

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE SPECIALITÉ MÉDECINE GÉNÉRALE

Présentée et soutenue publiquement
par

Marlène ABOUT

Le 14 septembre 2017

**LES LOMBALGIES CHRONIQUES ASPECIFIQUES PEUVENT-ELLES ETRE LIEES A DES
TROUBLES POSTURAUX ET AMELIOREES PAR LEUR CORRECTION ?**

Directeur de thèse : Dr Philippe DUPUI

JURY :

Monsieur le Professeur Philippe MARQUE

Monsieur le Docteur Philippe DUPUI

Monsieur le Professeur Xavier DE BOISSEZON

Monsieur le Docteur Eric SCHMIDT

Monsieur le Docteur Yann LE DEAN

Président

Directeur

Assesseur

Assesseur

Assesseur

Table des matières

Les lombalgies chroniques aspécifiques peuvent-elles être liées à des troubles posturaux et améliorées par leur correction ?	3
Abstract	3
Introduction	4
La présence de LCA est corrélée avec celle de troubles posturaux	5
Présence de troubles proprioceptifs au niveau lombaire	10
L'entrée vestibulaire ne semble pas jouer de rôle dans l'apparition de LCA ni dans leur chronicisation	14
Les patients atteints de LCA dépendent plus de l'entrée visuelle que les patients sains	15
Pas de lien évident entre l'entrée podale et les LCA.....	15
Le rôle de l'appareil manducateur reste à explorer et pourrait être une piste prometteuse	17
Proposition de prise en charge des sujets souffrant de LCA.....	19
Discussion.....	24
Références.....	26

Les lombalgies chroniques aspécifiques peuvent-elles être liées à des troubles posturaux et améliorées par leur correction ?

Abstract

Les lombalgies chroniques aspécifiques sont un défi de santé publique. Leur principal impact vient de la morbidité qu'elles engendrent. Il n'existe pas actuellement de prise en charge efficace car les soins proposés sont seulement symptomatiques. L'objectif de cette revue est de rechercher si des désordres du système postural peuvent être associés à ces lombalgies, et si leur correction permet un traitement durable. Pour cela, nous avons recherché les études dans Pubmed et Google Scholar et sélectionné celles qui apportaient des éléments de réponse pour chaque entrée du système postural. En découle la mise en évidence de troubles proprioceptifs dont la prise en charge améliore la douleur, les autres entrées sensorielles étant peu documentées. Le faible nombre de patients par étude nous empêche de conclure à une recommandation forte pour la prise en charge de ces sujets, mais la rééducation respiratoire serait une piste prometteuse.

Mots clefs : lombalgie chronique aspécifique, posturologie, respiration

Introduction

Les lombalgies chroniques aspécifiques (LCA) sont un problème de santé majeur en terme de morbidité et de coût économique (Driscoll *et al.*, 2014). Elles touchent 9.4% (95% CI 9.0 to 9.8) de la population (Hoy *et al.*, 2014), à différents moments de la vie (Hoy *et al.*, 2010). Leur coût économique exprimé en années d'incapacité est estimé dans le monde à 83 millions d'années en 2010 (Hoy *et al.*, 2014).

Les lombalgies se caractérisent par des douleurs des régions lombaire et fessières et forment un groupe hétérogène par leurs causes, leur durée et leur intensité. Les lombalgies chroniques sont définies par une durée des symptômes dépassant trois mois (Perrin *et al.*, 1993). Elles sont dites aspécifiques lorsqu'il n'y a pas de lésion anatomique sous-jacente, par opposition aux lombalgies symptomatiques (Solau-Gervais *et al.*, 2016). Les recommandations actuelles de prise en charge des LCA en France reposent sur l'administration orale de médicaments antalgiques et sur des thérapeutiques complémentaires non médicamenteuses que sont l'exercice physique et les thérapies comportementales (Delcambre *et al.*, 2000). Ces traitements, qui sont seulement à visée symptomatique car la cause des LCA reste hétérogène et mal définie à ce jour, ont par conséquent une efficacité limitée contre ce problème de santé majeur. Il est donc urgent de mieux identifier les causes de LCA afin de proposer des traitements alternatifs plus pertinents.

La posturologie est l'étude de l'organisation géométrique et biomécanique des différents segments du corps dans l'espace. Elle étudie les processus de régulation qui permettent la stabilisation d'un individu dans son environnement au cours de la station debout et du mouvement (Gagey and Weber, 1995). Les entrées sensorielles qui participent au maintien de

la posture sont la proprioception, la vision, le vestibule de l'oreille interne et l'appareil manducateur. Les muscles érecteurs du rachis sont des muscles de posture, impliqués dans le maintien de la station debout du corps humain en lutte contre la pesanteur. Ils sont douloureux chez les patients atteints de LCA. Cette observation suggère qu'une commande motrice posturale erronée pourrait fatiguer ces muscles par une surutilisation et engendrer de cette manière des lombalgies.

L'objectif de cette thèse est donc, d'une part, à travers une revue bibliographique exhaustive, de mettre en évidence une corrélation entre les troubles du système postural et la présence de LCA pouvant suggérer une relation de causes à effet et, d'autre part, de proposer une approche causale des LCA.

Pour évaluer cette corrélation nous avons analysé les études qui ont recherché la présence de troubles posturaux chez des patients souffrant de LCA. Ainsi pour chaque entrée sensorielle, les données corrélant leur atteinte et la présence de LCA ont été répertoriées. Cette analyse nous a ensuite conduit à proposer deux pistes de prise en charge.

La présence de LCA est corrélée avec celle de troubles posturaux

La mise en évidence d'une corrélation entre LCA et troubles posturaux se fait d'abord par des techniques d'analyse globale du système postural. D'une part avec la stabilométrie qui montrera un désordre du système postural sans pour autant qu'on puisse y corréler une entrée ou une autre, et d'autre part par l'analyse tridimensionnelle qui permettra de détecter des anomalies de l'équilibre, du mouvement ou de l'activation musculaire. Ces deux outils sont

évalués comme fiables pour ce type d'étude (Fernandes *et al.*, 2015). La stabilométrie évalue grâce à une plateforme de force les déplacements du centre de pression, projection au sol du centre de gravité du sujet, à l'intérieur de son polygone de sustentation. C'est le reflet des oscillations de son corps lors de la station debout, en lutte contre la pesanteur. Une augmentation de ces oscillations révèle un équilibre moins bon et donc un contrôle de la posture moins efficient. L'analyse tridimensionnelle, quant à elle, permet par l'intégration de données venant de plusieurs caméras, de capteurs de mouvements collés sur le patient, de plateformes de force au sol et d'enregistrements électromyographiques d'étudier de multiples paramètres des mouvements du corps ou spécifiquement de certaines zones du corps, notamment lors de la marche.

Avec la stabilométrie les résultats contradictoires soulignés dans une revue de la littérature ne permettent pas de conclure à des différences significatives, en condition statique simple, entre les oscillations posturales des sujets sains et des sujets atteints de LCA (Mazaheri *et al.*, 2013)). En effet les résultats stabilométriques des deux groupes sont comparables en condition statique simple pour certaines études (della Volpe *et al.*, 2006; Gawda *et al.*, 2015) tandis qu'elles sont plus importantes dans le groupe LCA pour d'autres études (Nies and Sinnott, 1991; Ruhe *et al.*, 2011b). L'analyse stabilométrique seule ne permet pas de savoir si les sujets atteints de LCA ont un équilibre postural diminué en condition statique simple. Toutefois, de façon intéressante, les oscillations posturales de ces sujets sont augmentées en condition statique lorsqu'il est rajouté une tâche visuelle (Mientjes and Frank, 1999), et en cas de stimulation optocinétique (Lamoth, Meijer, *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2014). Les anomalies du contrôle postural se dévoilent donc lorsqu'on met la vision en difficulté. Ceci pourrait suggérer que la vision compense les anomalies du contrôle postural en conditions

simples. Il est à noter que les anomalies stabilométriques ne dépendent pas de l'âge des sujets atteints de LCA (da Silva *et al.*, 2016), par conséquent la diminution du contrôle moteur observé lors du vieillissement n'explique pas ces anomalies. Bien que l'analyse stabilométrique ne permette pas de conclure quant aux variations des oscillations posturales des sujets atteints de LCA par rapport à des sujets sains, elle permet aussi de mesurer d'autres paramètres. Ainsi, la mesure de la vitesse de déplacement et des excursions du centre de pression permet de détecter une augmentation significative chez les sujets malades (Ruhe *et al.*, 2011b) proportionnelle à l'intensité de leur douleur (Ruhe *et al.*, 2011a). Ceci suggère donc que le trouble du contrôle postural est corrélé à l'intensité des informations nociceptives. Nous remarquons de plus que beaucoup de patients atteints de LCA présentent un centre de pression postérieur (Nies and Sinnott, 1991), et que cet élément est associé à une diminution de la force musculaire d'extension et de l'angle de lordose lombaire, facteurs de risque de douleur et de chronicisation (Chaléat-Valayer *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2014; Chun *et al.*, 2017).

En conditions dynamiques les résultats sont plus uniformes qu'en statique. Ainsi, l'amplitude des oscillations (Henry *et al.*, 2006; della Volpe *et al.*, 2006) et la latence de réponse musculaire du tronc sont augmentées chez les patients atteints de LCA par rapport aux patients sains (Radebold *et al.*, 2000, 2001; Henry *et al.*, 2006; Akbari *et al.*, 2015). Nous détaillerons plus loin l'impact de ce retard de réponse musculaire. L'électromyographie montre aussi des altérations basales du niveau de tonus postural des muscles du tronc (Jacobs *et al.*, 2011). Ainsi, lors de la marche, la coordination musculaire entre le tronc et le bassin est moins bonne (Lamoth, Daffertshofer, *et al.*, 2006; Lamoth, Meijer, *et al.*, 2006) et la rotation de la colonne lombaire est diminuée (Gombatto *et al.*, 2015). Nous notons globalement une

hyperactivation musculaire du tronc, et une co-activation des muscles agonistes et antagonistes (Ghamkhar and Kahlaee, 2015). Les réponses posturales automatiques à des perturbations aléatoires ou volontaires (Jones *et al.*, 2012; Götze *et al.*, 2015; Suehiro *et al.*, 2015) et les adaptations posturales anticipées sont aussi altérées ((Lomond *et al.*, 2015; Massé-Alarie *et al.*, 2015).

De plus, le contrôle postural est plus cognitif que chez les sujets sains ((Lamoth *et al.*, 2008; Sherafat *et al.*, 2014; Etemadi *et al.*, 2016) et il dépend de l'intensité de la douleur. Plus celle-ci est importante, moins le contrôle est efficace et automatique (Sipko and Kuczyński, 2013). En effet, lorsque les sujets réalisent une tâche cognitive en même temps que le maintien de leur équilibre (Woollacott and Shumway-Cook, 2002), les oscillations posturales et la rigidité du tronc diminuent en assise instable (Van Daele *et al.*, 2010), par retour à l'automatisation de la tâche posturale des muscles du tronc, suggérant que la boucle réflexe est moins altérée que la commande centrale. La diminution des oscillations posturales dépend de la difficulté de la tâche cognitive (Swan *et al.*, 2007). Lors de la marche, nous constatons aussi que le contrôle moteur est altéré (Hamacher *et al.*, 2014; Hamacher, Hamacher, Herold, *et al.*, 2016). Il est important de noter que les patients atteints de LCA présentent des perturbations cérébrales chimiques, fonctionnelles et structurelles. Les réponses corticales à la douleur sont altérées et l'homoculcus moteur est modifié (Wand *et al.*, 2011). Les modifications cognitives sont donc multiples et seulement partiellement connues.

Il apparaît clairement que le contrôle postural chez les sujets atteints de LCA est altéré (figure 1). Il n'est pas encore établi si les troubles posturaux de ces sujets sont la cause ou la conséquence de la douleur, ou même s'ils sont juste statistiquement associés. Une hypothèse

soulevée pour expliquer le lien de causalité entre les troubles posturaux et la douleur lombaire est que la peur de la douleur chez les sujets souffrant de LCA entraînerait une rigidification du tronc et par là des troubles posturaux. Dans ce sens, certains auteurs ont prouvé que la peur de la douleur joue un rôle dans les troubles posturaux observés chez ces sujets (Vlaeyen *et al.*, 1999; Al-Obaidi *et al.*, 2003; Lamothe *et al.*, 2004). Cependant cette conclusion a été récemment remise en cause (Lamothe, Meijer, *et al.*, 2006). Une étude ciblée à grande échelle permettrait de conclure.

L'existence d'une corrélation entre LCA et troubles posturaux étant établie, il nous a semblé intéressant d'analyser l'influence de chaque entrée du système sur le contrôle postural des patients atteints de LCA.

Figure 1 : mesures posturales altérées mises en évidence chez les sujets atteints de LCA

Mesures stabilométriques	Troubles posturaux
conditions statiques (CS)	+ -
CS + optocinésie	+
CS + tâche visuelle	+
conditions dynamiques	+
perturbations aléatoires	+
ajustements posturaux anticipés	+
tâche cognitive	Diminution
peur de la douleur	+ -

absence : -

présence : +

Présence de troubles proprioceptifs au niveau lombaire

Une région lombaire non algique repose sur plusieurs paramètres. D'une part, un tonus musculaire des érecteurs spinaux et des muscles abdominaux contrôlé et équilibré. D'autre part, un positionnement vertébral, discal et articulaire précis. Ces paramètres sont renseignés au système nerveux central (SNC) par les récepteurs proprioceptifs présents dans la région, qu'ils soient musculaires, tendineux, cutanés ou articulaires. Avec ces informations, le SNC corrige ou non la position de la colonne lombaire en ajustant le tonus musculaire des extenseurs et des fléchisseurs. Il est donc nécessaire que l'information envoyée au SNC soit pertinente afin que la réponse soit adaptée. Le SNC intègre les informations proprioceptives de l'ensemble du corps mais aussi les informations visuelles et vestibulaires, qu'il pondère en fonction de leur pertinence et du contexte, pour fournir une réponse posturale adaptée à la situation. Il existe plusieurs stratégies de maintien de l'équilibre, que le SNC privilégie selon le contexte et les informations sensorielles dont il dispose (Lacour, 2013).

Lorsque les auteurs étudient la réponse posturale suite à une stimulation des récepteurs proprioceptifs de la zone lombaire ils remarquent qu'elle est inadaptée, suggérant que l'information envoyée au SNC est altérée (Gill and Callaghan, 1998; Brumagne *et al.*, 2000). Il n'est pas possible à ce jour de savoir si les différents récepteurs proprioceptifs sont impliqués à part égale dans cette transmission erronée. Toutefois une étude trouve des résultats contradictoires avec celles sus-citées en ne trouvant pas de différence entre les sujets atteints de LCA et les sujets sains concernant la réponse posturale à une stimulation proprioceptive (Willigenburg *et al.*, 2012). Les protocoles utilisés par les différentes études sont assez similaires mais deux différences importantes existent. Dans l'étude de Willenbourg et al. les patients bénéficiaient d'un feedback visuel et leurs mains étaient placées sur leur tête, là où

Brumagne et coll. ont choisi de ne pas donner de feedback et de laisser pendre les mains sans contact. Le feedback visuel est connu de longue date pour améliorer les résultats posturaux (Litvinenkova and Hlavacka, 1973), de même qu'un contact cutané (Oie *et al.*, 2002). Il semble donc que les patients de ces études n'étaient pas dans des conditions posturales comparables, ceux de Willenburg et al. étant d'avantage aidés à maintenir leur posture que ceux de Brumagne et coll., ce qui peut expliquer la différence de résultats. Du fait de ces conditions posturales facilitées, l'entrée proprioceptive peut être compensée chez les patients de Willenburg et coll., nous nous baserons donc plutôt sur les résultats de Brumagne et al., plus pertinents pour étudier notre sujet. Dans d'autres études il est montré que le taux d'erreur de repositionnement de la colonne lombaire en réponse à un déséquilibre actif ou passif semble plus important chez les sujets malades que chez les sujets sains (O'Sullivan *et al.*, 2013; Rausch Osthoff *et al.*, 2015) bien que la fiabilité de cette mesure soit modérée (Asell *et al.*, 2006).

L'information proprioceptive lombaire est moins prise en compte au niveau cérébral pour réguler le contrôle postural (Popa *et al.*, 2007; Kiers *et al.*, 2015), ce qui représente une adaptation du SNC suite à la réception chronique d'informations erronées. Il pondère donc négativement ces informations et va plus se baser sur d'autres canaux pour adapter la posture à l'information la plus pertinente. De façon moins évidente, la proprioception des membres inférieurs est aussi moins prise en compte par le SNC chez les patients atteints de LCA (Götze *et al.*, 2015).

La part proprioceptive du contrôle postural des sujets souffrant de LCA est donc altérée et moins prise en compte au niveau central. Il en résulte que le contrôle postural ne pourra pas

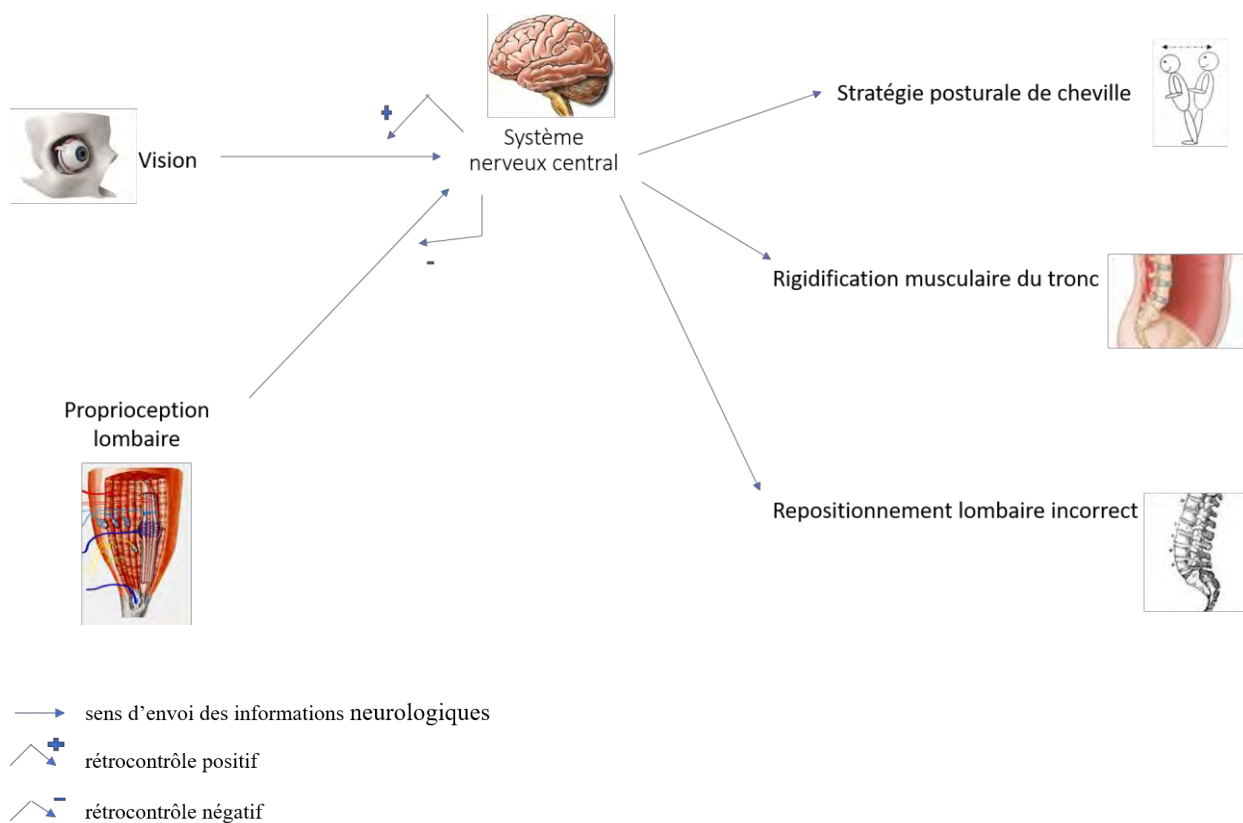
être aussi efficient, une des entrées sensorielles sur lesquelles il base sa réponse étant défaillante. En pratique, cela se traduit par une rigidification excessive du tronc et l'utilisation d'une stratégie posturale de cheville pour maintenir l'équilibre debout même lorsque les conditions expérimentales nécessiteraient une autre stratégie (Mok *et al.*, 2004; Brumagne *et al.*, 2008; Johanson *et al.*, 2011). Il s'agit d'une stratégie de contrôle moteur en réponse à des perturbations de l'équilibre qui, lorsqu'elle n'est pas justifiée par la nature de la perturbation, est symptomatique d'une altération du contrôle moteur. Ce choix de stratégie posturale inadaptée est dû, pour certains auteurs, à une réorientation centrale de l'information proprioceptive du tronc, inadéquate chez les patients atteints de LCA, vers les chevilles (Brumagne *et al.*, 2004). Or une autre étude a montré qu'utiliser systématiquement une stratégie posturale de cheville pouvait entraîner des douleurs lombaires récidivantes aspécifiques (Claeys *et al.*, 2015). Il s'agit donc d'un cercle vicieux, favorisant la chronicisation des douleurs (figure 2).

Il apparaît donc qu'il existe chez les patients atteints de LCA des anomalies proprioceptives de la région lombaire. De ces anomalies découle une stabilisation de la colonne lombaire moins efficace (Hodges and Richardson, 1996; O'Sullivan *et al.*, 2013). Or l'instabilité a été proposée comme cause de douleurs lombaires. Cette instabilité est aggravée par la présence d'un déficit musculaire des érecteurs du rachis, qui n'assurent plus correctement leur fonction de positionnement du rachis lombaire (Yahia *et al.*, 2011). Un des enjeux de la rééducation serait donc de réhabiliter la proprioception de la région lombaire. Ainsi, une revue de littérature de 2014 ne trouvait pas d'efficacité à une rééducation proprioceptive seule pour la prise en charge des lombalgies chroniques aspécifiques (McCaskey *et al.*, 2014). Mais associée à une rééducation motrice elle a été prouvée efficace (McCaskey *et al.*, 2015;

Letafatkar *et al.*, 2017).

Pour jouer en même temps sur la proprioception et sur l'instabilité, le travail respiratoire est prometteur. Il a été montré qu'un entraînement des muscles inspiratoires améliore la proprioception de la région lombaire (Janssens *et al.*, 2015) et que des exercices d'expiration améliorent la stabilisation de la colonne lombaire, ce qui diminue des douleurs (Kang *et al.*, 2016). Combiner travail moteur, proprioceptif et respiratoire serait une piste intéressante pour la rééducation de ces patients, nous le détaillerons plus loin.

Figure 2 : anomalies proprioceptives et leurs conséquences neurologiques



L'entrée vestibulaire ne semble pas jouer de rôle dans l'apparition de LCA ni dans leur chronicisation

Le système vestibulaire est une des entrées sensorielles majeure du système postural. Son rôle dans le maintien de l'équilibre statique et dynamique est maintenant bien documenté (Lacour and Borel, 1993; Horak *et al.*, 2002; Stolbkov and Gerasimenko, 2014). Son influence dans les LCA se devait donc d'être traitée ici.

De façon surprenante, aucune étude ne permet d'affirmer ou d'infirmer qu'une dysfonction de ce système ait un rapport avec les lombalgies chroniques aspécifiques. Il n'existe pas de statistiques permettant de penser que les individus ayant une atteinte vestibulaire souffrent plus de lombalgies chroniques que les autres. Une étude sur les symptômes de sujets atteints de vertiges périphériques n'a d'ailleurs pas retrouvé de douleur lombaires (Faag *et al.*, 2007).

Le système vestibulaire est connu pour jouer un rôle dans la stabilisation du tronc (Day *et al.*, 1997; Ardic *et al.*, 2000; Mars *et al.*, 2003), mais une étude récente prouve que ce rôle est mineur en conditions naturelles dans le plan sagittal (van Drunen *et al.*, 2016). Il est possible qu'une atteinte vestibulaire entraîne une moindre stabilisation du tronc et par ce mécanisme des lombalgies mais aucune étude ne permet de prouver cette hypothèse pour l'instant.

Néanmoins, le vestibule pourrait prendre une part plus importante dans le contrôle postural chez les sujets atteints de LCA car la diminution de la proprioception entraîne une augmentation de la sensibilité du système vestibulaire (Horak and Hlavacka, 2001).

Les patients atteints de LCA dépendent plus de l'entrée visuelle que les patients sains

L'entrée visuelle est fondamentale dans le contrôle de la posture. Elle regroupe des photorécepteurs visuels mais aussi des récepteurs musculaires et tendineux situés dans les muscles oculomoteurs. Pour l'étudier, on réalise des tests stabilométriques les yeux ouverts puis fermés. Si les oscillations posturales augmentent, les sujets sont dits visuodépendants.

L'équilibre des sujets atteints de LCA est plus sensible à la déprivation visuelle que celui de sujets sains (Mann *et al.*, 2010; Sung and Leininger, 2015), probablement à cause d'une entrée proprioceptive moins efficiente (Lee *et al.*, 2012; Hamacher, Hamacher, Krowicki, *et al.*, 2016)). En effet lorsqu'une entrée sensorielle est défaillante, le SNC la pondère négativement et s'appuie plus sur les autres entrées pour adapter la posture. D'ailleurs, suite à une rééducation orientée sur la stabilisation de la colonne lombaire, ce qui améliore la proprioception de cette zone, les sujets atteints de LCA deviennent moins visuodépendants (Salavati *et al.*, 2016).

La visuodépendance semble être un mécanisme de compensation pour maintenir le contrôle postural chez les sujets souffrant de LCA et non une cause du problème.

Pas de lien évident entre l'entrée podale et les LCA

L'entrée sensorielle podale est proprioceptive et regroupe de très nombreuses afférences cutanées, articulaires et musculaires. Les pieds sont un élément important du système postural car ils y sont à la fois récepteurs et effecteurs.

Une hypothèse commune est que les troubles de la statique du pied en pronation ou en supination pourraient être une cause de LCA. En 2013, une revue recherche le lien entre les

pieds en pronation, en supination, l'angle de la cheville et les LCA (O'Leary *et al.*, 2013). Elle conclue qu'une pronation excessive de la cheville ou du pied est un facteur à prendre en compte seulement si les angles s'éloignent trop des valeurs normales. En effet cela crée alors une inégalité de longueur des membres inférieurs qui cause une malposition du bassin et de la colonne lombaire, ce qui peut entraîner des lombalgies (Kakushima *et al.*, 2003 ; Betsch *et al.*, 2012). Une autre revue plus récente tire les mêmes conclusions concernant l'inégalité de longueur des membres et les LCA (Havran *et al.*, 2016). Il a été démontré que la correction de cette inégalité améliore les LCA (Friberg, 1983). Une étude a spécifiquement recherché la présence d'asymétrie de positionnement du bassin, une des cibles de la prise en charge podologique. Chez quatre-vingt-treize patients souffrant de LCA les auteurs ne retrouvent pas de différence par rapport aux sujets sains, signifiant qu'il ne s'agit pas d'une cause de LCA (Lund *et al.*, 2002). D'autre part, une étude sur la cohorte de Framingham ne retrouvait pas de lien entre les troubles de la statique du pied et les LCA lors des mesures statiques, mais en trouvait chez les femmes ayant les pieds en pronation lors des mesures dynamiques (Menz *et al.*, 2013). Ceci suggère que la fonction dynamique du pied jouerait un rôle dans l'apparition des LCA. Néanmoins, ces résultats excluent les hommes donc l'extrapolation est difficilement réalisable. L'année suivante une revue argumente que l'hyperpronation du pied engendre des lombalgies, dues à des changements posturaux et à une altération de l'activité musculaire du tronc (Kendall *et al.*, 2014). Les auteurs concluent à l'importance des semelles orthopédiques, d'autant que leur réalisation est peu coûteuse et que les LCA ont un poids économique majeur. Néanmoins le lien entre l'hyperpronation et les dysfonctions lombo-pelviennes est faiblement et indirectement prouvé cliniquement (Kankaanpää *et al.*, 1998; Marshall *et al.*, 2011).

Le peu d'études concernant l'effet des semelles orthopédiques dans le traitement ou la

prévention des LCA conduit à l'absence de recommandations fortes à ce sujet (Chuter *et al.*, 2014). Une revue de littérature de mars 2016 (Papuga and Cambron, 2016) conclue elle aussi à la nécessité d'études de meilleure qualité afin de pouvoir tirer des conclusions sur le bénéfice de ces outils dans la prise en charge des LCA. Il semble important de noter que les recommandations européennes de prise en charge des lombalgies chroniques ne mentionnaient pas les orthèses plantaires comme un traitement potentiel (Airaksinen *et al.*, 2006). Leur intérêt en cas d'inégalité de longueur des membres semble plus consensuel.

Le rôle de l'appareil manducateur reste à explorer et pourrait être une piste prometteuse

Le rôle de l'appareil manducateur en posturologie reste peu documenté par rapport aux autres entrées sensorielles et fait encore débat (Perinetti *et al.*, 2013), notamment car les plateformes posturométriques ne sont pas assez sensibles pour évaluer l'impact de l'occlusion dentaire sur la posture des individus sains (Baldini *et al.*, 2013). En pratique clinique son rôle est plus largement accepté. L'entrée sensorielle de cet appareil repose sur des récepteurs musculaires des muscles masticateurs, articulaires temporomandibulaires et les pressorécepteurs parodontaux. Il a un rôle synergique avec les appareils vestibulaires et visuels via les nerfs trijumeaux (Vallier, 2012).

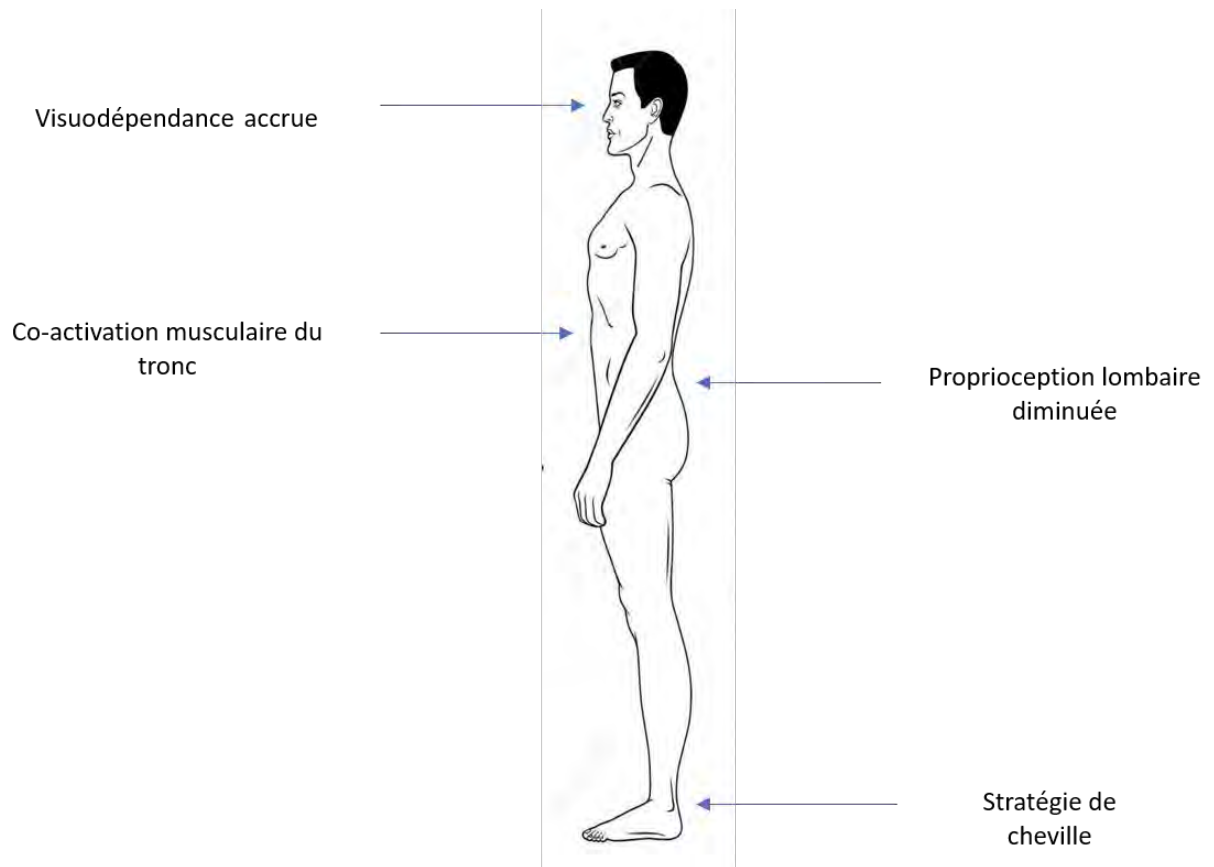
Peu d'études existent sur le lien potentiel entre l'appareil manducateur et les lombalgies. De plus, les patients ayant des troubles de cet appareil présentent souvent des douleurs faciales et crâniennes importantes et sous-estiment les autres sites douloureux (Türp *et al.*, 1997), ce qui rend l'étude spécifique des lombalgies difficile. Il a été rapporté le cas d'une patiente souffrant de LCA qui n'était pas soulagée par les soins de kinésithérapie et dont les douleurs ont disparu après un traitement orthodontique (Chinappi and Getzoff, 1996). Un second case-report fait

état d'un basketteur professionnel souffrant de LCA qui a été guéri par le port d'une gouttière (Baldini *et al.*, 2012).

Il n'est pas, dans l'état actuel des connaissances, possible d'établir un lien entre les troubles de l'appareil manducateur et les LCA mais il semble que ce soit une piste à approfondir.

L'existence de troubles posturaux chez les patients atteints de LCA est donc confirmée et le rôle de chaque entrée posturale plus détaillé (figure 3).

Figure 3 : troubles posturaux principaux des sujets atteints de LCA



Proposition de prise en charge des sujets souffrant de LCA

Selon les recommandations françaises (Delcambre *et al.*, 2000), la prise en charge actuelle repose d'abord sur des soins de kinésithérapie. Ce travail est symptomatique et le soulagement temporaire, car il n'a pas d'effet sur la cause. Les soins de kinésithérapie sont à but antalgique et soulagent les douleurs musculaires, articulaires et discales mais ne traitent pas les problèmes d'instabilité ni de proprioception. Une des pistes mise en évidence ici serait de combiner l'exercice physique avec un travail proprioceptif. L'inconvénient est là aussi qu'ils ne travaillent que sur une partie du problème, or nous avons vu plus haut qu'il existe de multiples mécanismes impliqués qui forment un cercle vicieux. Corriger seulement une partie de ce cercle ne permet pas nécessairement de le briser, d'autant que nous ne connaissons pas de façon sûre le lien de causalité entre les différents mécanismes. Ainsi, s'ils travaillent sur la proprioception et que son altération s'avérait être la conséquence de l'instabilité, si l'instabilité n'est pas elle aussi prise en charge, nous nous exposons à une rechute de la symptomatologie. Il conviendrait donc, en attendant d'en savoir plus, de traiter en même temps le plus de mécanismes possibles. D'ailleurs les recommandations européennes de 2006 insistent sur l'aspect pluridimensionnel des lombalgies chroniques et sur la nécessité d'interventions multimodales. Elles concluent que la physiothérapie seule est aussi efficace que les manipulations du rachis, l'exercice physique ou les antalgiques mais qu'aucun de ses traitements n'est suffisant seul (Airaksinen *et al.*, 2006).

D'autre part, la rééducation des sujets souffrant de LCA repose sur l'exercice physique en charge, qui permet, s'il est bien réalisé, une décontraction des muscles lombaires et une meilleure hydratation des disques intervertébraux. La limite vient de la motivation des

patients, et de la capacité physique à les faire. Si un sujet présente une gonarthrose et des lombalgies, il lui sera lors des épisodes douloureux du genou impossible de faire ces exercices. Il conviendrait donc de trouver une technique de rééducation qui ne demande pas un investissement trop important au patient, car le peu de temps nécessaire et la simplicité des exercices améliorent l'observance. Les recommandations européennes insistent sur l'importance des entretiens motivationnels, la réassurance et l'encouragement à l'exercice des patients par les différents thérapeutes.

Afin de traiter plusieurs paramètres défaillants à la fois et de simplifier la réhabilitation, une nouvelle piste de travail intéressante et complémentaire serait un travail de rééducation respiratoire. En effet, il est admis que la plupart des sujets atteints de LCA ont des troubles ventilatoires (Janssens *et al.*, 2010; Beeckmans *et al.*, 2016; Rani *et al.*, 2016), dont la correction améliore la douleur (Rani *et al.*, 2016). On sait aussi que le renforcement inspiratoire améliore la proprioception lombaire (Janssens *et al.*, 2015), et que le renforcement expiratoire améliore la stabilisation musculaire lombaire et atténue les douleurs (Kang *et al.*, 2016), nous allons développer comment. Les patients atteints de LCA présentent un positionnement incorrect du diaphragme, qui ainsi déformé (Kolar *et al.*, 2012), se fatigue lors des exercices respiratoires, ce phénomène n'étant pas présent chez les sujets sains (Janssens *et al.*, 2013). Or le diaphragme est décrit pour avoir un rôle respiratoire mais aussi postural (Hodges and Gandevia, 2000a). Ainsi, son dysfonctionnement affecte la respiration mais aussi la posture, entraînant des troubles posturaux au niveau thoracique et abdominal. Il a été prouvé que le risque de développer des lombalgies en cas de troubles respiratoires est plus important qu'en cas d'obésité (Smith *et al.*, 2006) . De façon intéressante dans cet article il est aussi découvert qu'il existe un risque de développer une lombalgie en cas d'incontinence urinaire,

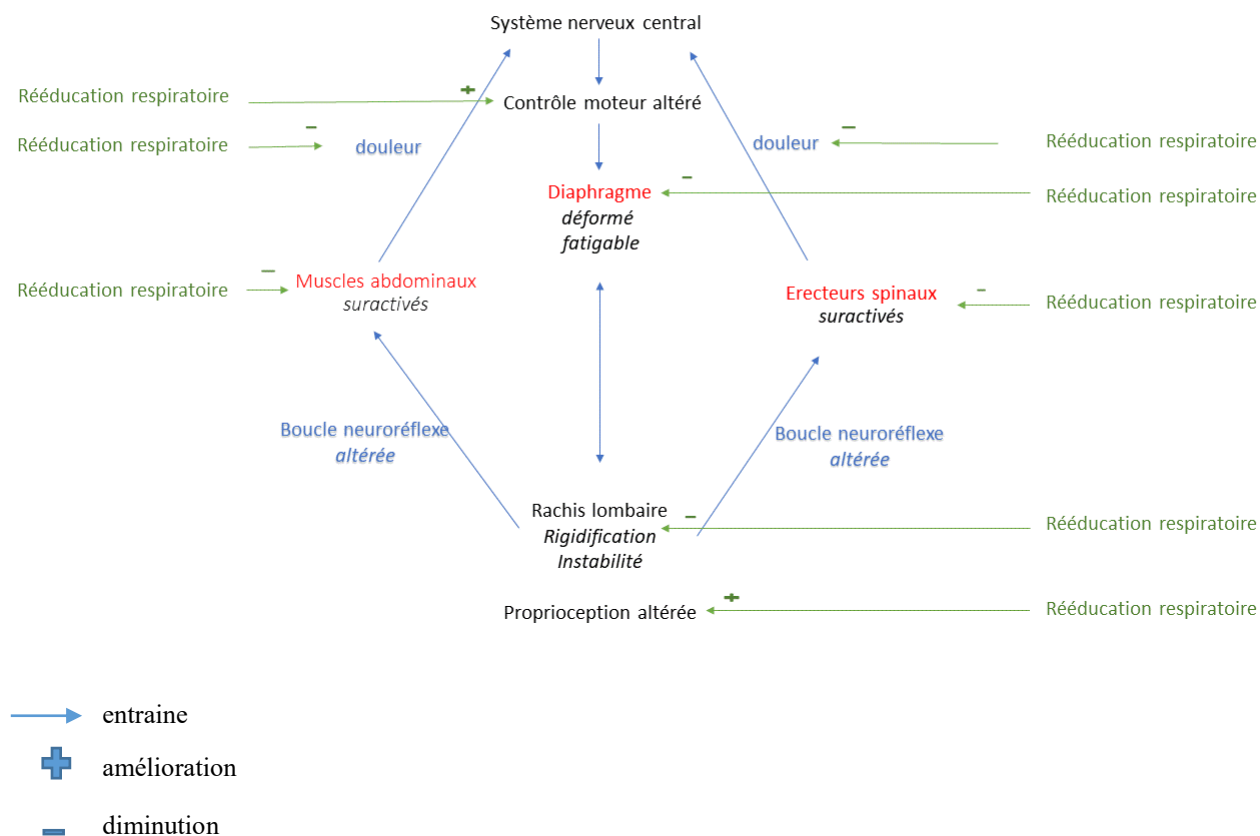
or les muscles du pelvis contribuent à la stabilité de la colonne lombaire mais aussi à la respiration (Hodges *et al.*, 2007). Le rôle du diaphragme est donc multiple et central dans le problème des lombalgies chroniques aspécifiques. Nous observons aussi chez ces sujets que d'autres muscles sont impactés dans leur fonction, à commencer par le transversus abdominis. Son rôle physiologique est principalement le maintien de la stabilité du tronc et la contention abdominale mais il intervient aussi pour la respiration (Hodges, 1999). Viennent ensuite les érecteurs du rachis, qui, rappelons-le, sont déficitaires dans les LCA et les autres muscles abdominaux (Colloca and Hinrichs, 2005; Lee *et al.*, 2006). Chez les sujets souffrant de lombalgies, ils sont constamment suractivés (Reeves *et al.*, 2006; Jacobs *et al.*, 2011). Il en est de même dans les autres régions rachidiennes (Kuo *et al.*, 2015). De ce fait l'expansion thoracique est moindre (Babina *et al.*, 2016) ce qui, ajouté au dysfonctionnement diaphragmatique, entraîne une augmentation de la fréquence respiratoire afin de maintenir le débit d'air. Or quand la demande respiratoire augmente le rôle postural du diaphragme diminue (Hodges *et al.*, 2001), phénomène plus marqué chez les patients atteints de LCA (Vostatek *et al.*, 2013). Le tronc est donc moins bien maintenu, avec pour conséquence l'instabilité de la colonne lombaire, qui entraîne une surstimulation compensatoire du transversus abdominis et des autres muscles. Les patients atteints de LCA ont une moindre capacité à moduler l'amplitude de leur contraction (Miura *et al.*, 2014), ils produisent une réponse musculaire trop importante et donc inadaptée, d'autant plus qu'il existe un déséquilibre entre fléchisseurs et extenseurs, ce qui entraîne une raideur excessive de la colonne lombaire dans une position incorrecte. La fatigue musculaire qui en découle entraîne de la douleur, qui elle-même impacte l'activation et le recrutement musculaire, les empêchant d'avoir une activité synergique régulée et adaptée (Sterling *et al.*, 2001). Cela met donc en

évidence un nouveau cercle vicieux, qui explique la suractivation continue des muscles antagonistes et agonistes de la colonne lombaire (Jacobs *et al.*, 2011). De plus cette réponse musculaire de cocontraction stabilise la colonne lombaire seulement en situation posturale simple comme la station debout. Lors d'une tâche posturale complexe, par exemple lors d'un mouvement soudain d'un bras ou d'une jambe, la contraction adaptative du transversus abdominis est retardée, la stabilité lombaire n'est plus correctement assurée (Hodges and Richardson, 1996, 1998; Suehiro *et al.*, 2015) et les douleurs vont apparaître (Reeves *et al.*, 2009). Ce retard de réponse musculaire résulte d'une part d'une altération de la boucle réflexe neuromusculaire due à une proprioception altérée de la zone lombaire (Newcomer *et al.*, 2002). Il résulte d'autre part d'un déficit du contrôle moteur au niveau central lié à la douleur (Massé-Alarie *et al.*, 2012; Sipko and Kuczyński, 2013), et à la peur de la douleur (Jacobs *et al.*, 2016; Pakzad *et al.*, 2016). Un point important à souligner est l'impact psychologique positif sur la douleur et sa perception cognitive d'une respiration complète et synchronisée (Jafari *et al.*, 2017). Les recommandations françaises insistent sur la nécessité d'une thérapie cognitivo-comportementale pour améliorer l'impact psychologique de la douleur chronique, nous pensons qu'une rééducation respiratoire bien conduite obtiendra le même résultat en plus d'une diminution physique de la douleur.

L'intérêt d'une rééducation respiratoire paraît majeur. La thérapie manuelle peut améliorer la fonction respiratoire (Engel and Vemulpad, 2007), en détendant les muscles abdominaux et du rachis, en les remusclant activement pour améliorer le contrôle moteur (Davarian *et al.*, 2012) et réduire le déséquilibre entre les extenseurs et les fléchisseurs. L'objectif est d'obtenir des muscles respiratoires, surtout le diaphragme, bien entraînés et fonctionnels, associés à une ceinture musculaire abdominale correctement musclée. Le but est aussi d'améliorer le

fonctionnement synchrone de tous les muscles respiratoires. Ceci permet lors de l'inspiration, d'augmenter d'une part la tension du fascia thoracolombaire et d'autre part la pression intra-abdominale (De Troyer, 1983; Hemborg *et al.*, 1985; Hodges and Gandevia, 2000b). Les viscères viennent alors soutenir la colonne lombaire, ce qui participe à maintenir sa bonne position (Tesh *et al.*, 1987; Hodges *et al.*, 2005), diminue l'instabilité (Hodges *et al.*, 2005) et, par une stimulation récurrente, améliore la proprioception lombaire (Mehling *et al.*, 2005; Janssens *et al.*, 2015). Une étude spécifique avec un protocole validé sera nécessaire afin de tester ce type de rééducation (annexe 1). Elle permettrait de travailler à la fois sur la fatigue musculaire, la proprioception et l'instabilité de la colonne lombaire et donc une meilleure efficacité dans la réhabilitation des patients atteints de LCA par un travail pluridimensionnel (figure 4). De plus, la respiration étant un phénomène vital et continu, une fois les muscles rééduqués le bénéfice serait constant et maintenu à chaque respiration, donc durable dans le temps et applicable à tous les sujets quelles que soient leur motivation et leur condition physique.

Figure 4 : les cibles de la rééducation respiratoire



Discussion

Il apparaît suite à cette étude de la littérature que les sujets atteints de LCA souffrent de troubles posturaux. Au défaut de stabilisation de la colonne lombaire et à la co-activation des muscles agonistes et antagonistes du tronc s'additionnent une altération de la proprioception de la région lombaire et une visuo dépendance accrue, ainsi qu'une surutilisation de la stratégie

posturale de cheville. L'accroissement de la visuodépendance semble être secondaire aux troubles proprioceptifs. L'entrée sensorielle proprioceptive étant déficiente, l'intégration centrale des différents systèmes se base plus sur la vision, plus fiable dans ces conditions. L'entrée vestibulaire et l'appareil manducateur ne sont pas suffisamment étudiés en rapport avec les LCA pour conclure sur un éventuel rôle.

Les limites de ces études sont pour plusieurs d'entre elles un nombre insuffisant de patients pour permettre de conclure, ainsi que la multiplicité des mesures et des conditions étudiées. Ainsi, certaines se contredisent et les revues de littérature tranchent rarement, et, lorsqu'elles le font, cela ne permet pas de déboucher sur des recommandations cliniques fortes.

Pour la prise en charge des patients souffrant de LCA, il convient en premier lieu de rappeler l'aspect pluridimensionnel des lombalgies chroniques aspécifiques, que nous avons volontairement laissé de côté lors de notre étude de la littérature. Pour mémoire, l'évaluation d'un patient consultant pour une lombalgie chronique doit nous faire en premier lieu éliminer une lombalgie symptomatique puis rechercher de l'anxiété, des symptômes dépressifs ou de fibromyalgie, des insomnies, une arthrose de hanche ou encore un trouble des articulations sacroiliaques (Bredow *et al.*, 2016). De plus, nous vérifierons l'absence d'inégalité de longueur des membres inférieurs. Si le patient en présente une il pourra être adressé à un podologue pour la confection d'orthèses plantaires. Pour les autres patients, il semble que l'association d'une rééducation motrice et proprioceptive soit intéressante. La rééducation par le travail respiratoire reste à objectiver mais serait aussi très prometteuse, permettant une approche causale, multimodale, accessible à tous et durable.

Références

Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klüber-Moffett J, Kovacs F, et al. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur. Spine J.* 2006; 15: s192–s300.

Akbari M, Sarrafzadeh J, Maroufi N, Haghani H. Changes in postural and trunk muscles responses in patients with chronic nonspecific low back pain during sudden upper limb loading. *Med. J. Islam. Repub. Iran* 2015; 29: 265.

Al-Obaidi SM, Al-Zoabi B, Al-Shuwaie N, Al-Zaabie N, Nelson RM. The influence of pain and pain-related fear and disability beliefs on walking velocity in chronic low back pain. *Int. J. Rehabil. Res. Int. Z. Für Rehabil. Rev. Int. Rech. Réadapt.* 2003; 26: 101–108.

Ardic FN, Latt LD, Redfern MS. Paraspinal muscle response to electrical vestibular stimulation. *Acta Otolaryngol. (Stockh.)* 2000; 120: 39–46.

Asell M, Sjölander P, Kerschbaumer H, Djupsjöbacka M. Are lumbar repositioning errors larger among patients with chronic low back pain compared with asymptomatic subjects? *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2006; 87: 1170–1176.

Babina R, Mohanty PP, Pattnaik M. Effect of thoracic mobilization on respiratory parameters in chronic non-specific low back pain: A randomized controlled trial. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2016; 29: 587–595.

Baldini A, Beraldi A, Nota A, Danelon F, Ballanti F, Longoni S. Gnathological postural treatment in a professional basketball player: a case report and an overview of the role of dental occlusion on performance. *Ann. Stomatol. (Roma)* 2012; 3: 51–58.

Baldini A, Nota A, Tripodi D, Longoni S, Cozza P. Evaluation of the correlation between dental occlusion and posture using a force platform. *Clinics* 2013; 68: 45–49.

Beeckmans N, Vermeersch A, Lysens R, Van Wambeke P, Goossens N, Thys T, et al. The presence of respiratory disorders in individuals with low back pain: A systematic review. *Man. Ther.* 2016; 26: 77–86.

Betsch M, Wild M, Große B, Rapp W, Horstmann T. The effect of simulating leg length inequality on spinal posture and pelvic position: a dynamic rasterstereographic analysis. *Eur. Spine J. Off. Publ. Eur. Spine Soc. Eur. Spinal Deform. Soc. Eur. Sect. Cerv. Spine Res. Soc.* 2012; 21: 691–697.

Bredow J, Bloess K, Oppermann J, Boese CK, Löhner L, Eysel P. [Conservative treatment of nonspecific, chronic low back pain : Evidence of the efficacy - a systematic literature review]. *Orthopäde* 2016; 45: 573–578.

Brumagne S, Cordo P, Lysens R, Verschueren S, Swinnen S. The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. *Spine* 2000; 25: 989–994.

Brumagne S, Cordo P, Verschueren S. Proprioceptive weighting changes in persons with low back pain and elderly persons during upright standing. *Neurosci. Lett.* 2004; 366: 63–66.

Brumagne S, Janssens L, Knapen S, Claeys K, Suuden-Johanson E. Persons with recurrent low back pain exhibit a rigid postural control strategy. *Eur. Spine J. Off. Publ. Eur. Spine Soc. Eur. Spinal Deform. Soc. Eur. Sect. Cerv. Spine Res. Soc.* 2008; 17: 1177–1184.

Chaléat-Valayer E, Mac-Thiong J-M, Paquet J, Berthonnaud E, Siani F, Roussouly P. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain. *Eur. Spine J. Off. Publ. Eur. Spine Soc. Eur. Spinal Deform. Soc. Eur. Sect. Cerv. Spine Res. Soc.* 2011; 20 Suppl 5: 634–640.

Chinappi AS, Getzoff H. Chiropractic/dental cotreatment of lumbosacral pain with temporomandibular joint involvement. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 1996; 19: 607–612.

Chun S-W, Lim C-Y, Kim K, Hwang J, Chung SG. The relationships between low back pain and lumbar lordosis: a systematic review and meta-analysis. *Spine J. Off. J. North Am. Spine Soc.* 2017

Chuter V, Spink M, Searle A, Ho A. The effectiveness of shoe insoles for the prevention and treatment of low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2014; 15: 140.

Claeys K, Dankaerts W, Janssens L, Pijnenburg M, Goossens N, Brumagne S. Young individuals with a more ankle-steered proprioceptive control strategy may develop mild non-specific low back pain. *J. Electromyogr. Kinesiol. Off. J. Int. Soc. Electrophysiol. Kinesiol.* 2015; 25: 329–338.

Colloca CJ, Hinrichs RN. The biomechanical and clinical significance of the lumbar erector spinae flexion-relaxation phenomenon: a review of literature. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2005; 28: 623–631.

Davarian S, Maroufi N, Ebrahimi I, Farahmand F, Parnianpour M. Trunk muscles strength and endurance in chronic low back pain patients with and without clinical instability. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2012; 25: 123–129.

Day BL, Séverac Cauquil A, Bartolomei L, Pastor MA, Lyon IN. Human body-segment tilts induced by galvanic stimulation: a vestibularly driven balance protection mechanism. *J. Physiol.* 1997; 500 (Pt 3): 661–672.

De Troyer A. Mechanical role of the abdominal muscles in relation to posture. *Respir. Physiol.* 1983; 53: 341–353.

Delcambre B, Jeantet M, LAversin S. Recos lombalgie pour site web.doc - lombalgie_dec2000_recos.pdf [Internet]. 2000[cited 2017 Jul 8] Available from: https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/lombalgie_dec2000_recos.pdf

Driscoll T, Jacklyn G, Orchard J, Passmore E, Vos T, Freedman G, et al. The global burden of occupationally related low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Ann. Rheum. Dis.* 2014; 73: 975–981.

van Drunen P, van der Helm FCT, van Dieën JH, Happee R. Trunk stabilization during sagittal pelvic tilt: from trunk-on-pelvis to trunk-in-space due to vestibular and visual feedback. *J. Neurophysiol.* 2016; 115: 1381–1388.

Engel RM, Vemulpad S. The effect of combining manual therapy with exercise on the respiratory function of normal individuals: a randomized control trial. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2007; 30: 509–513.

Etemadi Y, Salavati M, Arab AM, Ghanavati T. Balance recovery reactions in individuals with recurrent nonspecific low back pain: Effect of attention. *Gait Posture* 2016; 44: 123–127.

Faag C, Bergenius J, Forsberg C, Langius-Eklöf A. Symptoms experienced by patients with peripheral vestibular disorders: evaluation of the Vertigo Symptom Scale for clinical application. *Clin. Otolaryngol. Off. J. ENT-UK Off. J. Neth. Soc. Oto-Rhino-Laryngol. Cervico-Facial Surg.* 2007; 32: 440–446.

Fernandes R, Armada-da-Silva P, Pool-Goudaazward A, Moniz-Pereira V, Veloso AP. Test-retest reliability and minimal detectable change of three-dimensional gait analysis in chronic low back pain patients. *Gait Posture* 2015; 42: 491–497.

Friberg O. Clinical symptoms and biomechanics of lumbar spine and hip joint in leg length inequality. *Spine* 1983; 8: 643–651.

Gagey PM, Weber B. *Posturologie; Régulation et dérèglements de la station debout*. 1995.

Gawda P, Dmoszyńska-Graniczka M, Pawlak H, Cybulski M, Kiełbus M, Majcher P, et al. Evaluation of influence of stretching therapy and ergonomic factors on postural control in patients with chronic non-specific low back pain. *Ann. Agric. Environ. Med. AAEM* 2015; 22: 142–146.

Ghamkhar L, Kahlaee AH. Trunk muscles activation pattern during walking in subjects with and without chronic low back pain: a systematic review. *PM R* 2015; 7: 519–526.

Gill KP, Callaghan MJ. The measurement of lumbar proprioception in individuals with and without low back pain. *Spine* 1998; 23: 371–377.

Gombatto SP, Brock T, DeLork A, Jones G, Madden E, Rinere C. Lumbar spine kinematics during walking in people with and people without low back pain. *Gait Posture* 2015; 42: 539–544.

Götze M, Ernst M, Koch M, Blickhan R. Influence of chronic back pain on kinematic reactions to unpredictable arm pulls. *Clin. Biomech. Bristol Avon* 2015; 30: 290–295.

Hamacher D, Hamacher D, Herold F, Schega L. Are there differences in the dual-task walking variability of minimum toe clearance in chronic low back pain patients and healthy controls? *Gait Posture* 2016; 49: 97–101.

Hamacher D, Hamacher D, Krowicki M, Schega L. Gait Variability in Chronic Back Pain Sufferers With Experimentally Diminished Visual Feedback: A Pilot Study. *J. Mot. Behav.* 2016; 48: 205–208.

Hamacher D, Hamacher D, Schega L. A cognitive dual task affects gait variability in patients suffering from chronic low back pain. *Exp. Brain Res.* 2014; 232: 3509–3513.

Havran M, Scholten JD, Breuer P, Lundberg J, Kochersberger G, Newman D, et al. Deconstructing Chronic Low Back Pain in the Older Adult-Step-by-Step Evidence and Expert-Based Recommendations for Evaluation and Treatment: Part XII: Leg Length Discrepancy. *Pain Med. Malden Mass* 2016; 17: 2230–2237.

Hemborg B, Moritz U, Löwing H. Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity during lifting. IV. The causal factors of the intra-abdominal pressure rise. *Scand. J. Rehabil. Med.* 1985; 17: 25–38.

Henry SM, Hitt JR, Jones SL, Bunn JY. Decreased limits of stability in response to postural perturbations in subjects with low back pain. *Clin. Biomech. Bristol Avon* 2006; 21: 881–892.

Hodges PW. Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Man. Ther.* 1999; 4: 74–86.

Hodges PW, Eriksson AEM, Shirley D, Gandevia SC. Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *J. Biomech.* 2005; 38: 1873–1880.

Hodges PW, Gandevia SC. Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *J. Physiol.* 2000a; 522 Pt 1: 165–175.

Hodges PW, Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *J. Appl. Physiol. Bethesda Md* 1985 2000b; 89: 967–976.

Hodges PW, Heijnen I, Gandevia SC. Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *J. Physiol.* 2001; 537: 999–1008.

Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine* 1996; 21: 2640–2650.

Hodges PW, Richardson CA. Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *J. Spinal Disord.* 1998; 11: 46–56.

Hodges PW, Sapsford R, Pengel LHM. Postural and respiratory functions of the pelvic floor muscles. *NeuroUrol. Urodyn.* 2007; 26: 362–371.

Horak FB, Buchanan J, Creath R, Jeka J. Vestibulospinal control of posture. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2002; 508: 139–145.

Horak FB, Hlavacka F. Somatosensory loss increases vestibulospinal sensitivity. *J. Neurophysiol.* 2001; 86: 575–585.

Hoy D, Brooks P, Blyth F, Buchbinder R. The Epidemiology of low back pain. *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 2010; 24: 769–781.

Hoy D, March L, Brooks P, Blyth F, Woolf A, Bain C, et al. The global burden of low back pain: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Ann. Rheum. Dis.* 2014; 73: 968–974.

Jacobs JV, Henry SM, Jones SL, Hitt JR, Bunn JY. A history of low back pain associates with altered electromyographic activation patterns in response to perturbations of standing balance. *J. Neurophysiol.* 2011; 106: 2506–2514.

Jacobs JV, Roy CL, Hitt JR, Popov RE, Henry SM. Neural mechanisms and functional correlates of altered postural responses to perturbed standing balance with chronic low back pain. *Neuroscience* 2016; 339: 511–524.

Jafari H, Courtois I, Van den Bergh O, Vlaeyen JWS, Van Diest I. Pain and respiration: a systematic review. *Pain* 2017; 158: 995–1006.

Janssens L, Brumagne S, McConnell AK, Hermans G, Troosters T, Gayan-Ramirez G. Greater diaphragm fatigability in individuals with recurrent low back pain. *Respir. Physiol. Neurobiol.* 2013; 188: 119–123.

Janssens L, Brumagne S, Polspoel K, Troosters T, McConnell A. The effect of inspiratory muscles fatigue on postural control in people with and without recurrent low back pain. *Spine* 2010; 35: 1088–1094.

Janssens L, McConnell AK, Pijnenburg M, Claeys K, Goossens N, Lysens R, et al. Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2015; 47: 12–19.

Johanson E, Brumagne S, Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, Pääsuke M. The effect of acute back muscle fatigue on postural control strategy in people with and without recurrent low back pain. *Eur. Spine J. Off. Publ. Eur. Spine Soc. Eur. Spinal Deform. Soc. Eur. Sect. Cerv. Spine Res. Soc.* 2011; 20: 2152–2159.

Jones SL, Hitt JR, DeSarno MJ, Henry SM. Individuals with non-specific low back pain in an active episode demonstrate temporally altered torque responses and direction-specific enhanced muscle activity following unexpected balance perturbations. *Exp. Brain Res.* 2012; 221: 413–426.

Kakushima M, Miyamoto K, Shimizu K. The effect of leg length discrepancy on spinal motion during gait: three-dimensional analysis in healthy volunteers. *Spine* 2003; 28: 2472–2476.

Kang J-I, Jeong D-K, Choi H. Effect of exhalation exercise on trunk muscle activity and Oswestry disability index of patients with chronic low back pain. *J. Phys. Ther. Sci.* 2016; 28: 1738–1742.

- Kankaanpää M, Taimela S, Laaksonen D, Hänninen O, Airaksinen O. Back and hip extensor fatigability in chronic low back pain patients and controls. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 1998; 79: 412–417.
- Kendall JC, Bird AR, Azari MF. Foot posture, leg length discrepancy and low back pain--their relationship and clinical management using foot orthoses--an overview. *Foot Edinb. Scotl.* 2014; 24: 75–80.
- Kiers H, van Dieën JH, Brumagne S, Vanhees L. Postural sway and integration of proprioceptive signals in subjects with LBP. *Hum. Mov. Sci.* 2015; 39: 109–120.
- Kim D-H, Park J-K, Jeong M-K. Influences of posterior-located center of gravity on lumbar extension strength, balance, and lumbar lordosis in chronic low back pain. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2014; 27: 231–237.
- Kolar P, Sulc J, Kyncl M, Sanda J, Cakrt O, Andel R, et al. Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2012; 42: 352–362.
- Kuo Y-L, Huang K-Y, Chiang P-T, Lee P-Y, Tsai Y-J. Steadiness of Spinal Regions during Single-Leg Standing in Older Adults with and without Chronic Low Back Pain. *PloS One* 2015; 10: e0128318.
- Lacour M. Physiologie de l'équilibre: des modèles génétiques aux conceptions cognitivistes [Internet]. *Encycl. Méd.-Chir. Podol.* 9 1 1 2013; 7[cited 2017 Jul 8] Available from: https://www.researchgate.net/profile/Michel_Lacour/publication/257696182_Fisiologia_del_equilibrio_de_los_modelos_geneticos_a_los_enfoques_cognitivistas/links/54b797bc0cf2bd04be33a9a9.pdf
- Lacour M, Borel L. Vestibular control of posture and gait. *Arch. Ital. Biol.* 1993; 131: 81–104.
- Lamoth CJC, Daffertshofer A, Meijer OG, Beek PJ. How do persons with chronic low back pain speed up and slow down? Trunk-pelvis coordination and lumbar erector spinae activity during gait. *Gait Posture* 2006; 23: 230–239.
- Lamoth CJC, Daffertshofer A, Meijer OG, Lorimer Moseley G, Wuisman PIJM, Beek PJ. Effects of experimentally induced pain and fear of pain on trunk coordination and back muscle activity during walking. *Clin. Biomech. Bristol Avon* 2004; 19: 551–563.
- Lamoth CJC, Meijer OG, Daffertshofer A, Wuisman PIJM, Beek PJ. Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control. *Eur. Spine J. Off. Publ. Eur. Spine Soc. Eur. Spinal Deform. Soc. Eur. Sect. Cerv. Spine Res. Soc.* 2006; 15: 23–40.
- Lamoth CJC, Stins JF, Pont M, Kerckhoff F, Beek PJ. Effects of attention on the control of locomotion in individuals with chronic low back pain. *J. Neuroengineering Rehabil.* 2008; 5: 13.
- Lee DC, Ham YW, Sung PS. Effect of visual input on normalized standing stability in subjects with recurrent low back pain. *Gait Posture* 2012; 36: 580–585.
- Lee S, Chan CK, Lam T, Lam C, Lau N, Lau RW, et al. Relationship between low back pain and lumbar multifidus size at different postures. *Spine* 2006; 31: 2258–2262.
- Letafatkar A, Nazarzadeh M, Hadadnezhad M, Farivar N. The efficacy of a HUBER exercise system mediated sensorimotor training protocol on proprioceptive system, lumbar movement control and quality of life in patients with chronic non-specific low back pain. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2017
- Li R, Wang N, Yan X, Wei K. Comparison of postural control between healthy subjects and individuals with nonspecific low back pain during exposure to visual stimulus. *Chin. Med. J. (Engl.)* 2014; 127: 1229–1234.

- Litvinenkova V, Hlavacka F. The visual feed-back gain influence upon the regulation of the upright posture in man. *Agressol. Rev. Int. Physio-Biol. Pharmacol. Appl. Aux Eff. Agression* 1973; 14: 95–99.
- Lomond KV, Jacobs JV, Hitt JR, DeSarno MJ, Bunn JY, Henry SM. Effects of low back pain stabilization or movement system impairment treatments on voluntary postural adjustments: a randomized controlled trial. *Spine J. Off. J. North Am. Spine Soc.* 2015; 15: 596–606.
- Lund T, Nydegger T, Schlenzka D, Oxland TR. Three-dimensional motion patterns during active bending in patients with chronic low back pain. *Spine* 2002; 27: 1865–1874.
- Mann L, Kleinpaul JF, Pereira Moro AR, Mota CB, Carpes FP. Effect of low back pain on postural stability in younger women: influence of visual deprivation. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2010; 14: 361–366.
- Mars F, Archambault PS, Feldman AG. Vestibular contribution to combined arm and trunk motion. *Exp. Brain Res.* 2003; 150: 515–519.
- Marshall PWM, Patel H, Callaghan JP. Gluteus medius strength, endurance, and co-activation in the development of low back pain during prolonged standing. *Hum. Mov. Sci.* 2011; 30: 63–73.
- Massé-Alarie H, Beaulieu L-D, Preuss R, Schneider C. Task-specificity of bilateral anticipatory activation of the deep abdominal muscles in healthy and chronic low back pain populations. *Gait Posture* 2015; 41: 440–447.
- Massé-Alarie H, Flamand VH, Moffet H, Schneider C. Corticomotor control of deep abdominal muscles in chronic low back pain and anticipatory postural adjustments. *Exp. Brain Res.* 2012; 218: 99–109.
- Mazaheri M, Coenen P, Parnianpour M, Kiers H, van Dieën JH. Low back pain and postural sway during quiet standing with and without sensory manipulation: a systematic review. *Gait Posture* 2013; 37: 12–22.
- McCaskey MA, Schuster-Amft C, Wirth B, de Bruin ED. Effects of postural specific sensorimotor training in patients with chronic low back pain: study protocol for randomised controlled trial. *Trials* 2015; 16: 571.
- McCaskey MA, Schuster-Amft C, Wirth B, Suica Z, de Bruin ED. Effects of proprioceptive exercises on pain and function in chronic neck- and low back pain rehabilitation: a systematic literature review. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2014; 15: 382.
- Mehling WE, Hamel KA, Acree M, Byl N, Hecht FM. Randomized, controlled trial of breath therapy for patients with chronic low-back pain. *Altern. Ther. Health Med.* 2005; 11: 44–52.
- Menz HB, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Hannan MT. Foot posture, foot function and low back pain: the Framingham Foot Study. *Rheumatol. Oxf. Engl.* 2013; 52: 2275–2282.
- Mientjes MI, Frank JS. Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clin. Biomech. Bristol Avon* 1999; 14: 710–716.
- Miura T, Yamanaka M, Ukishiro K, Tohyama H, Saito H, Samukawa M, et al. Individuals with chronic low back pain do not modulate the level of transversus abdominis muscle contraction across different postures. *Man. Ther.* 2014; 19: 534–540.
- Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Hip strategy for balance control in quiet standing is reduced in people with low back pain. *Spine* 2004; 29: E107-112.
- Newcomer KL, Jacobson TD, Gabriel DA, Larson DR, Brey RH, An K-N. Muscle activation patterns in subjects with and without low back pain. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2002; 83: 816–821.

- Nies N, Sinnott PL. Variations in balance and body sway in middle-aged adults. Subjects with healthy backs compared with subjects with low-back dysfunction. *Spine* 1991; 16: 325–330.
- Oie KS, Kiemel T, Jeka JJ. Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. *Brain Res. Cogn. Brain Res.* 2002; 14: 164–176.
- O’Leary CB, Cahill CR, Robinson AW, Barnes MJ, Hong J. A systematic review: the effects of podiatrical deviations on nonspecific chronic low back pain. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2013; 26: 117–123.
- O’Sullivan K, Verschueren S, Van Hoof W, Ertanir F, Martens L, Dankaerts W. Lumbar repositioning error in sitting: healthy controls versus people with sitting-related non-specific chronic low back pain (flexion pattern). *Man. Ther.* 2013; 18: 526–532.
- Pakzad M, Fung J, Preuss R. Pain catastrophizing and trunk muscle activation during walking in patients with chronic low back pain. *Gait Posture* 2016; 49: 73–77.
- Papuga MO, Cambron J. Foot orthotics for low back pain: The state of our understanding and recommendations for future research. *Foot Edinb. Scotl.* 2016; 26: 53–57.
- Perinetti G, Primozic J, Manfredini D, Di Lenarda R, Contardo L. The diagnostic potential of static body-sway recording in orthodontics: a systematic review. *Eur. J. Orthod.* 2013; 35: 696–705.
- Perrin EC, Newacheck P, Pless IB, Drotar D, Gortmaker SL, Leventhal J, et al. Issues involved in the definition and classification of chronic health conditions. *Pediatrics* 1993; 91: 787–793.
- Popa T, Bonifazi M, Della Volpe R, Rossi A, Mazzocchio R. Adaptive changes in postural strategy selection in chronic low back pain. *Exp. Brain Res.* 2007; 177: 411–418.
- Radebold A, Cholewicki J, Panjabi MM, Patel TC. Muscle response pattern to sudden trunk loading in healthy individuals and in patients with chronic low back pain. *Spine* 2000; 25: 947–954.
- Radebold A, Cholewicki J, Polzhofer GK, Greene HS. Impaired postural control of the lumbar spine is associated with delayed muscle response times in patients with chronic idiopathic low back pain. *Spine* 2001; 26: 724–730.
- Rani B, Mohanty PP, Pattnaik M. Effect of thoracic mobilization on respiratory parameters in chronic non-specific low back pain: A randomized controlled trial. *J. Back Musculoskelet. Rehabil.* 2016
- Rausch Osthoff A-K, Ernst MJ, Rast FM, Mauz D, Graf ES, Kool J, et al. Measuring lumbar reposition accuracy in patients with unspecific low back pain: systematic review and meta-analysis. *Spine* 2015; 40: E97–E111.
- Reeves NP, Cholewicki J, Narendra KS. Effects of reflex delays on postural control during unstable seated balance. *J. Biomech.* 2009; 42: 164–170.
- Reeves NP, Everding VQ, Cholewicki J, Morrisette DC. The effects of trunk stiffness on postural control during unstable seated balance. *Exp. Brain Res.* 2006; 174: 694–700.
- Ruhe A, Fejer R, Walker B. Is there a relationship between pain intensity and postural sway in patients with non-specific low back pain? *BMC Musculoskelet. Disord.* 2011a; 12: 162.
- Ruhe A, Fejer R, Walker B. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *Eur. Spine J. Off. Publ. Eur. Spine Soc. Eur. Spinal Deform. Soc. Eur. Sect. Cerv. Spine Res. Soc.* 2011b; 20: 358–368.

- Salavati M, Akhbari B, Takamjani IE, Bagheri H, Ezzati K, Kahlaee AH. Effect of spinal stabilization exercise on dynamic postural control and visual dependency in subjects with chronic non-specific low back pain. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 2016; 20: 441–448.
- Sherafat S, Salavati M, Takamjani IE, Akhbari B, Rad SM, Mazaheri M, et al. Effect of dual-tasking on dynamic postural control in individuals with and without nonspecific low back pain. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2014; 37: 170–179.
- da Silva RA, Vieira ER, Carvalho CE, Oliveira MR, Amorim CF, Neto EN. Age-related differences on low back pain and postural control during one-leg stance: a case-control study. *Eur. Spine J. Off. Publ. Eur. Spine Soc. Eur. Spinal Deform. Soc. Eur. Sect. Cerv. Spine Res. Soc.* 2016; 25: 1251–1257.
- Sipko T, Kuczyński M. Intensity of chronic pain modifies postural control in low back patients. *Eur. J. Pain Lond. Engl.* 2013; 17: 612–620.
- Smith MD, Russell A, Hodges PW. Disorders of breathing and continence have a stronger association with back pain than obesity and physical activity. *Aust. J. Physiother.* 2006; 52: 11–16.
- Solau-Gervais E, Fautrel B, Sellam J, Perrot S. COFER : Collège Français des Enseignants en Rhumatologie [Internet]. 2016[cited 2016 Jul 3] Available from: http://umvf.omsk-osma.ru/rhumatologie/2eme_cycle/items/item_65.htm
- Sterling M, Jull G, Wright A. The effect of musculoskeletal pain on motor activity and control. *J. Pain Off. J. Am. Pain Soc.* 2001; 2: 135–145.
- Stolbkov IK, Gerasimenko IP. [Vestibular influences on human locomotion: results obtained using galvanic vestibular stimulation]. *Ross. Fiziol. Zhurnal Im. IM Sechenova Ross. Akad. Nauk* 2014; 100: 684–698.
- Suehiro T, Mizutani M, Ishida H, Kobara K, Osaka H, Watanabe S. Individuals with chronic low back pain demonstrate delayed onset of the back muscle activity during prone hip extension. *J. Electromyogr. Kinesiol. Off. J. Int. Soc. Electrophysiol. Kinesiol.* 2015; 25: 675–680.
- Sung PS, Leininger PM. A kinematic and kinetic analysis of spinal region in subjects with and without recurrent low back pain during one leg standing. *Clin. Biomech. Bristol Avon* 2015; 30: 696–702.
- Swan L, Otani H, Loubert PV. Reducing postural sway by manipulating the difficulty levels of a cognitive task and a balance task. *Gait Posture* 2007; 26: 470–474.
- Tesh KM, Dunn JS, Evans JH. The abdominal muscles and vertebral stability. *Spine* 1987; 12: 501–508.
- Türp JC, Kowalski CJ, Stohler CS. Temporomandibular disorders--pain outside the head and face is rarely acknowledged in the chief complaint. *J. Prosthet. Dent.* 1997; 78: 592–595.
- Vallier G. *Traité de posturologie clinique et thérapeutique.* Posturopole; 2012.
- Van Daele U, Hagman F, Truijen S, Vorlat P, Van Gheluwe B, Vaes P. Decrease in postural sway and trunk stiffness during cognitive dual-task in nonspecific chronic low back pain patients, performance compared to healthy control subjects. *Spine* 2010; 35: 583–589.
- Vlaeyen JW, Seelen HA, Peters M, de Jong P, Aretz E, Beisiegel E, et al. Fear of movement/(re)injury and muscular reactivity in chronic low back pain patients: an experimental investigation. *Pain* 1999; 82: 297–304.
- della Volpe R, Popa T, Ginanneschi F, Spidalieri R, Mazzocchio R, Rossi A. Changes in coordination of postural control during dynamic stance in chronic low back pain patients. *Gait Posture* 2006; 24: 349–355.

Vostatek P, Novák D, Rychnovský T, Rychnovská S. Diaphragm postural function analysis using magnetic resonance imaging. *PloS One* 2013; 8: e56724.

Wand BM, Parkitny L, O'Connell NE, Luomajoki H, McAuley JH, Thacker M, et al. Cortical changes in chronic low back pain: current state of the art and implications for clinical practice. *Man. Ther.* 2011; 16: 15–20.

Willigenburg NW, Kingma I, van Dieën JH. Precision control of an upright trunk posture in low back pain patients. *Clin. Biomech. Bristol Avon* 2012; 27: 866–871.

Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture* 2002; 16: 1–14.

Yahia A, Jribi S, Ghroubi S, Elleuch M, Baklouti S, Habib Elleuch M. Evaluation of the posture and muscular strength of the trunk and inferior members of patients with chronic lumbar pain. *Jt. Bone Spine Rev. Rhum.* 2011; 78: 291–297.

Annexe 1 : proposition d'un protocole de recherche sur la rééducation respiratoire dans la prise en charge des patients souffrant de lombalgies chroniques aspécifiques

Objectif de l'étude : comparer un protocole de rééducation respiratoire à la prise en charge de kinésithérapie standard pour la réhabilitation des patients souffrant de lombalgies chroniques aspécifiques.

Population étudiée : patients présentant des lombalgies chroniques aspécifiques (LCA) ; symptômes de douleurs lombaires sans sciatalgies, durant depuis de plus de trois mois, sans cause retrouvée à l'imagerie, âgés de 18 à 60ans.

Critères d'inclusion : âge entre 18 et 60ans, douleur depuis trois mois ou plus, absence de pathologie sous jacente (imagerie pour confirmer, radiographies au minimum)

Critères d'exclusion : âge > 60ans, douleur < 3mois, pathologie sous jacente (inflammatoire, tumorale...), antécédents de chirurgie lombaire, antécédents psychiatriques, obésité (IMC >30), grossesse, sciatalgies

Recrutement : kinésithérapeutes, médecins généralistes

Groupes : Groupe rééducation respiratoire (RR) : 40 patients atteints de LCA (minimum 30 pour analyse statistique, en prendre plus en cas de perte de vue)

Groupe témoin (T) : 40 patients atteints de LCA

Examen des patients : examen clinique médical standard complet dont un examen neurologique (afin d'éliminer les lombalgies chroniques symptomatiques)

Rechercher chez tous les patients un trouble proprioceptif lombaire : analyse tridimensionnelle pour analyser la marche, électromyographie de surface des muscles abdominaux afin de détecter des co-activation des muscles agonistes et antagonistes et de mesurer leur activité.

Mesures stabilométriques et condition yeux fermés pour sensibiliser les tests, et yeux ouverts avec une tâche cognitive. Attention bras ballants et pas de feedback. Mesure des oscillations posturales, de la vitesse de déplacement du centre de pression, de ses excursions.

Mesures de la force inspiratoire et expiratoire avec un transducteur électronique de pression.

Questionnaire d'évaluation de la douleur et de son impact sur la vie quotidienne des patients : questionnaire Oswestry traduit en français (Vogler *et al.*, 2008) : avant le traitement et après les 14 séances puis lors des réévaluations à trois et six mois (évaluation de la durabilité dans le temps)

Protocole :

Groupe RR : deux séances par semaine de rééducation respiratoire 30min + exercices de stabilisation de la colonne lombaire 15min

Groupe T : deux séances par semaine de kinésithérapie standard (massages, étirements ou autres) 30min + exercices de stabilisation de la colonne lombaire 15min

Durée de recueil : 7 semaines (durée standard de prise en charge kinésithérapeutique des LCA entre 10 et 15séances), correspondant à 14 séances de 30 minutes en tout.

Evaluation des patients à l'inclusion, puis renouveler les tests à 7 semaines, trois mois et six mois.

Détails de prise en charge : exercices de stabilisation de la colonne lombaire selon un protocole élaboré par un ou plusieurs MKDE pour harmoniser les pratiques entre les deux groupes si plusieurs MKDE sont amenés à prendre en charge les patients

Les exercices de kinésithérapie standard seront eux aussi réalisés selon les recommandations de l'HAS par exemple, étirements, exercices fonctionnels, entretien articulaire, éducation posturale, massages, tractions vertébrales... (Abalea *et al.*, 2005).

Rééducation respiratoire : tout d'abord effectuer une première séance pour apprentissage d'une respiration complète par les patients. On décomposera le temps inspiratoire en trois temps, d'abord la paroi abdominale antérieure sera projetée en avant par la contraction et donc l'abaissement du diaphragme. Utilisation d'un feedback sensitif manuel par le thérapeute pour prendre conscience de ce temps, ne pas laisser trop la paroi abdominale se distendre afin d'obtenir un soutien lombaire plus important. Second temps, élévation des 6 dernières côtes et augmentation du diamètre du thorax en antéropostérieur mais surtout en transversal. Idem feedback manuel. Troisième temps élévation des côtes supérieures avec amplitude du mouvement modérée (intervention des scalènes pour maintenir la partie supérieure des poumons en inspiration mais non mise en jeu des autres muscles inspiratoires accessoires)(Pinet, 2005). Phase expiratoire passive qui commence par le relâchement du diaphragme.

Rééducation inspiratoire : entraînement des muscles inspiratoires à haute intensité, travail jusqu'à 60% de la force maximale d'inhalation (utilisation du transducteur électronique de pression). 5*2min (Janssens *et al.*, 2015)

Entraînement des muscles expiratoires 10min d'exercice physique aérobie (recrutement des muscles expiratoires lors de l'activité physique + intérêt propre de l'activité physique dans la prise en charge des LCA (Pinet, 2005; Airaksinen *et al.*, 2006)

Puis 5*2min de respiration complète calme avec feedback manuel, l'objectif étant d'obtenir une respiration de plus en plus longue et continue, en respectant 2/3 du temps pour la phase inspiratoire et un tiers pour la phase expiratoire (Massonet, 2015).

Abalea C, Boitel L, Brudon F. Proposition de présentation des documents de recommandations et références professionnelles - Lombalgie_2005_rap.pdf [Internet]. 2005[cited 2017 Aug 6] Available from: https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/Lombalgie_2005_rap.pdf

Airaksinen O, Brox JI, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klaber-Moffett J, Kovacs F, et al. Chapter 4 European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *Eur. Spine J.* 2006; 15: s192–s300.

Janssens L, McConnell AK, Pijnenburg M, Claeys K, Goossens N, Lysens R, et al. Inspiratory muscle training affects proprioceptive use and low back pain. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2015; 47: 12–19.

Massonet. VENTILATION - RESPIRATION - respiration-2015_1421938161720-pdf [Internet]. 2015[cited 2017 Aug 7] Available from: http://lyon-sud.univ-lyon1.fr/medias/fichier/respiration-2015_1421938161720-pdf

Pinet C. Structure, action et recrutement à l'exercice des muscles respiratoires - EM|consulte [Internet]. 2005[cited 2017 Aug 6] Available from: <http://www.em-consulte.com/rmr/article/156989>

Vogler D, Paillex R, Norberg M, Goumoëns P de, Cabri J. Validation transculturelle de l' Oswestry disability index en français [Internet]. /data/revues/01686054/00510005/08000688/ 2008[cited 2017 Aug 6] Available from: <http://www.em-consulte.com/en/article/179134>

Annexe 2 : méthodologie

Recherche bibliographique réalisée sur PubMed et Google scholar de janvier à mai 2017.

Recherche : * posture chronic low back pain, ou chronic and low back pain and posture, ou chronic lumbalgia posture ou chronic and lumbalgia and posture. Résultats 364 ; éliminés sur le titre : 219, lus : 148 (gardés 77, éliminés 70, non retrouvés 1)

Recherche : * CLBP + orthodontic, periodontal ligament, periodontic, periodontal receptors, gutter, manducation, gnathos : 0 résultats

* CLBP + dentistry résultats 57 ; éliminés 54, lus 3 (éliminés 2, gardés 1)

* CLBP + dental résultats 47 ; éliminés 40 (dont 11 doublons) lus 7 (éliminés 3, gardés 3, non retrouvé 1)

* CLBP + teeth, tooth : résultats 8 ; éliminés 8

* CLBP + gum, résultats 3 ; éliminés 3 (dont un doublon)

* CLBP + occlusion : résultats 17 ; éliminés 15, lus et gardés 2

Recherche : * CLBP + proprioception : résultats 142 ; éliminés 95 (dont 40 doublons), lus 45 (éliminés 20, gardés 25, non retrouvés 2)

Recherche : * postural activity of the diaphragm, résultats 59 ; éliminés 40 dont doublons, lus 7 (gardés 3 éliminés 4)

Recherche : * role of vestibule posture, résultats 170, éliminés 130, lus 45, gardés 9

Recherche : * CLBP + eyes+ posture : résultats 16, éliminés 14 dont 12 doublons, gardés 2

* CLBP + vision+ posture : résultats 5, éliminés 5 dont 4 doublons

* CLBP + vision : résultats 26, éliminés 22 dont 3 doublons, lus 4 (gardés 2 éliminés 2)

* CLBP + ortoptics : 0 résultats

* CLBP + eye therapy : résultats 7, éliminés 6 dont 2 doublons, gardés 1

Recherche : * CLBP + feet : résultats 104, éliminés 86 dont 14 doublons, lus 18 (éliminés 10, gardés 8)

- * CLBP + foot : résultats 82, éliminés 81 (dont 37 doublons) lu 1 éliminé 1
- * CLBP + podiatry : résultats 7, éliminés 6 (dont 3 doublons) lu 1 gardé 1
- * CLBP + foot orthose(s) : résultats 8, éliminés 8 (dont 7 doublons)
- * CLBP + insole(s) : résultats 2, lus 2 (gardé 1 éliminé 1)
- * CLBP + orthotics : résultats 12, éliminés 9 (6 doublons), lus 2 (éliminé 1, gardé 1)
- * CLBP + hyperpronation : résultat 1 gardé 1

Recherche manuelle : 64 ; éliminés 30, gardés 27, non retrouvés 7 (google, google scholar, cochrane, BU, scihub)

Les lombalgies chroniques aspécifiques peuvent-elles être liées à des troubles posturaux et améliorées par leur correction ?

Soutenance le 14 septembre 2017 à la faculté de médecine de Toulouse Rangueil

Les lombalgies chroniques aspécifiques sont un défi de santé publique. Leur principal impact vient de la morbidité qu'elles engendrent. Il n'existe pas actuellement de prise en charge efficace car les soins proposés sont seulement symptomatiques. L'objectif de cette revue est de rechercher si des désordres du système postural peuvent être associés à ces lombalgies, et si leur correction permet un traitement durable. Pour cela, nous avons recherché les études dans Pubmed et Google Scholar et sélectionné celles qui apportaient des éléments de réponse pour chaque entrée du système postural. En découle la mise en évidence de troubles proprioceptifs dont la prise en charge améliore la douleur, les autres entrées sensorielles étant peu documentées. Le faible nombre de patients par étude nous empêche de conclure à une recommandation forte pour la prise en charge de ces sujets, mais la rééducation respiratoire serait une piste prometteuse.

Can non specific low back pain be related to postural impairments and improved by their treatment ?

Non specific chronic low back pain (NSCLBP) is a public health challenge in terms of morbidity. There is no efficient care currently provided because only symptomatic treatments are available. The aim of this review is to study if postural system impairments could be associated with NSCLBP, and if correcting them could improve pain durably. Database searches were conducted using PubMed and Google scholar and articles that concerned each source of postural informations were selected. Our investigations highlighted that the alteration of patients' proprioceptive perceptions is the main issue tackled by researchers and that their correction significantly improved pain. Therapeutic measures regarding others etiologies are less documented. Although most studies only include a few number of patients, thus preventing any attempt to provide new methods to treat NSCLBP, respiratory rehabilitation appears to be a promising lead.

Mots clefs : lombalgie chronique aspécifique, posturologie, respiration

Discipline administrative : MEDECINE GENERALE

Faculté de médecine de Rangueil – 133 route de Narbonne – 31062 Toulouse Cedex 04 - France