

Comparaison de l'effet des mobilisations et des manipulations vertébrales sur la douleur et les réactions neurophysiologiques chez des patients rachialgiques : une revue systématique de la littérature

Comparison of the effect of vertebral mobilization and manipulation on pain and on the neurophysiological effects in patients with spinal pain : a systematic review

M. BEUCAMPS (PT)¹; T. DANIEL (PT)²; B. HIDALGO (PT, PhD)³

1 BEUCAMPS Manon – Kinésithérapeute – Liège, Belgique

2 DANIEL Typhaine – Kinésithérapeute – Tredarzec, France

3 HIDALGO Benjamin – PhD et Chargé de cours en Thérapie Manuelle Orthopédique, Faculté des Sciences de la Motricité et NMSK lab, Université Catholique de Louvain-La-Neuve

Cette étude n'a reçu aucun financement.

Conflit d'intérêt : les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt.

Keywords

Orthopaedic manual therapy, vertebral manipulation, vertebral mobilization, neurophysiology, pain

Background and objectives: vertebral manipulations and mobilizations are an integral part of treatment in orthopedic manual therapy for musculo-skeletal disorders (MSD). The choice between these techniques is controversial in clinical practice in view of neurophysiological effects and potential side effects. Indeed, it has been reported that both methods induce temporary neurophysiological effects. However, the difference in effects on the pain parameters and on the neurovegetative nervous system remains to be established.

Methods: this qualitative systematic review was performed by analyzing randomized controlled trials (RCTs) published during the last 10 years in PEDro and PubMed databases. The final selection only includes high quality RCTs (PEDro score 7-9/10).

Results: from 325 studies selected, seven were included, which analyzed 1475 patients with spinal MSD. The majority

Mots clés

Thérapie manuelle orthopédique, manipulation vertébrale, mobilisation vertébrale, neurophysiologie, douleur

Contexte et objectifs: les manipulations et mobilisations vertébrales font partie intégrante des traitements en thérapie manuelle orthopédique. Choisir entre ces deux techniques reste pourtant délicat au regard des effets secondaires et neurophysiologiques recherchés. Effectivement, toutes deux induisent des effets neurophysiologiques. La différence d'effets sur les paramètres de la douleur et sur le système nerveux neurovégétatif reste à établir.

Méthode: cette revue systématique qualitative a analysé des essais randomisés contrôlés datant de ces 10 dernières années, provenant de PEDro et PubMed. L'inclusion finale comporte uniquement des études de bonne qualité (score PEDro 7-9/10).

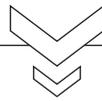
Résultats: sur 325 études sélectionnées, 7 sont incluses, avec un total de 1475 patients présentant des troubles musculosque-

of the studies (4/7) demonstrated that manipulations provided a more beneficial effect on pain parameters in the short term over mobilizations (moderate evidence). However, three studies out of seven raised controversy by producing similar results between the two techniques. The activity of the sympathetic nervous system is definitely more significant after manipulation.

Conclusion: however, it is difficult, in the light of these results, to assert that one technique is more efficient than the other with regard to this «neurophysiological flash». Therefore, considering the potential significant risks in the cervical spine region, it may be safer to focus on cervical mobilizations as well as mobilizations and/or manipulations of the thoracic spine. For the other regions of the spine, the physiotherapist can make a decision based on the biopsychosocial model.

lettiques (TMS). Quatre études sur sept montrent que les manipulations ont un effet bénéfique significativement plus important sur le plan clinique à court terme concernant les paramètres de la douleur par rapport aux mobilisations (niveau de preuve modéré à fort). Cependant, trois études sur sept viennent contredire ces résultats en obtenant des résultats similaires entre ces deux techniques. Néanmoins, l'activité du système nerveux sympathique est, elle, nettement plus importante après une manipulation.

Conclusion: il reste difficile, au vu de ces résultats, d'affirmer la supériorité d'une technique par rapport à l'autre concernant ce «neurophysiological flash». Ainsi, les risques potentiels étant plus importants sur le rachis cervical, il semble judicieux de privilégier les mobilisations du rachis cervical et/ou les mobilisations ou manipulations thoraciques. Pour les autres régions, le thérapeute peut orienter sa décision en suivant le modèle biopsychosocial.



Introduction

Les manipulations et mobilisations vertébrales font partie intégrante des traitements en thérapie manuelle orthopédique (TMO) actuelle parmi d'autres interventions comme la communication (éducation du patient) et les exercices thérapeutiques. Cependant, le choix entre ces deux techniques reste assez controversé chez les thérapeutes.

Les mobilisations et les manipulations vertébrales sont fréquemment utilisées comme traitement de la douleur et/ou de la limitation de mobilité dans les affections de la colonne. Le mécanisme d'action recherché par l'utilisation de ces techniques est bien souvent le «flash neurophysiologique». De nombreuses études ont déjà pu montrer les différents aspects neurophysiologiques apparaissant à la suite de l'une ou l'autre de ces deux techniques.⁽¹⁻³⁾

Les manipulations/mobilisations à distance du site des symptômes se justifient également par le modèle d'interdépendance régionale (IR) qui suggère que les symptômes musculosquelettiques principaux du patient peuvent être directement ou indirectement liés par des déficiences de différents systèmes corporels indépendamment de la proximité des symptômes primaires.^(4, 5)

Parmi les différents effets neurophysiologiques des manipulations ou mobilisations appliquées au quadrant cervical ou thoracique, on retrouve : une augmentation de la conductance et une diminution de la température de la peau au niveau périphérique, mais aussi des résultats cliniques positifs concernant la diminution de la douleur subjective générale et des seuils de douleur à la pression (pression cutanée minimale qui provoque une douleur) sur l'ensemble corps^(3, 6) chez des sujets symptomatiques aussi bien que chez des sujets sains.⁽⁷⁾ On compte aussi parmi eux une activation du système nerveux autonome : une augmentation du rythme cardiaque et de la pression artérielle périphérique.^{(8) (9)} Une dilatation pupillaire transitoire peut aussi être repérée après les manipulations.⁽¹⁰⁾

Pendant longtemps, les manipulations étaient considérées comme efficaces seulement si un bruit de crépitation se produisait lors de la réalisation de la technique. Pourtant, l'étude de *Sillevis et al.*⁽⁸⁾, qui s'est intéressée aux effets immédiats du «bruit» audible lors de manipulations thoraciques sur le système nerveux autonome et sur la douleur des patients cervicalgiques chroniques, s'est aperçue que la présence d'un bruit articulaire lors de la manipulation n'influence pas la réaction du système nerveux sympathique et n'a pas non plus d'effet significatif immédiat sur la perception de la douleur par le patient.⁽⁸⁾ En revanche, le bruit de «craquement» peut avoir un effet placebo ou nocebo. Il faut donc en tenir compte lorsqu'on considère les attentes du patient comme le recommande la prise en charge biopsychosociale en TMO.

Les mobilisations sont encore majoritairement utilisées dans le traitement des cervicalgies ou des céphalées cervicogéniques.⁽¹¹⁾ Effectivement, les recommandations cliniques (basées sur des évidences fortes) concernant les douleurs cervicales conseillent de combiner les mobilisations et manipulations cervicales à des séries d'exercices pour réduire la douleur.^(12, 13) Beaucoup d'études, dont deux revues systématiques se sont intéressées aux manipulations thoraciques dans le traitement des cervicalgies pour parvenir à une diminution de la douleur et du handicap.^(14, 15) D'ailleurs, des premières évidences permettent d'affirmer la supériorité des manipulations thoraciques sur les mobilisations dans l'amélioration de l'amplitude de mouvement modérée (ROM modérée) et de la fonction chez des patients cervicalgiques.^{(15) (16)} *Cleland et al.*⁽¹⁶⁾, ont ainsi établi des règles de prédiction clinique (CPR) pour identifier les patients cervicalgiques susceptibles de répondre favorablement aux manipulations thoraciques.^{(16) (17)}

Néanmoins, selon une étude récente de *Puenteadura et al.*⁽¹⁸⁾, les patients cervicalgiques depuis moins de 30 jours, rencontrant 4 des 6 critères de la CPR en faveur des manipulations thoraciques, auraient pourtant davantage de bénéfices à recevoir des manipulations cervicales plutôt que des manipulations

thoraciques. En revanche, d'après *Oliviera et al.*⁽¹⁹⁾, s'agissant de la région lombaire, les changements immédiats après une manipulation (intensité et seuil de douleur à la pression) sont similaires, peu importe si la manipulation est effectuée en lombaire ou en thoracique.

Les mobilisations types Postéro-Antérieures (PA) selon *Maitland*⁽²⁰⁾ sont appliquées selon différents grades (I,II,III ou IV) en fonction de la catégorie clinique à laquelle appartient le patient : limité par la douleur (classifié SIN, sévérité, irritable, nature), douleur en cours de mouvement (classifié ROM), douleur en fin d'amplitude (classifié EOR, «end of range»). Une PA est donc un mouvement accessoire appliqué par une pression alternée sur les parties palpables des vertèbres. Dans cette revue il s'agit de PA centrales c'est-à-dire avec une pression réalisée sur l'épineuse de la vertèbre. Ces techniques sont très importantes dans le concept *Maitland*.⁽²⁰⁾ *Krouwel, Hebron, & Willett*⁽²¹⁾ se sont intéressés aux effets hypoalgésiques des PA selon l'amplitude sur la colonne lombaire en mesurant le seuil de douleur à la pression chez des sujets asymptomatiques. Ainsi, l'amplitude des PA n'influencerait pas significativement l'hypoalgésie que procure cette technique. Ces résultats remettent donc en cause l'utilité des différentes amplitudes des PA voire même l'intérêt des manipulations. Toutefois, ces résultats sont obtenus à partir d'une population asymptomatique et ne permettent donc pas d'élargir ces constats à la population en pratique clinique.

Les mobilisations et les manipulations induisent donc toutes deux une hypoalgésie temporaire. Ainsi, lors d'un traitement, si le but premier du thérapeute est de soulager la douleur du patient, quelle technique est à privilégier ? La manipulation soulage-t-elle plus efficacement la douleur ?

Par conséquent, cette revue systématique évalue l'impact d'une manipulation vertébrale ou d'une mobilisation vertébrale sur la modification des paramètres de la douleur. Certaines modifications neurophysiologiques survenues à la suite des manipulations ou mobilisations et présentées dans les études composant cette revue de la littérature seront également mises en lumière.

Dans un premier temps, la partie méthodologique présentera les critères de définition du sujet et de la sélection des articles. Par la suite, la synthèse des résultats des différents essais cliniques randomisés sera exposée. Enfin, nous discuterons des nuances à apporter et à prendre en compte dans l'interprétation des résultats de cette revue systématique.

Méthodologie de la recherche

Stratégie de recherche

Les recommandations de Cochrane collaboration⁽²²⁾ et de PRISMA statements⁽²³⁾ ont servi de lignes directrices dans la réalisation de cette Revue Systématique.

Les articles étudiés ici sont tous exclusivement issus de deux bases de données scientifiques : Pubmed et PEDro.

Les équations de recherche ont été conçues en se basant sur la méthode PICO(S) (population, intervention, comparatif, outils

d'évaluation et design de l'étude)⁽²³⁾, ainsi que sur la question de recherche : « Différence dans la modification des paramètres de la douleur entre les manipulations vertébrales et les mobilisations vertébrales. ».

Les mots clés ont été choisis à l'aide du « Mesh Terms » proposé par la base de données Pubmed. En ce qui concerne la première équation de recherche consacrée à la base de données Pubmed, nous avons tout d'abord créé une première liste de termes concernant les manipulations vertébrales :

« manipulation », « spinal », « musculoskeletal manipulation », « thrust », « manipulation, chiropractic »

et des termes évoquant les mobilisations vertébrales :

« continuous passive motion therapy », « mobilization », « non-thrust ».

Ces premiers mots clés ont été articulés par l'opérateur booléen « OR ». Une deuxième liste de mots clés avec « Musculoskeletal and Neural Physiological Phenomena » a été combinée avec la première liste de termes par l'opérateur booléen « AND ».

La base de données Pedro a fait l'objet d'une modification de cette première équation de recherche due au fait que la « recherche avancée » ne permettait pas d'introduire tous les termes spécifiques à notre sujet, mais seulement par des critères prédéfinis. Ainsi l'équation de recherche pour cette base de données s'est limitée à :

« spinal » and « mobilization » and « manipulation »

Les recherches se sont concentrées exclusivement sur les articles publiés entre Janvier 2007 et Mars 2017, afin d'avoir des évidences récentes et de qualité comme cela se fait classiquement dans de nombreuses revues de la littérature.⁽²⁴⁾ Les termes relatifs à la modification des paramètres de la douleur ou au type d'étude ont été utilisés dans un second temps comme critères d'éligibilité dans la sélection d'articles afin d'optimiser un plus large éventail de résultats. Toutes les références obtenues ont ensuite été exportées vers le logiciel de gestion bibliographique EndnoteX7® pour être triées.

Critères d'éligibilité

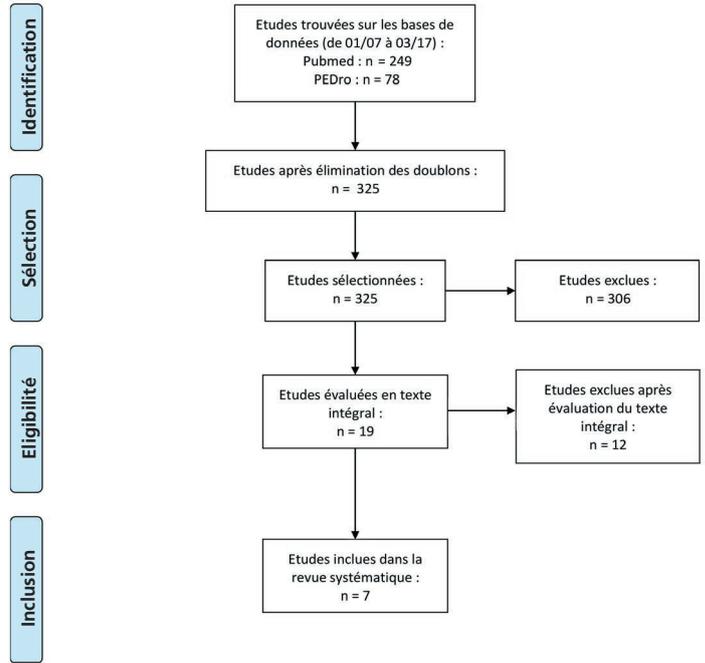
Les articles utilisés dans cette revue systématique ont été sélectionnés sur base de la méthode PICO⁽²³⁾. Ces critères d'éligibilité ont été appliqués sur tous les titres, résumés et textes complets des articles obtenus suite à la recherche documentaire expliquée ci-dessus.

- **Type de population** : les études prennent en charge des patients de 18 à 65 ans, souffrant de douleurs cervicales, thoraciques ou lombaires ou encore de céphalées cervicogéniques.
- **Type d'intervention** : les études concernent les manipulations vertébrales comme intervention principale ou en combinaison avec un autre traitement.

- **Type de comparatif**: les études comparent l'intervention à au moins un groupe subissant des mobilisations vertébrales de tout type.
- **Type de critères de jugement**: les études s'intéressent au moins à une modification des paramètres de la douleur quantifiable suite à l'intervention.
- **Type d'étude**: les études sont des essais randomisés contrôlés dont le texte intégral a été publié en français ou en anglais durant ces 10 dernières années.

Sélection des études

La recherche documentaire et la sélection des articles a été effectuée par deux examinateurs séparément, puis mise en commun. Cette sélection a permis de réduire le nombre d'articles à 7 études, suite à l'élimination de 2 doublons, et de 318 articles ne répondant pas aux critères d'éligibilité. La Figure 1 montre la progression dans la sélection des études.



› Figure 1 : arbre décisionnel sur la sélection des études

Evaluation de la qualité des études

Afin de juger de la qualité méthodologique des essais de cette revue systématique, les deux examinateurs ont utilisé l'échelle PEDro (Physiotherapy Evidence Database). Composée de 11 critères et s'évaluant sur une note totale de 10, elle apprécie à la fois la validité interne d'une étude (critères 2 à 9) mais aussi sa force statistique (critères 10 et 11). Le premier critère qui concerne la mention des critères d'éligibilité n'est cependant pas comptabilisé dans la note finale de l'essai évalué. Les recommandations d'utilisation de l'échelle PEDro signalent éga-

lement que le point doit être attribué à une étude uniquement si le critère est explicitement mentionné.⁽²⁵⁾ (recommandations du site de PEDro). Les études avec un score PEDro supérieur ou égal à 6 sont considérées comme étant de bonne qualité méthodologique.

Les examinateurs ont soumis les 7 études qui composent cette revue systématique à cette échelle. Le tableau 1 présente les différents scores qu'ont obtenus chacune des études.

Etude	Critères d'inclusion	Répartition aléatoire	Assignment secrète	Groupes similaires au début	Sujets en aveugle	Thérapeutes en aveugle	Examineur en aveugle	Mesures obtenues pour plus de 85% des sujets	Inclusion de tous les sujets ou intention de traiter	Comparaison statistique des groupes	Mesure de la variance et de l'écart type	score final (/10)
Perry et al. (2015)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	oui	oui	9/10
Dunning et al. (2014)	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	8/10
Dunning et al. (2016)	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	8/10
Suvarnnato et al. (2013)	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	8/10
Cleland et al. (2007)	oui	oui	oui	oui	non	non	non	oui	oui	oui	oui	7/10
Salome-Moreno et al. (2014)	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	oui	oui	oui	oui	8/10
Paanalahti et al. (2016)	oui	oui	non	oui	non	non	non	oui	oui	oui	oui	7/10

› Tableau 1 : évaluation des études par l'échelle PEDro

Etude	Study design	Population	Critères d'inclusion et d'exclusion	Thérapeutes	Intervention	Outils	Résultats
Dunning et al., 2012	RCT	107 Adultes (x̄=42 ans), d+ cervicales mécaniques, durée des symptômes (x̄=352jours)	INCL : Plaintes de d+ cervicales, 18 ≤ âge ≤ 70 ans, score NDI ≥ 20% EXCL : Red flag, ≥ 2 signes neurologiques cohérents avec une compression nerveuse, sténose cervicale, symptômes bilatéraux des extrémités supérieures, évidence d'une implication du SNC, traumatisme wiplash < 6 smn, intervention chirurgicale de la colonne cervicale/thoracique, TT récent pour d+ cervicale, poursuites en justice en rapport avec un TT	NS	(1 session) G1 : Manipulations cervicales et thoraciques supérieures type thrust HVLA (C1-C2 et T1-T2) G2 : Mobilisation cervicale et thoracique supérieures grade IV (C1-C2 et T1-T2) 3x3min	NDI (score/10)	NDI : Corrélation des "groupes * tps" (p<0,01) après TT. ↓ d+ G1 > G2 (p<0,001), SMD = 1,31
Dunning et al., 2016	RCT	110 Adultes (x̄=35,16ans), céphalées cervicogéniques	INCL : céphalée unilatérale partant de la région occipitale, d+ provoquée par mvt cervical et/ou position inconfortable soutenue, ↓ de la ROM cervicale, d+ provoquée par une pression externe sur plus d'un niveau cervical sup (C0-C3), d+ modérée à sévère, non lancinante, fréquence des céphalées ≥ 1/smn depuis ≥ 3 mois, d+ ≥ 2/10 (NPRS) , NDI ≥ 20%, 18 ≤ âge ≤ 65 ans. EXCL : Autre céphalée primaire, céphalée bilatérale, red flags, ≥ 2 signes neurologiques cohérents avec une compression nerveuse, diagnostic de sténose spinale, symptômes bilatéraux des extrémités supérieures, évidence de l'implication du SNC, wiplash < 6 smn, atcd d'opération craniale/cervicale, TT pour les d+ cervicales ou les céphalées < 3 mois, poursuites en justice en rapport avec un TT.	12 Thérapeutes x̄ = 10,3 années d'expérience	(6 à 8 sessions) G1 : Manipulations cervicales et thoraciques supérieures (C1-C2 et T1-T2) sur 4 smn G2 : Mobilisations cervicales et thoraciques supérieures (C1-C2 et T1-T2) + exercices sur 4 smn	NPRS (0-10) Fréquence des C+ Durée des C+	NPRS : Interaction des "groupes * tps" (p<0,01). ↓ d+ G1 > G2 à 1 smn, 4 smn et 3 mois (p<0,001), SMD = 0,97 Fréquence des céphalées : G1<G2 après 1 smn, 4 smn et 3 mois (P<0,001). Durée des C+ : G1<G2 après 1 smn, 4 smn et 3 mois (P<0,001).
Paanalahti et al., 2016	RCT	1057 Adultes (x̄=35ans), d+ cervicales, thoraciques ou lombaires (36% chroniques)	INCL : 18 ≤ âge ≤ 65 ans, demande de soins pour les d+, ne pas être allé à la clinique de rééducation durant les derniers mois. EXCL : non maîtrise de la langue suédoise, NPRS <2, grossesse, cancer actuel ou passé, avoir reçu un TT par un chiropracteur/ naturopathe/ostéopathe/ physiothérapeute durant les derniers mois, plainte < 1 smn, demande/refus de manipulation spinale/étirements, CI à la manipulation spinale selon le Swedish Board of Social Welfare, red flags, diagnostic spécifique, congé maladie pour chirurgie planifiée/effectuée.	Etudiants en naturopathie (7ème semestre/8)	(1 session) G1 : Thérapie manuelle naturopathique (manipulation spinale, mobilisation, étirement musculaire et massage) G2 : Thérapie manuelle naturopathique sans manipulation spinale G3 : Thérapie manuelle naturopathique sans étirement musculaire	Modified Chronic Pain Grade Questionnaire (CPGQ) (sous-échelle intensité de la douleur 0-100)	CPGQ : G1=G2 et G1=G3 à 7, 12, 26 et 52 semaines. Pour G2/G1 (p= 0,93 ; 0,74 ; 0,83 ; 0,84). Pour G3/G1 (p= 1 ; 0,96 ; 0,85 ; 0,83).
Suvarnato et al., 2013	RCT	39 Adultes (x̄=37,41ans), d+ cervicales mécaniques et chroniques	INCL : 18 ≤ âge ≤ 60 ans, VAS ≥40 points, symptômes > 3mois EXCL : diagnostic de radiculopathie/myélopathie, atcd de fracture vertébrale cervicale/thoracique et/ou de dislocation, atcd de chirurgie vertébrale cervicale/thoracique, atcd d'ostéoporose/d'infection vertébrale ou de fibromyalgie, atcd d'hypertension/maladie cardiaque/ méningite, grossesse, CI à la manipulation, TT par thérapie manuelle récent.	NS	(1 session) G1 : Manipulation vertébrale (T6-T7) G2 : Mobilisation vertébrale type PA grade III (T6-T7) G3 : GC	VAS (0-100)	VAS : Après TT : ↓ dans les 3 groupes (p<0,05) et G1=G2=G3, SMD = 0,030 24h après TT : ↓ dans les 3 groupes (p<0,05) et G1=G2=G3
Cleland et al., 2007	RCT	60 Adultes (x̄=43,3ans), d+ cervicales	INCL : 18 ≤ âge ≤ 60 ans, plainte primaire de d+ cervicales avec/sans symptômes unilatéraux des membres supérieurs, score NDI ≥ 10%. EXCL : Présence de signes suggérant une étiologie non MS des symptômes, atcd de wiplash < 6 smn, diagnostic de sténose spinale cervicale, évidence de l'implication du SNC, signes cohérents avec une compression nerveuse, atcd de chirurgie cervico-thoracique, poursuites en justice contre un TT.	12 physiothérapeutes (36ans ± 6,4) qui ont suivi le programme de "Manual Physical Therapy" à Denver dans le Colorado	(1 session) G1 : Manipulation thoracique supérieure / moyenne entre T1 et T4 puis entre T5 et T8. G2 : Mobilisation thoracique supérieure / moyenne type PA (grade III ou IV) entre T1 et T6 pdt environ 3min.	NPRS (0-10)	Corrélation des "groupes * tps" (p<0,01). NPRS : ↓ d+ G1 > G2 avec une ≠ de 2% (95% CI=1.4-2.7), SMD = 0,65
Salom-Moreno et al., 2014	RCT	52 Adultes (x̄=33ans), d+ cervicales type mécaniques et chroniques	INCL : d+ cervicales de type mécaniques, 18≤ âge ≤60 ans, symptômes bilatéraux ≥ 6 mois. EXCL : syndrome du whiplash, atcd de chirurgie vertébrale, radiculopathie/myélopathie cervicale, fibromyalgie, TT thérapie physique < 1 an, grossesse.	NS	(1 session) G1 : Manipulation type HVLA en thoracique moyen (T3-T6) G2 : Mobilisation en thoracique moyen (T3-T6) type PA grade III à IV	Pain Pressure Threshold (PPT) régions mesurées : C5-C6, second métacarpien, tibial antérieur NPRS (0-10)	PPT : pas de ≠ significative entre les groupes peu importe la localisation MAIS ↑PPT dans les 2 groupes après TT sur toutes les régions mesurées. NPRS : G1>G2 (p<0,001) avec une différence dans les scores de 1.4 (0.8- 2.1), SMD = 0,75
Perry et al., 2015	RCT	50 Adultes (x̄=40,2ans), d+ lombaires	INCL : Non-fumeur, 18 ≤ âge ≤ 55 ans, LBP < 12 smn, 3 ≤ NPRS ≤ 8, 20 ≤ ODI ≤ 70%. EXCL : Red flags ou pathologie sérieuse, grossesse, atcd de chirurgie lombaire, sténose lombaire, instabilité, atcd de cancer ou autre pathologie grave, TT de physiothérapie/manuel pour le LBP, CI au TT manuel, signes de compression nerveuse positifs, déficit sensoriel ou moteur des MI.	Physiothérapeutes	(1 session) G1 : Manipulation lombaire segmentaire en rotation (Maitland). G2 : Exercices d'extension lombaire répétée (McKenzie EIL) en décubitus ventral, 3 à 10 répétitions.	Skin Conductance (SC) mesurée en permanence mais 3 périodes de récolte des données : avant, pendant et 10 min après le TT. NPRS (0-10)	NPRS : G1 = G2 (p=0,434) SC : Avant TT : G1=G2 (P=0,765). Pdt TT : ↑ réponses SNS dans les deux groupes MAIS G1 > G2 (p<0,005) avec +25% pour G1 (p<0,005), et +94% pour G2 (p<0,005). Après TT : ↓ réponses SNS dans les deux groupes lors de la période finale de repos ET G1=G2 (p=0,675), les deux groupes maintiennent un niveau de réponse sympathique > au niveau de base (G1 : p<0,005 ; G2 : p<0,005)

Tableau 2 : synthèse des données des articles de cette revue de la littérature

RCT=randomized controlled trial; d+=douleur; INCL=inclusion; EXCL=exclusion; NDI=neck disability index; SNC=système nerveux central; TT=traitement; NS=non spécifié; HVLA=high velocity low amplitude; G1=groupe 1; G2=groupe 2; G3=groupe 3; CG=groupe contrôle; C=cervicale; T= thoracique; L=lombaire; p=probabilité; SMD=standardized mean of difference; min=minute; tps=temps; « > »=supérieur; « < »=inférieur; « ≥ »=supérieur ou égal; « ≤ »=inférieur ou égal; « = »=égal ou pas de différence; « ↑ »=augmentation; « ↓ »=diminution; mvt=mouvement; ROM=range of motion; sup=supérieur; smn=semaine; NPRS=numeric pain rating scale; atcd=antécédent; C+=céphalée cervicogénique; CI=contre-indication; VAS=visual analog scale for pain; PA=postéro-antérieure; MS=musculo-squelettique; ≠=différent; %=pourcentage; PPT=pressure pain threshold; LBP=low back pain; MI=membre inférieur; EIL=extension in lying exercise; pdt=pendant; SNS=système nerveux sympathique.

Extraction des données

De toutes les études sélectionnées, le type d'étude (RCT), les caractéristiques de la population (âge, type de pathologie), intervention, type de thérapeute (chiropracteurs, ostéopathes, physiothérapeutes...), types de groupes comparatifs ainsi que les résultats concernant les modalités quantifiables de modification de la douleur ont été extraites et analysées. Le [tableau 2](#) présente les différentes données extraites de chacun des essais qui composent cette revue de la littérature.

Résultats

Qualité des études et design des études

Les sept articles étudiés sont des essais randomisés contrôlés. La qualité méthodologique de ces études est présentée dans le [tableau 1](#).

Après évaluation de la qualité des expériences grâce à l'échelle PEDro, le score des études varie entre 7 et 9 avec une moyenne de 7,9. Cinq des sept essais récoltent un score supérieur ou égal à 8; et toutes les études ont un score supérieur à 6. Les études sont donc toutes considérées comme étant de qualité méthodologique élevée.

Sur les sept études choisies : toutes ont précisé les critères d'inclusion ainsi que la répartition aléatoire. L'une d'entre elle n'a pas assigné secrètement ses sujets ⁽²⁶⁾. Dans toutes les études, les groupes étaient similaires au début de l'intervention. La seule étude qui remplit les deux critères suivants : thérapeutes et examinateurs en aveugles est celle de *Perry et al.*⁽²⁷⁾ Notons toutefois que cette même étude ⁽²⁷⁾ ne respecte pas le critère « analyse en intention de traiter ». Toutes les études ont obtenu des mesures pour plus de 85% des sujets. Les sept études respectent les critères de comparaison statistique des groupes et de mesure de la variance et de l'écart type.

A. Particularités des études

Populations

La moyenne d'âge dans les sept études (Moyenne ± Déviation Standard = 38,1 ans ± 3,8) se fait sur un total de 1475 sujets ayant participé aux expériences, soit 210,7 ± 374,2 patients par étude. Cependant, 83 patients ont arrêté ou ont été exclus de l'étude. L'ensemble des abandons observés dans les expériences n'impliquent que deux études^(26, 28). La majorité ^(80/83) de ces abandons concernent l'étude de *Paanalahti et al.* ⁽²⁶⁾ pour refus (n=33), insatisfaction (n=11), fausses inclusions (n=3) ou pour raisons inconnues (n=33). Les 3 abandons de l'étude de *Dunning et al.* ⁽²⁸⁾ concernent des sujets qui ont effectué le traitement mais n'ont pas rendu le questionnaire Numeric Pain Rating Scale (NPRS) lors de la quatrième séance de recueil des données.

Quatre des sept études concernent des cervicalgies⁽²⁹⁻³²⁾, une concerne des céphalées cervicogéniques⁽²⁸⁾, une concerne des lombalgies⁽²⁷⁾ et celle de *Paanalahti et al.* ⁽²⁶⁾ rassemble à la fois les douleurs cervicales, thoraciques et lombaires dans son expérience. Parmi ces études, quatre d'entre elles se rapportent à des douleurs chroniques^(28-30, 32), celle de *Perry et al.*⁽²⁷⁾ concerne des douleurs aiguës/subaiguës et deux études ne précisent pas la durée des symptômes^(26, 31). Le [tableau 3](#) présente les particularités des populations des 7 études.

Critères étudiés

Le critère principal d'inclusion des sujets dans les 7 études correspondait à des symptômes douloureux du patient dans la région cervicale ^(26, 29-32), thoracique ⁽²⁶⁾, lombaire^(26, 27), ou encore dus à des céphalées cervicogéniques ⁽²⁸⁾.

Toutes les études mentionnent un âge minimum : 18 ans. Un âge limite est également déterminé : 55 ans⁽²⁷⁾, 60 ans⁽³⁰⁻³²⁾, 65

	Dunning et al., 2014	Dunning et al., 2016	Paanahlati et al., 2016	Suvarnnato et al., 2013	Cleland et al., 2007	Salom-Moreno et al., 2014	Perry et al., 2015	
Nombre de patients	107	110	1057	39	60	52	50	n = 1475
Age (x)	42,1	35,25	35,66	37,41	43,25	33	40,2	x (±SD) = 38,12 (± 3,82)
Sexe % (F)	68,5	67,5	70,3	39,6	55	42,52	54	x (±SD) = 56,77 (± 12,55)
Drop-out	0	3	80	0	0	0	0	n = 83
Localisation de la douleur	Cx	Cx	Cx / Tx / Lx	Cx	Cx	Cx	Lx	
Type de douleur	Chronique	Chronique	NS	Chronique	NS	Chronique	Aigue / Subaigue	

F = Femmes, x = moyenne, SD = écart-type (standard deviation), Cx = Cervical, Tx = Thoracique, Lx = Lombaire, NS = Non Spécifié

› [Tableau 3](#) : données de la population des différentes études

ans ^(26, 28), voire 70 ans dans l'étude de *Dunning et al.*⁽²⁹⁾. Trois études précisent que le score du Neck Disability Index (NDI) doit être $\geq 20\%$ ^(28, 29) ou $\geq 10\%$ ⁽³²⁾ pour inclure les patients.

L'ensemble des études conviennent de l'exclusion des sujets dont les douleurs s'expliquent par une pathologie spécifique, ou dont l'origine des symptômes n'est pas musculosquelettique. De même les sujets ayant effectué une chirurgie spinale sont exclus des sept études. Six études excluent les sujets ayant reçu un traitement récent concernant la symptomatologie pour laquelle ils sont recrutés ^(26-30, 32). Quatre études excluent les sujets ayant un vécu de whiplash inférieur à 6 semaines ^(28, 29, 31, 32). Six sur sept essais (sauf *Suvarnato et al.*,⁽³⁰⁾) excluent les patients dont la pathologie semble impliquer le SNC ou le SNP (compression d'un nerf ou d'une racine, radiculopathie). Quatre études excluent les femmes enceintes ^(26, 27, 30, 32). Aucune indication concernant une éventuelle médication des sujets ou mise en place de quelconques orthèses n'a été précisée dans les études, ces critères ne sont donc pas pris en compte.

Interventions

Dans trois des sept études, les thérapeutes réalisent des manipulations type thrust High Velocity Low Amplitude (HVLA selon la technique décrite par Maitland) au niveau cervical et thoracique ^(26, 28, 29), 3 autres ⁽³⁰⁻³²⁾ uniquement au niveau thoracique, et enfin une au niveau lombaire ⁽²⁷⁾.

Dans six d'entre elles les thérapeutes effectuent des mobilisations passives type PA sur les vertèbres cervicales ^(26, 28, 29), les vertèbres thoraciques ^(26, 28-32) ou les vertèbres lombaires ⁽²⁷⁾.

Pour la combinaison des traitements, *Dunning et al.* ⁽²⁸⁾ ajoutent des exercices de flexion crânio-cervicale dans le groupe de traitement par mobilisation. Dans l'étude de *Paanalahti et al.*⁽²⁶⁾ les thérapeutes réalisent, en plus des mobilisations, des massages et étirements. L'étude de *Perry et al.* ⁽²⁷⁾ est la seule à ne pas proposer de mobilisations passives mais des exercices actifs de mobilisation « indirecte » de la colonne de type extension lombaire (selon la technique McKenzie).

Six études ont réalisé une seule séance d'intervention ^(26, 27, 29-32) tandis que *Dunning et al.*⁽²⁸⁾ ont réalisé 6 à 8 séances sur 4 semaines.

Pour deux études, la récolte des résultats a été effectuée immédiatement après le traitement ^(27, 32) afin de recueillir un maximum de l'effet du flash neurophysiologique. Une étude s'intéresse aux résultats 24h après⁽³⁰⁾ tandis que deux études les effectuent entre 48h et 72h après le traitement ^(29, 31). Ces trois études permettent donc d'avoir une vision à moyen terme de l'évolution des paramètres douloureux. Seules les études de *Dunning et al.*⁽²⁸⁾ et *Paanalahti et al.* ⁽²⁶⁾ s'intéressent aux résultats à plus long terme: 3 mois et 52 semaines respectivement.

Outils d'évaluation

Le paramètre commun aux sept études concerne l'évaluation de la douleur soit par l'échelle du Numeric Pain Rating Scale ^(27-29, 31, 32), soit par la Visual Analogic Scale ⁽³⁰⁾ ou encore par le question-

naire Chronic Pain Grade Questionnaire modifié ⁽²⁶⁾. Une étude s'intéresse à la durée et la fréquence des épisodes douloureux ⁽²⁸⁾. L'étude de *Salom Moreno et al.*⁽³²⁾ évalue, le niveau du seuil de douleur à la pression. Enfin, l'étude de *Perry et al.* ⁽²⁷⁾, évalue, outre la douleur, la conductance de la peau pour déterminer l'importance de l'activation du système nerveux sympathique. (Tableau 2)

Statistiques

Le score des études sélectionnées dans cette revue systématique est considéré comme « modéré » (7.9) avec l'échelle PEDro. Le calcul de l'effect size de Cohen ⁽³³⁾ (standardized mean of difference = SMD) a permis de déterminer le niveau d'évidence des résultats avancés par les études.

B. Résultats des études

Paramètres de la douleur

• Intensité

Dunning et al. en 2012 et en 2016 ^(28, 29), *Cleland et al.* ⁽³¹⁾ et *Salom Moreno et al.* ⁽³²⁾ rapportent une corrélation significative de l'évolution positive de la douleur avec le temps sur la totalité de leurs échantillons, dans les groupes de traitement par mobilisation ainsi que dans les groupes de traitement par manipulation. Ces mêmes études ^(28, 29, 31, 32), constatent une diminution significativement plus importante de l'intensité de la douleur dans les groupes de traitement par manipulation par rapport à la mobilisation.

Paanalahti et al.⁽²⁶⁾, *Suvarnato et al.*⁽³⁰⁾, et *Perry et al.*⁽²⁷⁾ ne relèvent pas de différence significative entre les groupes traités par manipulation et ceux traités par mobilisation ^(26, 30) ou par exercice d'extension lombaire ⁽²⁷⁾.

• Fréquence

Dunning et al. ⁽²⁸⁾ constatent une diminution de la fréquence des symptômes (céphalées) significativement plus importante dans le groupe de manipulation cervico/thoracique par rapport au groupe de mobilisation cervico/thoracique.

• Durée des symptômes

Dunning et al. ⁽²⁸⁾ en 2016, rapportent également une diminution significativement plus importante de la durée des céphalées dans le groupe de manipulation cervico/thoracique par rapport au groupe de mobilisation cervico/thoracique.

Seuil de douleur à la pression

Salom Moreno et al. ⁽³²⁾, relèvent une corrélation significative de l'évolution (augmentation) du score de seuil de douleur à la pression (Pain Pressure Threshold, PPT) avec le temps pour la totalité de son échantillon de sujets. L'étude constate également que dans les deux groupes (manipulation thoracique / mobilisation thoracique) le seuil de douleur à la pression augmente de façon similaire immédiatement après le traitement.

Activité du système nerveux sympathique

Perry *et al.* (27) ont observé une augmentation de l'activité sympathique dans les deux groupes de traitement (Manipulation / exercices d'extension lombaire) mais d'amplitude significativement plus importante dans le groupe de manipulation (+255% dans le groupe manipulation contre +94% dans le groupe mobilisation). Après une période de 10 minutes de repos, les auteurs remarquent une diminution similaire de l'activité du système sympathique dans les deux groupes de traitement.

Discussion

Le but de cette revue est de comparer les mobilisations vertébrales aux manipulations vertébrales en termes d'effet sur les paramètres de la douleur. L'objectif premier était de comparer les effets au niveau neurophysiologique localisés au niveau du site de traitement mais aussi au niveau des zones éloignées de celui-ci par la notion d'IR. Cependant, le nombre d'article comparant les effets neurophysiologiques entre les mobilisations et les manipulations est très limité. Les effets neurophysiologiques des mobilisations et manipulations sont souvent étudiés séparément. En revanche, il est plus fréquent de rencontrer des essais randomisés contrôlés (RCT) comparant les deux types de techniques pour leurs effets sur les paramètres de la douleur (34) (augmentation du seuil de douleur à la pression, diminution du score à l'échelle visuelle analogique et augmentation de la force de préhension). Ainsi, afin d'éviter des résultats trop épars et peu significatifs, les auteurs ont choisi de concentrer le sujet de cet article à l'étude des modifications des paramètres de la douleur à la suite d'une mobilisation ou d'une manipulation vertébrale.

Interprétation des résultats

Le score moyen de la qualité méthodologique des études de cette revue est considéré comme «modéré à bon» (7,9) avec l'échelle PEDro. C'est un fait général car la qualité des publications sur les manipulations ou mobilisations vertébrales tend à s'améliorer avec le temps (24). Ainsi, en choisissant des études parues au cours de ces 10 dernières années, nous avons tenté d'éliminer les quelques articles trop anciens, à la qualité méthodologique pauvre, qui auraient pu influencer faussement, dans un sens ou dans l'autre, les résultats de cette revue de la littérature.

Le calcul de la taille de l'effet de Cohen (SMD) a également permis de déterminer le niveau d'évidence des résultats des études. Le calcul du SMD a été établi pour comparer les résultats entre les groupes de «mobilisation» et «manipulation» dans la modification de l'intensité de la douleur sur le court terme. Celui-ci s'avère faible (SMD<0,2) pour l'étude de *Suvarnato et al.* (30), indiquant la très légère différence entre les traitements par mobilisations et ceux par manipulations. Le SMD est modéré (SMD>0,5) pour deux études (31, 32) et considéré comme fort (SMD>0,8) pour deux autres études (28, 29), indiquant une plus grande amplitude de différence des effets des manipulations sur la modification des paramètres de la douleur par rapport aux mobilisations. Il n'a cependant pas été possible de calculer le SMD dans deux études car nous

ne possédions pas les données nécessaires (26, 27). La moyenne des différences («mean of difference») n'a également pas pu être déterminée car seuls les intervalles de confiance étaient présentés dans les deux études (26, 27).

Les articles de cette revue systématique incluent des résultats à court et moyen terme et seulement deux études récoltent des résultats après 3 mois. La majorité de ces recherches montrent que, sur le court terme, les manipulations présentent un avantage par rapport aux mobilisations vertébrales en ce qui concerne les paramètres de la douleur, mais aussi sur l'intensité d'activation du système nerveux sympathique. Cependant deux des études (25, 26) ne soulignent pas de différence notable dans l'amélioration des symptômes douloureux après une manipulation ou une mobilisation vertébrale.

Les études présentant des résultats sur la douleur en faveur des manipulations sur le court terme (27, 28, 30, 31) fournissent des évidences modérées à fortes. On remarque que les études ayant constaté des résultats similaires entre les mobilisations et les manipulations (25, 26, 29) présentent des résultats dont les évidences sont faibles.

Mise en lien des résultats avec la littérature

Cette revue systématique s'intéresse à l'efficacité des techniques de mobilisations et de manipulations appliquées à l'ensemble du rachis, il est donc nécessaire d'en comparer les résultats avec d'autres études qui cherchent à observer, sur une région vertébrale spécifique (cervicale, thoracique, lombaire), l'efficacité d'une technique par rapport à l'autre sur la douleur. Il reste en effet difficile de généraliser ces résultats obtenus sur des régions vertébrales différentes présentant chacune leurs spécificités, même si, la plupart des études constituant cette revue concernent la région cervicothoracique et seulement (27) une, la région lombaire.

Une étude de *Jodi et al.* (15), compare les mobilisations aux manipulations thoraciques pour les cervicalgies mécaniques. Selon les auteurs, les résultats ne sont pas assez significatifs pour supporter l'efficacité clinique des mobilisations dans le traitement des douleurs cervicales mécaniques. En revanche, concernant l'utilisation des manipulations thoraciques dans le traitement des cervicalgies mécaniques sur le court terme, plusieurs études ont pu montrer leur intérêt même si la qualité de ces dernières reste très variable. En effet, elles montrent une amélioration des paramètres de la douleur au niveau cervical, de l'amplitude des mouvements cervicaux, et de la fonction. (35, 36)

Une revue Cochrane de 2010 (37), s'est également intéressée aux effets des manipulations et des mobilisations pour les cervicalgies. Les paramètres pris en compte dans cette étude étaient la qualité de vie, l'amélioration de la fonction, la perception de la douleur ainsi que la satisfaction du patient. Les 27 articles étudiés dans cette revue systématique ont permis d'apporter des évidences modérées sur le fait que les manipulations cervicales produisent des changements similaires par rapport aux mobilisations cervicales chez des sujets ayant des cervicalgies subaiguës ou chroniques au niveau de la douleur, la fonction et la satisfaction du patient sur le court et moyen terme.

On constate aussi, que dans cette étude, il existe des preuves faibles sur la supériorité de certaines techniques de mobilisations par rapport à d'autres. Les mobilisations postéro-antérieures (PA type Maitland) pourraient donc avoir un impact plus important que les mobilisations transverses oscillatoires ou rotationnelles. ⁽³⁷⁾

Cette remarque est d'autant plus intéressante que dans les différentes études composant la présente revue de la littérature, les interventions de « mobilisations » entre les études n'étaient pas toujours identiques. Certaines d'entre elles pratiquaient des PA vertébrales (Maitland) ⁽²⁰⁾ tandis que d'autres considéraient des exercices de type McKenzie ⁽²⁷⁾ comme une mobilisation vertébrale indirecte.

Limites des études composant la revue systématique

Les limites des articles de cette revue systématique sont essentiellement dues à l'hétérogénéité des échantillons, du stade chronique ou aigu des douleurs, au type d'intervention, de protocole, au choix des outils d'évaluation des paramètres de la douleur (NPRS, Visual Analogic Scale, Chronic Pain Questionnaire modifié), mais aussi de l'intensité avec laquelle le traitement a été pratiqué (1 séance ou 8 séances).

Les différences entre les écarts d'âges dans les études retenues peuvent également constituer un biais dans l'interprétation des résultats. Concernant la moyenne de patients par étude (210,7 ± 374,2), elle peut être considérée comme biaisée dans la mesure où quatre études réunissaient 40 à 60 patients, deux autres études environ 110 patients et la dernière 1057 patients. On remarque d'ailleurs que cette moyenne donne une déviation standard (écart-type) 1,8 fois plus grande que cette moyenne.

D'autre part, la similitude dans l'organisation des groupes contrôles ou de la combinaison de traitement (c'est-à-dire la technique seule ou combinée à un autre type de traitement) n'est pas toujours présente.

Limites de cette revue systématique

Tout d'abord, concernant la sélection des articles, le choix d'analyser exclusivement les textes entiers publiés en français ou en anglais prive d'un certain nombre d'études qui auraient pu influencer les résultats. En outre, la recherche s'étant limitée aux bases de données PEDro et Pubmed, elle écarte une fois encore des articles potentiellement intéressants pour ce travail.

Parmi les articles sélectionnés, on constate par ailleurs que deux ^(28, 29) d'entre eux proviennent du même auteur principal : *Dunning et al.* Cet aspect de relation entre ces deux études pourrait comporter un biais. Toutefois, les deux études concernées ^(28, 29) portent sur une observation différente. L'une s'intéresse ⁽²⁸⁾ à la céphalée cervicogénique et l'autre ⁽²⁹⁾ à la cervicalgie d'origine mécanique. Ainsi, si ces deux études avaient été réunies en un seul article, nous ne parlerions pas de biais potentiel.

Les données relatives au seuil de douleur à la pression, provenant d'un seul et même article, mériteraient d'être corroborées par de futures études sur le sujet afin de rendre ces résultats plus fiables.

Enfin, choisir les modifications des paramètres de la douleur comme critère de jugement peut également s'avérer être un sujet très vaste comme très réduit. En effet, la modification de la douleur après une technique de thérapie manuelle correspond à un effet neurophysiologique ou plutôt à un aspect limité au comportement du système nerveux autonome. Cependant, une étude de 2011 ⁽³⁴⁾ montre que par la diminution de la douleur via les effets neurophysiologiques des techniques manuelles, il était possible d'améliorer la mobilité et la fonction qui découlent donc de cette « non-douleur ». La mise à l'écart de ces critères « potentiels » de jugement (décidée en raison du trop grand éventail d'outils de mesures qui auraient rendus les résultats peu parlants) peut aussi être considérée comme une limite de cette revue de la littérature.

Conclusion

Les manipulations et mobilisations vertébrales entraînent des effets neurophysiologiques certains. Cependant, l'importance de ces effets semble varier d'une technique à l'autre.

Concernant les effets sur les paramètres de la douleur, des évidences modérées à fortes tendent à prouver la supériorité des manipulations par rapport aux mobilisations vertébrales (sur l'intensité de la douleur et l'augmentation du seuil de douleur à la pression). D'autres études, avec des évidences certes plus faibles, n'ont pas pu constater de différence d'effets entre les deux techniques. L'activation du système nerveux sympathique, objectivée par l'augmentation de la conductance de la peau a également pu être démontrée comme étant plus importante après une manipulation plutôt qu'après une mobilisation vertébrale. En effet, les techniques de manipulations spinales permettent une diminution de douleur ressentie en activant le système inhibiteur des chaînes descendantes de la douleur projetant de la substance grise périaqueducale ce qui provoque une dominance sympathique. ^(38, 39)

Notons enfin que la littérature comparant ces deux techniques de thérapie manuelle, d'un point de vue neurophysiologique, reste très limitée.

A l'avenir, les recherches comparant mobilisations et manipulations devraient s'intéresser davantage aux régions thoraciques et lombaires qui sont peu étudiées. En outre, un intérêt particulier devrait être porté non seulement aux paramètres de la douleur mais, plus largement, à l'ensemble des effets neurophysiologiques (augmentation transitoire de l'EMG; diminution de la taille du réflexe H; diminution de l'inhibition musculaire; augmentation de la Fréquence Cardiaque, Fréquence Respiratoire, Pression Artérielle; augmentation de la conduction cutanée et diminution de la température cutanée...) qu'induisent ces techniques manuelles.

Implications pour la pratique

- Dans un but antalgique, les manipulations seraient plus à conseiller.
- Un examen clinique complet doit aussi être fait pour exclure toute contre-indication à l'une ou l'autre technique.
- Les préférences du thérapeute et du patient servent aussi de guide dans le choix de la technique de traitement.
- Le modèle biopsychosocial reste certainement le meilleur moyen décisionnel à l'heure actuelle.

Contact

Beaucamps Manon – Kinésithérapeute
Rue de la Barbe d'Or 18, boîte 52
4000 Liège – Belgique
manon.beaucamps@gmail.com

Bibliographie

- Hegedus EJ, Goode A, Butler RJ, Slaven E. The neurophysiological effects of a single session of spinal joint mobilization: does the effect last? *Journal of Manual & Manipulative Therapy*. 2011;19(3):143-51.
- Sampath KK, Mani R, Cotter JD, Tumilty S. Measureable changes in the neuro-endocrinal mechanism following spinal manipulation. *Medical hypotheses*. 2015;85(6):819-24.
- Chu J, Allen DD, Pawlowsky S, Smoot B. Peripheral response to cervical or thoracic spinal manual therapy: an evidence-based review with meta analysis. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy* 2014 Nov;22(4):220-229. 2014.
- Wainner RS, Whitman JM, Cleland JA, Flynn TW. Regional interdependence: a musculoskeletal examination model whose time has come. *JOSPT, Inc. JOSPT, 1033 North Fairfax Street, Suite 304, Alexandria, VA 22134-1540*; 2007.
- Sueki DG, Cleland JA, Wainner RS. A regional interdependence model of musculoskeletal dysfunction: research, mechanisms, and clinical implications. *Journal of manual & manipulative therapy*. 2013;21(2):90-102.
- Salom-Moreno J, Ortega-Santiago R, Cleland JA, Palacios-Cena M, Truyols-Dominguez S, Fernandez-de-las-Penas C. Immediate changes in neck pain intensity and widespread pressure pain sensitivity in patients with bilateral chronic mechanical neck pain: a randomized controlled trial of thoracic thrust manipulation vs non-thrust mobilization. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2014;37(5):312-9.
- Lascurain-Aguirrebena I, Newham D, Critchley DJ. Mechanism of Action of Spinal Mobilizations: A Systematic Review. *Spine*. 2016;41(2):159-72.
- Sillevis R, Cleland J. Immediate effects of the audible pop from a thoracic spine thrust manipulation on the autonomic nervous system and pain: a secondary analysis of a randomized clinical trial [with consumer summary]. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2011 Jan;34(1):37-45. 2011.
- Shafiq H, McGregor C, Murphy B, editors. The impact of cervical manipulation on heart rate variability. *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2014 36th Annual International Conference of the IEEE*; 2014: IEEE.
- Roy RA, Boucher JP, Comtois AS. Heart rate variability modulation after manipulation in pain-free patients vs patients in pain. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2009;32(4):277-86.
- Martinez-Segura R, De-la-Llave-Rincon AI, Ortega-Santiago R, Cleland JA, Fernandez-de-Las-Penas C. Immediate changes in widespread pressure pain sensitivity, neck pain, and cervical range of motion after cervical or thoracic thrust manipulation in patients with bilateral chronic mechanical neck pain: a randomized clinical trial. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2012;42(9):806-14.
- Bronfort G, Haas M, Evans RL, Bouter LM. Efficacy of spinal manipulation and mobilization for low back pain and neck pain: a systematic review and best evidence synthesis. *The Spine Journal* 2004 May-Jun;4(3):335-356. 2004.
- Childs JD, Cleland JA, Elliott JM, Teyhen DS, Wainner RS, Whitman JM, et al. Neck pain: clinical practice guidelines linked to the International Classification of Functioning, Disability, and Health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2008;38(9):A1-A34.
- Cross KM, Kuenze C, Grindstaff TL, Hertel J. Thoracic spine thrust manipulation improves pain, range of motion, and self-reported function in patients with mechanical neck pain: a systematic review. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2011;41(9):633-42.
- Young JL, Walker D, Snyder S, Daly K. Thoracic manipulation versus mobilization in patients with mechanical neck pain: a systematic review. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*. 2014;22(3):141-53.
- Cleland JA, Childs JD, Fritz JM, Whitman JM, Eberhart SL. Development of a clinical prediction rule for guiding treatment of a subgroup of patients with neck pain: use of thoracic spine manipulation, exercise, and patient education. *Physical therapy*. 2007;87(1):9.
- Cleland JA, Mintken PE, Carpenter K, Fritz JM, Glynn P, Whitman J, et al. Examination of a clinical prediction rule to identify patients with neck pain likely to benefit from thoracic spine thrust manipulation and a general cervical range of motion exercise: multi-center randomized clinical trial. *Physical therapy*. 2010;90(9):1239-50.
- Puentedura EJ, Landers MR, Cleland JA, Mintken PE, Huijbregts P, Fernandez-de-Las-Penas C. Thoracic spine thrust manipulation versus cervical spine thrust manipulation in patients with acute neck pain: a randomized clinical trial. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2011;41(4):208-20.
- de Oliveira RF, Liebano RE, Costa Lda C, Rissato LL, Costa LO. Immediate effects of region-specific and non-region-specific spinal manipulative therapy in patients with chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Physical therapy*. 2013;93(6):748-56.
- Hengeveld E, Banks K. *Maitland's vertebral manipulation: management of neuromusculoskeletal disorders*: Elsevier Health Sciences; 2013.
- Krouwel O, Hebron C, Willett E. An investigation into the potential hypoalgesic effects of different amplitudes of PA mobilisations on the lumbar spine as measured by pressure pain thresholds (PPT). *Manual therapy*. 2010;15(1):7-12.
- Higgins JP, Green S. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*: John Wiley & Sons; 2011.
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000100.
- Rubinstein SM, van Eekelen R, Oosterhuis T, de Boer MR, Ostelo RW, van Tulder MW. The risk of bias and sample size of trials of spinal manipulative therapy for low back and neck pain: analysis and recommendations. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2014;37(8):523-41.
- <https://www.pedro.org.au/french/downloads/pedro-scale/>
- Paanalahti K, Holm LW, Nordin M, Hoijer J, Lyander J, Asker M, et al. Three combinations of manual therapy techniques within naprapathy in the treatment of neck and/or back pain: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2016 Apr 23;17(176):Epub. 2016.
- Perry J, Green A, Singh S, Watson P. A randomised, independent groups study investigating the sympathetic nervous system responses to two manual therapy treatments in patients with LBP. *Manual therapy*. 2015;20(6):861-7.
- Dunning JR, Butts R, Mourad F, Young I, Fernandez-de-las Peñas C, Hagins M, et al. Upper cervical and upper thoracic manipulation versus mobilization and exercise in patients with cervicogenic headache: a multi-center randomized clinical trial. *BMC musculoskeletal disorders*. 2016;17(1):64.
- Dunning JR, Cleland JA, Waldrop MA, Arnot CF, Young IA, Turner M, et al. Upper cervical and upper thoracic thrust manipulation versus non-thrust mobilization in patients with mechanical neck pain: a multicenter randomized clinical trial. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2012;42(1):5-18.
- Suvarnato T, Puntumetakul R, Kaber D, Boucaut R, Boonphakob Y, Arayawichanon P, et al. The effects of thoracic manipulation versus mobilization for chronic neck pain: a randomized controlled trial pilot study. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(7):865-71.

31. Cleland JA, Glynn P, Whitman JM, Eberhart SL, MacDonald C, Childs JD. Short-term effects of thrust versus nonthrust mobilization/manipulation directed at the thoracic spine in patients with neck pain: a randomized clinical trial. *Physical therapy*. 2007;87(4):431-40.
32. Salom-Moreno J, Ortega-Santiago R, Cleland JA, Palacios-Ceña M, Truyols-Domínguez S, Fernández-de-las-Peñas C. Immediate changes in neck pain intensity and widespread pressure pain sensitivity in patients with bilateral chronic mechanical neck pain: a randomized controlled trial of thoracic thrust manipulation vs non-thrust mobilization. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2014;37(5):312-9.
33. Fritz CO, Morris PE, Richler JJ. Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of experimental psychology: General*. 2012;141(1):2.
34. Hegedus EJ, Goode A, Butler RJ, Slaven E. The neurophysiological effects of a single session of spinal joint mobilization: does the effect last? *The Journal of Manual & Manipulative Therapy* 2011 Aug;19(3):143-151. 2011.
35. Maigne J-Y. Immediate effects of thoracic manipulation in patients with neck pain: A randomized clinical trial. *Manual therapy*. 2007;12(1):e1.
36. Lau HMC, Chiu TTW, Lam T-H. The effectiveness of thoracic manipulation on patients with chronic mechanical neck pain—a randomized controlled trial. *Manual therapy*. 2011;16(2):141-7.
37. Gross A, Miller J, D'Sylva J, Burnie SJ, Goldsmith CH, Graham N, et al. Manipulation or mobilisation for neck pain: a Cochrane Review. *Manual therapy*. 2010;15(4):315-33.
38. Kingston L, Claydon L, Tumilty S. The effects of spinal mobilizations on the sympathetic nervous system: a systematic review. *Manual therapy*. 2014;19(4):281-7.
39. Sterling M, Jull G, Wright A. Cervical mobilisation: concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity. *Manual therapy*. 2001;6(2):72-81.