

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

**ADAPTATIONS MOTRICES LORS DE LA MONTÉE ET DESCENTE D'UN
ESCALIER CHEZ LES PERSONNES ATTEINTES DE LOMBALGIE
CHRONIQUE PRIMAIRE**

**MÉMOIRE DE RECHERCHE
COMME EXIGENCE PARTIELLE DE LA
MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE**

**PAR
GUILLAUME VADEZ**

OCTOBRE 2025

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire, de cette thèse ou de cet essai a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire, de sa thèse ou de son essai.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire, cette thèse ou cet essai. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire, de cette thèse et de son essai requiert son autorisation.

Résumé

Introduction: Chez les personnes atteintes de lombalgie chronique primaire (LCP), des stratégies neuromusculaires altérées, telles que la redistribution spatiale de l'activité musculaire lombaire, ont été observées, notamment lors d'efforts isométriques intenses. Toutefois, ces altérations sont généralement absentes ou non significatives lors de tâches fonctionnelles peu exigeantes, telles que la marche.

Objectif: Cette étude visait à déterminer si la distribution de l'activité musculaire lombaire et la cinématique du tronc diffèrent entre les individus avec LCP et un groupe contrôle lors d'une tâche dynamique et modérément exigeante : la montée et la descente d'escalier. Elle visait également à explorer la relation entre la distribution de l'activité musculaire et les facteurs psychologiques associés à la LCP.

Méthodologie: Quarante adultes (20 avec LCP, 20 contrôles) ont effectué 20 essais de montée et descente d'escalier. L'activité musculaire lombaire a été enregistrée à l'aide d'électromyographie de surface à haute densité (EMG-HD). Les angles du tronc et du bassin ont été mesurés en utilisant 48 marqueurs réfléchissants passifs. Finalement, des questionnaires biopsychosociaux ont été remplis par les participants atteints de LCP. La redistribution, l'amplitude de l'activité musculaire et les angles articulaires ont été analysés selon les phases de montée et de descente, ainsi qu'au cours des phases d'envol et de support. La redistribution de l'activité musculaire a été quantifiée par la localisation du centroïde, calculée selon l'axe médiolatéral (X) et l'axe craniocaudal (Y). Les données cinématiques de la jambe de préférence ont été normalisées de 0 à 100 % du cycle afin de permettre une analyse temporelle complète et la comparaison entre groupes et conditions à l'aide de la cartographie statistique paramétrique (SPM). Des tests de Mann-Whitney ont été utilisés pour comparer les

groupes pour les variables EMG, tandis que des tests de Shapiro–Wilk ont été réalisés pour les variables cinématiques. Des analyses de corrélation de Spearman ont été effectuées entre les variables EMG (RMS et centroïde) et les scores des questionnaires biopsychosociaux.

Résultats: Les participants atteints de LCP ont une redistribution spatiale de l'activité musculaire du côté gauche lors des deux phases de la montée, ainsi que pendant la phase d'envol de la descente comparativement au groupe contrôle. Une augmentation des amplitudes de l'activité musculaire a été observée de manière bilatérale chez les participants LCP, comparativement au groupe contrôle, pour toutes les tâches et phases, à l'exception de la phase de support de la descente. Aucune différence significative de la cinématique du tronc n'a été observée entre les groupes. Aucune relation significative n'a été trouvée entre la distribution de l'activité musculaire et les facteurs psychologiques.

Conclusion: Ces résultats suggèrent que les personnes atteintes de LCP présentent des stratégies neuromusculaires altérées lors de la montée et descente d'escalier, une tâche fonctionnelle modérément exigeante.

Mots clés : Lombalgie Chronique primaire, Électromyographie à haute densité, Adaptation neuromusculaire, Érecteur du rachis

Abstract

Introduction: Altered neuromuscular strategies, such as the spatial redistribution of lumbar muscle activity, have been observed in individuals with chronic primary low back pain (CLBP), especially during high-intensity isometric tasks. However, such changes are typically not reported during low-effort functional tasks such as walking.

Objective: This study aimed to determine whether lumbar muscle activity distribution and trunk kinematics differ between individuals with CLBP and a control group during a dynamic, moderately demanding task: stair ascent and descent. A secondary objective was to explore the relationship between muscle activity distribution and psychological factors associated with CLBP.

Methods: Forty adults (20 with CLBP, 20 controls) completed 20 trials of stair ascent and descent. Lumbar muscle activity was recorded using high-density surface electromyography (HDsEMG). Trunk and pelvis joint angles were measured with 48 passive reflective markers, and participants also completed a set of biopsychosocial questionnaires. Redistribution of muscle activity, muscles amplitudes, and joint angles were analyzed across both ascent and descent, as well as during the swing and stance phases. Redistribution of muscle activity was quantified by calculating the centroid location of muscle activity along the mediolateral (X) and craniocaudal (Y) axes. Kinematic data for trunk and pelvis joint angles, on the preferred leg, were time-normalized to 0–100% of the task cycle to allow for full-time series analysis using statistical parametric mapping (SPM). Mann–Whitney tests were used to compare the groups for the EMG variables, while Shapiro–Wilk tests were conducted for the

kinematic variables. Spearman correlation analyses were conducted between EMG variables (RMS and centroid) and the scores from biopsychosocial questionnaires.

Results: Participants with CLBP showed a spatial redistribution of muscle activity on the left side during both phases of stair ascent, and during the swing phase of descent, when compared with the control group. Higher RMS amplitudes were observed bilaterally in the CLBP group across all tasks and phases, except for the stance phase of descent, relative to the control group. No significant differences were found in trunk kinematics between groups. No associations were observed between muscle activity distribution and psychological factors.

Conclusion: These findings suggest that individuals with CLBP exhibit altered neuromuscular strategies during stair ambulation, a moderately challenging functional task.

Keywords: Chronic low back pain, High-density Electromyography, Neuromuscular adaptation, Erector Spinae

Table des Matières

Résumé	iii
Abstract	v
Table des Matières	vii
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	x
Liste des Annexes	xi
Introduction	1
Revue de la littérature	4
Impact psychologique et LCP	4
Montée et descente d’escalier et LCP	13
Problématique	18
Question de recherche	19
Objectif et hypothèses	19
Article: Motor Adaptations During Stair Ascent and Descent in Individuals with Chronic Primary Low Back Pain	21
Methodology	26
Participants	26
Preliminary participants’ assessment	26
Stair ascent and descent protocol	27
Data collection	28
HDsEMG	28
Kinematic/Kinetic	28
Signal Processing and Preparation	29
HDsEMG	30
Muscle activity amplitude	31
Centroid coordinates of muscle activity	31
Kinematics	32
Statistical Analyses	32
Results	33
HDsEMG	35
Redistribution of the centroid (mediolateral coordinates)	35
Redistribution of the centroid (craniocaudal coordinates)	36

Muscle amplitude activation (RMS).....	37
Kinematics.....	38
Discussion	40
Impact of LCP on redistribution of muscle activity	41
Impact of LCP on muscle amplitude	42
Kinematic.....	42
Limitations	43
Conclusion.....	44
Funding	44
Declaration of competing interest.....	44
Author Contributions	44
Rappel des objectifs.....	45
Rappel des hypothèses.....	45
Impact de la LCP sur la redistribution de l'activité musculaire.....	45
Impact de la LCP sur l'amplitude de l'activité musculaire	47
Cinématique	47
Limites	51
Référence.....	54

Liste des tableaux

Table 1: Participants' demographic characteristics	34
Table 2: Questionnaires score for both group	34
Table 3: Mean and SD for each variable of the lumbar extensor muscle on both left and right sides of the trunk.	36

Liste des figures

Figure 1: Modèle d'adaptation neuromusculaire à la douleur.....	8
Figure 2: Visualisation des étapes/phases du cycle de la marche.....	12
Figure 3: Phases du cycle de la montée et descente d'escalier	14
Figure 4: Comparaison de la cinématique du tronc, genou, cheville entre la montée/descente d'escalier et la marche chez une population sans douleur..	17
Figure 5: Illustration of stair ascent and descent during swing and stance phase	30
Figure 6: Normalized RMS value comparisons between participants with low back pain and healthy controls across multiple stair ascent and descent phases, for Leg 1. Conditions include swing and support phases during both ascent and descent	38
Figure 7: Kinematic Differences in Trunk and Pelvis Joint Angles During Ascent and Descent.....	39

Liste des Annexes

ANNEXE A.....	xiv
ANNEXE B.....	xvii
ANNEXE C.....	xviii
ANNEXE D.....	xx
ANNEXE E.....	xxii
ANNEXE F.....	xxv
ANNEXE G.....	xxvi

Liste des Abréviations

Abréviations	Définitions françaises et anglaises
ADM	Amplitude de mouvement (Range of Motion)
AP	Activité physique (Physical activity)
AVQ	Activité vie quotidienne (Activity Daily Living)
BMI	Indice de masse corporelle (Body Mass index)
LCP	Lombalgie chronique primaire (Chronic Primary Low back Pain)
EMG	Électromyographie (Electromyography)
EMG-HD	Électromyographie Haute-Densité (High-Density Electromyography)
FFT	Transformation de Fourier rapide (Fast Fourier Transform)
Kg	Kilogramme (kilogramme)
LCP	Lombalgie Chronique Primaire (Chronic primary Low back pain)
Mets-mins	Equivalents métaboliques (Metabolic Equivalent of Task)
n	Taille d'échantillon (Sample size)
ODI	Index d'incapacité Oswestry (Oswestry Disability Index)
p	Valeur de probabilité (Probability value)
RMS	Valeur Quadratique Moyenne (Root Mean Square)
SD	Écart-Type (Standard Deviation)
SnPM	Cartographie Non-paramétrique Statistique (Statistical Non-Parametric Mapping)
SPM	Cartographie Paramétrique Statistique (Statistical Parametric Mapping)
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

Stai_Y_anxiété_A	Inventaire d'anxiété – anxiété d'état (State-Trait Anxiety Inventory-state anxiety)
Stai_Y_anxiété_B	Inventaire d'anxiété – anxiété de trait (State-Trait Anxiety Inventory-trait anxiety)
T-test	Test t de Student (Student t-test)

Remerciement

J'aimerais tout d'abord remercier chaleureusement mon directeur, Jacques Abboud, ainsi que mon co-directeur, Gabriel Moisan, qui m'ont énormément appris durant ces deux années sur les compétences nécessaires pour devenir un bon chercheur. Vous êtes deux excellents professeurs, et c'est grâce à votre soutien et à vos conseils précieux que j'ai pu progresser. Merci également de m'avoir offert plusieurs opportunités de sortir de ma zone de confort afin de me rapprocher de mes objectifs.

Un grand merci à Élena, qui m'a accompagné tout au long de mon projet de recherche pendant ces deux années. Sans ton aide précieuse, je n'aurais jamais pu accomplir tout ce que je souhaitais. Merci pour ta patience, ta disponibilité à me faire découvrir de nombreux logiciels et outils de recherche, ainsi que pour ton soutien dans la résolution de nombreux problèmes techniques.

Je tiens également à remercier tous les étudiants du Labo 3604. Vous avez rendu ces nombreuses heures passées assis sur une chaise agréables grâce à vos magnifiques conversations durant l'heure du dîner. Vous ne réalisez probablement pas à quel point il est rassurant de pouvoir poser une question à n'importe qui et d'avoir une réponse détaillée, avec la certitude que la personne prendra le temps nécessaire pour s'assurer de notre compréhension. Merci spécialement à Yves, Émile, Julien, Catherine, Marie-Ève, Clément et Bastien.

Enfin, un merci particulier à Mathieu, car sans toi, je n'aurais jamais découvert le monde de la recherche. Sans notre rencontre, tu ne m'aurais jamais présenté tes travaux, et je n'aurais pas pris rendez-vous avec Jacques pour ce stage d'été, qui s'est finalement transformé en une maîtrise de deux ans.

Introduction

La lombalgie demeure la principale cause d'incapacité physique dans le monde pour tous les groupes d'âge et genres confondus. Toutefois, certaines études rapportent des variations selon le contexte socio-démographique et professionnel. (Alperovitch-Najenson et al., 2023; Kahere et al., 2022). En 2020, plus d'un 619 millions de cas de lombalgie ont été recensés à l'échelle mondiale cependant, il est prévu qu'en 2050, plus de 800 millions de personnes en souffriront dans le monde (Ferreira et al., 2023). La lombalgie se définit comme une douleur localisée entre la douzième côte et le pli fessier inférieur, pouvant irradier vers une ou deux jambes (Knezevic et al., 2021). Certaines personnes rapportent également des douleurs aux membres inférieurs (Knezevic et al., 2021). La lombalgie peut être aiguë, une douleur qui dure moins de 6 semaines, sous-aiguë, une douleur qui dure entre 6 et 12 semaines ou chronique, une douleur qui dure plus de 12 semaines (Nicholas et al., 2019).

La lombalgie est une condition complexe qui peut être classée en trois grandes catégories en fonction des mécanismes qui en sont à l'origine : la lombalgie nociceptive, la lombalgie neuropathique (radiculaire) et la lombalgie nociplastique (Knezevic et al., 2021; Nicholas et al., 2019). Ces trois types de lombalgie sont le reflet de mécanismes biologiques distincts qui peuvent coexister chez une même personne et évoluer au fil du temps.

La lombalgie nociceptive est causée par une lésion ou une irritation des tissus non nerveux, tels que les muscles, les ligaments, les articulations ou les os. Par exemple, une

entorse lombaire ou une hernie discale peuvent entraîner une douleur nociceptive (Knezevic et al., 2021). Ce type de douleur est généralement bien localisé et tend à s'exacerber lors de mouvements ou lors de l'application d'une pression externe (p. ex., palpation ou compression locale) sur la région affectée.

La lombalgie neuropathique (radiculaire), quant à elle, est provoquée par une lésion ou une maladie affectant le système nerveux somatosensoriel. Dans le contexte de la lombalgie, cela peut inclure une compression d'une racine nerveuse (comme dans le cas de la sciatique), une sténose spinale ou une lésion du nerf périphérique. Les patients atteints de lombalgie neuropathique décrivent souvent une douleur brûlante, des picotements, des engourdissements ou une faiblesse musculaire dans les régions innervées par les nerfs touchés (Baron et al., 2016). En raison de leur origine identifiable, les types de lombalgie nociceptive et neuropathique peuvent être regroupés sous le terme de lombalgie secondaire, c'est-à-dire une douleur attribuable à une cause identifiable (Kosek et al., 2021).

En revanche, la lombalgie nociplastique se caractérise par une altération de la nociception sans lésion tissulaire ou nerveuse évidente. Elle est souvent associée à une sensibilisation centrale, où le système nerveux devient hypersensible aux stimuli, amplifiant la perception de la douleur sans cause physique apparente (Paul et al., 2023). Ce type de douleur, fréquemment rencontré dans les cas de lombalgie chronique (LCP), se manifeste généralement par une douleur diffuse et persistante. Contrairement aux deux premiers types, la lombalgie nociplastique est classée comme une lombalgie primaire

(anciennement connue sous le nom de lombalgie non-spécifique), car elle ne peut pas être attribuée à une lésion structurelle clairement identifiable.

La LCP s'inscrit dans une perspective multifactorielle, reconnaissant l'interaction complexe entre les facteurs physiques, psychologiques et sociaux (Hartvigsen et al., 2018). Les déterminants sociaux, tels que le faible niveau d'éducation, le faible statut socio-économique, les conditions de travail exigeantes, le faible niveau d'activité physique et le tabagisme, constituent des facteurs de risque associés à l'évolution défavorable de la LCP (Alperovitch-Najenson et al., 2023; Karran et al., 2020). La LCP entraîne des limitations physiques dans les activités quotidiennes, comme la marche ou la montée d'escalier, et est généralement associée à des facteurs psychologiques négatifs, réduisant la qualité de vie des personnes atteintes (Anselmo et al., 2024). Ces limitations physiques pourraient être dues aux adaptations neuromusculaires (Dubois et al., 2011; Hodges & Tucker, 2011). Les facteurs psychologiques, notamment le stress, la dramatisation, l'anxiété et la dépression, jouent un rôle important dans la LCP en amplifiant la perception de la douleur et en diminuant les capacités physiques (Anselmo et al., 2024; Hartvigsen et al., 2018).

Revue de la littérature

Impact psychologique et la lombalgie chronique primaire

La LCP a un impact négatif sur la santé psychologique des individus qui en souffrent. Il existe une relation bidirectionnelle entre la douleur chronique et la détresse psychologique, où chacun de ces facteurs peut aggraver l'autre (Anselmo et al., 2024). Les personnes atteintes de LCP présentent fréquemment des symptômes d'anxiété, de dépression, de stress, et de dramatisation qui contribuent à la diminution de l'activité physique et à l'adoption de stratégies d'évitement, enclenchant un cycle d'inactivité qui mène à une perte progressive des capacités physiques (force, endurance, tolérance à l'effort) et ainsi à l'aggravation de la douleur et au déconditionnement physique (Scholich et al., 2012).

La dramatisation de la douleur, un facteur psychologique fréquemment observé chez les personnes atteintes de LCP, se traduit par des pensées négatives et excessives au sujet de la douleur (Meints et al., 2019). Elle contribue à une amplification de la douleur perçue et à une diminution de la qualité de vie (Meints et al., 2019; Scholich et al., 2012). Les études montrent une prévalence élevée de la dramatisation de la douleur chez les personnes atteintes de LCP. Par exemple, Ogunlana et al., 2015 ont observé que la majorité des personnes atteintes de LCP qui présentaient une incapacité physique modérée avait un haut niveau de dramatisation. Un niveau élevé de dramatisation est associé à un handicap pour les activités de la vie quotidiennes (AVQ) ($r = 0,39$) et à une moindre qualité de vie et capacité perçue ($r = -0,32$) à 6 mois, soutenant l'idée que les facteurs

psychologiques contribuent au déconditionnement (Anselmo et al., 2024; Scholich et al., 2012).

En plus de la dramatisation, l'anxiété est un autre facteur psychologique souvent associé à la LCP. Les personnes atteintes de LCP sont plus susceptibles de présenter des symptômes d'anxiété par rapport à la population sans LCP (40.2%) (Aaron et al., 2025; Hu et al., 2022), ce qui peut aggraver leur perception de la douleur et réduire leur capacité physique (Ge et al., 2022; L. C. Mok & Lee, 2008).

À l'opposé, le sentiment l'auto-efficacité, qui désigne la confiance en ses capacités à atteindre un objectif spécifique, représente un facteur psychologique positif dans la gestion de la LCP (Bandura & Wessels, 1994; Woby et al., 2004). Les personnes qui maintiennent une perception positive de leur capacité à gérer leur douleur rapportent des niveaux de douleur moins intenses et une meilleure capacité physique (Costa et al., 2011; Puschmann et al., 2020). Ainsi, les personnes qui ne considèrent pas leur douleur chronique comme un obstacle à leurs AVQ rapportent de meilleures performances physiques et une douleur moins importante que celles qui perçoivent leur état comme un frein. (Lee et al., 2015).

Impact physique et la lombalgie chronique primaire

Sur le plan physique, la LCP s'accompagne de modifications structurelles des muscles dos, en particulier des muscles multifides et des érecteurs du rachis (Hodges & Danneels, 2019; Matheve et al., 2023) (Figure 1). Ces changements incluent une atrophie

musculaire et une infiltration graisseuse. Les multifides sont des muscles profonds du dos, disposés en plusieurs couches et s'étendant de la base de la colonne vertébrale jusqu'à la région cervicale (Moore et al., 2023). Contrairement aux érecteurs du rachis, les multifides assurent principalement la stabilité segmentaire de la colonne, en limitant les mouvements entre les vertèbres adjacentes (MacDonald et al., 2006; Matheve et al., 2023). Freeman et al. (2010) ont souligné que les multifides sont essentiels pour le contrôle de la stabilité segmentaire, et leur dysfonctionnement est fortement associé à la LCP. Leur atrophie et leur infiltration graisseuse sont souvent observées même après la disparition de la douleur, compromettant la stabilité vertébrale et augmentant le risque de récurrence des douleurs lombaires (Freeman et al., 2010).

Les érecteurs du rachis, composés des muscles iliocostal, longissimus et épineux, sont des muscles superficiels situés de chaque côté de la colonne vertébrale. Leur fonction principale est de permettre l'extension du tronc, de maintenir la posture et de contrôler les mouvements de flexion et de rotation du tronc (Bogduk & Twomey, 1997). Chez les personnes avec LCP, des changements structurels des érecteurs du rachis et des multifides notamment atrophie et infiltration graisseuse sont associés à une diminution significative de la force maximale et de l'endurance des extenseurs du tronc (Matheve et al., 2023). De plus, les LCP montrent une diminution de la capacité à maintenir des contractions musculaires prolongées (Hodges & Danneels, 2019). Finalement, une différence d'amplitude de mouvement (ADM) dans le plan sagittal du bassin et du tronc a été observée chez les individus présentant une LCP, lors de la réalisation de différentes tâches

fonctionnelles, ainsi qu'à une réduction de la vitesse angulaire lombaire (Dambadarjaa et al., 2024; Errabity et al., 2023).

Théorie de la douleur

Les modifications structurelles et physiques observées au niveau des muscles du dos, tel que décrit précédemment, pourraient compromettre la stabilité segmentaire de la colonne vertébrale. Cependant, ces changements physiques ne suffisent pas à expliquer la persistance de la douleur chez les personnes atteintes de LCP. En effet, la LCP est une condition multifactorielle influencée par des mécanismes complexes de modulation de la douleur, incluant des adaptations neuromusculaires spécifiques (Hodges & Tucker, 2011). Selon la théorie de l'adaptation motrice à la douleur, le système nerveux central ne produit pas une inhibition/activation stéréotypée, mais redistribue l'activité au sein d'un même muscle et entre muscles de façon spécifique à la tâche et à l'individu, afin de protéger la structure menacée. Cette adaptation implique des modifications à plusieurs niveaux du système moteur (cortical, spinal, motoneuronal) et peut maintenir la performance à court terme, mais s'accompagner de coûts potentiels à long terme, une augmentation des charges cumulées, une diminution du mouvement et une de la variabilité, susceptibles d'entretenir les symptômes de douleur (*Figure 1*). Par exemple, les personnes qui vivent avec une LCP présentent un déplacement crânial de l'activité des muscles lombaires lors de tâches de flexion-extension sous-maximales, probablement dans un but de protection. Ce décalage du centre d'activité musculaire vers des segments plus crâniale limite l'activation des régions lombaires inférieures potentiellement symptomatiques en

distribuant la charge vers des niveaux supérieurs afin de réduire la douleur à court terme.

(Arvanitidis et al., 2021, 2022).

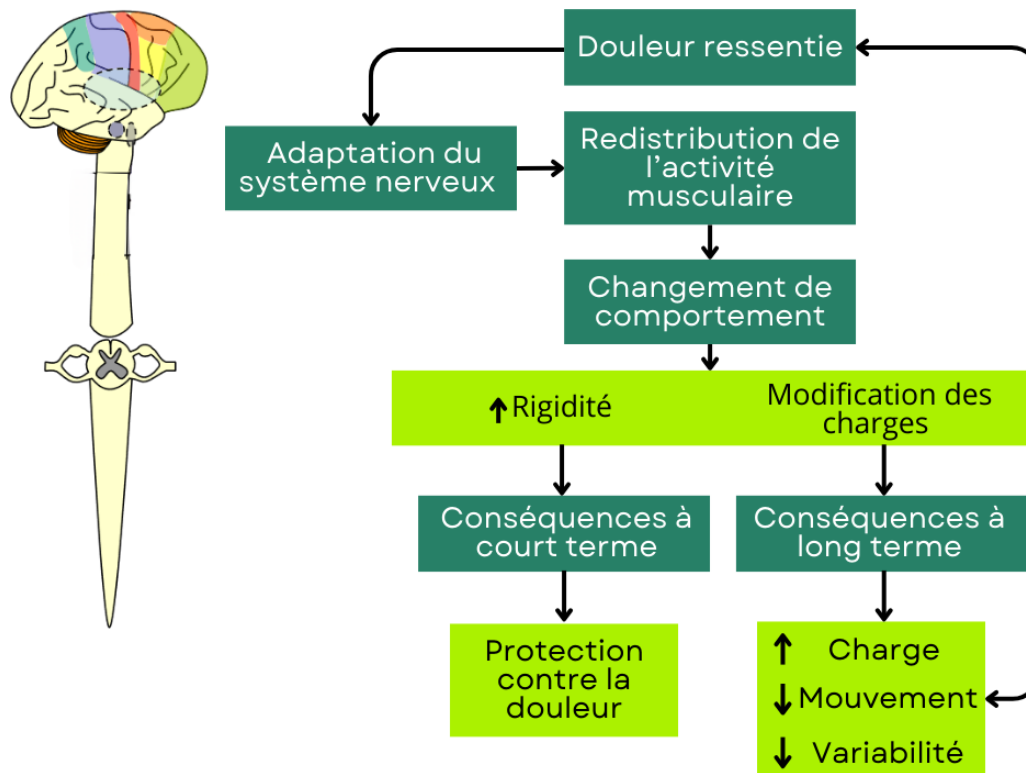


Figure 1: Modèle d'adaptation neuromusculaire à la douleur inspiré de Hodges et Tucker (2011)

Bien que ce modèle ait permis de mieux comprendre la douleur lombaire, il a principalement été développé à partir d'études portant sur la douleur lors de tâches statiques ou quasi statiques. Son application aux mouvements dynamiques ou fonctionnels et au LCP demeure encore limitée.

Cette théorie a permis de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents à la douleur chronique et d'accroître les connaissances sur les stratégies d'adaptation

neuromusculaire que les personnes vivant avec une LCP peuvent mettre en place pour réduire temporairement leur douleur. Cependant, ces ajustements, bien que bénéfiques à court terme, pourraient également contribuer à la chronicité de la condition (Hodges & Tucker, 2011). Dans la section suivante, nous explorerons en détail les adaptations neuromusculaires, plus spécifiquement la redistribution de l'activité musculaire, mise en place par les individus vivants de LCP.

Adaptations neuromusculaires lors de tâches simples

Plusieurs études ayant examiné la redistribution de l'activité musculaire chez les individus atteints de LCP ont utilisé des tâches statiques ou quasi statiques, impliquant un effort physique soutenu. Que ce soient des forces maximales isométriques en extension du dos en laboratoire ou une tâche de soulèvement de boîte dans un seul plan, des modifications dans la redistribution de l'activité musculaire lombaire sont observées (Abboud et al., 2014; Arvanitidis et al., 2022; Falla et al., 2014; Martinez-Valdes et al., 2019; Sanderson et al., 2024).

Toutefois, lorsque la tâche exige un effort physique minimal, comme le maintien d'une position assise, aucune différence significative de redistribution de l'activité musculaire n'est observée (Ringheim et al., 2019). Des résultats similaires ont été rapportés à la marche, où aucune différence significative de redistribution de l'activité musculaire n'a été observée entre le groupe LCP et le groupe contrôle (Serafino et al., 2021a). Néanmoins, même si aucune différence de redistribution n'a été observée lors de la marche ou durant une tâche statique assise, plusieurs études ont observé une

augmentation de l'amplitude de l'activité musculaire des érecteurs du rachis chez les individus ayant une LCP lors de ces tâches (Lewis et al., 2012; Serafino et al., 2021a; Smith et al., 2022; van der Hulst et al., 2010). Lors de tâches fonctionnelles plus exigeante que la marche, comme la montée de marches d'escalier, on observe aussi une augmentation de l'activité musculaire des muscles lombaires (Lima et al., 2018a). Ces résultats suggèrent que les tâches de faible intensité, ne sont peut-être pas suffisamment exigeantes pour induire des variations dans la distribution de l'activité musculaire (Abu Bakar et al., 2023; Smith et al., 2022). Un seuil minimal de complexité, d'intensité ou de fonctionnalité de la tâche pourrait donc être nécessaire pour observer ces adaptations neuromusculaires.

Pour terminer, lors de tâches simples comme le maintien de la station debout, des corrélations positives faibles à modérées ont été observées entre l'activité musculaire quantifiée par le RMS (racine carrée moyenne) de l'électromyographie (EMG) et divers facteurs psychologiques, tels que la perception de la douleur, l'incapacité fonctionnelle, la dépression, l'anxiété ou encore la dramatisation (Lewis et al., 2012). Le RMS est un indicateur de l'amplitude moyenne du signal EMG sur une fenêtre dans le temps (Konrad, 2005). Une corrélation négative modérée a été observée entre le RMS et l'auto-efficacité, lors d'une tâche statique en position debout (Lewis et al., 2012). L'activité musculaire semble aussi jouer un rôle de médiateur entre l'auto-efficacité et la douleur, tandis que la douleur elle-même agit comme un médiateur entre l'activité musculaire et l'incapacité (Lewis et al., 2012). En résumé, plus une personne a confiance en sa capacité à fonctionner malgré la douleur (auto-efficacité), moins ses muscles du dos s'activent en position

debout, et cette activité musculaire pourrait influencer à la fois la perception de la douleur et le niveau d'incapacité.

Marche et la lombalgie chronique primaire

La marche est une tâche souvent étudiée chez les personnes atteintes de LCP, ce qui en fait une tâche pertinente pour comprendre les adaptations neuromusculaires observées lors de la montée et de la descente d'escaliers (Smith et al., 2022). La marche est une tâche fonctionnelle qui, pour les individus en bonne condition physique, exige peu d'énergie : à une vitesse de 3 km/h, elle correspond à environ 1,8 équivalent métabolique (MET), comparativement à 1,0 MET pour la position assise au repos (Jetté et al., 1990). Un MET est une unité d'intensité de l'activité physique. 1 MET correspond au métabolisme de repos, soit $3,5 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ($\approx 1 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$). On exprime ainsi une tâche en multiples du repos ; par exemple, 3 MET correspondent à trois fois le coût énergétique du repos (Jetté et al., 1990). Le cycle de marche se divise en deux phases principales : la phase de support et la phase d'oscillation, marquées par des événements clés comme : contact du talon au sol, pied à plat au sol, élévation du talon, lever des orteils, et retour : contact du talon au sol (Bieuzen, 2007) (*Figure 2*).

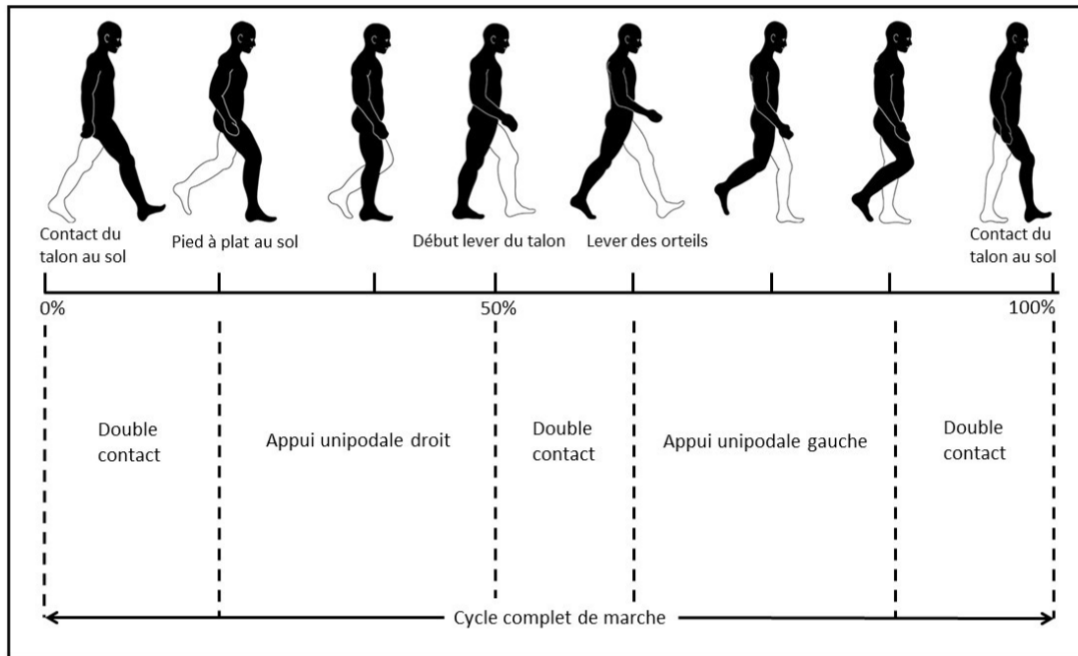


Figure 2: Visualisation des étapes/phases du cycle de la marche. Tirée de (Bieuzen, 2007)

Chez les personnes atteintes de LCP, la marche est souvent altérée. Ces personnes présentent une diminution de la vitesse de déplacement, de la cadence et de la longueur du pas (Smith et al., 2022). On observe également une coordination réduite entre le tronc et le bassin, ainsi qu'une augmentation de l'activation des muscles érecteurs du rachis et des multifides (Smith et al., 2022). Plus la vitesse de marche est élevée, plus l'activation musculaire est importante (van der Hulst et al., 2010).

Comme mentionné précédemment, la redistribution de l'activité musculaire semble apparaître principalement lors de tâches physiquement exigeantes. Ainsi, bien que des différences dans l'augmentation de l'activité musculaire aient été observées lors de la marche chez les personnes vivant avec une LCP, aucune différence dans la redistribution

de l'activité musculaire n'a été rapportée entre le groupe LCP et contrôle (Serafino et al., 2021a). Par ailleurs, Serafino et al. (2021) rapportent que les individus vivant avec une LCP obtiennent des scores significativement plus élevés aux questionnaires biopsychosociaux, notamment en ce qui concerne la peur du mouvement, l'anxiété et la dramatisation, mais qu'aucune corrélation n'a été observée entre ces facteurs psychosociaux et les adaptations neuromusculaires. Il serait donc pertinent d'élargir la recherche à des tâches fonctionnelles exigeant une dépense énergétique supérieure à celle de la marche, telle que la montée et la descente d'escalier.

Montée et descente d'escalier et lombalgie chronique primaire

La montée et la descente d'escalier sont des AVQ qui demande 38% plus d'énergie à effectuer que la marche (Cluff & Robertson, 2011; Jetté et al., 1990). Le cycle de la montée de marche peut être scindé en deux phases, soit la phase de soutien et la phase de balancement. La phase de soutien inclut, l'acceptation du poids (AP), la levée du corps (LC) et la progression vers l'avant (PVA). La phase de balancement comprend, la phase du dégagement du pied (DP) en même temps que le soulèvement simultané de la jambe. Et pour finir le placement du pied (PP). La phase de soutien lors de la descente d'escalier est également décomposée en trois sous-phases décrites comme l'acceptation du poids (AP), la progression vers l'avant (PVA) et la descente contrôlée (DC). La période de balancement comporte à nouveau deux phases, comprenant le passage de la jambe en balancement, appelé traction de la jambe (TJ), et la préparation pour le placement du pied (PP). Pour la montée comme pour la descente, un cycle complet est défini comme la

progression d'une seule marche du début de l'appui jusqu'à la stabilisation sur la marche suivante. (McFadyen & Winter, 1988)(Figure 3).

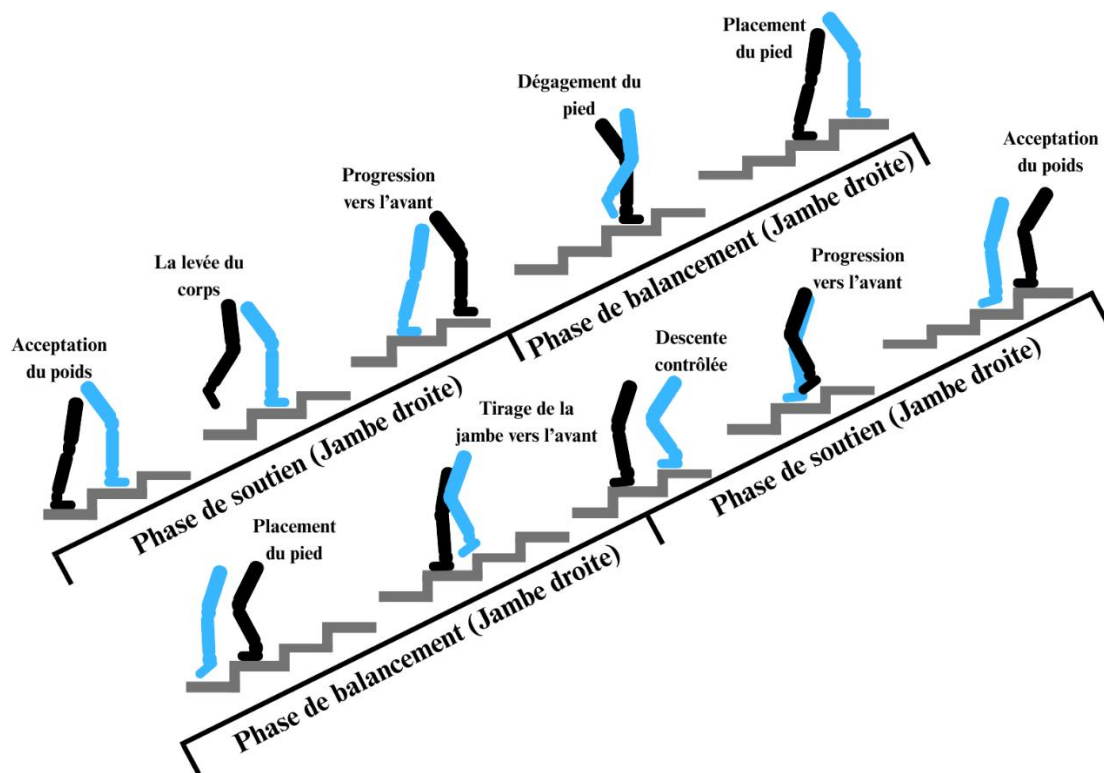


Figure 3: Phases du cycle de la montée et descente d'escalier

La montée et la descente d'escalier sont des tâches fonctionnelles du quotidien qui comportent des exigences physiques et psychologiques plus importantes que la marche (Bible et al., 2010; Gay et al., 2022; Schulte et al., 2023). Des symptômes d'anxiété sont présents chez environ 24 % des individus atteints de LCP, avec une intensité accrue chez ceux présentant des limitations fonctionnelles lors de la montée et descente d'escalier (Gay et al., 2022; Hu et al., 2022). Pour une personne sans trouble musculosquelettique, la montée et la descente d'escaliers exigent, sur le plan biomécanique, des amplitudes

articulaires plus importantes dans le plan sagittal au niveau de la hanche, du genou et de la cheville, comparativement à la marche (Hyodo et al., 2017; Protopapadaki et al., 2007). Ces augmentations sont encore plus marquées lors de la descente en ce qui concerne la cheville et le genou (Schulte et al., 2023) L'augmentation de l'amplitude de mouvement au niveau du genou, de la cheville et de la hanche accroît les forces musculaires nécessaires pour propulser le corps vers le haut et poser le pied sur la marche suivante (Grimshaw et al., 2021). Dans le plan sagittal, dès la première moitié de l'appui (acceptation de la charge), la montée comme la descente d'escaliers exigent des moments d'extension du genou et de flexion plantaire supérieurs à ceux de la marche lors de l'acceptation du poids. (Y. C. Lin et al., 2015) (Figure 4).

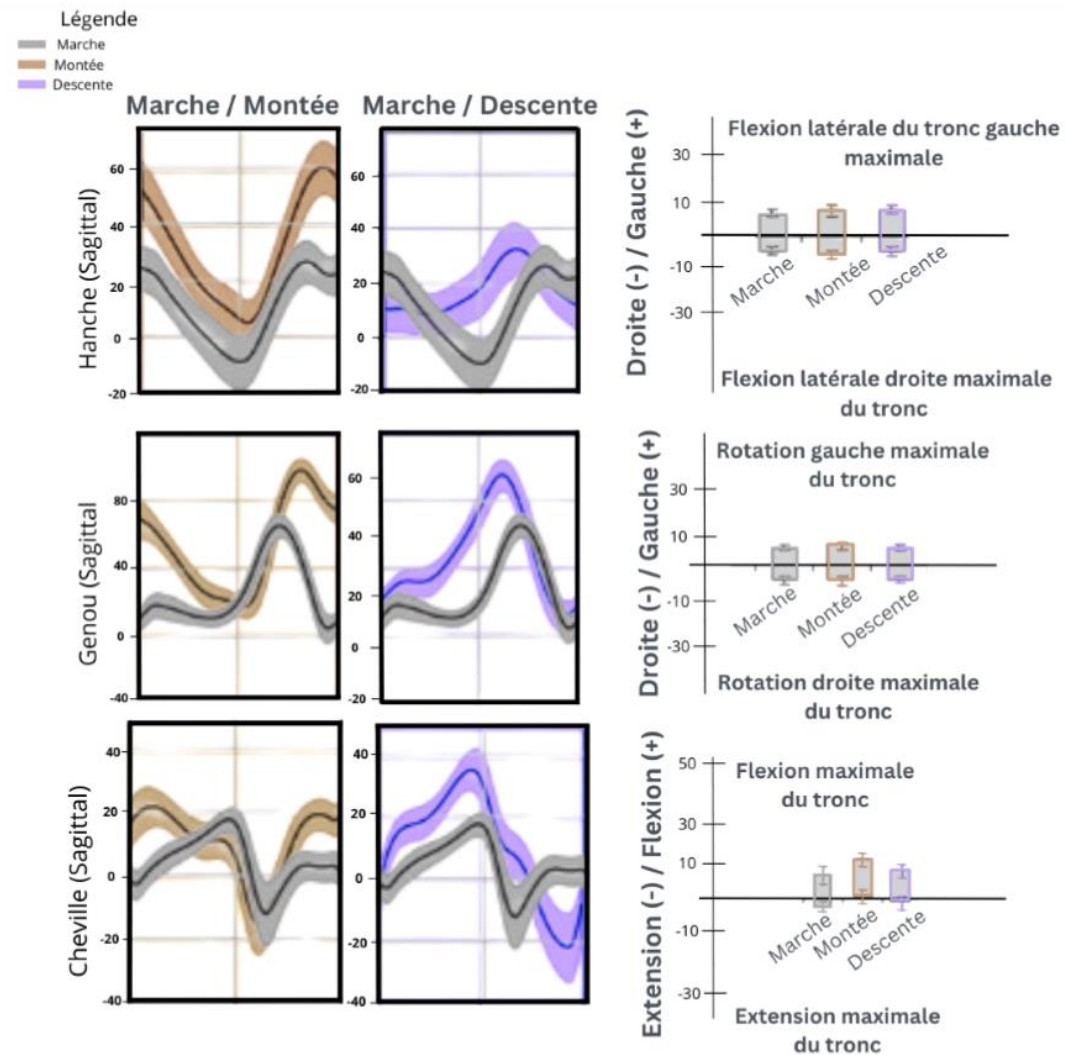


Figure 4: Comparaison de la cinématique du tronc, genou, cheville entre la montée/descente d'escalier et la marche chez une population sans douleur. Bile et col., (2010), Schulte et col., (2023)

Chez les individus vivant avec une LCP, une augmentation de l'amplitude de mouvement au bassin dans le plan frontal est également rapportée lors de la descente d'escalier (Nannik et al., 2019). Une augmentation de l'amplitude de mouvement dans le plan sagittal a également été observée lors de la montée d'une seule marche, notamment au niveau de la hanche du côté dominant, du genou du côté non dominant, ainsi que de la

cheville, tant du côté dominant que non dominant (Rastgar et al., 2025). Cette augmentation de l'ADM pourrait être une compensation du corps afin de réduire la douleur lombaire (Rastgar et al., 2025). Finalement, lors de la montée d'escalier, une augmentation de l'activité musculaire des érecteurs du rachis a été constatée chez les personnes atteintes de LCP comparées à un groupe de personnes sans douleur lombaire dans une seule étude (Lima et al., 2018a).

Problématique

La LCP est une affection courante affectant la qualité de vie des individus qui en sont atteints. Les aspects psychologiques sont déterminants dans l'évolution et la gestion de la LCP (Bener et al., 2013; Thomas et al., 2010). L'anxiété et la dramatisation de la douleur jouent un rôle crucial dans l'aggravation des douleurs et la réduction des capacités fonctionnelles des individus atteints de LCP (Bener et al., 2013; Puschmann et al., 2020; Wood et al., 2023). À l'inverse, le sentiment l'auto-efficacité, est associée à une amélioration des capacités physiques et est associée à une diminution la perception de la douleur (Ferrari et al., 2019; Puschmann et al., 2020).

La LCP amène plusieurs changements physiologiques et biomécaniques. Comme mentionné précédemment, la LCP entraîne des adaptations neuromusculaires, telles que la redistribution de l'activité musculaire, proposée par la théorie d'adaptation motrice à la douleur (Hodges & Tucker, 2011). Cependant, cette redistribution a été observée lors de tâches statiques ou quasi-statiques qui demandaient un effort soutenu (Abboud et al., 2014; Liechti et al., 2022), mais aucun changement n'a été observé lors de la marche chez les individus atteints de LCP (Serafino et al., 2021a).

Dans le cadre de ce projet de recherche, l'attention sera portée sur les effets de la LCP lors de la réalisation d'une AVQ physiquement plus exigeante que la marche : la montée et la descente d'escalier. Ce type de tâche sollicite une dépense énergétique accrue et une activation musculaire plus importante. De plus, elle est susceptible d'exacerber certains symptômes psychologiques fréquemment associés à la douleur chronique, tels

que l'anxiété et la dramatisation (Bible et al., 2010; Gay et al., 2022; Schulte et al., 2023). Une incapacité de monter et descendre des marches vient directement influencer la qualité de vie de la personne atteinte de LCP (Gay et al., 2022). Étant donné que la montée et la descente de marches sont des AVQ cycliques, nous aurons l'opportunité de collecter plusieurs données pour avoir une meilleure idée des adaptations neuromusculaires et psychologiques à la douleur.

Question de recherche

Comment les modifications neuromusculaires diffèrent-elles entre les personnes atteintes de lombalgie chronique primaire et les individus sans douleur lombaire lors de la montée et de la descente d'escalier, et comment ces différences sont-elles corrélées aux facteurs psychologiques?

Objectif et hypothèses

L'objectif principal du projet était d'étudier si la redistribution de l'activité musculaire de la région lombaire diffère entre les personnes atteintes de LCP et un groupe contrôle lors de la montée et descente d'escalier, ainsi que d'examiner les différences dans les angles du tronc et du bassin entre les deux groupes.

L'objectif secondaire consistait à examiner si une relation existe entre la redistribution de l'activité musculaire et les facteurs psychologiques chez les individus atteintes de LCP.

Nous émettions l'hypothèse que le groupe avec douleur présentera à la fois une augmentation de l'activité musculaire lombaire et une redistribution de cette activité, comparativement au groupe sans douleur, lors de la montée et de la descente d'escalier. De plus, nous anticipons une corrélation négative entre la redistribution de l'activité musculaire et le niveau d'anxiété et de dramatisation.

**Article: Motor Adaptations During Stair Ascent and Descent in
Individuals with Chronic Primary Low Back Pain**

Soumis dans le: *Journal of Electromyography and Kinesiology* le [09/10/2025]

Guillaume Vadez^a, Eléna Payen^b, Rubens A. da Silva^c, Louis-David Beaulieu^c, Hugo
Massé-Alarie^d, Gabriel Moisan^a, Jacques Abboud^a

^a Department of Human Kinetics, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières,
Québec, Canada

^b Department of Anatomy, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières,
Québec, Canada

^c Laboratoire de recherche BioNR, Centre intersectoriel en santé durable, Université du
Québec à Chicoutimi, Québec, Canada

^d School of rehabilitation science, Faculty of Medicine, Université Laval, Quebec,
Canada.

Keywords: Chronic low back pain, High-density Electromyography, Neuromuscular
adaptation, Erector Spinae

Correspondence: Jacques Abboud PhD, 3351, boul. des Forges, Trois-Rivières, Qc,
Canada, G8Z 4M3. Telephone number: +1 (819) 376-5011.

Email: jacques.abboud@uqtr.ca

Abstract

Altered neuromuscular strategies, such as spatial redistribution of lumbar muscle activity, have been observed in individuals with chronic primary low back pain (LCP), particularly during intense isometric efforts, but not during low-effort functional tasks. This study aimed to determine whether lumbar muscle activity distribution and trunk kinematics differ between individuals with LCP and healthy controls during a dynamic, moderate-effort task, namely stair ascent and descent, and to investigate the relationship between muscle activity distribution and psychological factors of LCP. Forty adults (20 LCP, 20 controls) completed 20 stair ambulation trials while lumbar high-density surface electromyography and kinematic data were recorded. Spatial redistribution and RMS amplitudes of electromyography were analyzed during ascent and descent, and across swing and stance phases. Participants with LCP exhibited spatial redistribution of muscle activity on the left side during both phases of ascent, and during the swing phase of descent. Higher RMS amplitudes were observed bilaterally in LCP participants across all tasks and phases, except during the stance phase of descent. No kinematic differences were found between groups. No relationship was found between muscle redistribution activity and psychological factors. These results suggest that LCP participants exhibit altered neuromuscular strategies during stair ambulation, a moderately challenging functional task.

Introduction

Low back pain (LBP) is the leading cause of disability worldwide for all ages and genders (Alperovitch-Najenson et al., 2023). Chronic primary low back pain (LCP) is one of the most prevalent types of low back pain and is characterized by pain whose precise cause cannot be determined (Ferreira et al., 2023; Hartvigsen et al., 2018; Knezevic et al., 2021). This condition can alter functional capacities while performing daily activities such as walking and stair climbing, thereby reducing the quality of life of the affected individuals (Hartvigsen et al., 2018).

Given the substantial impact of LCP, a comprehensive understanding of underlying pain-adaptation mechanisms is crucial. Neuromuscular strategies are observed in the presence of pain, which may protect sensitive tissue. While this appears to be true in acute LBP, theoretical models of pain-related motor control suggest that when pain becomes chronic, these strategies may become maladaptive (Alperovitch-Najenson et al., 2023; Hodges & Tucker, 2011; Knezevic et al., 2021). For instance, redistribution of lumbar muscle activity in individuals with LCP has been reported during demanding tasks involving sustained isometric trunk extension or functional lifting tasks (Abboud et al., 2014; Arvanitidis et al., 2021; Falla et al., 2014; Martinez-Valdes et al., 2019; Sanderson et al., 2024). These adaptations may represent protective or compensatory adjustments that modulate the contraction of lumbar muscles, potentially redistributing mechanical loading to reduce nociceptive input. Conversely, during less challenging tasks, such as maintaining a seated posture, no differences in muscle activity redistribution have been

observed between LCP and healthy individuals (Ringheim et al., 2019). Similar findings have been reported in dynamic tasks, such as walking, where no significant redistribution of muscle activity has been observed (Serafino et al., 2021a). However, an increase in the activation of the erector spinae muscles has been observed in individuals with LCP during walking (Arendt-Nielsen et al., 1996; Lamoth et al., 2002; Smith et al., 2022) and this increase becomes more pronounced as walking speed increases (van der Hulst et al., 2010). These observations suggest motor tasks eliciting high activation of back muscles (e.g. walking at higher speed, load lifting) may be required to fully capture neuromuscular adaptations in LCP individuals (Abu Bakar et al., 2023; Smith et al., 2022).

Stair climbing involves higher physical demands compared to other locomotion tasks. Specifically, increased joint amplitude, range of motion at the hips, knees, ankles, and trunk in the sagittal plane have been observed during stair ascent and descent compared to walking (Bible et al., 2010; Schulte et al., 2023). These increases in joint angles range of motion are even more pronounced at the ankle and knee joints during stair descent (Schulte et al., 2023). Despite the importance of stair ambulation and the increases in physical demands that could negatively impact individuals with LCP, this task has received limited attention in LCP research. To date, only a few studies assessed adaptations in muscle activity using bipolar electromyography (EMG) (Becker et al., 2018; Lima et al., 2018a) both reporting an increase in lumbar muscle activation during stair ascent in LCP individuals. Results from another study found an increased pelvic range of motion in the frontal plane during stair descent in individuals with LCP (Namnik et al., 2019). Nonetheless, the use of high-density surface EMG (HDsEMG) capable of

identifying change in the redistribution of muscle activity within and between-muscles has not been used in this task. This precludes the understanding of the neuromuscular adaptations (i.e. muscle activity redistribution) in individuals with LCP.

Psychological factors may also contribute to altered neuromuscular control in LCP, as suggested by the motor adaptation to pain theory (Hodges & Tucker, 2011). For example, pain-related fear has been associated with alterations in the redistribution of erector spinae muscle activity (Liechti et al., 2022), while high level of pain catastrophizing has been correlated with increase muscle activation amplitude (Pakzad et al., 2016). Assessing the relationships between regional activation of the lumbar muscles during functional and demanding tasks and clinically relevant domains is necessary to determine whether psychosocial and clinical factors are associated with altered neuromuscular control in individuals with LCP.

Therefore, the primary aim of this study is to determine whether redistribution of lumbar muscle activity, trunk and pelvis kinematics during stair ascent and descent tasks differs between individuals with LCP and healthy controls. The secondary aim is to evaluate the relationship between changes in redistribution muscle activity and clinical and psychological factors of LCP. We hypothesized that LCP group would exhibit both an increased overall lumbar muscle activity and a redistribution of lumbar muscle activity when compared to healthy controls during stair ascent and descent. This redistribution of muscle activation would further support the pain adaptation model, suggesting that stair ascent and descent provoke specific neuromuscular adaptations that contribute to these

changes in activation patterns. Additionally, we anticipate a moderate correlation between muscle activity and psychosocial factors.

Methodology

Participants

Forty adult participants were recruited, including 20 individuals without LCP (control group) and 20 participants with LCP. Participants in the control group were included if they had not experienced any episodes of LCP six months prior to the study onset and were aged between 18 and 65 years. For participants with LCP, the inclusion criteria required the presence of LBP located between the lower ribs and the gluteal folds for at least three months, with or without radiating pain to the lower limbs and aged between 18 and 65 years. Exclusion criteria for both groups included a history of spinal surgery, cancer, spinal fractures, spinal metastases, or current pregnancy. All participants were screened for LCP by an experienced and licensed chiropractor. Recruitment was conducted through social media and word of mouth. The project received approval from the Research Ethics Board for human research of the Université du Québec à Trois-Rivières (CER-23-300-07-03). All participants provided written informed consent. The study was conducted following the principles of the Declaration of Helsinki (2013).

Preliminary participants' assessment

At the beginning of the experiment, all participants completed a series of French-validated questionnaires, including Oswestry Disability Index (ODI) (Denis & Fortin, 2012), Pain catastrophizing scale (French et al., 2005), State and Trait anxiety (Gauthier & Bouchard, 1993), Chronic Pain Self-efficacy scale (Lacasse et al., 2015), and Activity

and Sedentary Behavior (Charles et al., 2021). Additionally, participants were asked to rate their current pain intensity on a 0–10 numerical rating scale. Next, participants were installed in prone position on a 45-degree Roman chair to assess trunk extension maximal strength. In this position, they were asked to perform three trials during which they exerted their maximal force for five seconds against a strap placed on their shoulder connected to a force gauge (Model LSB350; Futek Advanced Sensor Technology Inc., Irvine, CA, USA) (Biviá-Roig et al., 2019; Dankaerts et al., 2004). Subsequently, participants performed one submaximal force in a standing position while bending their trunk at 45-degrees of flexion, controlled using an inclinometer placed at the L3 vertebra (Johnson, Level & Tool Mfg. Co., Inc, Magnetic Digital Angle Locator 2 Button, Model 1886-0000, Mequin WIS, USA). In this position, they held a 10 kg weight close to their chest for five seconds. Erector spinae muscle activation was measured for both maximal and sub-maximal strength assessment.

Stair ascent and descent protocol

Participants were asked to walk up and down a four-step staircase 20 times at a self-selected pace. To familiarize themselves with the protocol, they first performed 10 familiarization trials at a comfortable speed. This was followed by 10 recorded trials under standardized instructions. Participants stood in front of the stairs for five seconds (quiet standing 1) before initiating the ascent with their preferred leg and alternating feet while climbing. Upon reaching the top platform, they paused for five seconds (quiet standing 2), turned around, waited another five seconds (quiet standing 3), and then descended the stairs using their preferred leg. At the floor level, they paused for a final five seconds

(quiet standing 4). A researcher counted each quiet standing period aloud using a stopwatch to ensure consistent timing but allowed participants to ascend and descend at a comfortable, self-selected pace. A five-minute rest period was provided before repeating the full sequence.

Data collection

HDsEMG

Muscle activity of the left and right lumbar erector spinae was measured using wireless HDsEMG, two grids of 64 electrodes each (Sessantaquattro+ 8X8, 10mm interelectrode spacing model HD10MM0808, OTBioelettronica, Torino, Italy). The electrode grids were positioned over the lumbar erector spinae muscles, centered at the L3 vertebral level and located approximately 1 cm lateral on each side of the lumbar spinous processes. The ground electrodes were placed over the T10 and T8 vertebrae. Prior to grid placement, the skin over the lumbar region was shaved, cleaned using fine-grade sandpaper (Red DotTrace Prep; 3M, St. Paul, MN), and prepared with rubbing alcohol (ethyl alcohol 70%). Signals from the HDsEMG were sampled at 2000 Hz and digitized using a 24-bit A/D converter.

Kinematic/Kinetic

Throughout the entire protocol, kinematic data were recorded at a sampling frequency of 200 Hz using a three-dimensional motion analysis system equipped with 12 cameras (OptiTrack; NaturalPoint, Corvallis, OR, USA). Forty-three passive reflective markers were placed on specific anatomical landmarks across each participant's body (trunk, pelvis, lower limbs) following the Rizzoli marker-set model (Leardini et al., 2011).

Two floor-embedded AMTI force plates (OPTIMA BMS464508, Watertown, MA, USA), positioned beneath the instrumented staircase to cover all four steps, were used to record ground reaction forces at a sampling frequency of 1000 Hz.

Signal Processing and Preparation

Kinematic, HDsEMG, and force plate data were synchronized during acquisition using the OptiTrack eSync2 synchronization device (eSync2, NaturalPoint, Inc., DBA OptiTrack) integrated within the Motive software (version 3.0.0; NaturalPoint, Corvallis, OR, USA). Kinetic data were solely used to accurately segment the different phases of stair ascent and descent. Kinematic and HDsEMG data were segmented according to specific phases of stair ascent and descent: the swing phase and the stance phase (McFadyen & Winter, 1988). The swing phase was defined as the period during which the analyzed foot completely leaves the step and moves through the air until it contacts the forward step. This phase begins when the participant's toes lift off the rear step and ends at the first contact of the heel with the forward step. The stance phase is delimited by (i) both feet are simultaneously in contact with the stairs (i.e. with the stance leg positioned on the forward step and the swing leg on the rear step) and (ii) both feet are back simultaneously on the stair (i.e. the swing leg is now on the forward step and the stance leg on the same step ([now the rear step]) (Figure 5).

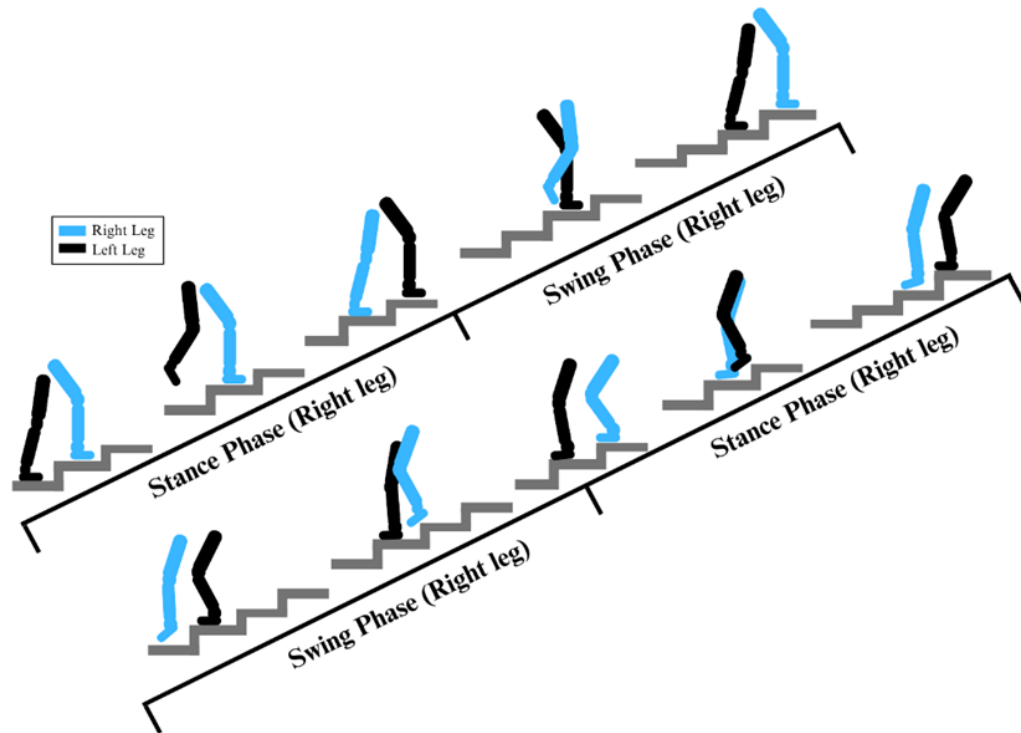


Figure 5: Illustration of stair ascent and descent during swing and stance phase. (Right Leg = Blue) (Left Leg = Black)

HDsEMG

Signals were processed and analyzed using MATLAB software (version 2024b; The MathWorks, Natick, MA). HDsEMG signals underwent digital band-pass filtering using a fourth-order Butterworth filter with cutoff frequencies set at 20–400 Hz. Additionally, second-order Butterworth notch filters were implemented to reduce interference originating from the 60 Hz power line frequency and its harmonic frequencies. HDsEMG data were analyzed separately for the left and right sides. A visual assessment of both raw EMG signals and their fast Fourier transform (FFT) spectra was also conducted to detect electrodes compromised by poor skin contact, excessive noise,

or artifacts. Problematic electrodes were corrected using interpolation by averaging signals from the two neighboring electrodes along the craniocaudal direction (muscle fiber orientation). Electrodes situated in the first or last rows without two adjacent electrodes available for interpolation were removed from further analysis to preserve signal integrity. Entire recordings were discarded if more than 10% of electrodes within a grid demonstrated unstable or poor-quality signals (Gallina et al., 2022). HDsEMG signals were obtained by computing the difference between adjacent monopolar electrodes arranged along the craniocaudal axis. The final electrode grid consisted of 8×8 recording channels. The right-side HDsEMG grid was flipped during analysis to match the left-side orientation, ensuring consistent spatial interpretation across both sides.

Muscle activity amplitude

HDsEMG signals were normalized to the peak RMS value computed from 1-second windows during maximal and submaximal back extension tasks. The highest RMS value among these trials was used for EMG normalization. For our 20 trials the peak RMS values were extracted using windows segmented into successive 1-second intervals, with a 10-ms overlap between each window. RMS was calculated for each of the following conditions: swing phase and stance phase during stair ascent and descent, as well as during maximal and submaximal strength tasks. Only the preferred leg was considered in the analysis.

Centroid coordinates of muscle activity

To quantify the redistribution of lumbar muscle activity, the centroid coordinates were computed along both the mediolateral (X) and craniocaudal (Y) axes. The centroid

was defined as the average position of the channels whose RMS values exceeded 70% of the highest RMS observed among all channels. Centroid coordinates were computed separately for the left and right sides for each of the following conditions: swing and stance phases during stair ascent and descent (Gallina et al., 2022).

Kinematics

To process the motion capture and force plate data, Visual 3D software (v6.01.36, C-motion, Inc., Germantown, MD, USA) was used. Local coordinate systems of the trunk and pelvis were defined, and joint angles were expressed as Cardan angles for all planes flexion (x), abduction (y), and rotation (z). The angle between the thorax and pelvis segments defined the trunk kinematics. The angle between the pelvis and a Cardan angle virtual lab segment defined the pelvis kinematics. Kinematic data during the stance phase swing were time normalized on 101 points for visual and statistical comparisons (0–100 % of the task) looking at the preferred leg.

Statistical Analyses

The normality of HDsEMG data was evaluated through the Shapiro-Wilk test, which informed the selection of either parametric or non-parametric statistical tests. Participant characteristics including age, gender, weight, height, and body mass index (BMI) were summarized using frequency distributions for categorical variables and compared between groups using independent students t-tests. The questionnaire results were compiled into a Microsoft Excel file (version 2024, 19.2505.34221.0). Means were calculated and then compared between groups using Mann–Whitney U tests. Group comparisons of HDsEMG data were conducted using Mann-Whitney U tests. Spearman

correlation analyses were conducted between the HDsEMG variables that showed significant group differences (centroid coordinates in X and Y and RMS values) and the questionnaire scores. A significance level of $\alpha < 0.050$ was used for all analyses. Statistical analyses were performed using SPSS Statistics version 29 (SPSS Inc., IBM Corp., Armonk, NY, USA).

The normality of kinematic data was assessed using Shapiro-Wilk test (spm1d.stats.normality.ttest2). For data that were normally distributed, independent t-tests (SPM(t)) were applied to compare groups. In contrast, for data that did not follow a normal distribution, one-dimensional statistical nonparametric mapping (SnPM(t)) was used (Pataky, 2012). SPM analyses were implemented in R2024b (The Mathworks Inc., Boston, MA, USA) using open access scripts. All levels of significance were set at $\alpha \leq 0.050$.

Results

Demographic characteristics are presented in Table 1. Both groups did not significantly differ in any demographic variable. Results from the questionnaires are presented in Table 2, which overall showed that individuals with LCP reported significantly higher levels of pain catastrophizing and disability, while no significant differences were observed in anxiety levels or self-efficacy.

Table 1 : Participants' demographic characteristics

Variable	LBP Group (n = 20) (mean ± SD)	Non-LBP Group (n = 20) (mean ± SD)	p-Value
Age (years)	46.2 ± 12.8	45.4 ± 16.2	p=0.84
Sex	8 Male / 12 Female	8 Male / 12 Female	p=0.39
Height (cm)	170.0 ± 9.0	169.2 ± 9.8	p=0.98
Weight (kg)	80.6 ± 16.7	74.7 ± 16.1	p=0.42
BMI (kg/m ²)	27.7 ± 4.8	25.9 ± 4.4	p=0.51

Table 2: Questionnaires score for both group

Variable	LBP group (n=20) (mean ± SD)	Control group (n = 20) (mean ± SD)	p-Value
Total AP (MET-mins)	1051.75 ± 1009.5	806.25 ± 672.1	p=0.379
PCS (/52)	14.8 ± 11.9	6.75 ± 5.9	p=0.019
Stai_Y_anxiété_A (/80)	41.8 ± 15.1	46.56 ± 4.2	p=0.64
Stai_Y_anxiété_B (/80)	49.6 ± 9.9	46.44 ± 3.5	p=0.46
Oswestry (/100)	8.6 ± 7.0	0.69 ± 1.2	p< 0.001
Self-Efficacy score (/330)	265.7 ± 47.7	277.38 ± 51.9	p=0.40
Pain intensity (/10)	2.52 ± 2.22	N/A	

HDsEMG

Redistribution of the centroid (mediolateral coordinates)

During the swing phase, mediolateral displacement of muscle activity was found on the left side during both ascent ($\rho = 0.003$) and ($\rho = 0.040$) descent tasks. Specifically, individuals with LCP showed a more medially located centroid (closer to the spine) compared to controls. No difference was observed on the right side during the swing phase, either in ascent or descent tasks ($\rho = 0.620$ and $\rho = 0.383$, respectively). During the stance phase, the centroid was more medially located on the left side during ascent ($\rho = 0.026$) in LCP participants compared to controls. This pattern was not observed on the right side during either ascent or descent tasks ($\rho = 0.620$ and $\rho = 0.640$, Table 3).

Table 3: Mean and SD for each variable of the lumbar extensor muscle on both left and right sides of the trunk.

Condition	Phase	Side	Movement	Mediolateral redistribution magnitude (X)	Craniocaudal redistribution magnitude (Y)	Muscle activity amplitude score (RMS)	P-Value (X)	P-Value (Y)	P-Value (RMS)
LBP	Swing Phase	Left	Ascend	4.49 ± 0.29	5.10 ± 0.79	19.70 ± 10.90	p= 0.003	p= 0.020	p= 0.002
			Descend	4.35 ± 0.65	5.14 ± 0.83	16.01 ± 10.66	p= 0.040	p=0.265	p= 0.024
		Right	Ascend	4.45 ± 0.45	4.96 ± 0.55	20.03 ± 11.40	p= 0.620	p= 0.678	p= 0.010
			Descend	4.33 ± 0.33	4.92 ± 0.69	15.57 ± 9.63	p= 0.383	p= 0.718	p= 0.040
	Stance phase	Left	Ascend	4.60 ± 0.38	5.01 ± 0.82	19.64 ± 13.27	p= 0.026	p= 0.017	p= 0.021
			Descend	4.48 ± 0.46	4.93 ± 0.67	17.72 ± 13.74	p= 0.091	p= 0.127	p= 0.056
		Right	Ascend	4.62 ± 0.71	5.25 ± 0.94	21.91 ± 15.77	p= 0.620	p= 0.602	p= 0.004
			Descend	4.46 ± 0.79	5.30 ± 0.96	17.94 ± 13.23	p= 0.640	p= 0.602	p= 0.076
Control	Swing Phase	Left	Ascend	3.93 ± 0.73	5.70 ± 0.84	9.99 ± 5.28			
			Descend	4.14 ± 0.47	5.30 ± 0.65	9.41 ± 7.13			
		Right	Ascend	4.53 ± 0.45	5.01 ± 0.61	11.82 ± 9.15			
			Descend	4.40 ± 0.47	4.97 ± 0.70	10.19 ± 7.74			
	Stance phase	Left	Ascend	3.98 ± 0.85	5.67 ± 0.87	11.06 ± 5.95			
			Descend	4.21 ± 0.59	5.21 ± 0.64	10.50 ± 7.37			
		Right	Ascend	4.66 ± 0.59	5.24 ± 0.65	11.09 ± 8.75			
			Descend	4.45 ± 0.59	5.08 ± 0.73	11.61 ± 8.33			

Redistribution of the centroid (craniocaudal coordinates)

During the swing phase, a significant difference was found on the left side during ascent ($\rho = 0.020$), with individuals with LCP showing a more cranially located centroid compared to controls. No significant difference was observed on the left side during descent ($\rho = 0.265$). On the right side, no significant differences were found for either

ascent or descent during the swing phase ($\rho = 0.678$ and $\rho = 0.718$, respectively). During the stance phase, a significant difference was also observed on the left side during ascent ($p = 0.017$), again characterized by a more cranial centroid location in the LCP group. No difference was found during descent ($\rho = 0.127$). On the right side, no difference was found between groups during either ascent or descent ($\rho = 0.602$ for both; Table 3).

Muscle amplitude activation (RMS)

RMS normalization using maximal and submaximal contractions yielded comparable results, with no significant differences between methods. Therefore, only EMG results normalized using maximal contractions are presented. During the swing phase, significant between-group differences were observed. On the left side, individuals with LCP exhibited higher RMS values compared to controls during both ascent ($\rho = 0.002$) and descent ($\rho = 0.024$) tasks. On the right side, RMS was also significantly higher in the LCP group for both ascent ($\rho = 0.010$) and descent ($\rho = 0.040$) tasks. During the stance phase, the left side showed a significantly higher RMS in the LCP group during ascent ($\rho = 0.021$), while no significant difference was observed during descent ($\rho = 0.056$). On the right side, a significant increase in RMS for the LCP group was observed during ascent ($\rho = 0.004$), while no significant difference was found during descent ($\rho = 0.076$) (Table 3 and Figure 6).

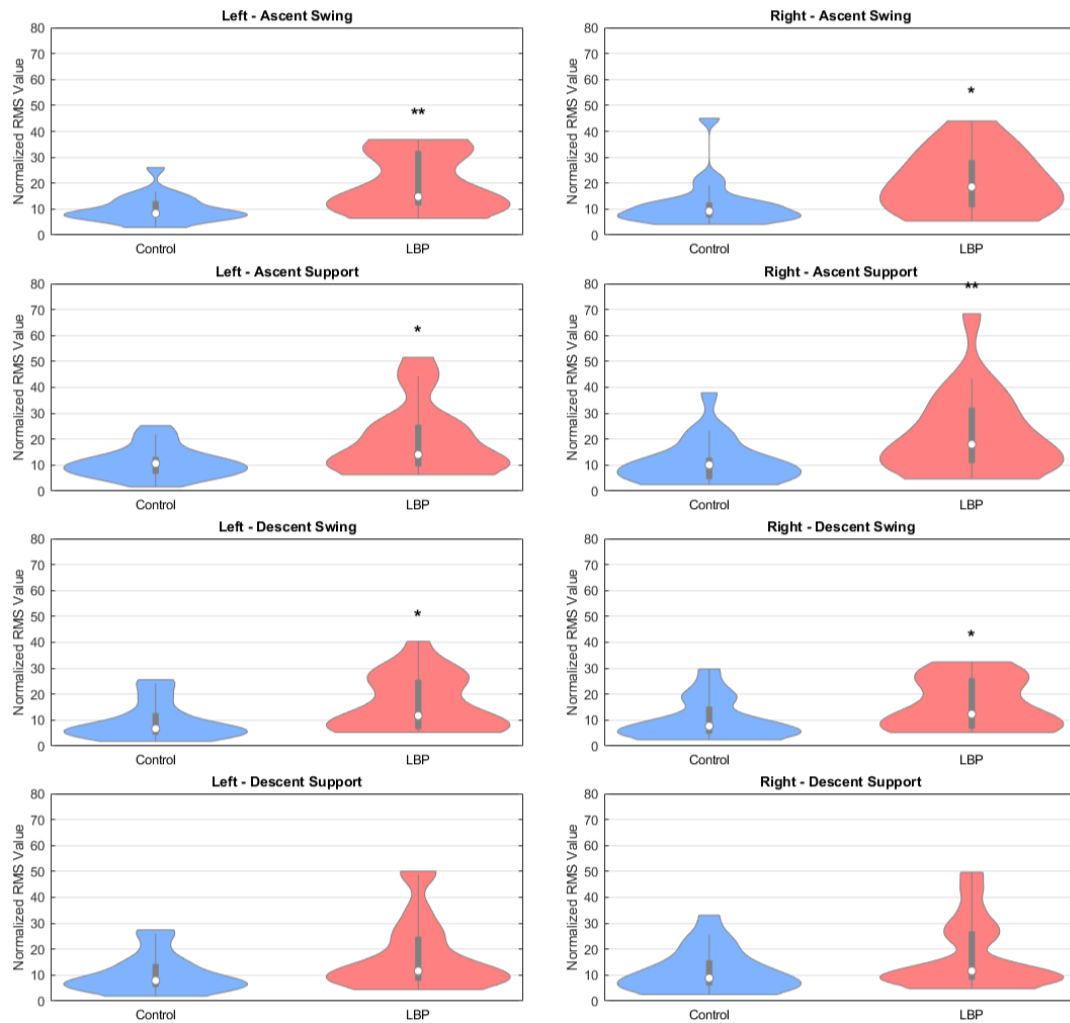


Figure 6: Normalized RMS value comparisons between participants with low back pain (LBP, in red) and healthy controls (in blue) across multiple stair ascent and descent phases, for Leg 1. Conditions include swing and support phases during both ascent and descent on the left and right legs. Significant differences between groups are indicated by *.

Kinematics

Of the 40 participants, 34 initiated stair ascent with their right leg and six with their left leg. For stair descent, 37 participants used their right leg and three used their left leg as the leading limb. There was no significant difference observed between groups for

the kinematic variables related to pelvis and trunk motion across all phases of stair ascent and descent (Figure 7).

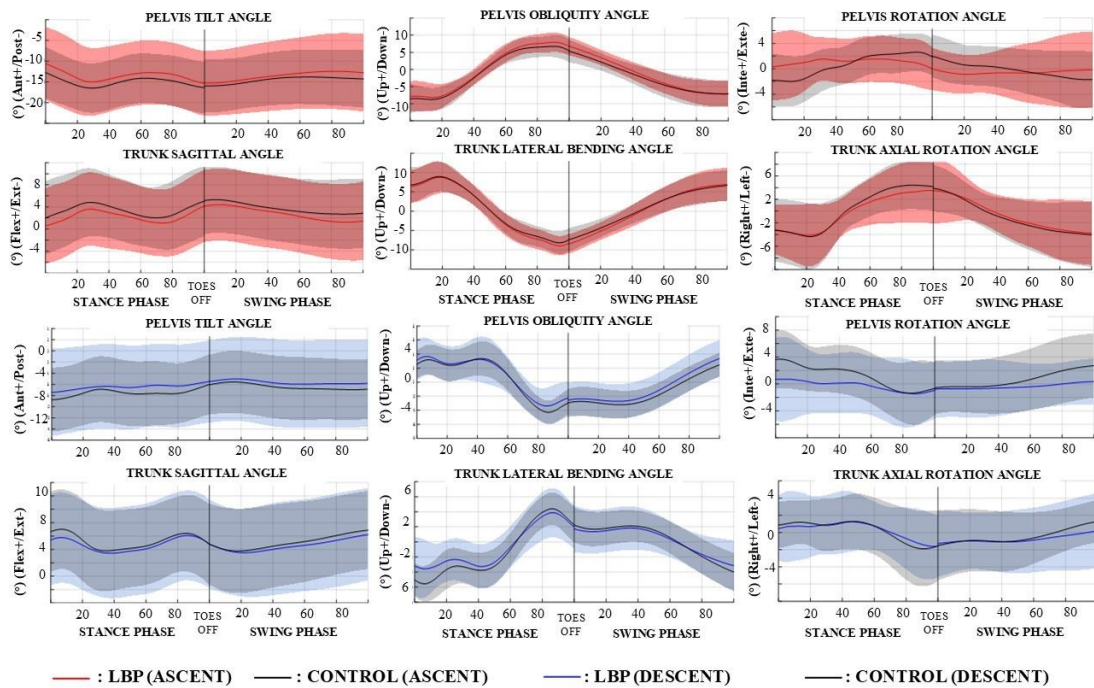


Figure 7: Kinematic Differences in Trunk and Pelvis Joint Angles During Ascent and Descent (Red = LBP, Black = Control) (Ascent); (Blue = LBP, Black= Control) (Descent). Data Presented Across the Stance Phase (0% to Toe-Off) and Swing Phase (Toe-Off to 100%) in All Three Planes of Motion. Ant = Anterior, Post = Posterior, Flex = Flexion, Ext = Extension, Med = Medial, Lat = Lateral, Inte = Internal, Exte = External.

Correlation between questionnaire scores and HDsEMG variables

Higher ODI scores were associated with higher RMS muscle activation during both swing and stance phases on the left side (swing ascent: $\rho = 0.447$, $\rho = 0.004$; stance ascent: $\rho = 0.342$, $\rho = 0.031$). Pain intensity reported at the beginning of the protocol also showed significant positive correlations with RMS, indicating that higher pain was

associated with higher RMS values on left-side during the swing phase of ascent ($\rho = 0.506$, $p = 0.001$) and left-side during the stance phase of ascent ($\rho = 0.391$, $p = 0.014$). No other correlation was significant between questionnaire and RMS muscle activation. No significant correlation was found between the redistribution of muscle activity (centroid coordinates) and all questionnaires.

Discussion

The primary aim of this study was to determine whether the redistribution of lumbar muscle activity during stair ascent and descent tasks differs between individuals with LCP and healthy controls. Additionally, a secondary objective was to explore the relationship between changes in redistribution of muscle activity and clinical and psychological factors of LCP. Our initial hypotheses were partially supported by our results. Our results show that individuals with LCP displayed a significantly more medial centroid position on the left side during both the swing and stance phases, and a more cranial location during the stance phase of stair ascent. A significant but small positive correlation was found between ODI scores and RMS values on the left side during both the swing and stance phases of stair ascent. Additionally, higher pain intensity was positively correlated with RMS values on the left side during the swing phase of ascent. No association was found between the redistribution of muscle activity and clinical outcomes of LBP.

Impact of LCP on redistribution of muscle activity

Individuals with LCP mostly recruited the medial region of the lumbar muscles on the left side for both stair ascent and descent. This suggests a shift in muscle recruitment toward the spine, potentially indicating an increased reliance on medial erector spinae fibers, as a strategy to enhance stability or avoid lateral shear forces (Hodges & Richardson, 1996; N. W. Mok et al., 2007). In individuals with LCP, such forces might exacerbate symptoms or tissue strain, prompting the central nervous system to alter muscle recruitment to enhance segmental stability (Hodges & Tucker, 2011). This pattern was not observed on the right side, suggesting a side-specific adaptation or asymmetry. It would be valuable for future studies to investigate whether this side-specific adaptation is directly related to the side of pain (Hao et al., 2020).

A more cranial redistribution of muscle activity in individuals with LCP was observed on the left side of the lower back, during both swing and stance phases of stair ascent, indicating a redistribution of muscle activity toward the upper part of the lumbar muscles. This pattern toward cranial regional activation in individuals with chronic LBP has also been previously reported during high intensity isometric and lifting tasks (Arvanitidis et al., 2021, 2022; Martinez-Valdes et al., 2019; Sanderson et al., 2024). This shift may reflect a compensatory recruitment of higher thoracolumbar regions, potentially due to an inhibited or altered control of the lower lumbar stabilizers such as the deep multifidus (Danneels et al., 2000; Sanderson et al., 2024). These results highlight a consistent left-sided alteration in spatial muscle activation, particularly during stair ascent, a task that requires increased neuromuscular activation (Schulte et al., 2023). Further

research is needed to fully understand the different trunk neuromuscular adaptations between sides in challenging tasks.

Impact of LCP on muscle amplitude

Individuals with LCP exhibited a significantly higher amplitude of lumbar muscle activation, compared to healthy controls. This increase was observed bilaterally during the swing phase of both stair ascent and descent, and during the stance phase of ascent. These results are consistent with previous findings suggesting that individuals with LCP adopt protective or compensatory activation strategies, potentially characterized by overactivation of superficial musculature to enhance trunk stability (Hodges & Moseley, 2003; Lima et al., 2018a; van Dieën et al., 2003). Using HDsEMG, the current study allowed to provide further information to previous studies by capturing the whole lumbar region. The use of HDsEMG in the context of low back pain is still emerging, with most studies to date focusing on high intensity (Arvanitidis et al., 2022) or less challenging tasks such as level walking (Serafino et al., 2021a). To our knowledge, this study is the first to use HDsEMG during a more dynamic and physically demanding task than walking and a more ecologically valid assessment of lumbar muscle function.

Kinematic

Our study did not reveal any significant differences in trunk or pelvic kinematic variables between groups during stair ascent and descent. This absence of kinematic alterations was unexpected, as previous studies have reported that individuals with LCP exhibit reduced trunk mobility, greater trunk flexion, or altered lumbopelvic coordination

during stair ascent and walking (Errabity et al., 2023; Lee et al., 2015; Seay et al., 2011). Our study builds upon previous work by employing a whole-body kinematic approach, simultaneously analyzing both upper and lower body movements. Moreover, we used SPM analysis to compare continuous kinematic data across the gait cycle. Therefore, SPM enables the assessment of entire kinematic curves, providing a deeper understanding of movement patterns rather than focusing on specific peak values (Pataky, 2010). This suggests that the absence of kinematic differences may reflect a true preservation of joint-level movement strategies during stair ascent and descent in individuals with LCP, despite the presence of altered neuromuscular activation patterns. Another explanation for our contrasting findings may lie in the similar physical activity levels reported between groups in our study. Higher physical activity has been associated with better neuromuscular control and reduced movement avoidance in individuals with LCP, potentially mitigating kinematic differences during daily tasks (Geneen et al., 2017; Roren et al., 2023).

Limitations

The biopsychological profile of individuals in the current study should be considered for interpreting the neuromuscular findings. Participants with LCP exhibited low levels of self-reported pain intensity and disability, suggesting that the functional impact of their condition was relatively mild. Despite the presence of persistent pain, these individuals maintained a good level of physical activity, comparable to that of the control group. Another consideration is the relatively small sample size ($n=40$), which may limit the statistical power and generalizability of the findings.

Conclusion

This study highlights that LCP group exhibit higher medial and cranial lumbar muscle activation patterns during stair ascent and descent. Despite these neuromuscular adaptations, no significant trunk or pelvis kinematic differences were observed, possibly due to high physical activity levels. These findings suggest that muscle activation changes may occur independently of gross movement alterations, emphasizing the need for rehabilitation approaches targeting neuromuscular control rather than solely focusing on movement amplitude.

Funding

We acknowledge the financial support of Réseau Provincial de Recherche en Adaptation Réadaptation (REPAR).

Declaration of competing interest

The authors declare that they have no financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Author Contributions

GV Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Investigation, Methodology, Visualization, Writing - original draft; **EP** Investigation, Formal analysis, Methodology, Visualization, Writing – original draft; **RAdS** Conceptualization, Writing – review & editing; **LDB** Conceptualization, Writing – review & editing; **HM** Conceptualization, Writing – review & editing; **GM** Conceptualization, Methodology, Supervision, Validation, Writing - review & editing; **JA** Conceptualization, Methodology, Supervision, Validation, Writing - review & editing

Discussion

Rappel des objectifs

L'objectif principal du projet était d'étudier si la redistribution de l'activité musculaire de la région lombaire diffère entre les personnes atteintes de LCP et un groupe contrôle lors de la montée et descente d'escalier, ainsi que d'examiner les différences dans les angles du tronc et du bassin entre les deux groupes.

L'objectif secondaire consiste à examiner si une relation existe entre la redistribution de l'activité musculaire et les facteurs psychologiques chez les individus atteints de LCP.

Rappel des hypothèses

Nos hypothèses initiales ont été partiellement confirmées. Les résultats ont révélé que les individus avec LCP présentaient une position du centroïde plus médiale du côté gauche durant la phase d'envol et d'appui, ainsi qu'une localisation plus crâniale durant la phase d'appui seulement lors de la montée d'escalier. Cependant, aucune corrélation n'a été observée entre les facteurs psychologiques et la redistribution de l'activité musculaire.

Impact de la lombalgie chronique primaire sur la redistribution de l'activité musculaire

Chez les participants LCP, il y avait une redistribution de l'activité musculaire médiale du côté gauche, tant pour la montée que la descente d'escalier. Cela suggère un déplacement du recrutement musculaire vers la colonne vertébrale, reflétant possiblement

une plus grande sollicitation des fibres médiales des érecteurs du rachis, soit comme stratégie de stabilisation, soit pour réduire les forces de cisaillement (Hodges & Richardson, 1996; N. W. Mok et al., 2007). Chez les individus atteints de LCP, de telles forces pourraient aggraver les symptômes ou le stress tissulaire, incitant le système nerveux central à modifier le recrutement musculaire pour renforcer la stabilité de la colonne vertébrale (Hodges & Tucker, 2011). Cette redistribution de l'activité musculaire n'a toutefois pas été observée du côté droit, ce qui pourrait indiquer une adaptation spécifique à un seul côté. Il serait pertinent, dans de futures études, d'examiner si cette adaptation spécifique à un côté est directement liée au côté douloureux (Hao et al., 2020).

Par ailleurs, une position du centroïde plus crâniale a été observée chez les individus avec LCP du côté gauche, tant durant l'envol que lors du support, seulement pendant la montée d'escalier. Ce schéma de redistribution crâniale de l'activité musculaire lombaire a également été rapporté lors de tâches isométriques intenses ou de soulèvement de boîte dans un seul plan (Abboud et al., 2014; Arvanitidis et al., 2021, 2022). Ce déplacement pourrait refléter un recrutement compensatoire des régions thoracolombaires chez les personnes atteintes de LCP, possiblement en raison d'un contrôle altéré ou inhibé des stabilisateurs lombaires inférieurs tels que les multifides profonds (Danneels et al., 2000; Sanderson et al., 2024). Ces résultats soulignent une latéralité du côté gauche dans la redistribution de l'activité musculaire, particulièrement durant la montée d'escalier, une tâche nécessitant une activation neuromusculaire plus importante que la descente (Schulte et al., 2023b). Des études futures devraient viser à approfondir la compréhension des

adaptations neuromusculaires asymétriques du tronc lors de tâches plus exigeantes, notamment la montée et la descente d'escalier avec charge ou à différentes vitesses.

Impact de la lombalgie chronique primaire sur l'amplitude de l'activité musculaire

Les participants avec LCP ont démontré une activation musculaire lombaire plus élevée que le groupe contrôle. Cette augmentation a été observée de manière bilatérale durant la phase d'envol pour la montée et la descente, ainsi que durant la phase d'appui de la montée. Ces résultats concordent avec les recherches antérieures suggérant que les personnes atteintes de LCP adoptent des stratégies compensatoires de suractivation musculaire, notamment des muscles superficiels, pour stabiliser le tronc (Hodges & Moseley, 2003; Knezevic et al., 2021; Lima et al., 2018a).

Grâce à l'EMG-HD, cette étude a permis de cartographier l'ensemble de la région lombaire, apportant ainsi des informations complémentaires aux études antérieures, qui se sont généralement limitées à des tâches statiques ou dynamiques qui demandent un effort soutenu (Abboud et al., 2014; Arvanitidis et al., 2021, 2022; Sanderson et al., 2024) ou des tâches à faible intensité, comme la marche (Serafino et al., 2021a). À notre connaissance, il s'agit de la première étude utilisant l'EMG-HD dans le contexte d'une tâche dynamique, fonctionnelle et physiquement plus exigeante que la marche, reflétant plus fidèlement les sollicitations neuromusculaires rencontrées lors d'AVQ.

Cinématique

Aucune différence significative n'a été observée dans les variables cinématiques du tronc ou du bassin entre les groupes lors de la montée et descente d'escalier. Cette

absence de changement était inattendue, car plusieurs études précédentes ont montré que les personnes atteintes de LCP présentent une réduction de la mobilité du tronc, une flexion accrue ou des altérations de la coordination lombo-pelvienne (Errabity et al., 2023; Lee et al., 2015; Seay et al., 2011). Notre étude se distingue en utilisant une approche cinématique globale du corps, analysant simultanément les mouvements du tronc et des membres inférieurs. Nous avons utilisé l'analyse Cartographie Paramétrique Statistique (SPM) pour comparer les données cinématiques continues tout au long du cycle de la montée et descente d'escalier. Par conséquent, la méthode SPM traite la cinématique comme une courbe complète plutôt que comme quelques points (moyennes ou pics des angles), et permet de réduire le risque de faux positifs souvent rencontré avec les mesures ponctuelles (Pataky, 2010; Pataky et al., 2016) (Figure 7). L'absence de différences cinématiques observée entre les groupes suggère que les adaptations neuromusculaires identifiées chez les individus atteints de LCP ne sont probablement pas le résultat d'une modification volontaire ou compensatoire de leurs patrons de mouvement.

Cela soutient l'hypothèse selon laquelle les modifications neuromusculaires observées chez les individus atteints de LCP sont davantage liées à une redistribution de l'activité musculaire plutôt qu'à une modification des patrons de mouvements. Selon la théorie de l'adaptation motrice à la douleur proposée par Hodges et Tucker (2011), plusieurs mécanismes peuvent être mobilisés par le système nerveux central pour limiter la douleur, incluant la redistribution de l'activité musculaire ou l'augmentation de la rigidité articulaire. Toutefois, la modification des patrons de mouvement globaux n'est

pas toujours utilisée comme stratégie prioritaire, ce qui pourrait expliquer l'absence de différences cinématiques entre les groupes dans notre étude (Hodges & Tucker, 2011).

Questionnaires biopsychosociaux

Le groupe LCP présentait en moyenne un niveau de douleur faible ($2,52 \pm 2,2$) et d'incapacité fonctionnelle faible, avec un score de 16,48 % au questionnaire Oswestry. Ce faible niveau d'incapacité et de douleur pourrait avoir favorisé un maintien d'un certain niveau d'activité physique (Lin et al., 2011), ce qui, à son tour, pourrait expliquer l'absence de corrélation entre les scores des questionnaires biopsychosociaux et les adaptations neuromusculaires, comme la distribution spatiale de l'activité musculaire. En effet, le niveau d'activité physique modérée et d'activité physique totale est similaire entre les groupes. Les participants du groupe LCP rapportaient en moyenne $301,5 \pm 362,2$ minutes d'activité modérée par semaine, contre $217,7 \pm 185,8$ minutes dans le groupe contrôle. De même, les scores totaux d'activité physique étaient comparables (1051 ± 1032 MET-min/semaine pour le groupe LCP vs 806 ± 676 MET-min/semaine pour le groupe contrôle). Il est reconnu qu'une activité physique régulière contribue à améliorer le contrôle neuromusculaire et à réduire la peur du mouvement chez les personnes atteintes de LCP (Geneen et al., 2017; Roren et al., 2023), ce qui pourrait en partie expliquer l'absence de différence observée dans la cinématique de la montée et descente entre les groupes et l'absence de corrélation entre la redistribution de l'activité musculaire et les facteurs biopsychosociaux, ainsi que pour les résultats des questionnaires biopsychosociaux comme le niveaux d'anxiété faible (LCP $41,8 \pm 15,1$ contrôle $46,5 \pm$

4,2) et d'auto-efficacité ($265,7 \pm 47,7$ vs $277,3 \pm 51,9$), ce qui est considéré comme un haut niveau d'auto-efficacité selon Lacasse et al., 2015.

Par ailleurs, bien que les participants du groupe LCP aient présenté un niveau de dramatisation plus élevé ($14,8 \pm 11,8$) que ceux du groupe contrôle ($6,7 \pm 5,9$), ce score demeure dans la catégorie d'un niveau modéré, tel que défini par French et al. (2005). D'après Elfving et al. (2007), un faible niveau d'activité physique est souvent associé à une dramatisation plus élevée, ce qui soutient l'hypothèse qu'un bon maintien de l'activité physique pourrait atténuer certains facteurs psychologiques négatifs liés à la LCP. Or, les niveaux d'activité physique étant similaires entre les deux groupes, il est possible que l'activité physique ait joué un rôle protecteur, en contribuant à prévenir une aggravation plus marquée de la dramatisation chez les participants atteints de LCP.

Forces de l'étude

Tout d'abord, l'âge moyen des participants (46 ans groupe LCP et 45 ans groupe contrôle) reflète la tranche d'âge la plus souvent concernée par la LCP (Macfarlane et al., 2012). Ensuite, la tâche expérimentale, la montée et la descente d'escalier, demeure encore peu étudiée dans le contexte de la LCP. À notre connaissance, aucune étude antérieure n'a examiné la redistribution de l'activité musculaire lombaire lors de la montée et de la descente d'escalier. Par ailleurs, l'ajout de l'analyse cinématique constitue un atout méthodologique, puisqu'il permet de s'assurer que les adaptations neuromusculaires observées ne sont pas attribuables à des modifications du mouvement.

La validité des données est renforcée par le grand nombre de répétitions effectuées par les participants (20 essais), ce qui dépasse les pratiques usuelles souvent autour de cinq essais et améliore la représentativité et la fiabilité des moyennes neuromusculaires et cinématiques. (Lima et al., 2018b; Serafino et al., 2021b). L'enregistrement de l'activité musculaire a été réalisé à l'aide d'EMG-HD couvrant l'ensemble de la région lombaire, offrant une cartographie complète de l'activation musculaire.

Sur le plan de l'analyse du mouvement, la cinématique a été captée à l'aide de 43 marqueurs, permettant une évaluation globale et précise du mouvement du tronc et du bassin. Finalement, l'utilisation de l'analyse SPM constitue un atout important, puisqu'elle permet de comparer les courbes cinématiques dans leur intégralité plutôt que de se limiter à des valeurs maximales ou moyenne, offrant ainsi une compréhension plus complète de la cinématique.

Limites de l'étude

L'interprétation des résultats neuromusculaires doit tenir compte du profil biopsychosociaux des participants. En effet, les individus atteints de LCP ont rapporté de faibles niveaux de douleur perçue et d'incapacité fonctionnelle, ainsi qu'un niveau d'anxiété faible et d'auto-efficacité élevé, similaires à ceux du groupe contrôle. Ces résultats ne peuvent donc pas être généralisés à une population atteinte de LCP avec des atteintes biopsychosociales et niveau de douleur plus élevés. Par ailleurs, le fait d'avoir limité l'enregistrement EMG à la région lombaire ne permet pas d'observer d'éventuelles adaptations neuromusculaires qui pourraient survenir au niveau des membres inférieurs.

La taille restreinte de l'échantillon ($n = 40$) limite la puissance statistique et augmente le risque d'erreur de type II. Les participants présentaient des profils biopsychosociaux comparables à ceux du groupe contrôle (faible intensité de douleur et d'incapacité, faible anxiété et auto-efficacité élevée). Cette homogénéité réduit la variance et tend à atténuer les corrélations possibles. Par conséquent, les faibles associations observées doivent être interprétées comme des estimations conservatrices de celles qui pourraient émerger dans une population plus hétérogène.

Enfin, la condition expérimentale utilisée dans cette étude ne reproduit pas entièrement les contraintes rencontrées dans les AVQ. Nous aurions pu inclure une deuxième condition expérimentale, telle qu'une montée/descente prolongée, avec charges portées ou à vitesse de montée et de descente plus élevée, afin de simuler une charge mécanique plus exigeante et d'évaluer les réponses neuromusculaires dans d'autres contextes fonctionnels.

Conclusion

Cette étude met en évidence, chez les participants atteints de LCP, une redistribution de l'activité musculaire vers les régions médiale et crâniale du côté gauche, spécifiquement lors des phases d'envol et de support durant la montée d'escalier. Une augmentation de l'amplitude de l'activation musculaire a également été observée bilatéralement, durant toutes les phases de la montée et de la descente. Ces adaptations neuromusculaires sont présentes malgré des niveaux relativement faibles d'incapacité physique et des scores psychosociaux globalement similaires à ceux du groupe contrôle,

à l'exception d'un niveau plus élevé de dramatisation. Aucune différence significative n'a été constatée dans la cinématique du tronc et du bassin, ce qui pourrait être attribuable au niveau élevé d'activité physique des participants. Ces résultats suggèrent que les altérations de l'activation musculaire peuvent se manifester indépendamment des modifications du mouvement global, ce qui souligne l'importance d'interventions de réadaptation centrées sur le contrôle neuromusculaire plutôt que sur la seule amplitude des mouvements.

Référence

- Aaron, R. V., Ravyts, S. G., Carnahan, N. D., Bhattiprolu, K., Harte, N., McCaulley, C. C., Vitalicia, L., Rogers, A. B., Wegener, S. T., & Dudeney, J. (2025). Prevalence of depression and anxiety among adults with chronic pain : A systematic review and meta-analysis. *JAMA Network Open*, 8(3), e250268-e250268.
- Abboud, J., Nougrou, F., Pagé, I., Cantin, V., Massicotte, D., & Descarreaux, M. (2014). Trunk motor variability in patients with non-specific chronic low back pain. *European journal of applied physiology*, 114, 2645-2654.
- Abu Bakar, F., Staal, J. B., van Cingel, R., Saito, H., Ostelo, R., & van Dieen, J. H. (2023). Not all movements are equal : Differences in the variability of trunk motor behavior between people with and without low back pain-A systematic review with descriptive synthesis. Dans *PLoS One* (Vol. 18, Numéro 9, p. e0286895). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286895>
- Alperovitch-Najenson, D., Becker, A., Belton, J., Buchbinder, R., Cadmus, E. O., Cardoso, M., Chaturvedi, S. K., Chou, R., Daitz, B., Eldin, M. M., & others. (2023). *WHO guideline for non-surgical management of chronic primary low back pain in adults in primary and community care settings*. World Health Organization.
- Anselmo, A., Pagano, M., Cappadona, I., Cardile, D., Russo, F., Laudisio, A., Papalia, G. F., Quartarone, A., Calabrò, R. S., & Corallo, F. (2024). A Systematic Review on the Neuropsychological Assessment of Patients with LBP: The Impact of Chronic Pain on Quality of Life. *Journal of Clinical Medicine*, 13(20), 6149.
- Arendt-Nielsen, L., Graven-Nielsen, T., Sværre, H., & Svensson, P. (1996). The influence of low back pain on muscle activity and coordination during gait : A clinical and experimental study. *Pain*, 64(2), 231-240.
- Arvanitidis, M., Bikinis, N., Petrakis, S., Gkioka, A., Tsimpolis, D., Falla, D., & Martinez-Valdes, E. (2021). Spatial distribution of lumbar erector spinae muscle activity in individuals with and without chronic low back pain during a dynamic isokinetic fatiguing task. *Clinical Biomechanics*, 81, 105214. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.105214>
- Arvanitidis, M., Jiménez-Grande, D., Haouidji-Javaux, N., Falla, D., & Martinez-Valdes, E. (2022). People with chronic low back pain display spatial alterations in high-density surface EMG-torque oscillations. *Scientific Reports*, 12(1), 15178.

- Bandura, A., & Wessels, S. (1994). *Self-efficacy*.
- Baron, R., Binder, A., Attal, N., Casale, R., Dickenson, A., & Treede, R.-D. (2016). Neuropathic low back pain in clinical practice. *European journal of pain*, 20(6), 861-873.
- Becker, S., Bergamo, F., Schnake, K. J., Schreyer, S., Rembitzki, I. V., & Disselhorst-Klug, C. (2018). The relationship between functionality and erector spinae activity in patients with specific low back pain during dynamic and static movements. Dans *Gait Posture* (Vol. 66, p. 208-213). <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.08.042>
- Bener, A., Verjee, M., Dafeeah, E. E., Falah, O., Al-Juhaishi, T., Schlogl, J., Sedeeq, A., & Khan, S. (2013). Psychological factors : Anxiety, depression, and somatization symptoms in low back pain patients. *Journal of pain research*, 95-101.
- Bible, J. E., Biswas, D., Miller, C. P., Whang, P. G., & Grauer, J. N. (2010). Normal Functional Range of Motion of the Lumbar Spine During 15 Activities of Daily Living. *Clinical Spine Surgery*, 23(2). https://journals.lww.com/jspinaldisorders/fulltext/2010/04000/normal_functional_range_of_motion_of_the_lumbar.5.aspx
- Bieuzen, F. (2007). *Influence des propriétés musculaires sur un exercice de locomotion humaine : De l'efficience à la déficience motrice* [PhD Thesis]. Université du Sud Toulon Var.
- Biviá-Roig, G., Lisón, J. F., & Sánchez-Zuriaga, D. (2019). Determining the optimal maximal and submaximal voluntary contraction tests for normalizing the erector spinae muscles. *PeerJ*, 7, e7824.
- Bogduk, N., & Twomey, L. (1997). The lumbar muscles and their fascia. *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum*, 106.
- Charles, M., Thivel, D., Verney, J., Isacco, L., Husu, P., Vähä-Ypyä, H., Vasankari, T., Tardieu, M., Fillon, A., Genin, P., & others. (2021). Reliability and validity of the ONAPS physical activity questionnaire in assessing physical activity and sedentary behavior in French adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5643.
- Cluff, T., & Robertson, D. G. E. (2011). Kinetic analysis of stair descent : Part 1. Forwards step-over-step descent. *Gait & posture*, 33(3), 423-428.

- Costa, L. da C. M., Maher, C. G., McAuley, J. H., Hancock, M. J., & Smeets, R. J. (2011). Self-efficacy is more important than fear of movement in mediating the relationship between pain and disability in chronic low back pain. *European Journal of Pain*, *15*(2), 213-219.
- Dambadarjaa, B., Khuyagbaatar, B., Bayartai, M.-E., Purevsuren, T., Shambaljamts, T., & Kim, Y. H. (2024). Kinematic comparison between people with and without low back pain during functional activities. *Journal of Mechanical Science and Technology*, *38*(6), 2781-2787.
- Dankaerts, W., O'Sullivan, P. B., Burnett, A. F., Straker, L. M., & Danneels, L. A. (2004). Reliability of EMG measurements for trunk muscles during maximal and sub-maximal voluntary isometric contractions in healthy controls and CLBP patients. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *14*(3), 333-342.
- Danneels, L. A., Vanderstraeten, G. G., Cambier, D. C., Witvrouw, E. E., De Cuyper, H. J., & Danneels, L. (2000). CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *European spine journal*, *9*, 266-272.
- Denis, I., & Fortin, L. (2012). Development of a French-Canadian version of the Oswestry Disability Index : Cross-cultural adaptation and validation. *Spine*, *37*(7), E439-E444.
- Dubois, J.-D., Piché, M., Cantin, V., & Descarreaux, M. (2011). Effect of experimental low back pain on neuromuscular control of the trunk in healthy volunteers and patients with chronic low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *21*(5), 774-781.
- Errabity, A., Calmels, P., Han, W.-S., Bonnaire, R., Pannetier, R., Convert, R., & Molimard, J. (2023). The effect of low back pain on spine kinematics : A systematic review and meta-analysis. *Clinical Biomechanics*, *108*, 106070.
<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2023.106070>
- Falla, D., Gizzi, L., Tschapek, M., Erlenwein, J., & Petzke, F. (2014). Reduced task-induced variations in the distribution of activity across back muscle regions in individuals with low back pain. *Pain®*, *155*(5), 944-953.
- Ferrari, S., Vanti, C., Pellizzer, M., Dozza, L., Monticone, M., & Pillastrini, P. (2019). Is there a relationship between self-efficacy, disability, pain and sociodemographic characteristics in chronic low back pain ? A multicenter retrospective analysis. *Archives of Physiotherapy*, *9*, 1-9.

- Ferreira, M. L., De Luca, K., Haile, L. M., Steinmetz, J. D., Culbreth, G. T., Cross, M., Kopec, J. A., Ferreira, P. H., Blyth, F. M., Buchbinder, R., & others. (2023). Global, regional, and national burden of low back pain, 1990–2020, its attributable risk factors, and projections to 2050 : A systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Rheumatology*, 5(6), e316-e329.
- Freeman, M. D., Woodham, M. A., & Woodham, A. W. (2010). The role of the lumbar multifidus in chronic low back pain : A review. *Pm&r*, 2(2), 142-146.
- French, D. J., Noël, M., Vigneau, F., French, J. A., Cyr, C. P., & Evans, R. T. (2005). L'Échelle de dramatisation face à la douleur PCS-CF: Adaptation canadienne en langue française de l'échelle «Pain Catastrophizing Scale». *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 37(3), 181.
- Gallina, A., Disselhorst-Klug, C., Farina, D., Merletti, R., Besomi, M., Holobar, A., Enoka, R. M., Hug, F., Falla, D., Søgaard, K., & others. (2022). Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project : High-density surface electromyography matrix. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 64, 102656.
- Gauthier, J., & Bouchard, S. (1993). Adaptation canadienne-française de la forme révisée du State-Trait Anxiety Inventory de Spielberger. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 25(4), 559.
- Gay, J. L., Cherof, S. A., LaFlamme, C. C., & O'Connor, P. J. (2022). Psychological aspects of stair use : A systematic review. *American journal of lifestyle medicine*, 16(1), 109-121.
- Ge, L., Pereira, M. J., Yap, C. W., & Heng, B. H. (2022). Chronic low back pain and its impact on physical function, mental health, and health-related quality of life : A cross-sectional study in Singapore. *Scientific Reports*, 12(1), 20040.
- Geneen, L. J., Moore, R. A., Clarke, C., Martin, D., Colvin, L. A., & Smith, B. H. (2017). Physical activity and exercise for chronic pain in adults : An overview of Cochrane Reviews. *Cochrane database of systematic reviews*, 4.
- Grieve, G. P. (1997). *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum* | Nikolai Bogduk, Lance Twomey, *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine and Sacrum*, 3rd edn, Churchill Livingstone, Edinburgh (1997), Illus. 261 pages. \$20., ISBN: 0 443 06014 2. Elsevier.

- Grimshaw, P., 1961-, Cole, M. H., Burden, A., Fowler, N., & Herer, C. (2021). *Biomécanique du sport et de l'exercice : De la connaissance à l'argumentation* (Seconde édition). De Boeck Supérieur; WorldCat.
- Hao, Z., Xie, L., Wang, J., & Hou, Z. (2020). Spatial distribution and asymmetry of surface electromyography on lumbar muscles of soldiers with chronic low back pain. *Pain Research and Management*, 2020(1), 6946294.
- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., Hoy, D., Karppinen, J., Pransky, G., Sieper, J., Smeets, R. J., & Underwood, M. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. Dans *Lancet* (Vol. 391, Numéro 10137, p. 2356-2367). [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)30480-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)30480-x)
- Hodges, P. W., & Danneels, L. (2019). Changes in Structure and Function of the Back Muscles in Low Back Pain : Different Time Points, Observations, and Mechanisms. Dans *J Orthop Sports Phys Ther* (Vol. 49, Numéro 6, p. 464-476). <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.8827>
- Hodges, P. W., & Moseley, G. L. (2003). Pain and motor control of the lumbopelvic region : Effect and possible mechanisms. *Journal of electromyography and kinesiology*, 13(4), 361-370.
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain : A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 21(22), 2640-2650.
- Hodges, P. W., & Tucker, K. (2011). Moving differently in pain : A new theory to explain the adaptation to pain. Dans *Pain* (No. 3 Suppl; Vol. 152, Numéro 3 Suppl, p. S90-s98). <https://doi.org/10.1016/j.pain.2010.10.020>
- Hu, Y., Yang, Z., Li, Y., Xu, Y., Zhou, X., & Guo, N. (2022). Anxiety symptoms and associated factors among chronic low back pain patients in china : A cross-sectional study. *Frontiers in Public Health*, 10, 878865.
- Hyodo, K., Masuda, T., Aizawa, J., Jinno, T., & Morita, S. (2017). Hip, knee, and ankle kinematics during activities of daily living : A cross-sectional study. *Brazilian journal of physical therapy*, 21(3), 159-166.
- Jacob, L., Rathmann, W., Koyanagi, A., Haro, J. M., & Kostev, K. (2021). Association between type 2 diabetes and chronic low back pain in general practices in Germany. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, 9(1).

- Jetté, M., Sidney, K., & Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical cardiology*, 13(8), 555-565.
- Kahere, M., Hlongwa, M., & Ginindza, T. G. (2022). A scoping review on the epidemiology of chronic low back pain among adults in sub-Saharan Africa. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 2964.
- Karran, E. L., Grant, A. R., & Moseley, G. L. (2020). Low back pain and the social determinants of health : A systematic review and narrative synthesis. *Pain*, 161(11), 2476-2493.
- Knezevic, N. N., Candido, K. D., Vlaeyen, J. W. S., Van Zundert, J., & Cohen, S. P. (2021). Low back pain. Dans *Lancet* (No. 10294; Vol. 398, Numéro 10294, p. 78-92). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00733-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00733-9)
- Konrad, P. (2005). The abc of emg. *A practical introduction to kinesiological electromyography*, 1(2005), 30-35.
- Kosek, E., Clauw, D., Nijs, J., Baron, R., Gilron, I., Harris, R. E., Mico, J.-A., Rice, A. S., & Sterling, M. (2021). Chronic nociplastic pain affecting the musculoskeletal system : Clinical criteria and grading system. *Pain*, 162(11), 2629-2634.
- Lacasse, A., Bourgault, P., Tousignant-Laflamme, Y., Courtemanche-Harel, R., Choinière, M., & others. (2015). Development and validation of the French-Canadian chronic pain self-efficacy scale. *Pain Research and Management*, 20, 75-83.
- Lamoth, C. J., Meijer, O. G., Wuisman, P. I., van Dieën, J. H., Levin, M. F., & Beek, P. J. (2002). Pelvis-thorax coordination in the transverse plane during walking in persons with nonspecific low back pain. *Spine*, 27(4), E92-E99.
- Leardini, A., Biagi, F., Merlo, A., Belvedere, C., & Benedetti, M. G. (2011). Multi-segment trunk kinematics during locomotion and elementary exercises. Dans *Clin Biomech (Bristol, Avon)* (Vol. 26, Numéro 6, p. 562-571). <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.01.015>
- Lee, H., Hübscher, M., Moseley, G. L., Kamper, S. J., Traeger, A. C., Mansell, G., & McAuley, J. H. (2015). How does pain lead to disability ? A systematic review and meta-analysis of mediation studies in people with back and neck pain. *PAIN*, 156(6). https://journals.lww.com/pain/fulltext/2015/06000/how_does_pain_lead_to_disability__a_systematic.4.aspx

- Lewis, S., Holmes, P., Woby, S., Hindle, J., & Fowler, N. (2012). The relationships between measures of stature recovery, muscle activity and psychological factors in patients with chronic low back pain. *Manual therapy, 17*(1), 27-33.
- Liechti, M., Von Arx, M., Eichelberger, P., Bangerter, C., Meier, M. L., & Schmid, S. (2022). Spatial distribution of erector spinae activity is related to task-specific pain-related fear during a repetitive object lifting task. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 65*, 102678.
- Lima, M., Ferreira, A. S., Reis, F. J. J., Paes, V., & Meziat-Filho, N. (2018a). Chronic low back pain and back muscle activity during functional tasks. Dans *Gait Posture* (Vol. 61, p. 250-256). <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.01.021>
- Lima, M., Ferreira, A. S., Reis, F. J. J., Paes, V., & Meziat-Filho, N. (2018b). Chronic low back pain and back muscle activity during functional tasks. *Gait & posture, 61*, 250-256.
- Lin, C.-W. C., McAuley, J. H., Macedo, L., Barnett, D. C., Smeets, R. J., & Verbunt, J. A. (2011). Relationship between physical activity and disability in low back pain : A systematic review and meta-analysis. *PAIN®, 152*(3), 607-613.
- Lin, Y. C., Fok, L. A., Schache, A. G., & Pandy, M. G. (2015). Muscle coordination of support, progression and balance during stair ambulation. Dans *J Biomech* (Vol. 48, Numéro 2, p. 340-347). <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2014.11.019>
- MacDonald, D. A., Moseley, G. L., & Hodges, P. W. (2006). The lumbar multifidus : Does the evidence support clinical beliefs? *Manual therapy, 11*(4), 254-263.
- Macfarlane, G. J., Beasley, M., Jones, E. A., Prescott, G. J., Docking, R., Keeley, P., McBeth, J., Jones, G. T., Team, M. S., & others. (2012). The prevalence and management of low back pain across adulthood : Results from a population-based cross-sectional study (the MUSICIAN study). *Pain, 153*(1), 27-32.
- Martinez-Valdes, E., Wilson, F., Fleming, N., McDonnell, S.-J., Horgan, A., & Falla, D. (2019). Rowers with a recent history of low back pain engage different regions of the lumbar erector spinae during rowing. *Journal of Science and Medicine in Sport, 22*(11), 1206-1212.
- Matheve, T., Hodges, P., & Danneels, L. (2023). The Role of Back Muscle Dysfunctions in Chronic Low Back Pain : State-of-the-Art and Clinical Implications. *Journal of Clinical Medicine, 12*(17), 5510.

- McFadyen, B. J., & Winter, D. A. (1988). An integrated biomechanical analysis of normal stair ascent and descent. Dans *J Biomech* (No. 9; Vol. 21, Numéro 9, p. 733-744). [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(88\)90282-5](https://doi.org/10.1016/0021-9290(88)90282-5)
- Meints, S. M., Mawla, I., Napadow, V., Kong, J., Gerber, J., Chan, S.-T., Wasan, A. D., Kaptchuk, T. J., McDonnell, C., Carriere, J., & others. (2019). The relationship between catastrophizing and altered pain sensitivity in patients with chronic low-back pain. *Pain*, *160*(4), 833-843.
- Mok, L. C., & Lee, I. F.-K. (2008). Anxiety, depression and pain intensity in patients with low back pain who are admitted to acute care hospitals. *Journal of Clinical Nursing*, *17*(11), 1471-1480.
- Mok, N. W., Brauer, S. G., & Hodges, P. W. (2007). Failure to use movement in postural strategies leads to increased spinal displacement in low back pain. *Spine*, *32*(19), E537-E543.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. R. (2023). *Clinically Oriented Anatomy* (9th éd.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Namnik, N., Salehi, R., Shaterzadeh-Yazdi, M. J., Esfandiarpour, F., Mehravar, M., & Orakifar, N. (2019). Examination of lumbopelvic and lower extremity movements in two subgroups of people with chronic low back pain based on the movement system impairment model during a stair descending task. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, *21*(3), 197-205.
- Nicholas, M., Vlaeyen, J. W., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Benoliel, R., Cohen, M., Evers, S., Giamberardino, M. A., Goebel, A., & others. (2019). The IASP classification of chronic pain for ICD-11 : Chronic primary pain. *Pain*, *160*(1), 28-37.
- Oddsson, L. I., & De Luca, C. J. (2003). Activation imbalances in lumbar spine muscles in the presence of chronic low back pain. *Journal of applied physiology*, *94*(4), 1410-1420.
- Ogunlana, M. O., Odole, A. C., Adejumo, A., & Odunaiya, N. (2015). Catastrophising, pain, and disability in patients with nonspecific low back pain. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, *33*(2), 73-79.
- Pakzad, M., Fung, J., & Preuss, R. (2016). Pain catastrophizing and trunk muscle activation during walking in patients with chronic low back pain. *Gait & posture*, *49*, 73-77.

- Pataky, T. C. (2010). Generalized n-dimensional biomechanical field analysis using statistical parametric mapping. *Journal of biomechanics*, 43(10), 1976-1982.
- Pataky, T. C., Vanrenterghem, J., & Robinson, M. A. (2016). The probability of false positives in zero-dimensional analyses of one-dimensional kinematic, force and EMG trajectories. Dans *Journal of biomechanics* (Vol. 49, Numéro 9, p. 1468-1476).
- Paul, W., Costa, L., & Hodges, P. W. (2023). *Low Back Pain Fact Sheet*. School of Health and Rehabilitation Sciences, The University of Queensland & The University of Sydney. https://worldphysio.org/sites/default/files/2023-10/Low-Back-Pain-Fact-Sheet_Final-3.pdf
- Protopapadaki, A., Drechsler, W. I., Cramp, M. C., Coutts, F. J., & Scott, O. M. (2007). Hip, knee, ankle kinematics and kinetics during stair ascent and descent in healthy young individuals. Dans *Clin Biomech (Bristol, Avon)* (No. 2; Vol. 22, Numéro 2, p. 203-210). <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2006.09.010>
- Puschmann, A.-K., Drießlein, D., Beck, H., Arampatzis, A., Moreno Catalá, M., Schiltewolf, M., Mayer, F., & Wippert, P.-M. (2020). Stress and self-efficacy as long-term predictors for chronic low back pain : A prospective longitudinal study. *Journal of pain research*, 613-621.
- Rastgar, B., Arab, A. M., Khademi-Kalantari, K., Amini-Farsani, Z., & Shavehei, Y. (2025). Functional data analysis of the full-body kinematics during a step-up task in subjects with and without low back pain : A cross-sectional study. *Journal of Biomechanics*, 183, 112585.
- Ringheim, I., Indahl, A., & Roeleveld, K. (2019). Reduced muscle activity variability in lumbar extensor muscles during sustained sitting in individuals with chronic low back pain. *PLoS One*, 14(3), e0213778.
- Roren, A., Daste, C., Coleman, M., Rannou, F., Freyssenet, D., Moro, C., Lefèvre-Colau, M.-M., & Nguyen, C. (2023). Physical activity and low back pain : A critical narrative review. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 66(2), 101650.
- Ruiz-Fernandez, C., Schol, J., Ambrosio, L., & Sakai, D. (2025). The Vicious Cycle of Obesity and Low Back Pain : A Comprehensive Review. *Applied Sciences*, 15(12), 6660.
- Sanderson, A., Cescon, C., Martinez-Valdes, E., Rushton, A., Heneghan, N., Kuithan, P., Barbero, M., & Falla, D. (2024). Reduced variability of erector spinae activity in

- people with chronic low back pain when performing a functional 3D lifting task. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 78, 102917.
- Scholich, S. L., Hallner, D., Wittenberg, R. H., Hasenbring, M. I., & Rusu, A. C. (2012). The relationship between pain, disability, quality of life and cognitive-behavioural factors in chronic back pain. *Disability and rehabilitation*, 34(23), 1993-2000.
- Schulte, R. V., Prinsen, E. C., Schaake, L., Paassen, R. P. G., Zondag, M., van Staveren, E. S., Poel, M., & Buurke, J. H. (2023). Database of lower limb kinematics and electromyography during gait-related activities in able-bodied subjects. Dans *Sci Data* (No. 1; Vol. 10, Numéro 1, p. 461). <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02341-6>
- Seay, J. F., Van Emmerik, R. E., & Hamill, J. (2011). Low back pain status affects pelvis-trunk coordination and variability during walking and running. *Clinical biomechanics*, 26(6), 572-578.
- Serafino, F., Trucco, M., Occhionero, A., Cerone, G. L., Chiarotto, A., Vieira, T., & Gallina, A. (2021a). Understanding regional activation of thoraco-lumbar muscles in chronic low back pain and its relationship to clinically relevant domains. Dans *BMC Musculoskelet Disord* (Vol. 22, Numéro 1, p. 432). <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04287-5>
- Serafino, F., Trucco, M., Occhionero, A., Cerone, G. L., Chiarotto, A., Vieira, T., & Gallina, A. (2021b). Understanding regional activation of thoraco-lumbar muscles in chronic low back pain and its relationship to clinically relevant domains. Dans *BMC Musculoskelet Disord* (No. 1; Vol. 22, Numéro 1, p. 432). <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04287-5>
- Smith, J. A., Stabbert, H., Bagwell, J. J., Teng, H. L., Wade, V., & Lee, S. P. (2022). Do people with low back pain walk differently? A systematic review and meta-analysis. Dans *J Sport Health Sci* (Vol. 11, Numéro 4, p. 450-465). <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.02.001>
- Thomas, E.-N., Pers, Y.-M., Mercier, G., Cambiere, J.-P., Frasson, N., Ster, F., Hérisson, C., & Blotman, F. (2010). The importance of fear, beliefs, catastrophizing and kinesiophobia in chronic low back pain rehabilitation. *Annals of physical and Rehabilitation Medicine*, 53(1), 3-14.
- van der Hulst, M., Vollenbroek-Hutten, M. M., Rietman, J. S., & Hermens, H. J. (2010). Lumbar and abdominal muscle activity during walking in subjects with chronic low

back pain : Support of the “guarding” hypothesis? *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(1), 31-38.

van Dieën, J. H., Selen, L. P., & Cholewicki, J. (2003). Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *Journal of electromyography and kinesiology*, 13(4), 333-351.

Woby, S. R., Watson, P. J., Roach, N. K., & Urmston, M. (2004). Are changes in fear-avoidance beliefs, catastrophizing, and appraisals of control, predictive of changes in chronic low back pain and disability? *European journal of pain*, 8(3), 201-210.

Wood, L., Bejarano, G., Csiernik, B., Miyamoto, G. C., Mansell, G., Hayden, J. A., Lewis, M., & Cashin, A. G. (2023). Pain Catastrophising and Kinesiophobia mediate pain and physical function improvements with Pilates exercise in chronic low back pain : A mediation analysis of a randomised controlled trial. *Journal of physiotherapy*, 69(3), 168-174.

ANNEXE A

Imaginons la situation suivante : dans quelques instants, vous allez participer à une compétition ou passer un concours dont le résultat est particulièrement important pour vous et la suite de votre carrière.

Ci-après figurent un certain nombre de déclarations que les gens utilisent souvent pour se décrire. Lisez chacun des énoncés et cochez la case appropriée de droite qui semble décrire le mieux ce que vous ressentez dans cette situation. Il n'existe ni bonnes ni mauvaises réponses. Ne passez pas trop de temps sur chacun des points. Répondez à toutes les questions et ne cochez qu'une case pour chacune d'entre elles.

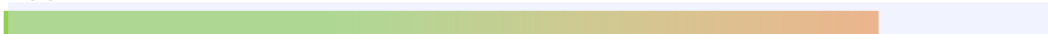
En ce moment, dans cette situation :	Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup
1. Je me sens calme.	1	2	3	4
2. Je me sens en sécurité.	1	2	3	4
3. Je suis tendu(e).	1	2	3	4
4. Je me sens surmené(e).	1	2	3	4
5. Je me sens tranquille.	1	2	3	4
6. Je me sens ému(e), bouleversé(e).	1	2	3	4
7. Je m'inquiète à l'idée de malheurs possibles.	1	2	3	4
8. Je me sens comblé(e).	1	2	3	4
9. Je me sens effrayé(e).	1	2	3	4
10. Je me sens bien, à l'aise.	1	2	3	4
11. Je me sens sûr(e) de moi.	1	2	3	4
12. Je me sens nerveux(e).	1	2	3	4
13. Je suis agité(e).	1	2	3	4
14. Je me sens indécis(e).	1	2	3	4
15. Je suis détendu(e).	1	2	3	4
16. Je me sens satisfait(e).	1	2	3	4
17. Je suis inquiet(e).	1	2	3	4
18. Je me sens troublé(e).	1	2	3	4
19. Je sens que j'ai les nerfs solides.	1	2	3	4
20. Je me sens dans de bonnes dispositions.	1	2	3	4



Ce questionnaire validé ne remplacera jamais l'évaluation clinique d'un professionnel. Vous pouvez montrer ces résultats à votre médecin ou psychologue.

NOM/ID : Obligatoire : Homme Femme

Né(e). le : Date du test :



Ci-après figurent un certain nombre de déclarations que les gens utilisent souvent pour se décrire. Lisez chacun des énoncés et cochez dans le case appropriée de droite ce qui convient le mieux à la façon dont **vous vous sentez en général**. Il n'existe ni bonnes ni mauvaises réponses. Ne passez pas trop de temps sur chacun des points, mais donnez la réponse qui semble décrire le mieux ce que vous ressentez généralement. Répondez à toutes les questions et ne cochez qu'une case pour chacune d'entre elles.

En général, dans mon quotidien :	Presque jamais	Parfois	Souvent	Presque toujours
21. Je me sens dans de bonnes dispositions.	1	2	3	4
22. Je me sens nerveux(se) et agité(e).	1	2	3	4
23. Je me sens content(e) de moi-même.	1	2	3	4
24. Je voudrais être aussi heureux(se) que les autres semblent l'être.	1	2	3	4
25. J'ai l'impression d'être un(e) raté(e).	1	2	3	4
26. Je me sens reposé(e).	1	2	3	4
27. Je suis d'un grand calme.	1	2	3	4
28. Je sens que les difficultés s'accumulent au point où je n'arrive pas à les surmonter.	1	2	3	4
29. Je m'en fais trop pour des choses qui n'en valent pas vraiment la peine.	1	2	3	4
30. Je suis heureux(se).	1	2	3	4
31. J'ai des pensées troublantes.	1	2	3	4
32. Je manque de confiance en moi.	1	2	3	4
33. Je me sens en sécurité.	1	2	3	4
34. Prendre des décisions m'est facile.	1	2	3	4
35. Je sens que je ne suis pas à la hauteur de la situation.	1	2	3	4
36. Je suis satisfait(e).	1	2	3	4
37. Des idées sans importance me passent par la tête et me tracassent.	1	2	3	4
38. Je prends les déceptions tellement à cœur que je n'arrive pas à les chasser de mon esprit.	1	2	3	4
39. Je suis une personne qui a les nerfs solides.	1	2	3	4
40. Je deviens tendu(e) ou bouleversé(e) quand je songe à mes préoccupations et à mes intérêts récents.	1	2	3	4



Ce questionnaire valide ne remplacera jamais l'évaluation clinique d'un professionnel. Vous pouvez montrer ces résultats à votre médecin ou psychologue.

NOM/ID : **Score :**

Homme Femme

Né(e), le : **Date du test :**

Date du test :

NOM/ID :

Homme

Femme

Né(e). le :

Qualité du sommeil au cours du mois dernier :

- Au cours du mois dernier, combien vous a-t-il habituellement fallu de temps pour vous endormir chaque soir ?.....
- Au cours du mois dernier, avec quelle fréquence vous n'avez pas pu vous endormir en moins de 30 mn ?.....
- Au cours du mois dernier, comment évalueriez-vous globalement la qualité de votre sommeil ?.....

Nombre de minutes :

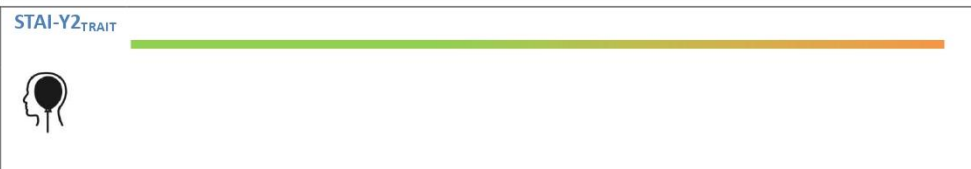
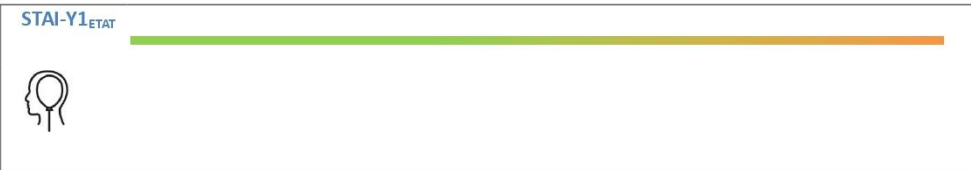
Endormissements < à 30 mn ?

Qualité du sommeil...

Habituellement, la fatigue modifie la nature et/ou l'intensité de mes ressentis : **Influence de la fatigue**

Résultats :

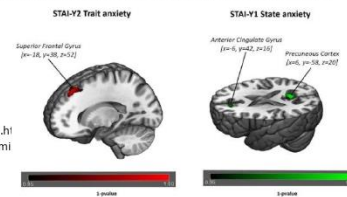
Vous pouvez enregistrer ce pdf sous un nouveau nom de fichier (format .pdf) pour conserver vos réponses et/ou les transmettre à un tiers de confiance.



Ce double modèle de l'anxiété : temporaire (STAI-Yétat) et/ou stable (STAI-Ytrait) est sous tendu par des activités cérébrales distinctes. L'anxiété trait s'associe à une modification de la structure de la matière grise du cortex frontal médian [illustration en rouge]. L'anxiété état est corrélée au seul changement de connectivité de régions plus postérieures - cuneus, precuneus[vert], lobe pariétal - (Saviola et al. 2020). Cela a des implications concrètes dans la prise en charge de l'anxiété par les techniques de neuromodulation non invasives. La méditation, le biofeedback HRV ou le Neurofeedback cibleront alors les cortex concernés.

Références :

- Questionnaire STAI-Y State & Trait : <https://institutneurosport.com/questionnaire-anxiete-spielberge.html>
- Notice des options de ce questionnaire : <https://institutneurosport.com/notice-stai-pdf.html>
- Bruchon-Schweitzer M, Paulhan I. 1993 Manuel du STAI, forme Y, adaptation française, Paris: ECPA; 1993.
- Echelle Dépression et Anxiété (HAD) : <https://institutneurosport.com/echelle-anxiete-depression-had.html>
- Questionnaire TFAI-2 (3Dimensions) : <https://institutneurosport.com/questionnaire-anxiete-performance-tfai2.h1>
- Usages & limites : <https://institutneurosport.com/questionnaires-sport-sante-remplissables-pdf.html#usages-limi>
- <https://www.irbms.com/test-questionnaire-anxiete-generale-spielberger/>
- STAI Scoring tool (vérification croisée des cotations) : <https://www.nsr.usa.org/score.php>
- https://oml.eular.org/sysModules/obxOML/docs/id_150/State-Trait-Anxiety-Inventory.pdf
- Spielberger C. D., et al. (1983). Manual for the State-Trait Anxiety Inventory. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Saviola et al. 2020 Trait and state anxiety are mapped differently in the human brain. Sci Rep 10, 11112 (2020). 10.1038/s41598-020-69008-z
- licences, z-scores, supports papiers : <https://www.mindgarden.com/145-state-trait-anxiety-inventory-for-adults> ou <https://www.pearsonclinical.fr/stai-y>
- Langevin V et al. 2012. Risques psychosociaux: outils d'évaluation inventaire d'anxiété Etat/Trait forme Y (State-Trait anxiety Inventory STAI-Y). Références en santé au travail N°131; 2012.
- Gauthier J, Bouchard S. Adaptation canadienne-française de la forme révisée du State-Trait anxiety inventory de Spielberger. Revue canadienne des sciences du comportement.



Notice, Options



© 2021 Huyghe Lydie; pdf cotation automatique Utilisation et diffusion libre. (CC BY license)
Version DESKTOP ACROBAT READER DC



Spielberger C. D., et al (1983). Manual for the State-Trait Anxiety Inventory. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press S STAI-Y1 & 2 Page 3/3

ANNEXE B

PCS

(Pain Catastrophizing Scale)

Prénom..... Nom.....

Date..... /..... /.....

Date de naissance..... /..... /.....

Dans le présent questionnaire, nous vous demandons de décrire le genre de pensées et d'émotions que vous avez quand vous avez de la douleur.

Vous trouverez ci-dessous treize énoncés décrivant différentes pensées et émotions qui peuvent être associées à la douleur. Veuillez indiquer à quel point vous avez ces pensées et émotions, selon l'échelle ci-dessous, quand vous avez de la douleur.

0 : Pas du tout 1 : Quelque peu 2 : De façon modéré 3 : Beaucoup 4 : Tout le temps

Quand j'ai de la douleur...

- 1- J'ai peur qu'il n'y aura pas de fin à la douleur.
- 2- Je sens que je ne peux pas continuer.
- 3- C'est terrible et je pense que ça ne s'améliorera jamais.
- 4- C'est affreux et je sens que c'est plus fort que moi.
- 5- Je sens que je ne peux plus supporter la douleur.
- 6- J'ai peur que la douleur s'empire.
- 7- Je ne fais que penser à d'autres expériences douloureuses.
- 8- Avec inquiétude, je souhaite que la douleur disparaisse.
- 9- Je ne peux m'empêcher d'y penser.
- 10- Je ne fais que penser à quel point ça fait mal.
- 11- Je ne fais que penser à quel point je veux que la douleur disparaisse.
- 12- Il n'y a rien que je puisse faire pour réduire l'intensité de la douleur.
- 13- Je me demande si quelque chose de grave va se produire.

Score total : /52

ANNEXE C

Copie du patient

<p>Douleur (ne cocher qu'une case)</p>	<input type="checkbox"/> Je ne ressens aucune douleur actuellement. <input type="checkbox"/> La douleur est très légère actuellement. <input type="checkbox"/> La douleur est modérée actuellement. <input type="checkbox"/> La douleur est assez intense actuellement. <input type="checkbox"/> La douleur est très intense actuellement. <input type="checkbox"/> La douleur est la pire que l'on puisse imaginer.
<p>Soins personnels (se laver, s'habiller, etc.) (ne cocher qu'une case)</p>	<input type="checkbox"/> Je peux effectuer normalement mes soins personnels sans douleur supplémentaire. <input type="checkbox"/> Je peux effectuer normalement mes soins personnels, mais c'est très douloureux. <input type="checkbox"/> Effectuer mes soins personnels est douloureux et je dois prendre des précautions et faire attention. <input type="checkbox"/> Je peux effectuer mes soins personnels, mais j'ai besoin d'aide. <input type="checkbox"/> J'ai besoin d'aide chaque jour pour la plupart de mes soins personnels. <input type="checkbox"/> Je ne peux pas m'habiller, je me lave avec difficulté et je reste au lit.
<p>Soulèvement d'objets (ne cocher qu'une case)</p>	<input type="checkbox"/> Je peux soulever des objets lourds sans augmenter la douleur. <input type="checkbox"/> Je peux soulever des objets lourds mais la douleur augmente. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de soulever des objets lourds qui se trouvent au sol, mais je peux les soulever s'ils sont à ma portée (par ex., sur une table). <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de soulever des objets lourds, mais je peux soulever des objets légers ou moyennement lourds s'ils sont à ma portée. <input type="checkbox"/> Je ne peux soulever que des objets très légers. <input type="checkbox"/> Je ne peux rien soulever.
<p>Marche (ne cocher qu'une case)</p>	<input type="checkbox"/> La douleur ne m'empêche pas de marcher, quelle que soit la distance. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de marcher au-delà de 1600 mètres. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêchent de marcher au-delà de 800 mètres. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de marcher au-delà de 100 mètres. <input type="checkbox"/> Je ne peux marcher qu'avec une canne ou des béquilles. <input type="checkbox"/> Je reste au lit la plupart du temps et je dois me traîner jusqu'aux toilettes.
<p>Position assise (ne cocher qu'une case)</p>	<input type="checkbox"/> Je peux rester assis(e) sur un siège aussi longtemps que je le veux. <input type="checkbox"/> Je peux rester assis(e) sur mon siège favori aussi longtemps que je le veux. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de rester assis(e) pendant plus d'une heure. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de rester assis(e) pendant plus d'une demi-heure. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de rester assis(e) pendant plus de 10 minutes. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de rester assis(e).
<p>Position debout (ne cocher qu'une case)</p>	<input type="checkbox"/> Je peux me tenir debout aussi longtemps que je le veux sans augmenter la douleur. <input type="checkbox"/> Je peux me tenir debout aussi longtemps que je le veux mais la douleur augmente. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de me tenir debout pendant plus d'une heure. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de me tenir debout pendant plus d'une demi-heure. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de me tenir debout pendant plus de 10 minutes. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de me tenir debout.

Sommeil (ne cocher qu'une case)	<input type="checkbox"/> Mon sommeil n'est jamais perturbé par la douleur. <input type="checkbox"/> Mon sommeil est parfois perturbé par la douleur. <input type="checkbox"/> La douleur fait que je dors moins de 6 heures. <input type="checkbox"/> La douleur fait que je dors moins de 4 heures. <input type="checkbox"/> La douleur fait que je dors moins de 2 heures. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de dormir.
Vie sexuelle (ne cocher qu'une case)	<input type="checkbox"/> Ma vie sexuelle est normale et ne me cause pas plus de douleur. <input type="checkbox"/> Ma vie sexuelle est normale mais me cause plus de douleur. <input type="checkbox"/> Ma vie sexuelle est presque normale, mais très douloureuse. <input type="checkbox"/> Ma vie sexuelle est très limitée par la douleur. <input type="checkbox"/> Je n'ai quasiment plus de vie sexuelle à cause de la douleur. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche toute vie sexuelle.
Vie sociale (ne cocher qu'une case)	<input type="checkbox"/> Ma vie sociale est normale et ne me cause pas plus de douleur. <input type="checkbox"/> Ma vie sociale est normale mais me cause plus de douleur. <input type="checkbox"/> La douleur n'a pas d'effet important sur ma vie sociale, sauf de limiter mes activités physiques (par exemple, les sports, etc.). <input type="checkbox"/> La douleur limite ma vie sociale et je ne sors pas aussi souvent. <input type="checkbox"/> La douleur limite sérieusement ma vie sociale et je reste chez moi. <input type="checkbox"/> Je n'ai pas de vie sociale à cause de la douleur.
Voyages (ne cocher qu'une case)	<input type="checkbox"/> Je peux voyager n'importe où sans me causer plus de douleur. <input type="checkbox"/> Je peux voyager n'importe où mais ça me cause plus de douleur. <input type="checkbox"/> La douleur est forte, mais je peux faire des déplacements de plus de deux heures. <input type="checkbox"/> La douleur me limite à des déplacements de moins d'une heure. <input type="checkbox"/> La douleur me limite à de courts déplacements essentiels de moins de 30 minutes. <input type="checkbox"/> La douleur m'empêche de voyager sauf pour des traitements.

ANNEXE D

ÉCHELLE D'AUTO-EFFICACITÉ SPÉCIFIQUE À LA DOULEUR CHRONIQUE

Texte d'introduction :

Nous voudrions connaître à quel point vous avez confiance en votre capacité à réaliser certaines activités. Pour chacune des questions suivantes, veuillez s.v.p. entourer le chiffre indiquant à quel point, à l'heure actuelle, vous avez confiance en votre capacité quant à la réalisation de vos tâches habituelles.

Échelle de mesure présentée pour chacun des items :

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

Faire de l'exercice régulièrement

1. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire des exercices légers de renforcement musculaire et de flexibilité trois à quatre fois par semaine (ex. séries de mouvements, utilisation de poids, etc.)?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

2. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire de l'exercice aérobique comme marcher, nager ou faire du vélo de trois à quatre fois par semaine?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

3. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire de l'exercice sans que votre douleur s'aggrave?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

Obtenir des renseignements sur la douleur

4. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à obtenir des informations sur la douleur au sein de votre communauté (ex. Internet, groupes d'entraide, organismes communautaires, conférences, centres de santé, etc.)?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

Obtenir de l'aide de la collectivité, de la famille et des amis

5. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à obtenir l'aide de la part de votre famille ou de vos amis pour effectuer les choses que vous devez faire (ex. tâches ménagères, magasinage, cuisine, déplacements)?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

6. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à obtenir du soutien affectif de la part de vos amis ou de votre famille (ex. écoute attentive, parler de vos problèmes)?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

16. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à opter pour des solutions autres que la seule prise de médicaments afin de réduire l'impact de votre douleur sur votre vie quotidienne?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

Réaliser des tâches

17. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à accomplir vos tâches ménagères telles que passer l'aspirateur et entretenir le terrain malgré vos problèmes de douleur?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

18. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à faire vos commissions malgré vos problèmes de douleur (ex. épicerie, pharmacie, bureau de poste, etc.)?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

19. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à effectuer votre magasinage malgré vos problèmes de douleur (ex. achat de vêtements, de meubles, etc.)?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

Avoir des activités sociales et des loisirs

20. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à continuer à pratiquer vos passe-temps et vos loisirs?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

21. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à continuer de faire les choses que vous aimez faire avec vos amis et votre famille (ex. visites sociales et loisirs)?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

Prendre en charge les symptômes

22. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à réduire votre inconfort physique ou votre douleur?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

23. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à empêcher que la fatigue causée par votre douleur nuise aux activités et aux tâches que vous souhaitez faire?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

24. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à empêcher que l'inconfort physique ou la douleur nuisent aux activités et aux tâches que vous souhaitez faire?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

25. À quel point avez-vous confiance en votre capacité à empêcher que d'autres de vos symptômes ou problèmes de santé nuisent aux activités et aux tâches que vous souhaitez faire?

Pas du tout confiant(e) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Entièrement confiant(e)

FANNEXE E

PARTIE B : DÉPLACEMENTS À BUT UTILITAIRE

« Aller d'un point A à un point B »

Les questions suivantes concernent la façon habituelle de vous déplacer d'un endroit à l'autre, par exemple pour aller au travail, faire des courses, aller au marché, aller chez un ami, se rendre sur un lieu de visite ou de balade...

	À pied ? ① trajet(s) à pied durant au moins 10 minutes	À vélo ou VAE ? ① VAE = vélo à assistance électrique	Autre mode de déplacement ACTIF ? ① Ex : roller, trottinette... requérant une propulsion par vos mouvements
Q5 Lors d'une semaine habituelle (week-end inclus), effectuez-vous des déplacements : <i>① si ✓ NON pour les trois types de déplacement, passez directement à la question Q8.</i>	<input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> OUI	<input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> OUI
Q6 Habituellement, combien de jours par semaine en moyenne effectuez-vous ces trajets ?	À pied : Nombre de jours : <input type="text"/> (par semaine, 7 max)	À vélo ou VAE : Nombre de jours : <input type="text"/> (par semaine, 7 max)	Autre mode de déplacement actif : Nombre de jours : <input type="text"/> (par semaine, 7 max)
Q7 Lors d'une journée durant laquelle vous effectuez ces trajets, combien de temps en moyenne y consacrez-vous ?	<input type="text"/> : <input type="text"/> heures minutes (par jour)	<input type="text"/> : <input type="text"/> heures minutes (par jour)	<input type="text"/> : <input type="text"/> heures minutes (par jour)
Q8 Lors d'une semaine habituelle (week-end inclus), utilisez-vous des moyens de transport motorisés* pour certains de vos déplacements ? * Ex : en voiture, moto, scooter, assis dans les transports en commun... (⚠ hors vélo à assistance électrique)	<input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> OUI		
Q9 Habituellement, combien de jours par semaine effectuez-vous ces trajets motorisés ?	Nombre de jours : <input type="text"/> (par semaine, 7 max)		
Q10 Lors d'une journée durant laquelle vous effectuez ces trajets motorisés, combien de temps en moyenne durent l'ensemble de ces trajets ?	<input type="text"/> : <input type="text"/> heures minutes (par jour de pratique)		

SUITE À LA PAGE SUIVANTE

PARTIE C : ACTIVITÉS DE LOISIRS OU AU DOMICILE

Les questions suivantes excluent les activités liées au travail et aux déplacements que vous avez déjà mentionnées.



ACTIVITÉ PHYSIQUE : COMMENT RECONNAITRE L'INTENSITÉ SELON VOTRE PERCEPTION ?

- ① Les activités physiques de **forte intensité** sont des activités nécessitant un effort physique important et causant une augmentation conséquente de la respiration ou du rythme cardiaque.
- ② Les activités physiques d'**intensité modérée** sont des activités qui demandent un effort physique modéré et causant une petite augmentation de la respiration ou du rythme cardiaque.

Q11 Lors d'une semaine habituelle (week-end inclus), effectuez-vous des **tâches ménagères au domicile, à l'intérieur ou à l'extérieur** ? Ex : passer l'aspirateur, laver le sol, balayer, laver les vitres, tondre la pelouse...

NON

OUI

Q12 Habituellement, **combien de jours par semaine** effectuez-vous ces tâches ménagères au domicile, à l'intérieur ou à l'extérieur ?

Nombre de jours :
(par semaine, 7 max)

Q13 Lors d'une **journée** durant laquelle vous pratiquez ces tâches ménagères au domicile, **combien de temps en moyenne** y consacrez-vous ?

:
heures minutes
(par jour de pratique)

Q14 Lors d'une semaine habituelle (week-end inclus), pratiquez-vous des **activités sportives ou des activités physiques de loisirs** :

① si ✓ **NON** pour les deux types d'intensité, passez directement à la question Q17.

De forte intensité ? ①

Ex : courir, jouer au football, porter des charges lourdes, nager, jouer au squash, pratiquer des arts martiaux, faire de la zumba, faire du vélo à un rythme soutenu ou sur des pentes (hors VAE), etc.

NON

OUI

D'intensité modérée ? ②

Ex : marcher à un rythme normal ou soutenu (hors trajet utilitaire), faire du vélo ou du VAE à un rythme modéré (hors trajet utilitaire), randonner, danser, jardiner, faire une séance de gym ou de renforcement musculaire, jouer au ping-pong, etc.

NON

OUI

Q15 Habituellement, **combien de jours par semaine** pratiquez-vous ces activités sportives ou ces activités de loisirs ?

De forte intensité ①

Nombre de jours :
(par semaine, 7 maximum)

D'intensité modérée ②

Nombre de jours :
(par semaine, 7 maximum)

Q16 Lors d'une **journée** durant laquelle vous pratiquez ces activités sportives ou ces activités de loisirs, **combien de temps en moyenne** y consacrez-vous ?

:
heures minutes
(par jour)

:
heures minutes
(par jour)

SUITE À LA PAGE SUIVANTE

Q17 Lors d'une semaine habituelle, passez-vous du temps à des **activités assises ou allongées** (hors sommeil), **chez vous** ou lors de vos loisirs ?

❗ si ✓ **NON** pour les deux types d'activités, passez directement à la question Q20.

Devant un écran ? 📱 🖥️

Ex : télévision, jeux vidéo, ordinateur à but non professionnel (internet, emails...), tablette, smartphone, etc.

NON OUI

Autres que devant un écran? 📖 🗑️ 🧵

Ex : lecture, dessin, discussion avec des amis, couture, etc.

NON OUI

Q18 Habituellement, lors de **combien de jours par semaine** passez-vous du temps à ces activités assises ou allongées, chez vous ou lors de vos loisirs ?

Devant un écran ?

Nombre de jours : (par semaine, 7 maximum)

Autres que devant un écran ?

Nombre de jours : (par semaine, 7 maximum)

Q19 Lors d'une journée durant laquelle vous passez du temps à ces activités assises ou allongées, **combien de temps en moyenne** y passez-vous, chez vous ou lors de vos loisirs ?

:
 heures minutes
 (par jour)

:
 heures minutes
 (par jour)

Q20 Veuillez préciser la nature du ou des sport(s) que vous pratiquez lors de vos loisirs, en fonction de leur **fréquence** de pratique :

⊕ ⊕ ⊕
Au moins 3 fois par semaine ?

⊕ ⊕
1 à 2 fois par semaine ?

⊕
Plus d'1 fois par mois, mais moins d'1 fois par semaine ?

❗ Veuillez inscrire le ou les sport(s) pratiqué(s)

.....

.....

Aucun

❗ Veuillez inscrire le ou les sport(s) pratiqué(s)

.....

.....

Aucun

❗ Veuillez inscrire le ou les sport(s) pratiqué(s)

.....

.....

Aucun

Q21 Quelle est votre **catégorie socioprofessionnelle** ?

❗ Veuillez ne cocher qu'une seule case ; si actuellement au chômage, veuillez cocher votre catégorie antérieure.

<input type="checkbox"/> Agriculteurs exploitants <input type="checkbox"/> Artisans, commerçants et chefs d'entreprise <input type="checkbox"/> Employés (employé de bureau ou de commerce, garde d'enfants, agent de service...) <input type="checkbox"/> Cadres et professions intellectuelles supérieures (ingénieur, médecin...)	<input type="checkbox"/> Ouvriers (y compris agricoles) <input type="checkbox"/> Professions intermédiaires (professeur des écoles, infirmier, assistant social, technicien, contremaître...) <input type="checkbox"/> Retraités <input type="checkbox"/> Étudiants <input type="checkbox"/> Autres inactifs (par exemple parent au foyer)
---	--

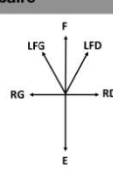
FIN

xxiv

ANNEXE F

Les effets des douleurs lombaires sur le contrôle neuro-musculaire du tronc chez les cyclistes

Participant #: _____ Date: _____

Anamnèse Douleur: O ou N Problème Cardiaque: Foie: Estomac: Poumon:			Lombalgie aiguë, Nb de jours : _____ (moins de 7 jours) Lombalgie chronique, Nd d'année : _____ (plus de x semaines) Douleur seulement à vélo ? : O ou N Symptômes constitutionnels : dlr insidieuse <input type="checkbox"/> perte de poids <input type="checkbox"/> fièvre <input type="checkbox"/> raideur matinale <input type="checkbox"/> dlr nocturne <input type="checkbox"/> dlr au repos <input type="checkbox"/> perte de contrôle de la vessie/selle <input type="checkbox"/> anesthésie génitale/péri-anale <input type="checkbox"/>		
Histoire médicale : Hospitalisation : Médicaments:			Chirurgie : Traumatisme antérieur de la colonne (fracture, dislocation, etc.) :		
Réflexe	Droit	Gauche	Mouvement actif lombaire		
Patellaire (L3)					
Archiléen (L5)					
Clonus					
Sensibilité	Droit	Gauche	Critères d'exclusion	Oui	Non
L2			Arthrite inflammatoire du squelette axial		
L3			Anévrisme de l'aorte abdominale ou thoracique		
L4			Ostéoporose avancée		
L5			Chirurgie vertébrale		
Orthopédie lomabire	Droit	Gauche	Maladie neuromusculaire / myélopathie		
Valsalva			Obésité morbide		
Kemp's			Tumeur maligne		
Extension résistée			Hypertension non contrôlée		
SLR			Radiculopathie / déficit neurologique		
Braggard			Hernie discale		
Thigh Thrust			Infection		
Faber			Scoliose thoracique (angle de Cobb >20°)		
Compression SI			Femme enceinte		

Signature de l'évaluateur: _____

ANNEXE G



4399

CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE AVEC DES ÊTRES HUMAINS

En vertu du mandat qui lui a été confié par l'Université, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains a analysé et approuvé pour certification éthique le protocole de recherche suivant :

Titre : Adaptations motrices lors de la montée et descente d'un escalier chez les personnes atteintes de lombalgie chronique

Chercheur(s) : Guillaume Vadez
Département des sciences de l'activité physique

Organisme(s) : Réseau provincial de recherche en adaptation-réadaptation

N° DU CERTIFICAT CER-23-300-07.03

PÉRIODE DE VALIDITÉ : Du 16 août 2025 au 16 août 2026

En acceptant le certificat éthique, le chercheur s'engage à :

- Aviser le CER par écrit des changements apportés à son protocole de recherche avant leur entrée en vigueur;
- Procéder au renouvellement annuel du certificat tant et aussi longtemps que la recherche ne sera pas terminée;
- Aviser par écrit le CER de l'abandon ou de l'interruption prématurée de la recherche;
- Faire parvenir par écrit au CER un rapport final dans le mois suivant la fin de la recherche.

Me Richard LeBlanc
Président du comité

Anthony Voisard
Secrétaire du comité

Décanat de la recherche et de la création

Date d'émission : 06 août 2025