

Le traitement par mobilisation directe dans la lombo-dorsalgie

1- Technique et revue de la littérature

Lors d'un précédent article, nous avons décrit les tests de techniques directes avec des forces de direction postéro-antérieure et la fiabilité de ceux-ci, souvent appelés test de rebond, ou *Spring test* [1].

Lors des tests, le praticien réalise une poussée progressive postéro-antérieure sur le processus épineux et sur l'articulaire postérieure. Les pressions sont obtenues par les oscillations du tronc du praticien.

Le test du rebond se réalise toujours sur les processus épineux au départ, puis sur les zygapophysies. Nous avons montré l'intérêt de ce test pour diagnostiquer une raideur lombale et la douleur de chaque vertèbre.

Le test de mobilité passive segmentaire à plat ventre est un test facile à réaliser et fiable pour mettre en évidence le segment vertébral le moins mobile et/ou une douleur segmentaire avec un niveau lésionnel.

Nous avons montré également que :

- l'application de force sur L3 et L5 induisait un comportement du bassin différent : la mobilisation de L3 crée plus de rotation pelvienne et plus de lordose ; il faut donc en tenir compte dans le traitement ;
- la direction des forces modifiait la sollicitation :
 - la direction caudale, provoquant plus d'impaction facettaire et moins de mouvement d'extension ;
 - la direction craniale permettant de rechercher plus de glissement antérieur et d'extension lombaire mais en augmentant la rotation pelvienne. La seconde partie de l'article portera surtout sur l'aspect biomécanique de la mobilisation ou de la manipulation ;
- dans notre pratique, le segment le plus douloureux est L5-S1, puis L4-L5. On le retrouve dans la littérature dans la publication de Beneck *et al.* [2] (48,1 % des sujets étudiés). Il ne semble pas avoir de corrélation entre la douleur et la mobilité.

Nous vous proposons avec cet article de répondre à la question : « **Comment utiliser la technique dans le contexte de la lombo-sciatique et des dorsalgies et d'évaluer son efficacité ?** ».

Technologie

■ Installation et position du patient

Le patient est en principe en procubitus, sans coussin sous l'abdomen. Le coussin ou une cale peut être pertinent pour améliorer la localisation de la manœuvre et limiter la participation des articulations adjacentes. Cette cale devra être placée sous les épines iliaques antérieures pour éviter la rotation du bassin ou en dessous de la vertèbre à mobiliser (fig. 1).

Pascal POMMEROL

Kinésithérapeute
cadre de Santé -
Ostéopathe
Master 2
de mécanique
Chargé de cours
à ISTR
(Université Lyon 1)
Directeur de
PLP Formation
Lyon (69)

Christine POMMEROL

Kinésithérapeute
Hôpital de la Croix
Rousse de Lyon



► Figure 1

La technique avec le sujet en bout de table permet d'éviter la rotation du bassin décrit par Callins et Lee [3] et donc d'avoir une localisation sur l'arthron à mobiliser

Le traitement par mobilisation directe dans la lombo-dorsalgie

1- Technique et revue de la littérature



► Figure 2

Technique de mobilisation postéro-antérieure (PA) pour rechercher un glissement en fin d'amplitude d'extension (cette technique est appelée *Prone press up* en anglais)



► Figure 3

Technique Maitland



► Figure 4

Prise pisiforme sur pisiforme

L'utilisation du *drop* permet d'améliorer la localisation mais nécessite une table beaucoup plus onéreuse.

La technique peut être utilisée dans d'autres positions, par exemple en extension. C'est une technique qui présente des inconvénients et peu d'avantages (fig. 2).

■ Installation du thérapeute

Le praticien est latéral et à hauteur des vertèbres à mobiliser.

■ Prise de main

Nous avons décrit plusieurs prises possibles [1] :

1. L'appui de la main est réalisé avec le pisiforme ou l'hamulus de l'hamatum, l'autre main venant en appui sur sa face dorsale. Il est préférable d'utiliser un renfort métacarpien avec l'espace du 2 et du 3^e doigts [4] qui évite les tendinopathies du poignet chez le thérapeute (prise Maitland : fig. 3).
2. Soit pisiforme sur pisiforme (technique chiropratiques) (fig. 4).
3. Technique bilatérale : le praticien resserre la main pour faire appui avec le tubercule antérieur du scaphoïde et le pisiforme. La main est placée de manière à mettre l'épineuse de la vertèbre entre la loge thénar et la loge hypothénar. La figure 5 montre une technique directe de coaptation facettaire avec une direction caudale de la force.
4. Il est décrit également un appui avec les pouces [4] (fig. 6) mais cette prise a l'inconvénient de provoquer très rapidement des douleurs chez le thérapeute et est moins confortable pour le patient.

■ Localisation

Cette technique peut être réalisée sur le bassin (sacrum ou EIPS) et sur les épineuses et les zygapophysies ou les transverses (fig. 7) et également sur les côtes (fig. 8).

■ Modalités

- **Technique sans impulsion** : des mobilisations passives vertébrales rythmées sont appliquées



► **Figure 5**
Prise bilatérale



► **Figure 6**
Prise avec les pouces



► **Figure 7**
Technique sur les quadrants du sacrum
(glissement en bas et en avant par la main active)



► **Figure 8**
Lors de la technique sur la côte, le placement
de l'axe de la main est selon la direction de la côte

dans le sens de l'extension et du glissement antérieur sur chaque étage vertébral. Elles sont obtenues par les oscillations du tronc du praticien. Elles sont réalisées le plus souvent dans la raideur mais en évitant le plus souvent la douleur ou une douleur très légère. Maitland *et al.* [4] ont décrit différents grades et différents contextes. Il est préférable de traiter dans la raideur mais pas dans la douleur, motif de la consultation.

La durée est environ de 3 séries de 30 secondes à 40 secondes à raison d'un à deux mouvements par seconde à la plus grande amplitude indolente possible. Le traitement ne doit pas durer plus de 10 minutes.

- **Technique avec impulsion :** sur table avec drop ou sans drop. Elle est beaucoup moins utilisée et son intérêt réside dans le diagnostic d'un défaut de fermeture d'une facette ou d'une raideur nette en glissement antérieur de la vertèbre (rétrolisthésis dégénératif par exemple).

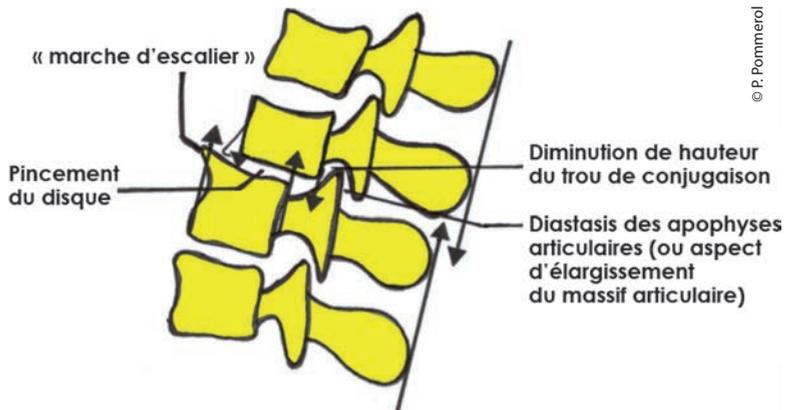
La technique est basée sur un *toogle* et l'impulsion vient de l'extension brutale des coudes.

Cette modalité permet d'éviter de mettre de la force dans l'impulsion et de favoriser une vitesse élevée.

Ces techniques sont particulièrement adaptées aux dysfonctions de flexion (mouvement de flexion important et raideur en extension) avec décoaptation facettaire.

- **Variante :** nous utilisons le *trust* tapé de Carver (technique Dejarnette décrite par Ricard et coll. [5]) qui s'adresse plus aux tissus mous. On ne réalise pas une pression postéro-antérieure mais une vibration par secousse de la main supérieur qui vient taper la main du thérapeute en appui. On peut la réaliser sur le rachis et sur le bassin.

Cette technique n'a pas pour but de mobiliser le rachis mais de relâcher par mécanisme réflexe les tissus mous.



► Figure 9

Rétroliothésis de la région lombaire supérieure, d'après de Sèze

• **Indication** : la mobilisation se fait d'abord sur l'épineuse et sur les zygapophyses de la vertèbre la plus douloureuse, puis les adjacentes. En cas de dysfonction de l'articulation sacro-iliaque, la technique est réalisée sur le quadrant raide du sacrum et en cas de dysfonction ilio-sacrée de type postérieur, la technique est réalisée sur EIPS.

- Dans la lombalgie aiguë ou chronique, la mobilisation est indiquée si le test est douloureux et le rebond est positif (déficit de glissement antérieur de la vertèbre mobilisée). S'il y a une présence de rétroliothésis, la technique avec *thrust* sera particulièrement conseillée (fig. 9) ;
- séquelles de fracture tassement du corps vertébral (traumatique ou ostéoporotique) ;
- dans les radiculalgies, il faut une préférence directionnelle en extension (si l'extension centralise et la flexion périphérise la douleur). Beattie *et al.* [6, 7] décrivent les critères suivants :
 - douleur à la flexion dynamique ou lors de la station assise ;
 - absence de douleur lors des extensions lombales ou lors de la marche ;
 - absence d'attitude en baïonnette, de signes radiculaires (Lasègue positif avant 45°) ;
 - présence subjective d'une hypomobilité de L5-S1 lors de sa mobilisation postéro-antérieure ;
 - EVA supérieure à 2 : Beattie *et al.* [6, 7] ne font pas 10 répétitions du mouvement d'extension, puis de flexion, mais 5 répétitions.

• **Contre-indications** :

- antélisthésis ou spondylolisthésis ;

- radiculalgies avec centralisation des douleurs en flexion et périphérisation en extension ;
- canal lombaire étroit arthrosique ou mixte ;
- arthrodèse lombaire ;
- processus infectieux et tumoraux touchant les lombaires.

Revue d'évaluations thérapeutiques

1. **L'étude de Colloca et Keller** [8] est la première à évaluer les réponses réflexes des spinaux simultanément lors d'une mobilisation antéro-postérieure. Cette étude a démontré l'augmentation de l'indice de rigidité vertébrale et des réponses réflexes neuromusculaires positifs chez les sujets atteints de lombalgie par rapport à un groupe témoin. Elle montre que la mobilisation vertébrale lors de l'application de forces postéro antérieures sur un rachis douloureux est plus difficile.

2. **Localisation de la technique** : Chiradejnant *et al.* [9] (n = 120 lombalgiques) ont comparé 2 groupes de 60. Le groupe 1 avait des mobilisations postéro-antérieure (MPA) du rachis lombaire au niveau de l'articulation vertébrale le plus symptomatique. Le groupe 2 avait la technique sur un étage lombaire quelconque choisi au hasard.

L'évaluation portait sur EVA et les mobilités du rachis par inclinomètre.

La différence entre les deux groupes s'avéra maximale lorsque le mouvement le plus pénible était la flexion lombaire. La mobilisation du segment douloureux apporte le plus de sédation et améliore la mobilité.

Les auteurs ajoutent que cette MPA est plus efficace si elle est effectuée au bon étage (symptomatique) et notamment lorsque le mouvement douloureux est la flexion lombaire. Les auteurs citent Vicenzino *et al.* (1998) qui explique l'effet analgésique immédiat en activant les systèmes inhibiteurs (de la douleur) descendants, au niveau de la substance grise périaqueducule dorsale. Ces explications sont des hypothèses à confirmer.

3. **L'étude de Powers *et al.*** [10-12] : étude clinique comparative (n = 30 lombalgiques non spécifiques) entre un protocole d'extension

active à plat ventre (3 série de 10) et des mobilisations postéro-antérieures (10 minutes). La douleur (EVA) a été mesurée avant et après la technique et est diminuée. La mobilisation en extension mesurée par IRM est améliorée dans les deux cas. Les deux traitements sont donc bénéfiques et complémentaires.

4. L'étude de Beattie et al. en 2009 et 2010 [6, 7] : les auteurs avaient déjà comparé dans une étude préliminaire que le fait de faire 10 minutes de pressions antéro-postérieures sur le disque L5-S1 permettait d'hydrater le disque, comparativement à une position maintenue 10 minutes de coucher ventral.

Sur des patients (n = 20) dont les symptômes sont aggravés par la flexion ou la station assise, ils montrent que l'association mobilisations postéro-antérieures (2 séquences de 30 secondes sur chaque épineuse en partant de L5 vers L1) et extension active type exercice de Mac Kenzie (3 séries de 10 répétitions) permet des changements de concentration en eau au sein du disque intervertébral après la technique et permet de réhydrater le disque intervertébral (augmentation moyenne de 4,2 % de la diffusion en eau intra-discale) et de soulager immédiatement la lombalgie lorsque les symptômes durent depuis moins de deux mois. La mesure par IRM est immédiate.

On peut voir dans l'article des images comparées avant et après le traitement un rehaussement du disque L5-S1.

On peut penser, à la lecture de cet article que la prise en charge précoce est plus bénéfique qu'une prise en charge retardée. Une séance permet un résultat. Il est à noter que le soulagement immédiat (baisse de deux points sur l'EVA) était corrélé à la réhydratation du disque ainsi les personnes non soulagées n'avaient pas d'augmentation significativement fiable de l'hydratation du disque. Ce protocole est sans effet lorsque l'épisode lombalgique dure depuis plus de 6 mois.

5. L'étude de Shum et al. [13] : les auteurs ont comparé deux groupes (n = 19 lombalgiques et de 20 sujets asymptomatiques sans antécédents de lombalgie). Les critères d'inclusion étaient pour le groupe des lombalgiques d'avoir une douleur présente depuis un temps compris entre une et 12 semaines ; cette douleur devait

ne pas irradier dans le membre inférieur, et ne pas entraîner une hospitalisation. Les lombalgiques sélectionnés avaient le test du rebond positif (pression exercée sur l'épineuse la plus douloureuse ailleurs qu'en L4 douleur le plus élevé).

Technique : la mobilisation (3 séries d'oscillation de 60 secondes chacune) était sur l'épineux de L4 pour tous les sujets (sujet en décubitus ventral), (mobilisation de grade III de Maitland). Les forces appliquées sur la région lombaire augmentaient progressivement et étaient comprises entre 50 et 250 Newtons (niveau de force le plus élevé bien toléré par un lombalgique).

L'évaluation concernait :

- la douleur (EVA) au repos, avant et après l'application de la technique ;
- l'amplitude des mouvements de flexion et d'extension lombaires avant et après traitement ;
- l'amplitude d'extension lombaire entraînée par l'application de la force mobilisatrice ;
- le niveau de force correspondant à l'apparition d'une douleur.

Les résultats de l'étude indiquent dans le groupe pathologique une diminution de la douleur au repos, une augmentation de l'amplitude du mouvement d'extension lombaire lors de l'application de la pression en L4 sans douleur, une augmentation de l'amplitude des mouvements de flexion extension actifs de la colonne lombaire avant l'apparition de la douleur (différence significative).

Au départ, les sujets lombalgiques étaient plus raides avant. Après le protocole, la raideur des sujets lombalgiques est proche des sujets asymptomatiques.

Enfin, cette étude montre l'existence d'une corrélation positive entre l'intensité de la douleur (EVA) et la raideur lombaire chez les sujets lombalgiques. Cette corrélation était retrouvée avant et après l'application de la technique. L'étude porte sur des résultats immédiats et il n'a pas été fait d'évaluation à distance.

Conclusion

Le traitement permet :

- de mobiliser passivement les articulations vertébrales en glissement antérieur et en extension ;

Le traitement par mobilisation directe dans la lombo-dorsalgie

1- Technique et revue de la littérature

- de gagner en amplitude ;
- d'améliorer la qualité des disques des articulations lombaires ;
- de soulager le patient immédiatement.

Nous verrons dans la seconde partie de l'article une analyse plus biomécanique de la technique avec ou sans impulsion. ✖



BIBLIOGRAPHIE

- [1] Pommerol P. Le test du rebond ou test de mobilisation postéro-antérieure. *Kinésithér Scient* 2012;536:77-80.
- [2] Beneck GJ *et al.* The relationship between lumbar segmental motion and pain response produced by a posterior-to-anterior force in persons with nonspecific low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;35:203-9.
- [3] Calling B, Lee M. Effect of direction of applied mobilization force on the posteroanterior response in the lumbar spine. *J Manipul Physiol Ther* 2001;24(2):71-8.
- [4] Maitland GD *et al.* *Vertebral manipulation*. 7th ed. Oxford, United Kingdom: Elsevier, 2005.
- [5] Ricard F. *Les techniques ostéopathiques chiropractiques américaines*. Paris : Éditions Frison-Roche, 1991.
- [6] Beattie PF *et al.* The immediate reduction in low back pain intensity following lumbar joint mobilization and prone press-up is associated with increased diffusion of water in the L5-S1 intervertebral disc. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40:256-64.
- [7] Beattie PF *et al.* The change in the diffusion of water in normal and degenerative lumbar intervertebral discs following joint mobilization compared to prone lying. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009;39:4-11.
- [8] Colloca CJ, Keller TS. Stiffness and neuromuscular reflex response of the human spine to posteroanterior manipulative thrusts in patients with low back pain. *J Manipul Physiol Ther* 2001 Oct;24(8):489-500.
- [9] Chiradejnant A *et al.* Does the choice of spinal level treated during posteroanterior mobilization affect treatment outcome? *Physiother Theory Pract* 2002;18:165-74.
- [10] Powers CM *et al.* Effects of a single session of posterior-to-anterior spinal mobilization and press-up exercise on pain response and lumbar spine extension in people with nonspecific low back pain. *Phys Ther* 2008 Apr;88(4):485.
- [11] Powers CM *et al.* Effects of a single session of posterior-to-anterior spinal mobilization and press-up exercise on pain response and lumbar spine extension in people with nonspecific low back pain. *Phys Ther* 2008 Apr;88(4):485-93.
- [12] Powers CM *et al.* Segmental mobility of the lumbar spine during a posterior to anterior mobilization: Assessment using dynamic MRI. *Clin Biomech* (Bristol, Avon) 2003;18:80-3.
- [13] Shum GL *et al.* The immediate effects of posteroanterior mobilization on reducing back pain and the stiffness of the lumbar spine. *Arch Phys Med Rehabil* 2012.
- [14] Kulig K *et al.* Segmental lumbar mobility in individuals with low back pain: *In vivo* assessment during manual and self-imposed motion using dynamic MRI. *BMC Musculoskelet Disord* 2007;8:8.
- [15] Snodgrass SJ *et al.* Manual forces applied during posterior-to-anterior spinal mobilization: A review of the evidence. *J Manipul Physiol Ther* 2006 May;29(4).

Le traitement par mobilisation ou manipulation directe dans la lombo-dorsalgie

2- Biomécanique des forces postéro-antérieures : applications pratiques

Nous avons décrit dans un précédent article [1] le test et la fiabilité des tests puis, dans le précédent numéro [2] nous avons évoqué la technique directe de mobilisation et son application pathologique. Nous désirons vous décrire les nombreuses études de biomécanique sur ce type de mobilisation.

La direction des forces

Selon l'effet recherché, on fait varier les angulations des forces par les modifications de l'axe de l'avant-bras gauche (pour un droitier par exemple) :

- la direction des forces doit être adaptée en fonction de l'étage ; ainsi, il existe une différence entre les vertèbres lombaires et dorsales (fig. 1 : comparaison entre le rachis thoracique et lombaire). La force verticale sur une vertèbre thoracique crée un moment de force entraînant une rotation de la vertèbre dans le sens de l'extension alors que pour la vertèbre lombaire cette force verticale va permettre d'obtenir un glissement ;
- la direction des forces permet plus de glissement : une orientation caudale vers les pieds permet plus de coaptation des processus articulaires postérieurs, une orientation craniale va réaliser une mobilisation plus importante au niveau angulaire sur l'extension et le glissement antérieur (fig. 2) ;
- localisation de la force/bassin : la force appliquée en L3 provoque une rotation du bassin plus importante qu'en L5 (fig. 3) ;
- le changement d'orientation engendre une raideur des tissus du patient : c'est le cas avec une force de direction caudale ; il existe plus de rigidité lorsque la force est dirigée vers les pieds et moins de rigidité lorsque la force est dirigée vers la tête [3, 4]. Ceci est tout à fait normal car une force en direction caudale va mettre en compression les articulaires postérieures (ceci crée une augmentation de résistance du corps) et diminue le bras de levier par rapport au bassin.

La direction des forces modifie le mouvement du bassin au niveau lombaire ; ainsi, une force caudale appliquée en L3 crée une moindre rotation pelvienne qu'une force de direction craniale (fig. 3).

L'intensité de la force

Dans les études thérapeutiques chez les lombalgiques montrant un effet thérapeutique, les augmentations de forces sont progressives mais ne dépassent pas les 220 à 250 Newtons (N).

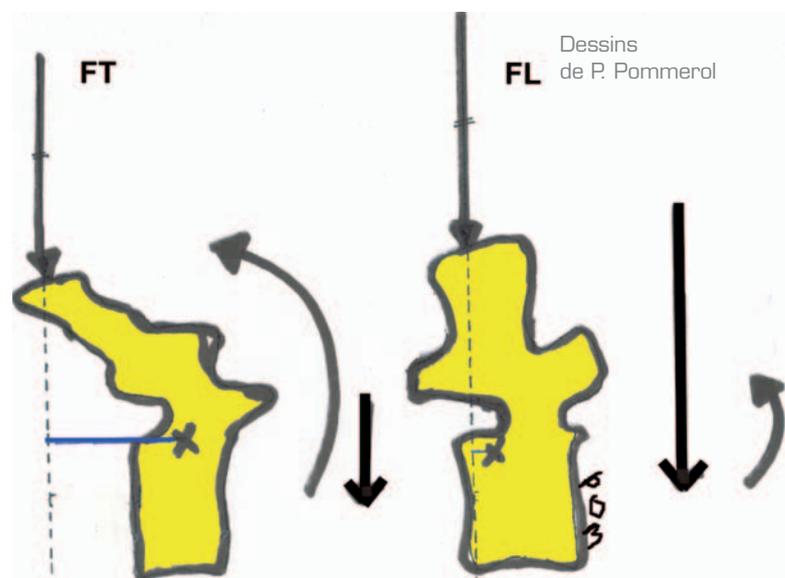
La force réalisée du thérapeute varie en fonction de la corpulence du sujet ; ainsi, l'augmentation des parties molles et la pression intra-abdominale

Pascal POMMEROL

Kinésithérapeute
cadre de Santé -
Ostéopathe
Master 2
de mécanique
Chargé de cours
à ISTR
(Université Lyon 1)
Directeur de
PLP Formation
Lyon (69)

Christine POMMEROL

Kinésithérapeute
Hôpital de la Croix
Rousse de Lyon

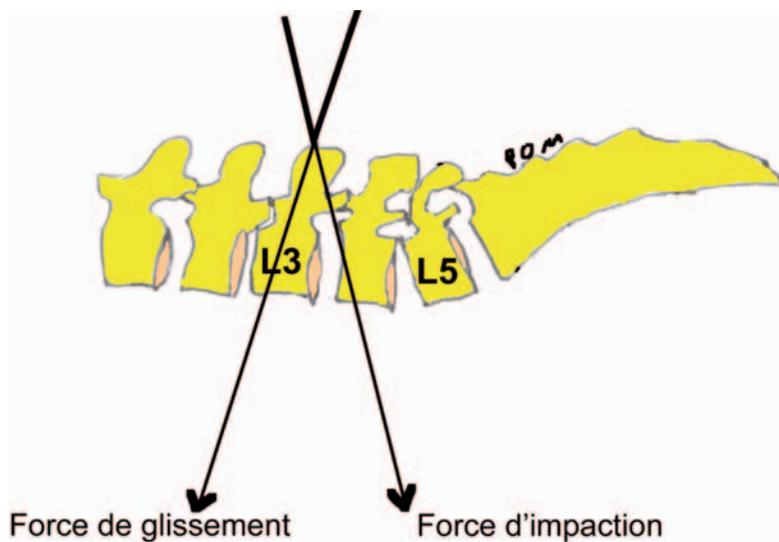


► Figure 1

Modification du mouvement entre une vertèbre lombaire et dorsale
FT : force verticale appliquée sur l'épineuse d'une vertèbre thoracique :
 la translation antérieure est minimale, la rotation est importante au niveau
 thoracique créant un impact immédiat des facettes articulaires
FL : force verticale appliquée sur l'épineuse d'une vertèbre lombaire :
 la translation antérieure est importante, la rotation est minimale

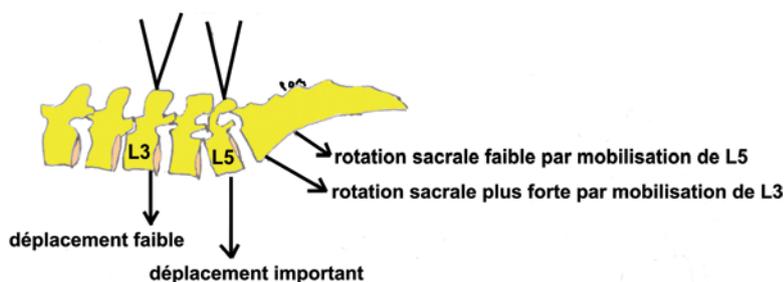
Le traitement par mobilisation ou manipulation directe dans la lombo-dorsalgie

2- Biomécanique des forces postéro-antérieures : applications pratiques



► Figure 2

Différence entre une force craniale et caudale sur le rachis lombaire



► Figure 3

Modification du déplacement des vertèbres lombaires selon l'orientation des forces

vont réaliser une résistance à la mobilisation. Il faut donc des forces plus importantes chez des sujets lourds par rapports à des sujets maigres.

De même, il faut éviter les blocages respiratoires (surtout en inspiration) pour diminuer la raideur des tissus mobilisés.

La résistance varie selon l'étage vertébral et selon la direction de la force [5]. Pour notre part, nous pensons que l'application avec un appui pisiforme en lombaire de 50 à 150 N suffit largement. Il faut toujours un peu plus de force en thoracique, surtout sur la région de cyphose et beaucoup moins en cervical.

Pour une bonne efficacité de la technique, aucune contraction réflexe ne doit intervenir et les pressions doivent toujours être tolérables et ne pas engendrer des réactions de défense. Toute activité musculaire augmente la raideur et diminue l'effi-

cacité de la technique [5]. Ainsi, Edmondston [6] et Snogross [7] montrent que la raideur lombaire augmente si le sujet est placé au préalable dans une attitude de lordose lombaire (ou extension lombaire). Même en modifiant la direction de la force, la résistance des tissus augmentent (fig. 4).

Certains auteurs proposent de faire des mobilisations ou des manipulations dans des positions différentes : le sujet est toujours plat ventre mais on fait varier l'extension en demandant au patient de se mettre sur les coudes, puis sur les mains coudes tendus si le sujet est souple. Ces variantes augmentent la résistance des tissus [6, 7].

Pour quantifier la force et l'apprentissage de la technique, il suffit que le thérapeute monte sur une balance pendant la manœuvre. La diminution du poids de son corps lui permettra de suivre et d'évaluer la force transmise par le patient. L'adaptation selon la vertèbre traitée, le sexe, le sujet traité et la direction de la force rend impossible la technique instrumentale. Seul le thérapeute peut ajuster à tout moment la technique selon la perception du patient.

Technique non impulsive

Les mobilisations douces ont peu d'efficacité et seules les techniques proches de la raideur semblent efficaces. Snogross *et al.* [7], lors d'une revue de littérature à propos de 17 études, décrivent des forces pour des grades 3 de 120 à 225 N et pour des grades 4 de 90 à 240 N. Ces forces étudiées sont plus importantes en dorsal et sont les plus faibles en cervical. Snogross *et al.* [7], en lombaire, proposent des forces de 110 à 140 N en lombaire.

En 1997, Lee *et al.* [3] préconisent une force au niveau cervical de 50 à 70 N. En 2000 [5], ils montrent qu'avec des forces de 60 à 75 N sur les vertèbres lombaires, on obtient le maximum de translation et un mouvement angulaire de rotation de 4° de la vertèbre lombaire testée sur des cadavres.

Technique avec impulsion

La force maximale lors de la manipulation, observée expérimentalement par Herzog [8], est dépendante de la région ciblée, du positionnement du patient et du thérapeute. Cette force, qui représente la force moyenne nécessaire à la réussite de

la manipulation vertébrale, est de 107 N en cervical, de 399 N au niveau de la colonne en dorsal, et de 328 N au niveau de la région sacro-iliaque [8].

Étant donné que la force développée est plus grande dans les régions thoracique et lombaire, les chiropracteurs utilisent le *drop* corporel pour réaliser cette force (on note une légère augmentation de la durée d'application de la force) [8].

Le *drop* permet d'ajouter un avantage biomécanique, en additionnant le vecteur de force de la main de contact à celle du tronc. Pour notre part, ces valeurs nous semblent très importantes car elles sont décrites en chiropraxie, mais les forces lors de *Toogle* des ostéopathes sont moins fortes.

Fritz *et al.* [9] (fig. 5) ont évalué la raideur lombale du sujet en procubitus en extension segmentaire de L3. Le patient est invité à maintenir une apnée en fin d'expiration pendant 5 secondes. La force de 60 N était maintenue une seconde. La raideur globale représentait une courbe entre 5 et 60 N ; la raideur terminale correspondait au rapport en la force maximale appliquée et le déplacement maximal.

Lors de simulation de chirurgie vertébrale de dérotation [10], la force de traction antéro-postérieure appliquée durant la manœuvre était de l'ordre de 25 N ou 50 N contre pesanteur, le sujet étant à plat ventre pendant l'intervention.

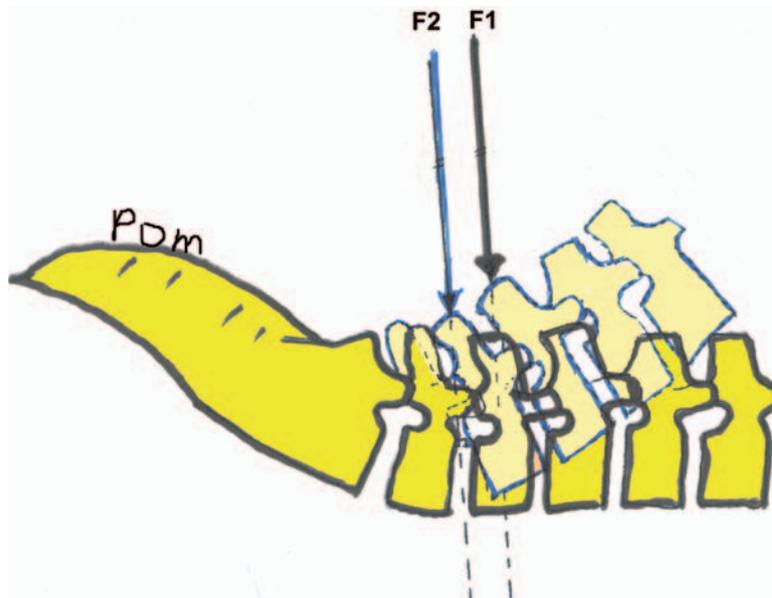
Dans plusieurs essais cliniques, les forces des trusts ont été étudiées, dans l'expérience de Colloca *et al.* [11], le *thrust* utilisé est autour de 190 N avec une impulsion à < 0,1 millisecondes.

Il existe beaucoup de facteurs qui vont diminuer la raideur du patient et favoriser la mobilisation et donc permettre une application des forces minimales (tab. I, page suivante).

La justesse de la technique est d'utiliser le moins de force possible. L'apprentissage commence avec la connaissance de ces facteurs et l'apprentissage d'un savoir-faire avec contrôle de la force produite. Il est vraisemblable que dans les conditions optimales (tous les facteurs réunis), une force de 50 N soit suffisante. Dans tous les cas, une force de 200 N ne doit pas être dépassée.

L'amplitude

L'augmentation de l'amplitude augmente la raideur. Aussi, il est préférable de faire des oscilla-



► Figure 4

Modification de l'efficacité d'une poussée postéro-antérieure selon la position du patient

F1 : force verticale sur une colonne en délordose : le glissement sera maximal
 F2 : force verticale sur une colonne lordosée : le glissement sera minime, la coaptation maximale et les résistances du corps seront augmentées



► Figure 5

Évaluations des forces postéro-antérieures avec des sujets à plat ventre, d'après Fritz *et al.* [9]

Le traitement par mobilisation ou manipulation directe dans la lombo-dorsalgie

2- Biomécanique des forces postéro-antérieures : applications pratiques

► **Tableau I**

Facteurs diminuant la raideur des tissus

	Baisse de la raideur	Étude
Au niveau des forces	Avec des oscillations de faibles amplitudes	Lee <i>et al.</i> [13] Latimer <i>et al.</i> [14]
	Avec des fréquences lentes, mais avec répétitions (4 somations)	Lee <i>et al.</i> [15] Keller <i>et al.</i> [12]
	Avec des forces de direction céphalique	Allison <i>et al.</i> [16] Calling <i>et al.</i> [4]
Selon la personne	IMC et sexe féminin et sujets jeunes/âgés	Lee <i>et al.</i> [17] Shirley <i>et al.</i> [18]
Selon la respiration du sujet	S'il n'y a pas de blocage respiratoire, surtout en inspiration	Shirley <i>et al.</i> [18]
Selon la détente du sujet	Si les muscles spinaux sont relâchés ou décontractés	Lee <i>et al.</i> [19] Colloca <i>et al.</i> [11] Fritz <i>et al.</i> [9]
Selon la phase	Si le sujet est très algique, la raideur augmente	Colloca <i>et al.</i> [11] Fritz <i>et al.</i> [9]
Selon la position du sujet	Il faut rechercher des positions dites « intermédiaires » et éviter les extensions, sauf dans un motif particulier de gain d'amplitude, et éviter un coussin sous la zone mobilisée	Edmondston <i>et al.</i> [6]
Selon le niveau vertébral	La mobilisation est plus facile : – de L1 à L5 (les vertèbres lombaires hautes se déplacent plus) ; – des lombaires/dorsal ; – des lombaires/pelvis.	Lee <i>et al.</i> [15, 20] Herzog [8] Cooperstein [23]
Selon la résistance de la table	La mobilisation est plus grande avec une table ayant une mousse souple	Maher <i>et al.</i> [21]

tions de petites amplitudes selon Snodgrass *et al.* [7] qui reprennent les travaux de Lee [5] et de Latimer *et al.* [14].

La fréquence en cas de technique oscillatoire

Il existe un consensus des auteurs [3, 18, 23, 25] pour réaliser des oscillations d'une poussée par seconde ou de deux poussées par seconde, mais on peut utiliser la technique par une vibration très rapide de type staccato et très courte dans le temps de moins de 10 secondes. Cette technique se rapproche d'une technique à haute vitesse et faible amplitude, et se réalise à la limite de la raideur (réduction du *Slack*).

La technique avec impulsion, ou *thrust*, est réalisée avec une ou 2 impulsions. La technique en staccato est une vibration sans relâcher la force de compression avec 5 à 6 impulsions vibratoires.

En 2006, une étude de Keller [12] sur des moutons avec accéléromètre implanté dans l'épineuse de T12 montre que la réponse du mouvement de la colonne vertébrale est étroitement couplée à la fréquence ou à la fonction du temps de la force appliquée.

Lorsque les forces mécaniques extérieures (manipulation postéro-antérieures) sont appliquées avec une fréquence proche de la fréquence naturelle de la colonne vertébrale, les déplacements de la colonne sont plus du double avec des forces identiques. Les trains d'impulsions étaient appliqués avec trois forces différentes : la force faible (133 N), la force moyenne (245 N) et la force élevée (380 N).

Ainsi, il est possible d'obtenir des réponses de la mobilité segmentaire et intersegmentaire comparables pour les forces appliquées inférieures au cours de la manipulation vertébrale, à condition

que les forces soient délivrées sur des intervalles de temps à peu près de la période correspondant à la fréquence naturelle.

Sur la base des conclusions de cette étude, l'application de l'excitation mécanique répétée à 6,25 Hertz, soit 6,25 oscillations par seconde, produit une augmentation significative (jusqu'à 26 % d'augmentation de l'accélération) de la mobilité segmentaire et intersegmentaire du segment adjacent, suite à l'application de plusieurs impulsions de SMT consécutif.

Les résultats de cette étude [12] mettent en évidence que l'augmentation des réponses de la mobilité segmentaire était la plus importante pour le réglage de la force faible (18-26 %), suivie par les paramètres de moyenne (5-26 %) et élevé (3-26 %). La réponse du mouvement PA a été agrandie après la 4^e impulsion SMT pour les réglages avec des forces faibles ou moyennes.

Le mode répétitif est sûrement donc préférable et permet de diminuer la force appliquée lors du *thrust*.

La métaphore suivante prend toute sa valeur : si un individu veut rentrer chez vous, il est préférable qu'il toque à votre porte plusieurs fois sans force par rapport à un grand coup de pied dans votre porte (de plus, il risque d'abîmer votre porte !) ; et bien, on peut penser que les tissus fonctionnent ainsi.

On peut donc conclure par le tableau suivant : les facteurs qui diminuent la rigidité du corps et qui facilitent le déplacement vertébral lors de forces postéro-antérieures.

Ces études montrent que si la technique semble très facile en pratique, il n'est pas moins nécessaire d'avoir un apprentissage rigoureux et une connaissance parfaite de ces études pour enseigner la technique et la pratiquer. La perfection technologique repose sur la recherche de maximum de critères facilitant la mobilisation ou la manipulation.

« La force n'est alors plus nécessaire, on peut manipuler et mobiliser facilement et en toute sécurité ». ✖



BIBLIOGRAPHIE

- [1] Pommerol P. Le test du rebond ou test de mobilisation postéro-antérieure. *Kinésithér Scient* 2012;536:77-80.
- [2] Pommerol P, Pommerol C. Le traitement par mobilisation directe dans la lombo-dorsalgie. 1- Technique et revue de la littérature. *Kinésithér Scient* 2013;547:77-82.
- [3] Lee R, Evans J. An *in vivo* study of the intervertebral movements, produced by posteroanterior mobilization. *Clin Biomech* 1997;12:400-8.
- [4] Calling B, Lee M. Effect of direction of applied mobilization force on the posteroanterior response in the lumbar spine. *J Manipul Physiol Ther* 2001;24(2):71-8.
- [5] Lee M, Gal J, Herzog W. *Biomechanics of manual therapy*. New York: Churchill Livingstone, 2000: 209-38.
- [6] Edmondston SJ, Allison GT, Gregg CD, Purden SM, Svansson GR, Watson AE. Effect of position on the posteroanterior stiffness of the lumbar spine. *Man Ther* 1998;3:21-6.
- [7] Snodgrass SJ et al. Manual forces applied during posterior-to-anterior spinal mobilization: A review of the evidence. *J Manipul Physiol Ther* 2006 May;29(4):316-29.
- [8] Herzog W. *The mechanics of spinal manipulation*. In: Herzog W (ed) *Clinical biomechanics of spinal manipulation*. New York: Churchill Livingstone, 2000: 92-190.
- [9] Fritz JM, Koppenhaver SL, Kawchuk GN, Teyhen DS, Hebert JJ, Childs JD. Preliminary investigation of the mechanisms underlying the effects of manipulation: Exploration of a multivariate model including spinal stiffness, multifidus recruitment, and clinical findings. *Spine (Phila, Pa - 1976)* 2011 Mar 15.
- [10] Martino J. *Analyse biomécanique de manœuvres de dérotation vertébrale pour la chirurgie d'instrumentation de la scoliose*. Université de Montréal - École polytechnique de Montréal, juin 2011.
- [11] Colloca CJ, Keller TS. Stiffness and neuromuscular reflex response of the human spine to posteroanterior manipulative thrusts in patients with low back pain. *J Manipul Physiol Ther* 2001 Oct;24(8):489-500.
- [12] Keller TS, Colloca CJ, Moore RJ, Gunzburg R, Harrison DE. Increased multi-axial lumbar motion responses during multiple-impulse mechanical force manually assisted spinal manipulation. *Chiropr Osteopat* 2006 Apr 6;14:6.
- [13] Lee M, Latimer L et al. Normal response to large posteroanterior lumbar loads: a case study approach. *J Manipul Physiol Ther* 1997;20:369-71.
- [14] Latimer J, Lee M et al. The effects of high and low loading forces on measured values of lumbar stiffness. *J Manipul Physiol Ther* 1998;21:157-63.
- [15] Lee M, Svensson NL et al. Effect of loading frequency on response of the spine to lumbar posteroanterior forces. *J Manipul Physiol Ther* 1993;16: 439-46.
- [16] Allison GT, Edmondston SJ et al. Influence of load orientation on the posteroanterior stiffness of the lumbar spine. *J Manipul Physiol Ther* 1998;21: 534-8.
- [17] Lee M, Stephen GP et al. Variations in the posteroanterior stiffness in the thoracolumbar spine: Preliminary observations and proposed mechanisms. *Phys Ther* 1998;78:1277-87.
- [18] Shirley D, Hodges PW et al. Spinal stiffness changes throughout the respiratory cycle. *J Appl Physiol* 2003;95:1467-75.
- [19] Lee M, Esler MA et al. Effect of extensor muscle activation on the response to lumbar posteroanterior forces. *Clin Biomech* 1993;8:115-9.
- [20] Lee M, Liversidge K. Posteroanterior stiffness at three locations in the lumbar spine. *Manipul Physiol Ther* 1994;17:511-6.
- [21] Maher CG, Latimer J. Plinth confounds measures of posteroanterior spinal stiffness. *Man Ther* 1999;4:145-50.
- [22] Chiradejnant A, Latimer J, Maher CG, Stepankovich N. Does the choice of spinal level treated during posteroanterior mobilisation affect treatment outcome? *Physiother Pract* 2002;18:165-74.
- [23] Cooperstein R, Haneline M, Young M. Interexaminer reliability of thoracic motion palpation using confidence ratings and continuous analysis. *J Chiroprac Med* 2010;9:99-106.
- [24] Lee R. Dynamic response of the cervical spine to posteroanterior mobilization. *Clin Biomech* 2005;20:228-31.
- [25] Powers C et al. Effects of a single session of posteroanterior spinal mobilization and press-up exercise on pain response and lumbar spine extension in people with nonspecific low back pain. *Phys Ther* 2008;88(4):485.