse statistique du groupe des L sur la mVD avant/après manipulation



	Q12	Q	MD1	MD2
3	1	positif	-1,110727459	-1,462265493
4	1	positif	0,629155743	1,066206223
5	1	positif	-0,856172491	0,098061341
8	1	positif	-0,47434004	-0,98
10	1	positif	0,204048948	0,21
13	1	positif	-0,941448405	-0,55
14	1	positif	0,247323292	1,12
17	1	positif	-1,110727459	-0,66
20	1	positif	-0,05050602	0,53
1	2	négatif	0,162047378	-0,224653619
2	2	négatif	3,258708556	3,055743954
6	2	négatif	1,307544731	0,958096711
7	2	négatif	-0,261786643	-0,01
9	2	négatif	-0,814170922	-1,03
11	2	négatif	1,307544731	0,96
12	2	négatif	-0,643619094	-0,82
15	2	négatif	-0,177783503	-0,33
16	2	négatif	-0,261786643	-0,66
18	2	négatif	-0,177783503	0,15
19	2	négatif	0,374600776	-0,17
21	2	négatif	-0,814170922	-0,87
22	2	négatif	0,204048948	-0,39

	SommeRgs	SommeRgs	U	Z	niv. p	Z	niv. p	N Actif	N Actif	2*(1-p)
MS1	74,00000	179,0000	29,00000	-1,96995	0,048845	-1,96995	0,048845	9	13	0,051353
MS2	78,00000	175,0000	33,00000	-1,70284	0,088599	-1,70284	0,088599	9	13	0,095557

Différence des mVS entre le groupe des NL et le groupe des L avant manipulation



	Var1	Q	MS1	MS2
3	1	positif	-1,30666446	-1,353564358
4	1	positif	0,298963857	-0,373081217
5	1	positif	-1,787263082	-1,208530383
8	1	positif	-0,697390566	-0,44
10	1	positif	1,294966708	1,50
13	1	positif	-0,404179702	-0,86
14	1	positif	0,193492323	-1,51
17	1	positif	-0,568363723	-0,26
20	1	positif	-1,295062591	0,84
21	2	négatif	-0,673835257	-0,306245284
22	2	négatif	0,24025137	1,876950475
1	2	négatif	0,21669606	2,211130142
2	2	négatif	1,517511644	-0,57
6	2	négatif	2,033267445	-0,43
7	2	négatif	0,603425018	0,89
9	2	négatif	-0,251949122	0,15
11	2	négatif	0,322167594	0,34
12	2	négatif	0,873080573	-0,36
15	2	négatif	0,380880081	0,13
16	2	négatif	-0,814463969	0,81
18	2	négatif	-1,212794795	-0,41
19	2	négatif	1,037264594	-0,65

	SommeRgs	SommeRgs	U	Z	niv. p	Z	niv. p	N Actif	N Actif
MIR1	112,5000	140,5000	49,50000	0,601003	0,547839	0,603392	0,546248	9	13
MIR2	93,5000	159,5000	48,50000	-0,667781	0,504274	-0,669674	0,503066	9	13

Différence des mIR entre le groupe des NL et le groupe des L avant manipulation

	Q1	Q	MIR1	MIR2
3	1	positif	0,805483991	0,571846691
4	1	positif	-0,679310941	-0,786121009
5	1	positif	-0,241990388	-2,510406972
8	1	positif	0,195330165	0,94
10	1	positif	0,543615396	0,94
13	1	positif	1,067352586	-0,54
14	1	positif	-0,155573751	-1,03
17	1	positif	1,32922118	0,69
20	1	positif	-1,289464767	-0,05
1	2	négatif	-0,155573751	-0,168190203
2	2	négatif	-2,685224376	-2,140388525
6	2	négatif	-0,241990388	0,693952778
7	2	négatif	0,805483991	0,45
9	2	négatif	0,98093595	0,94
11	2	négatif	-1,551333361	-0,54
12	2	négatif	1,32922118	1,31
15	2	négatif	0,543615396	0,20
16	2	négatif	-0,241990388	0,32
18	2	négatif	-0,941179536	-0,42
19	2	négatif	0,106294843	0,82
21	2	négatif	0,719067355	0,82
22	2	négatif	-0,241990388	-0,54

	SommeRgs	SommeRgs	U	Z	niv. p	Z	niv. p	N Actif	N Actif	2*(1-p)
MD1	82,5000	170,5000	37,50000	-1,40234	0,160815	-1,40472	0,160105	9	13	0,164127
MD2	106,5000	146,5000	55,50000	0,20033	0,841219	0,20045	0,841131	9	13	0,844582

Différence des mVD entre le groupe des NL et le groupe des L avant manipulation

